

CAPÍTULO 4

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO – PUC-RIO

4.1 O Campus Gávea da PUC-Rio

Localizado na zona sul do Rio de Janeiro, o Campus Gávea da PUC-Rio recebe diariamente mais de 20.000 pessoas, entre funcionários, estudantes e visitantes. O Campus fica situado em local privilegiado, em um terreno de 100.000 m², onde se encontram os diversos departamentos, laboratórios de pesquisa, coordenações, associações e outros, conforme listados a seguir.

Unidades Constitutivas

- Departamento de Artes & Design - DAD
- Departamento de Administração - ADM
- Departamento de Ciências Sociais - CIS
- Departamento de Comunicação Social - COM
- Departamento de Direito - JUR
- Departamento de Economia - ECO
- Departamento de Educação - EDU
- Departamento de Engenharia Civil - CIV
- Departamento de Engenharia Elétrica - ELE
- Departamento de Engenharia Industrial - IND
- Departamento de Engenharia de Materiais - DEMa
- Departamento de Engenharia Mecânica - MEC
- Departamento de Filosofia - FIL
- Departamento de Física - FIS

- Departamento de Geografia - GEO
- Departamento de História - HIS
- Departamento de Informática - INF
- Departamento de Letras - LET
- Departamento de Matemática - MAT
- Departamento de Psicologia - PSI
- Departamento de Química - QUI
- Departamento de Serviço Social - SER
- Departamento de Teologia - TEO
- Instituto de Relações Internacionais – IRI

Unidades Complementares

- Agência PUC-Rio de Inovação
- Centro de Estudos em Telecomunicações - CETUC
- Centro Loyola de Fé e Cultura
- Instituto de Administração e Gerência - IAG
- Instituto Confucius
- Instituto de Energia da PUC - IEPUC
- Instituto Genesis
- Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais da PUC-Rio - IAPUC
- Instituto Interdisciplinar de Leitura da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - IILER-PUC-Rio
- Instituto de Mídias Digitais - IMD
- Instituto Tecnológico da PUC-RIO - ITUC
- Instituto de Pesquisa e Ensino de Línguas - IPEL

- Núcleo de Estudo e Ação sobre o Menor – NEAM
- Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente - NIMA
- Núcleo Interdisciplinar de Reflexão e Memória Afrodescendente – NIREMA

Coordenações

- Vinculadas à Vice-Reitoria para Assuntos Acadêmicos
- Coordenação Central de Extensão - CCE
- Coordenação Central de Projetos Patrocinados - CCP
- Coordenação Central de Cooperação Internacional - CCCI
- Coordenação Central de Graduação - CCG
- Coordenação de Licenciaturas
- Coordenação de Vestibular
- Coordenação Central de Planejamento e Avaliação - CCPA
- Coordenação Central de Pós Graduação e Pesquisa - CCPG
- Coordenação Central de Educação à Distância (CCEAD)
- Vinculadas à Vice-Reitoria para Assuntos Comunitários
- Coordenação de Atividades Comunitárias e Culturais - CACC
- Coordenação de Bolsas Auxílio - CBA
- Coordenação Central de Estágios e Serviços Profissionais - CCESP
- Coordenação de Educação Física e Esportes - EFI
- Vinculada à Vice-Reitoria para Assuntos de Desenvolvimento
- Coordenação Central de Projetos e Desenvolvimento

- Coordenação Central de Infraestrutura

Cátedras

- Cátedra Carlo Maria Martini
- Cátedra Fullbright PUC-Rio
- Cátedra Padre Antônio Vieira de Estudos Portugueses
- Cátedra Unesco de Leitura PUC-Rio

Orgãos de Apoio

- Diretoria de Admissão e Registro - DAR
- Divisão de Bibliotecas e Documentação - DBD
- Divisão de Pastoral Universitária - DPU
- Rio Datacentro - RDC
- Solar Grandjean de Montigny

Representações Estudantis

- Associação dos Antigos Alunos - AAA
- Associação dos Pós-Graduandos - APG
- Diretório Central dos Estudantes – DCE

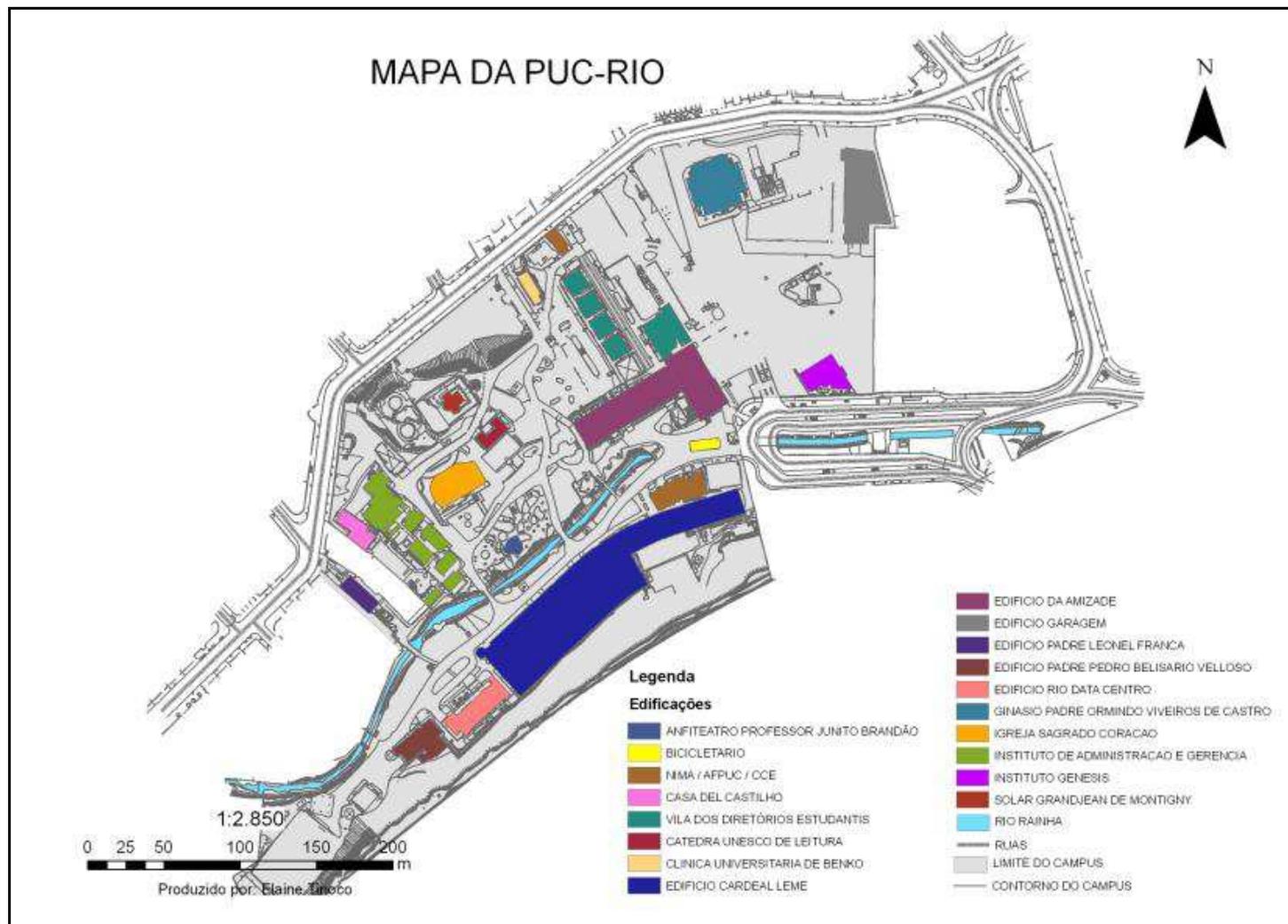


Figura 11: Mapa da PUC-Rio, Campus da Gávea.

O campus conta ainda com diversos serviços, tais como restaurantes e lanchonetes, livrarias, copiadoras, papelaria, bancos e laboratórios ligados aos departamentos.

Universidade altamente conceituada que há tempos vem mostrando seu comprometimento com as questões ambientais. Em 2009, firmou esta posição com o lançamento de sua Agenda Ambiental (PUC-Rio/NIMA), apresentando metas de curtos, médios e longos prazos para a contribuição do desenvolvimento sustentável e, desde então, vem implementando medidas e fomentando iniciativas que visem o desenvolvimento sustentável.

O Campus é palco ainda de vários eventos, palestras, *workshops* e seminários que ocorrem todos os anos. Alguns deles bem conhecidos, como é o caso da mostra PUC, feira voltada para o recrutamento e seleção de estudantes do Brasil.

4.2 Inventário de Emissões de GEE do Campus Gávea da PUC-Rio

4.2.1 Premissas e Coleta de Dados

Para a realização de um inventário, três limites devem ser considerados: organizacional, operacional e temporal. Este último é o mais simples de ser definido e para o inventário em questão foi escolhido o ano de 2011. O limite organizacional delimita fisicamente onde será conduzido o inventário. Para este estudo foi considerado todo o Campus da PUC-Rio, localizado na Gávea, para o qual a PUC-Rio possui controle operacional. Isto inclui todos os departamentos, coordenações, diretórios e demais unidades. Ainda, todos os serviços, tais como restaurantes, lanchonetes, bancos, livrarias e etc. Com certeza uma opção ousada, em se tratando da realização de um primeiro estudo abordando este tema na universidade.

A segunda definição necessária, e com certeza a mais difícil, refere-se às quais fontes de emissão deverão ser inventariadas. Para auxiliar nesta etapa, a definição dos escopos dada pelo GHG Protocol, já

mencionada anteriormente, é bastante útil, embora não indiquem quais itens devem ser reportados.

A Norma Corporativa de Transparência e Contabilização (Corporate Accounting and Reporting Standard) elaborada em conjunto com o WRI e o WBCSD sugere, no mínimo, o registro e comunicação de emissões referentes aos Escopos 1 e 2, enquanto deixa como opcional a categoria de Escopo 3.

Por não haver nenhuma referência ou orientação específica para o setor educacional na norma acima mencionada, o estudo baseou-se nas recomendações da organização norte americana, *Clean Air-Cool Planet*, apresentadas em seu manual do usuário da ferramenta de cálculo *Campus Carbon Calculator*. Para assegurar maior coerência e compatibilidade entre os inventários produzidos para instituições de ensino, a organização recomenda que uma das seguintes abordagens seja feita:

i. Cálculo de todas as emissões de Escopo 1 e 2, conforme também recomendado pelo WRI, e emissões de Escopo 3 referentes ao deslocamento entre as residências e a Universidade e viagens diretamente financiadas. As instituições também são incentivadas a relatarem outras emissões deste escopo, especialmente àquelas de maior significância.

ii. Cálculo de todas as emissões de Escopos 1 e 2, bem como qualquer emissão de Escopo 3 que sejam diretamente financiadas pela instituição, tais como emissões provenientes de viagens e gestão de resíduos sólidos. A ideia aqui é que, embora a instituição não tenha controle direto sobre estas emissões ela de alguma maneira é corresponsável. Além disso, adotando esta premissa, o inventário pode ajudar no incentivo pela busca de novos métodos ou tecnologias para evitar ou reduzir as respectivas emissões.

iii. Cálculo de todas as emissões de Escopos 1, 2 e 3, além de quaisquer emissões onde a instituição sinta-se capaz de realizar. Isto incluiria, por exemplo, viagens que embora não financiadas pela instituição, tenha sido efetuada exclusivamente para a conclusão do curso. Embora a universidade não tenha custeado a passagem, sua política ou procedimento interno são diretamente responsáveis por esta viagem. A viagem não ocorreria se não fosse a existência da Universidade ou escola.

iv. Por último, todos os escopos 1 e 2, além das emissões de Escopo 3, anteriormente listadas e, ainda, da origem e transporte de bens de consumo. Uma universidade poderia incluir no seu inventário as emissões da produção e transporte de compra de papel ou computadores, por exemplo.

Para este estudo, optou-se pela segunda proposta, considerando ainda os deslocamentos realizados para a ida e volta dos estudantes, funcionários, professores e visitantes.

O cálculo foi realizado então com o auxílio da ferramenta disponibilizada pelo Programa Brasileiro GHG Protocol em sua página da *internet*, versão 2012.1.

Resumindo os itens que serão incluídos no inventário, tem-se:

ESCOPO 1

▪ Combustão Estacionária e Móvel

✓ Consumo de combustível utilizado pelo gerador de energia.

✓ Consumo de combustível pelos veículos próprios da PUC-Rio.

✓ Consumo de combustível pelos veículos fretados para o transporte de funcionários nos trajetos diários Residência-Campus-Residência.

- **Emissões Fugitivas**

- ✓ Aparelhos de ar-condicionado presentes no Campus.
- ✓ Aparelhos de refrigeração e bebedouros.
- ✓ Extintores de incêndio.

ESCOPO 2

- **Consumo de Energia Elétrica**

- ✓ Consumo de energia elétrica pelo Campus.

ESCOPO 3

- **Transporte**

- ✓ Deslocamentos gerados a partir das viagens diárias entre residências e a PUC-Rio, Campus da Gávea.

- **Viagens a Trabalho**

- ✓ Viagens aéreas ou terrestres motivadas ou custeadas pela universidade.

- **Resíduos**

- ✓ Resíduos produzidos no Campus.
- ✓ Transporte dos resíduos até o local de destinação final.

Para todos os itens, foram coletadas as informações necessárias à entrada de dados conforme requisitados pela planilha de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol para elaboração de inventários. Os dados obtidos com suas respectivas fontes de consulta são apresentados detalhadamente a seguir

4.2.1.1 Combustão Direta Estacionária

Apenas o gerador de energia elétrica movido a óleo diesel presente no Campus poderia ser uma fonte estacionária. Entretanto, conforme informado pela Prefeitura do Campus, no ano de 2011, o gerador esteve inoperante, em decorrência do fornecimento de *energia plus* (categoria de fornecimento) pela Light, no horário de ponta. Não houve consumo de combustível.



Figura 12: Gerador de energia elétrica movido a óleo diesel.

4.2.1.2 Combustão Móvel Direta (Escopo 1)

O controle de veículos próprios da universidade é descentralizado. A grande maioria dos veículos ficam sob responsabilidade da Prefeitura do Campus, enquanto outros ficam com alguns dos diversos departamentos e unidades. Há ainda os carros comprados para projetos específicos de alguns professores, mas que não foram incluídos já que a faculdade não possui nenhum controle ou autoridade sobre seu uso.

Para obter as informações necessárias ao cálculo das emissões geradas a partir dessas fontes, foi enviada uma mensagem a todos os departamentos e unidades do Campus Gávea, bem como alguns contatos pessoais, solicitando os dados dos veículos que estivessem sob responsabilidade daquela unidade. Somente algumas retornaram, a maioria informando que não possuíam veículos.

O consumo de combustível anual total para os veículos da prefeitura foi estimado em 10.000 litros por ano, mas essa informação não foi fornecida de maneira discriminada. Com isso, o consumo anual foi dividido igualmente entre os veículos deste setor. Para os automóveis do Instituto Tecnológico da PUC-Rio, do Laboratório de Engenharia Veicular (ITUC/LEV), o valor do consumo foi informado individualmente para cada um dos veículos.

Outro dado importante é a frota de veículos fretada para o transporte de funcionários. Esta informação foi coletada na Associação de Funcionários da PUC-Rio (AFPUC), responsável pelo controle deste serviço. Atualmente, existem 4 veículos fazendo este serviço: dois micro-ônibus e duas vans. Neste caso, para a estimativa das emissões optou-se pelo cálculo através do valor médio das distâncias percorridas durante o ano inventariado, opção também possível para o cálculo, utilizando a planilha do GHG Protocol. Considerando que o itinerário é fixo foi utilizada a ferramenta do *Google Maps* (disponível em <https://maps.google.com.br>) para estimativa dos quilômetros gastos para cada um dos percursos. Com base no calendário da PUC-Rio, estimou-se os dias de funcionamento do Campus, durante os quais haveria o deslocamento de funcionários. O total de dias estimado foi de 215 dias/ano, o que possibilitou obter a distância anual percorrida pelos veículos fretados.

Estas informações estão contidas nas Tabelas 6 e 7 apresentadas a seguir:

Tabela 6 - Frota própria PUC-Rio.

TIPO/MODELO	COMBUSTÍVEL	ANO	ESTIMATIVA DE CONSUMO ANUAL (LITROS)
Fiat Strada	Gasolina	2000	1667
Palio	Gasolina	2007	1667
Palio Week ELX	Gasolina	2009	1667
Toyota Band / Tingua	Diesel	2000	1667
Ranger XLS	Diesel	2008	1667
Doblô	Gasolina	2009	1667
Megane	Gasolina	2007	1500
Pegeout 3008	Gasolina	2010	3500
Pegeout 207 SW	Gasolina	2011	300

Tabela 7 – Serviço de transporte fretado pela PUC-Rio para transportar os funcionários.

TIPO/MODELO	COMBUSTÍVEL	ANO	ITINERÁRIO	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA DIÁRIA (SOMENTE IDA - KM)	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA ANUAL (IDA E VOLTA - KM)*
Micro ônibus	Diesel	2004	Campo Grande	114	24.510
Micro ônibus	Diesel	2004	Nova Iguaçu	90	19.350
Van	Diesel	2010	Honório Gurgel	69,2	14.878
Van	Diesel	2010	Pilares	46,4	9.976

4.2.1.3 Emissões Fugitivas (Escopo 1)

A planilha de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol orienta a utilização de duas diferentes abordagens para a contabilização de emissões deste tipo.

Opção 1 - Abordagem por "Estágio do Ciclo de Vida": para usuários que contratam os serviços de manutenção de equipamentos de refrigeração e ar condicionado (RAC) ou de extintores de incêndio. Esta opção requer dados de quantidade de GEE utilizada para carregar novos equipamentos durante a instalação, para a manutenção do equipamento e a quantidade de GEE recuperada durante o descarte final, além da carga total dos equipamentos novos e descartados.

Opção 2 - Abordagem por Balanço de Massa (Compra): para usuários que mantém seu próprio equipamento. É baseado na quantidade de gás comprada e utilizada. Requer dados dos registros de compra e serviços.

Existe ainda uma terceira opção de "Triagem" que serve exclusivamente para se estabelecer a relevância das emissões de RAC e extintores de incêndio nas emissões totais da organização.

Opção 3 - Triagem: estimativa baseada em fatores de emissão e taxas de vazamento padrão dos equipamentos. Os fatores tem alto grau de incerteza e são extremamente conservadores. Por isso, esse método não deve ser usado como substituto das opções 1 e 2.

Aparelhos de Refrigeração e Ar Condicionado (RAC)

Através de consulta realizada à Prefeitura do Campus, mais especificamente junto ao responsável pelo setor de manutenção, foram coletadas informações a respeito dos aparelhos de ar-condicionado e refrigeração instalados na PUC-Rio.

O total de aparelhos instalados no Campus é de 1.328, sendo 829 equipamentos de janela, 10 equipamentos do tipo central e 489 do tipo Split.

Além dos equipamentos de ar condicionado, há no Campus 80 bebedouros e 100 geladeiras que são controlados pelo setor de manutenção da PUC-Rio, sem incluir os equipamentos presentes nos restaurantes e lanchonetes localizados no Campus.

Conforme informado pelo responsável do setor, o gás predominante (99% do total em uso) nestes tipos de equipamentos é o HCFC-22 (Clorodifluorometano), também popularmente conhecido como R-22. Este gás, além de destruidor da camada de ozônio é também um gás de efeito estufa, mas não foi incluído no Protocolo de Quioto, pois já são controlados pelo Protocolo de Montreal (PEIXOTO, 2008).

Desta forma, conforme instrução contida na própria planilha de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol, devem ser considerados como tendo um GWP igual a “zero”, mesmo que eles tenham um impacto significativo no clima. Assim estes dados, embora coletados, não foram computados no inventário do Campus.

Extintores de Incêndio

Esta informação foi obtida no setor de Segurança e Medicina do Trabalho do Campus.

De acordo com a informação passada, existem no Campus da gávea 52 extintores de CO₂ de 4 kg e 296 extintores de CO₂ de 6 kg.

Para obter informações sobre os serviços de manutenção realizados, foi feito o contato com a empresa que realiza a manutenção periódica dos extintores do Campus. Conforme informado, na manutenção periódica anual, os extintores são descarregados e 90% dos gases são transferidos para outros cilindros que retornam para o distribuidor. O restante (10%) é liberado para a atmosfera.

Assim, para cada extintor de capacidade 4 kg, temos a liberação de 0,40 kg e para os extintores de 6 kg, 0,60 kg. Multiplicando-se pelo número de extintores do Campus, tem-se:

$$\text{Emissões de CO}_2 = 52 \times 0,40 + 296 \times 0,60$$

$$\text{Emissões de CO}_2 = 198,4 \text{ kg.CO}_2$$

Para o ano inventariado não foram descartadas unidades, tão pouco houve a liberação intencional para combate em princípios de incêndio.

4.2.1.4 Consumo de Energia Elétrica (Escopo 2)

Para esta categoria, os dados foram levantados na Prefeitura do Campus, através do Supervisor da Divisão.

Este é sem dúvida o dado mais simples de se obter através da leitura direta das contas pagas pelo fornecimento de energia elétrica à concessionária de energia.

As informações obtidas para o ano de 2011 estão na tabela abaixo:

Tabela 8 – Consumo de energia elétrica em kWh, nos meses do ano de 2011.

MÊS	CONSUMO (KWH)
Jan	28.045
Fev	28.587
Mar	35.934
Abr	42.224
Mai	46.244
Jun	43.624
Jul	33.553
Ago	29.906
Set	39.862
Out	38.854
Nov	37.552
Dez	36.168

Estes valores entram na planilha diretamente para o cálculo das emissões.

4.2.1.5 Transporte (Escopo 3)

Este componente trata dos deslocamentos efetuados pelos alunos e funcionários do Campus, diariamente. É, sem dúvida alguma, a informação mais difícil de ser estimada.

Inicialmente buscou-se os dados disponíveis na universidade sobre a utilização do estacionamento (externo e interno) e bicicletas. Os dados foram obtidos com o apoio do departamento responsável pela gestão dessas áreas.

Para o ano de 2011, foram apresentados os valores médios de utilização diária destas áreas conforme mostrado na tabela a seguir.

Tabela 9 – Uso das áreas destinadas para estacionamento na PUC-Rio.

ÁREA	USO DIÁRIO
Estacionamento externo	2.300 carros
	110 motos
Estacionamento interno	545 carros
Bicicletário	195 bicicletas

Também foi realizada uma pesquisa com frequentadores do Campus para obtenção de informações específicas e fundamentais para a quantificação das emissões. Esta pesquisa foi feita através de um questionário construído a partir da ferramenta disponível no *Google Drive* (www.google.com) para a elaboração de formulários, conforme apresentado no Anexo 1. A entrada de dados foi feita a partir da resposta de questionários impressos e entregues aos alunos através de alguns professores e, também, através do preenchimento online feito a partir de um *tablet*, durante entrevista realizada em locais distintos do Campus. Procurou-se abranger diferentes grupos e em diferentes horários para

que o resultado não sofresse influência de nenhum grupo específico e contivesse características que não refletissem o todo. No total foram colhidas informações de 479 frequentadores do Campus, em maior parte alunos de graduação e pós-graduação.

O tamanho da amostra (n), para uma população, é dado por :

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1-p)}{E^2}$$

Onde **Z** é o valor crítico da distribuição normal (conforme abaixo), **p** é a proporção que determinada resposta terá na população, e **E** a margem de erro.

Como a proporção **p** e **(1- p)** é desconhecida, utiliza-se a probabilidade de ambos igual a 50% ou 0,50, que fará com que **p x (1- p)** seja igual a 0,25.

Z é o valor crítico da distribuição normal (Teorema do Limite Central), sendo na prática a determinação do intervalo de confiança. Para 95% de confiança **Z** é igual a 1,96.

Quando fala-se em 95% de confiança, há uma probabilidade de 5% do resultado estar situado fora da margem de erro. Mas em 95% das vezes em que for realizado o levantamento de dados, os resultados obtidos estarão dentro da margem de erro pré-estabelecida.

Aplicando a fórmula do tamanho da amostra (n), para uma população tem-se:

$$479 = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{E^2}$$

$$E^2 = \frac{0,96}{479}$$

$$E = 0,0448$$

Logo, para uma amostra de 479 entrevistas e um intervalo de confiança de 95% tem-se uma margem de erro de aproximadamente 4,48%.

Para as perguntas associadas aqueles que utilizam o automóvel, a amostra reduziu-se aos 26,3% (126 entrevistados). Assim, para o mesmo intervalo de confiança, a margem de erro estimada foi de 8,73%.

As respostas obtidas com a pesquisa são apresentadas no **Anexo 2**.

Para o cálculo das emissões deste componente, serão utilizados os valores médios estimados através da pesquisa realizada. É claro que isto gera incertezas sobre a quantidade exata de emissões originadas, mas a disponibilidade de informações atuais não permitiu uma abordagem mais precisa e a iniciativa é válida para um primeiro estudo.

Os dados obtidos com a pesquisa são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 10 – Distribuição do número de dias de frequência no Campus ao longo da semana.

NÚMERO DE DIAS FREQUENTADOS DURANTE A SEMANA	%
1	0%
2	1%
3	6%
4	18%
5	70%
6	5%

Tabela 11 – Distribuição das distâncias percorridas nos deslocamentos (somente 1 percurso).

DISTÂNCIA PERCORRIDA	%
< 5 km (Jd. Botânico; Ipanema; Leblon; Gávea; Lagoa).	24%
5-10 km (Copacabana; Botafogo; Humaitá; Laranjeiras; São Conrado)	25%
10-15 km (Barrinha; Itanhangá; Flamengo; Catete; Centro; Tijuca)	17%
15-25 km (Barra; Recreio; Jacarépagua; Méier; Grajaú)	22%
> 25 km (Niterói; Ilha do Governador; Caxias; Guaratiba; Campo Grande)	12%

Tabela 12 – Distribuição dos meios de transporte mais utilizados pelos frequentadores do Campus.

MEIO DE TRANSPORTE	%
Carro	25%
Moto	8%
Carona	16%
Ônibus	48%
Trem/Metrô/Ônibus	8%
Bicicleta	3%
A pé	6%

Tabela 13 – Distribuição dos tipos de combustíveis utilizados pelos usuários de veículos.

TIPO DE COMBUSTÍVEL	%
Alcool	5%
Gasolina	87%
Diesel	2%
Gás Natural Veicular (GNV)	6%

Tabela 14 – Distribuição da idade da frota dos usuários de veículos.

FAIXA DE ANO DE FABRICAÇÃO	%
2012-2011	44%
2010-2009	30%
2008-2007	8%
2006-2005	9%
Anterior a 2005	9%

Tabela 15 – Distribuição da utilização do estacionamento do Campus, por usuários de automóveis.

UTILIZAM O ESTACIONAMENTO	%
Sim	71%
Não	29%

Ainda para a estimativa do número de pessoas que utilizam veículos próprios para os deslocamentos é necessário saber quantas pessoas são transportadas por veículo. A fim de obter este dado foi realizada uma entrevista com um dos profissionais que trabalha no estacionamento. De acordo com a sua observação, ele estima que cerca de 90% dos veículos que entram e saem do estacionamento vêm somente com um passageiro. Do restante, cerca de 9% vem com dois ocupantes e 1% com mais de 2.

Também foi feita uma observação dos veículos que entravam e saiam do estacionamento em diferentes horários, visando confirmar os percentuais acima. A pesquisa foi realizada em uma quarta-feira do mês de maio de 2013. Os horários observados foram:

- 10:00h – 10:30h (período 1)
- 11:30h – 12:30h (período 2)
- 14:00h – 14:00h (período 3)



Figura 13: Fila para a entrada do estacionamento.

O resultado obtido com as observações são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 16 – Número de ocupantes que chegam nos veículos estacionados no Campus da PUC-Rio.

NÚMERO DE OCUPANTES	Nº DE CARROS (período 1)	Nº DE CARROS (período 2)	Nº DE CARROS (período 3)	TOTAL DE VEÍCULOS	%
1	43	26	33	102	87
2	7	2	4	13	11
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	1	1
5	0	0	0	0	0

Interessante notar que os valores obtidos estão bem próximos da informação coletada na entrevista do funcionário que trabalha no estacionamento.

Outro dado relevante a saber, refere-se aos deslocamentos feitos em taxis. De acordo com entrevista realizada com o operador do Ponto de Taxi Unigávea, localizado na portaria do Campus, são estimadas 300 viagens originadas na PUC-Rio, durante a sua jornada de trabalho (8:00h

– 16:00h). Para o turno posterior, estimou-se um número de mais 250 viagens. Deste modo foi possível calcular o número de viagens de taxi como sendo de 550 viagens/dia.

Para estimar o número de automóveis que realizam os deslocamentos, foram somados o número informado pela PUC-Rio para os veículos estacionados (interno/externo), o número diário de viagens de taxi e o número de automóveis parados fora dos estacionamentos do Campus da PUC-Rio. Este último estimado com base na pesquisa realizada que indicou que dentre aqueles que vêm de carro, 29% não utilizam o estacionamento do Campus.

Com os percentuais obtidos, faz-se necessário saber a população diária do Campus para o cálculo das emissões. O número de frequentadores do Campus da Gávea foi levantado para o ano de 2011 junto aos diversos setores administrativos responsáveis por cada área na Universidade e uma estimativa geral foi feita para os visitantes, terceirizados e prestadores de serviço. Os dados foram obtidos na Vice-Reitoria Administrativa e na Diretoria de Admissão e Registro (DAR).

A tabela a seguir apresenta estes quantitativos.

Tabela 17 – Número de frequentadores do Campus.

FREQUENTADORES DO CAMPUS - 2011	QUANT.	FONTE
Graduação	13.293	DAR
Pós-Graduação	2.291	DAR
Funcionários da PUC-RJ	1.591	Vice-Reitoria
Professores da PUC-RJ	1.324	Vice-Reitoria
Terceirizados (limpeza, manutenção, estacionamento, etc)	500	Estimativa
Funcionários serviços (lojas, restaurantes, bancos, etc)	500	Estimativa
Visitantes	700	Estimativa
Total	20.199	

Se forem utilizados os dados obtidos com a observação do número de ocupantes por veículos, é possível estimar o número de pessoas transportadas por automóveis, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 18 – Estimativa de pessoas transportadas em automóveis.

NÚMERO DE VEÍCULOS		NÚMERO DE PASSAGEIROS POR CARRO				TOTAL DE PESSOAS TRANSPORTADAS
		1 (87%)	2 (11%)	3 (1%)	4 (1%)	
Estacionamento PUC (interno e externo)	2.845	2.475	313	28	28	3.300 pessoas
Número de pessoas transportadas	carros	2.475	626	85	114	
Veículos fora do estacionamento (29% - pesquisa)	663	577	73	7	7	769 pessoas
Número de pessoas transportadas	carros	577	146	20	27	
Viagens de Taxi	550	479	61	6	6	638 pessoas
Número de pessoas transportadas	carros	479	121	17	22	
TOTAL	4.058					4.707

É interessante notar que este valor muito se aproxima do resultado apontado pela pesquisa realizada no Campus, onde cerca de 25% utiliza o carro como meio de transporte, representando 4.976 pessoas.

Para a entrada dos dados na planilha de cálculo são necessários ainda o ano de fabricação do veículo, o combustível utilizado e a

distância anual percorrida. Todos estes dados foram estimados a partir da pesquisa realizada com os frequentadores da PUC-Rio.

No caso da idade da frota, como a pesquisa baseou-se em faixas, foram considerados, de maneira conservadora, os menores anos de cada faixa e, para veículos anteriores a 2005 adotou-se o ano de 2000.

Observando-se o calendário escolar da instituição, o número médio de dias de funcionamento do Campus e dias com aulas durante o ano foi estimado em 215 para os funcionários/professores e 175 dias para os alunos.

Para os alunos há ainda que considerar que nem todos vão à universidade todos os dias da semana. Conforme a pesquisa realizada, o valor médio para os dias frequentados pelos estudantes foi calculado através da média aritmética em 4,7 dias/semana/aluno. Assim, aplicado regra de três, pode-se considerar para os alunos que o número de dias frequentados durante o ano é igual a 165.

Tabela 19 – Frequência semanal de alunos na PUC-Rio (campus Gávea).

Nº de dias/semana	Nº de alunos
1	2
2	4
3	28
4	85
5	337
6	23

Já para os funcionários e professores adotou-se a frequência de 5 dias/semana, embora haja no Campus os professores horistas que ministram aulas somente alguns dias da semana.

A distribuição dos veículos em função do ano de fabricação foi adotada para todos os tipos de combustíveis. Esta opção foi feita já que não foi possível estimar um valor mais preciso com os dados obtidos.

Embora a pesquisa tenha abrangido, em sua maior parte os alunos, os percentuais obtidos foram aplicados também para os veículos de funcionários, professores e os taxis. Tendo para este último a particularidade de que 100% abastecem seus veículos com Gás natural veicular (GNV) e considerando 165 dias de operação ao ano e que a maior parte das viagens é feita por estudantes.

Por fim, foi calculada a distância média percorrida pelos frequentadores do Campus nos deslocamentos diários à faculdade. O cálculo foi realizado através de uma média ponderada das respostas, adotando-se sempre o limite superior referente a cada faixa e um valor máximo de 40 km para a última faixa (>25 km). O valor obtido foi de 17 km para apenas um sentido, o qual deve ser multiplicado por dois para representar os deslocamentos de ida e volta.

$$D = 2 \times \left(\sum d \right) \div n$$

Onde:

D = distância trajeto percorrido (ida e volta)

d = limite superior da faixa das respostas obtidas na pesquisa

n = número de entrevistados

Os veículos utilizados por professores, funcionários e alunos foram considerados como veículos de passeio, enquanto os taxis e os veículos rodados com GNV incluídos na categoria de veículos leves a GNV.

Para motos, foi considerado um passageiro por veículo e a utilização de gasolina como combustível.

Para se obter as distâncias anuais percorridas, foram multiplicados os valores da distância média diária percorrida pelo número de dias frequentados por ano.

As tabelas 20, 21, 22 e 23 a seguir resumem todas estas informações.

Tabela 20 – Deslocamentos com veículos – professores e funcionários

PROFESSORES / FUNCIONÁRIOS (215 DIAS/ANO)								
ANO DE FABRICAÇÃO	%	TOTAL DE VEÍCULOS	GASOLINA	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (GASOLINA)	ÁLCOOL	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (ÁLCOOL)	GNV	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (GNV)
2011	44%	240	222	1.568.360	12	86.332	6	43.166
2009	30%	162	149	1.055.627	8	58.108	4	29.054
2007	8%	42	38	271.447	2	14.942	1	7.471
2005	9%	51	47	331.769	3	18.262	1	9.131
2000	9%	51	47	331.769	3	18.262	1	9.131
Total	100%	545	503		28		14	

Tabela 21 – Deslocamentos com veículos – alunos e visitantes

ALUNOS / VISITANTES (165 DIAS/ANO)								
ANO DE FABRICAÇÃO	%	TOTAL DE VEÍCULOS	GASOLINA	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (GASOLINA)	ÁLCOOL	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (ÁLCOOL)	GNV	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (GNV)
2011	44%	2193	2026	10.983.767	111	604.611	56	302.306
2009	30%	1476	1363	7.392.920	75	406.950	38	203.475
2007	8%	380	351	1.901.037	19	104.644	10	52.322
2005	9%	464	428	2.323.489	24	127.898	12	63.949
2000	9%	464	428	2.323.489	24	127.898	12	63.949
Total	100%	4976	4596		253		127	

Tabela 22 – Deslocamentos em taxis.

TAXI (165 DIAS/ANO)				
ANO DE FABRICAÇÃO	%	TOTAL DE VEÍCULOS	GNV	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM) (GNV)
2011	44%	242	242	1.314.296
2009	30%	163	163	884.622
2007	8%	42	42	227.474
2005	9%	51	51	278.024
2000	9%	51	51	278.024
Total	100%	550	550	

Tabela 23 – Deslocamentos em motos.

MOTOS (165 DIAS/ANO)			
ANO DE FABRICAÇÃO	%	TOTAL DE VEÍCULOS (GASOLINA)	DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA NO ANO (KM)
2011	44%	48	262.859
2009	30%	33	176.924
2007	8%	8	45.495
2005	9%	10	55.605
2000	9%	10	55.605
Total	100%	110	

Para os frequentadores que chegam à faculdade utilizando o ônibus como meio de transporte, a pesquisa apontou uma expressiva parcela de 48% e mais 8% para aqueles que fazem a integração com outros modais, como o metrô/trem. Ainda que os frequentadores utilizem outros modais de transporte, visto a disponibilidade de serviços capazes de atender ao Campus, quem não utiliza o carro/moto, chega a pé ou de bicicleta, necessariamente deverá utilizar o ônibus como meio de transporte. Desta forma, assumiu-se que 56% são usuários de ônibus.

Seguindo o mesmo raciocínio feito para o cálculo das distâncias percorridas pelos usuários de automóveis, podemos obter a soma das distâncias percorridas anualmente para os usuários de ônibus:

Número de usuários de ônibus = 11.384 usuários

Número de dias frequentados/ano = 165 dias/ano

Distância média diária (ida e volta) = 32,9 km/dia

Distância percorrida anualmente = 61.731.078 km/ano

Considerando que a contribuição esta contribuição é compartilhada com os demais passageiros e, assumindo que um ônibus básico convencional pode transportar até 75 pessoas simultaneamente este valor deve ser dividido por 75.

Desta forma, a distância referente à contribuição da parcela de usuários de ônibus é igual a 823.081 km para o ano.

A idade média da frota de ônibus adotada foi de 6 anos, ano de fabricação 2005, conforme estudo realizado pela Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2008).

De posse destas informações, os números foram imputados na ferramenta de cálculo para a obtenção das respectivas emissões.

Em maio de 2013, também foi realizada uma contagem de bicicletas estacionadas no bicicletário que indicou 165 bicicletas. Este valor destoa

do percentual apontado pela pesquisa (4%), considerando que basicamente todos os ciclistas utilizam o bicicletário do Campus.

Embora não tenham emissões diretas associadas, foi importante estimar o número de usuários deste meio de transporte que cresce a cada dia na cidade do Rio de Janeiro. Além disso, a universidade tem realizado benfeitorias (Figura 14) e estimulado este excelente meio de transporte alternativo para pequenos deslocamentos (<5 km) que conforme pôde ser visto, representam cerca de 22% dos alunos matriculados.

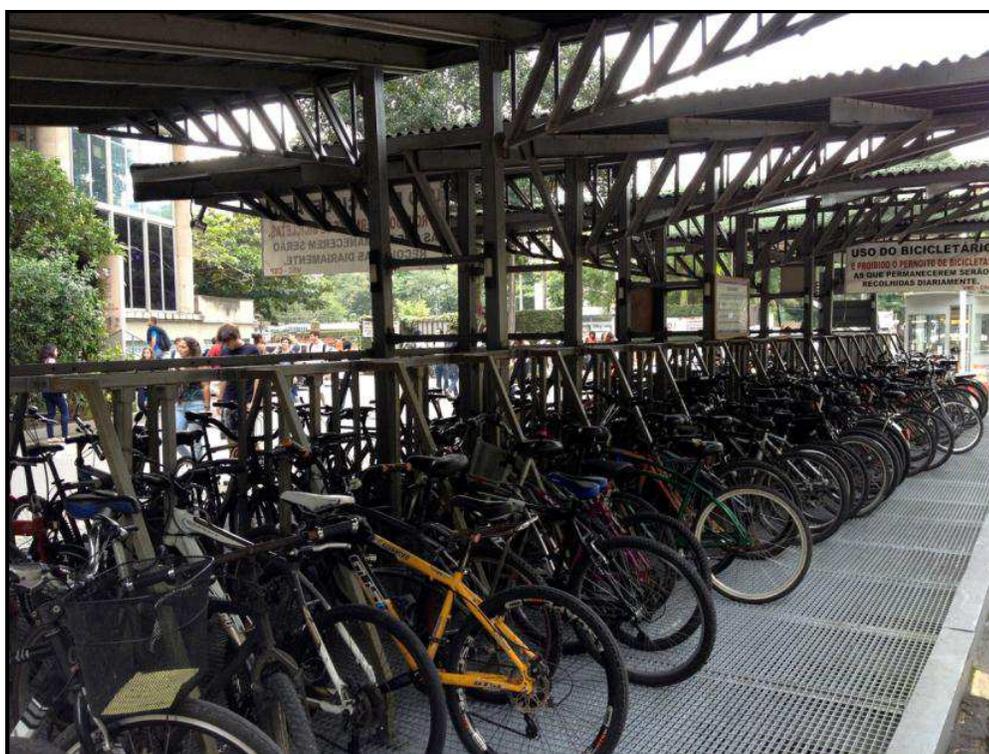


Figura 14: Bicicletário do Campus da PUC-Rio.

4.2.1.6 Viagens a Trabalho (Escopo 3)

Este item refere-se a viagens realizadas por professores, alunos ou funcionários da PUC-Rio motivadas pela atividade acadêmica. Podem ser incluídos nesta categoria funcionários de entidades relevantes (por exemplo, pesquisadores de outras universidades), assim como consultores e indivíduos que não são funcionários da organização

inventariante, mas que se deslocam às suas unidades ou para algum evento convidado pela PUC-Rio.

Para obter estas informações inicialmente foi feito contato com a Vice Reitoria Administrativa do Campus, que solicitou os dados à agência de viagens contratada pela PUC-Rio, responsável pela emissão de todos os bilhetes aéreos e terrestres.

Para o ano de 2011, não houve nenhuma emissão de bilhete para transporte terrestre. Para viagens aéreas foram emitidos 615 bilhetes para 105 diferentes trajetos.

Para cada trajeto foram calculadas as distâncias aéreas entre as cidades e estes dados foram inseridos na ferramenta de cálculo para obtenção das respectivas emissões.

No Anexo 3 é possível visualizar todos os bilhetes emitidos, agrupados por trajeto, com suas respectivas distâncias aéreas entre as cidades viajadas.

A estimativa das distâncias entre as cidades foi estimada com o auxílio do programa *Google Earth*.

4.2.1.7 Resíduos Sólidos (Escopo 3)

Para esta categoria, as informações necessárias foram obtidas com o auxílio da Prefeitura do Campus, setor de serviços gerais.

Foram levantados os quantitativos de resíduos gerados no Campus e sua destinação. No ano de 2011, foram enviados para a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Nova Iguaçu (CTR), conforme verificação das notas fiscais emitidas, os seguintes quantitativos:

Tabela 24 – Quantidade de caçambas de resíduos coletadas em 2011.

MÊS	CAIXAS COMPACTEINER (20 M³) UN	CAIXAS ROLL ON/OFF (30 M³) UN
JAN	5	4
FEV	5	1
MAR	5	7
ABR	5	6
MAI	6	6
JUN	6	5
JUL	5	3
AGO	5	3
SET	5	5
OUT	5	4
NOV	6	6
DEZ	6	13
TOTAL (M³)	1.280	1.890

Para os resíduos sólidos não compactados considerou-se o peso específico de 300 kg/m³, obtido com a análise das notas fiscais emitidas para o ano de 2010 (*apud* GOMES, 2012). Com base neste valor calculou-se o peso correspondente anual que foi de 567 toneladas.

Para os resíduos compactados dentro do caminhão compactador considerou-se um valor de 800 kg/m³. Com este valor foi possível calcular o peso anual de 1.024 toneladas.

Somando-se os dois valores pode-se estimar um peso total de 1.591 toneladas de resíduos sólidos anual destinada ao aterro.

As figuras 15 e 16 mostram o local e equipamentos utilizados para o armazenamento de resíduos.



Figura 15: *Compacteiner e caixa roll on/off* presentes no Campus (estacionamento).



Figura 16: Resíduos dispostos na *Caixa roll on/off*.

Para entrada na planilha de cálculo é necessário saber a composição dos resíduos gerados. De acordo com Gomes (2012), os resíduos do Campus da Gávea da PUC-RJ possuem a seguinte composição, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 25 – Composição dos resíduos gerados na PUC-Rio.

COMPONENTE	PORCENTAGEM (%)
Papel	22
Papelão	4
Plástico Rígido	6
Plástico Fino	3
Alumínio	1
Material orgânico	57
Outros	7
Total	100

Utilizando-se os percentuais apresentados, os respectivos valores em peso gerada no ano de 2011 são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 26 – Peso de resíduos gerados na PUC-Rio, no ano de 2011.

COMPONENTE	PESO (KG)
Papel	350.020
Papelão	63.640
Plástico Rígido	95.460
Plástico Fino	47.730
Alumínio	15.910
Material orgânico	906.870
Outros	111.370
Total	1.591.000

Cerca de 26% do material orgânico gerado na universidade são provenientes dos restaurantes e lanchonetes presentes no Campus, o

restante é proveniente de folhas e galhos que são varridos no pátio de acordo com Gomes (2012).

Estes valores serão utilizados como dados de entrada na ferramenta de cálculo do GHG Protocol.

Adaptando os números obtidos à planilha de cálculo tem-se a seguinte composição conforme apresentado na tabela abaixo.

Tabela 27 – Adaptação dos valores de resíduos para utilização na ferramenta GHG Protocol.

COMPOSIÇÃO DO RESÍDUO EM 2011	
A - Papéis/papelão	26.0%
B - Resíduos têxteis	0.0%
C - Resíduos alimentares	26.0%
D - Madeira	0.0%
E - Resíduos de jardim e parque	31.0%
F - Fraldas	0.0%
G - Borracha e couro	0.0%
Outros materiais inertes	17.00%

Acredita-se que uma porcentagem significativa dos resíduos seja composta por madeira. Entretanto, este valor não foi possível obter com os dados disponíveis.

A planilha de cálculo solicita ainda algumas informações sobre a maneira que os resíduos são tratados. No caso da PUC-Rio, no ano de 2011, os resíduos eram destinados para a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Nova Iguaçu (CTR), localizado à Estrada de Adrianópolis, número 5.213, bairro de Santa Rita, município de Nova Iguaçu. A distância aproximada ao Campus é de cerca de 50 km (*Google Maps*).

A Central de Tratamento de Nova Iguaçu é um aterro sanitário e possui sistema de captação e queima de gases, medida extremamente

eficaz para a redução das emissões geradas a partir da disposição final dos resíduos.

4.2.1.8 Transporte de Resíduos Sólidos (Escopo 3)

Associados aos resíduos sólidos gerados, deverão ainda ser contabilizadas as emissões geradas a partir do transporte feito até o descarte final. Com base nos dados obtidos da coleta de material pela empresa prestadora de serviços pode-se estimar o número de viagens anuais realizadas até o aterro.

Tabela 28 – Número de viagens realizadas ao aterro para disposição final dos resíduos.

MÊS	Número de Viagens ao Aterro
Jan	9
Fev	6
Mar	12
Abr	11
Mai	12
Jun	11
Jul	8
Ago	8
Set	10
Out	9
Nov	12
Dez	19
Total	127 viagens

O veículo utilizado foi considerado como um caminhão pesado movido a óleo diesel, ano de fabricação 2005 (idade média estimada para a frota).

Sabe-se que o resíduo não vai diretamente ao aterro, passando por centrais de transferência, estrategicamente localizadas no meio do percurso. As estações são fundamentais para a melhoria da logística de coleta e menor impacto no trânsito urbano. Entretanto, para o cálculo da distância percorrida pelo caminhão assumiu-se o trajeto direto entre a PUC-Rio e o aterro final, em um mesmo caminhão.

A distância anual percorrida foi calculada multiplicando-se o número de viagens pela distância do trajeto ao aterro final, duplicada para representar os percursos de ida e volta do caminhão. A distância anual percorrida calculada é de 12.700 km.

4.2.2 Resultados

Os números e dados coletados foram aplicados à ferramenta de cálculo disponibilizada pelo GHG Protocol, para a estimativa das emissões de GEE.

Todas planilhas utilizadas são apresentadas no Anexo 4.

Para a análise dos resultados é importante ainda a definição do conceito de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) e do potencial de aquecimento global (PAG), que estão diretamente relacionados.

PAG é o fator que descreve o potencial de retenção de calor de um dado gás de efeito estufa, relativo a uma unidade equivalente de dióxido de carbono (CO₂) durante um dado período de tempo. O Programa GHG Protocol adota um horizonte de 100 anos para os fatores. Assim, por exemplo, 1 tonelada de CH₄ metano tem um Potencial de Aquecimento Global 21 vezes maior que o CO₂, então a 21 toneladas de CO_{2eq}.

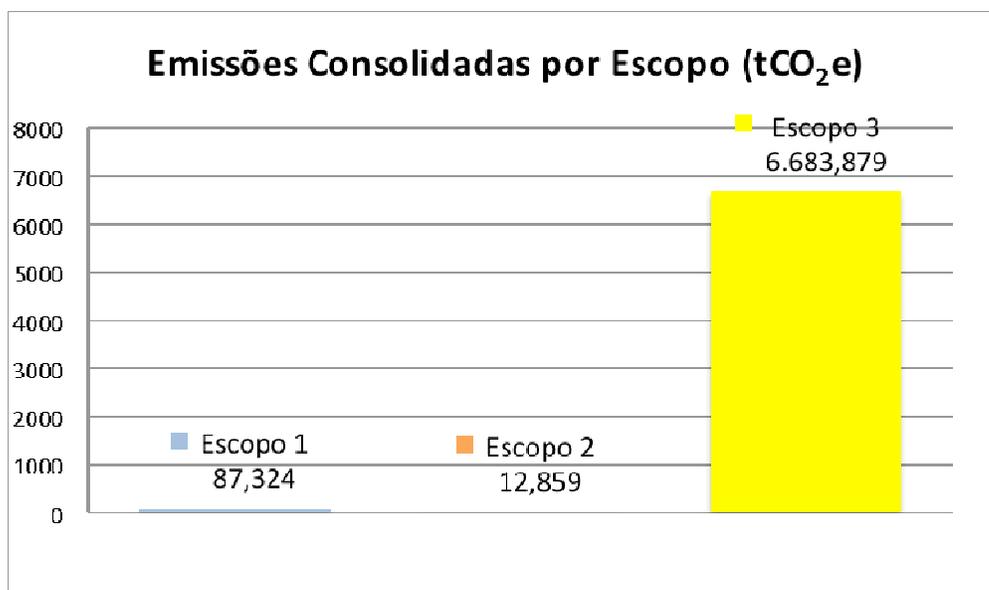
Os valores de PAG para cada gás são apresentados na ferramenta de cálculo do programa com suas respectivas fontes.

Os resultados serão apresentados de forma consolidada para o Campus Gávea da PUC-Rio e para cada escopo e categoria, através de tabelas e gráficos que facilitem a visualização.

Tabela 29 – Dados de emissões consolidados para todos os GEE e escopos.

GEE (t)	Emissões em toneladas métricas			Emissões em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)		
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
CO ₂	84,690	12,859	6.584,425	84,690	12,859	6.584,425
CH ₄	0,007	0,000	1,309	0,139	0,000	27,493
N ₂ O	0,001	0,000	0,232	0,394	0,000	71,961
HFCs	0,002		0,000	2,100		0,000
PFCs	0,000		0,000	0,000		0,000
SF ₆	0,000		0,000	0,000		0,000
Total				87,323	12,859	6.683,879

Figura 17: Gráfico de emissões consolidadas por escopo.



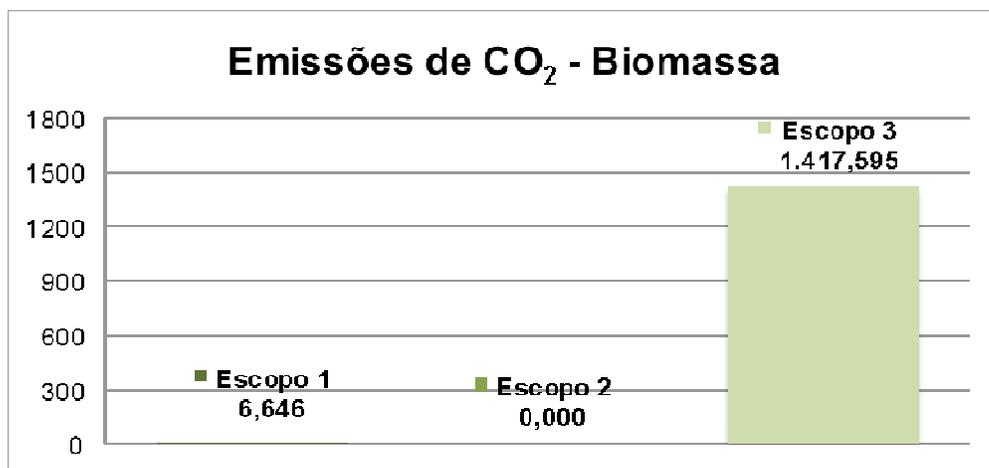
Emissões resultantes da combustão de biomassa devem ser tratadas de forma diferente daquelas provenientes de combustíveis fósseis. O CO₂ liberado na combustão de biomassa é igual ao CO₂ retirado da atmosfera durante o processo de fotossíntese e, dessa forma, é possível considerá-la “carbono neutro”. As emissões de CO₂ advindas da combustão da biomassa devem ser excluídas dos Escopos 1, 2 e 3 e serem reportadas separadamente, entretanto as emissões de CH₄ e N₂O,

mesmo quando provenientes de biomassa, são relatadas nos escopos como emissões de GEE e não como emissões de biomassa. Os valores totais são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 30 – Emissões de CO₂ por consumo de Biomassa.

	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total de Emissões de Biomassa
CO ₂ (t)	6,646		1.417,595	1.424,241
CH ₄ (t)				
N ₂ O (t)				
HFC (t)				
PFC (t)				
SF ₆ (t)				
CO ₂ e (t)	6,646	-	1.417,595	1.424,241

Figura 18: Gráfico de emissões de CO₂ de Biomassa.

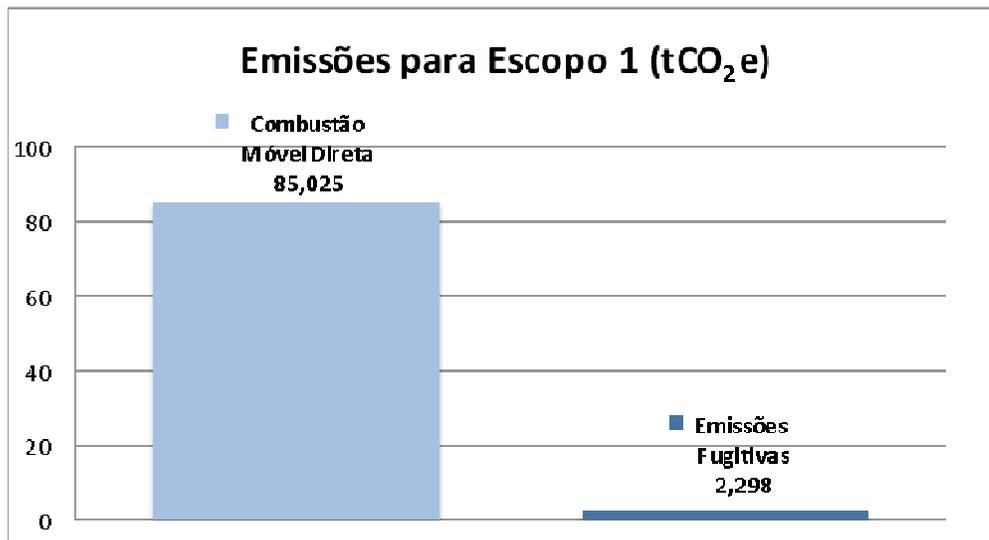


O valor significativo encontrado para as emissões de biomassa é devido em sua maior parte à composição dos combustíveis vendidos ao consumidor final, com teores de álcool e biodiesel. A recuperação do metano no aterro que recebe os resíduos também contribui para este resultado.

Tabela 31 – Resumo das emissões de GEE da organização, por categoria (Escopo 1).

	Combustão móvel direta	Emissões fugitivas	Total de Emissões Escopo 1
CO ₂ (t)	84,492	0,198	84,690
CH ₄ (t)	0,007	-	0,007
N ₂ O (t)	0,001	-	0,001
HFC (t)		0,002	0,002
PFC (t)		-	-
SF ₆ (t)		-	-
CO ₂ -eq (t)	85,025	2,298	87,324
CO ₂ -	6,646		6,646

Figura 19: Gráfico de emissões para escopo 1.



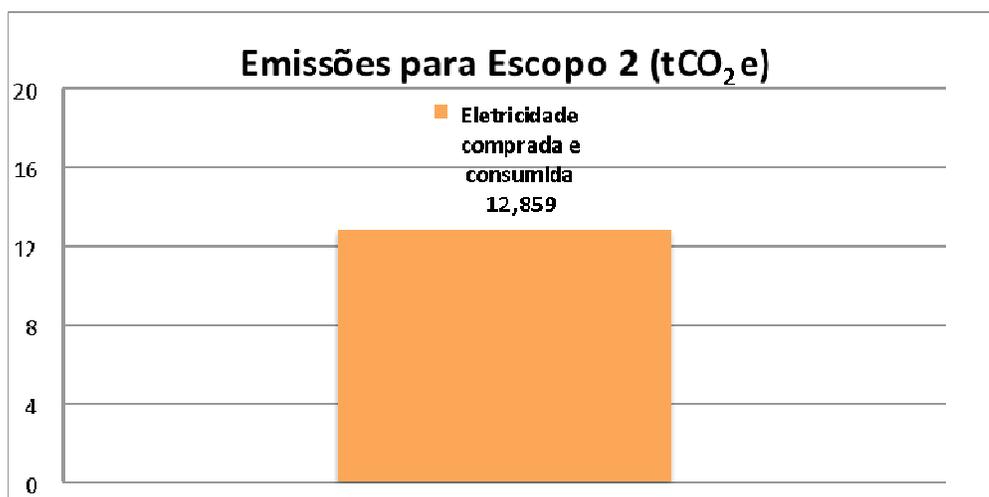
Analisando as emissões isoladas de escopo 1, percebe-se que o componente de maior contribuição são os veículos da frota da universidade, mas por não ser expressiva tem baixo impacto nas emissões medidas.

As emissões fugitivas são muito pequenas, principalmente, pela opção do gás refrigerante utilizado que embora seja um gás com alto potencial de aquecimento global não faz parte dos gases estabelecidos pelo protocolo de Quioto e não foram computados.

Tabela 32 – Resumo das emissões de GEE da organização, por categoria (Escopo 2).

	Eletricidade comprada e consumida	Total de Emissões Escopo 2
CO ₂ (t)	12,859	12,859
CH ₄ (t)		-
N ₂ O (t)		-
HFC (t)		
PFC (t)		
SF ₆ (t)		
CO ₂ -eq (t)	12,859	12,859
CO ₂ - Biomassa		-

Figura 20: Gráfico de emissões para escopo 2.

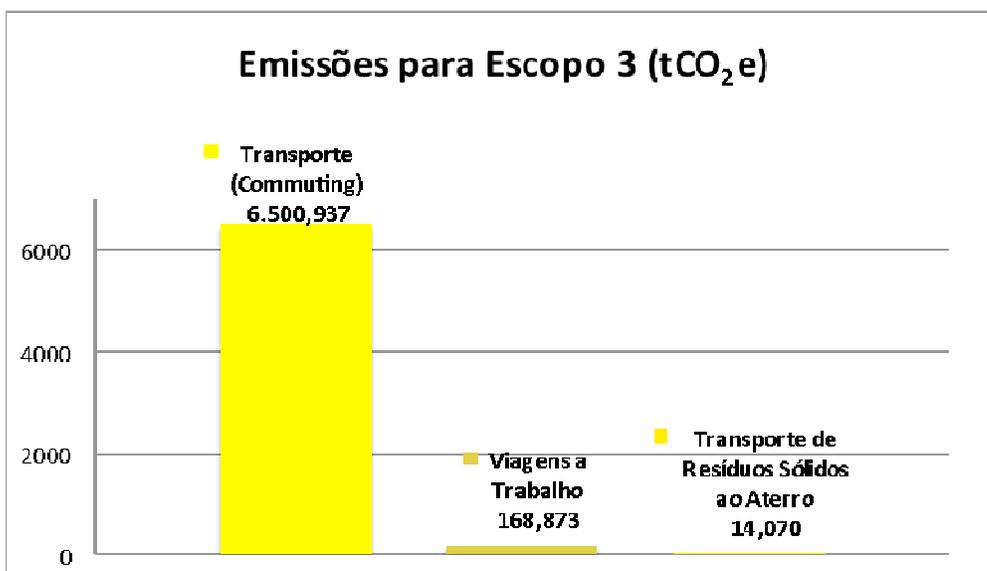


As emissões provenientes do consumo de energia elétrica mostraram-se tímidas para uma universidade do porte da PUC-Rio. A justificativa pode estar na arquitetura das instalações e características locais que reduzem a utilização de iluminação artificial e também a necessidade do uso de ar condicionado.

Tabela 33 – Resumo das emissões de GEE da organização, por categoria (Escopo 3).

	Transporte (Commuting)	Resíduos gerados nas operações	Viagens a Trabalho	Transporte de Resíduos Sólidos ao Aterro	Total de Emissões Escopo 3
CO ₂ (t)	6.403,209	-	167,205	14,011	6.584,425
CH ₄ (t)	1,307	-	0,001	0,001	1,236
N ₂ O (t)	0,227	-	0,005	0,000	0,225
HFC (t)					-
PFC (t)					-
SF ₆ (t)					-
CO ₂ -eq (t)	6.500,937	-	168,873	14,070	6.683,879
CO ₂ - Biomassa	1.149,468	267,437	-	0,690	1.417,595

Figura 21: Gráfico de emissões para escopo 3.



4.2.3 Incertezas

As estimativas de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa, apresentadas neste Inventário, estão sujeitas a incertezas devido a diversas causas, desde a imprecisão de dados básicos utilizados até o conhecimento incompleto dos processos que originam as emissões de gases de efeito estufa.

O Good Practice Guidance 2000 reconhece que a incerteza das estimativas não pode ser totalmente eliminada e que o objetivo principal deve ser o de produzir estimativas acuradas, ou seja, que não sejam nem subestimadas nem sobrestimadas, buscando, ao mesmo tempo e na medida do possível, aumentar a precisão das estimativas.

De maneira geral, considerando principalmente o método abordado na coleta de informações, pode-se concluir que os resultados obtidos para as emissões de gases de efeito estufa do Campus Gávea da PUC-Rio possuem um alto grau de incerteza. A implementação das medidas sugeridas neste estudo contribuirão para aumentar a precisão das informações e diminuir as incertezas do inventeário.

4.3 Propostas para o Gerenciamento e Mitigação de Emissões

O inventário é o passo inicial para a elaboração de um programa de gerenciamento das emissões de GEE. Uma vez conhecida as fontes de geração e seus potenciais de emissão é possível pensar em novos métodos e medidas para alcançar a redução desejada. Adicionalmente, possibilita a identificação de oportunidades de melhoria no sistema de armazenamento e controle de dados, os quais são fundamentais para a realização de inventários futuros de maneira ainda mais precisa.

Como medida inicial, fundamental e de extrema importância para o êxito de um gerenciamento, deve ser feita a definição dos responsáveis pelo recebimento e controle dos registros gerados e reportados pelas diferentes unidades da universidade.

A seguir, são apresentadas recomendações para algumas categorias dos escopos abrangidos ou, ainda, que poderão ser incluídos em inventários futuros.

COMBUSTÃO MÓVEL DIRETA (ESCOPO 1)

A respeito dos veículos próprios da PUC-Rio, visando facilitar a obtenção de dados para este componente, sugere-se que as unidades

que possuam veículos sob sua responsabilidade mantenham o registro das notas fiscais referentes aos abastecimentos realizados. Com isso, seria possível obter o volume de combustível consumido no período que pode ser empregado diretamente na planilha de cálculo.

Outra alternativa seria fazer a leitura do odômetro em datas previamente estipuladas no início e fim do ano. Esta informação é simples e permite o cálculo direto das emissões associadas, utilizando-se a planilha do GHG Protocol.

É importante que as unidades informem ainda sobre a aquisição ou perda de veículos ao longo do ano e que as quilometragens destes veículos sejam sempre registradas.

Para que haja um melhor controle sugere-se o emprego de uma planilha padrão que deve ser preenchida pelos departamentos responsáveis pelos veículos. A planilha deve ser simples, contendo os dados relevantes para a aplicação na ferramenta de cálculo. Recomenda-se no mínimo:

- Setor responsável pelo veículo
- Marca e modelo
- Ano de fabricação
- Tipo de combustível utilizado
- Registro do odômetro

No que tange ao consumo de combustível pelos veículos fretados para o transporte de funcionários nos trajetos diários Residência-Campus-Residência, considerando que os percursos são fixos, o método utilizado no presente inventário é satisfatório. Cabe ressaltar que, assim como mencionado no item anterior, também é importante que sejam informadas aquisições, perdas ou troca dos veículos que compõe a frota utilizada, bem como novos percursos.

Como medida mitigatória recomenda-se a utilização de combustível de fontes renováveis na frota. Esta simples ação poderia reduzir as emissões em 25%.

COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA DIRETA (ESCOPO 1)

Embora não tenha ocorrido no ano inventariado, a possibilidade de geração de energia com os geradores com motores a óleo diesel é real. A PUC-Rio deve estar ciente de que a sua utilização pode gerar um acréscimo significativo nas emissões de GEE, devendo desta forma ser evitada ao máximo.

EMISSIONES FUGITIVAS (ESCOPO 1)

Quanto aos aparelhos de ar-condicionado e refrigeração presentes no Campus, toda manutenção realizada em aparelhos deverá ser registrada sob o ponto de vista de emissão de GEE. A planilha deverá conter o tipo de gás, a carga realizada em kg e informação se existe algum método de recuperação dos gases, indicando a quantidade de gás recuperada e liberada para a atmosfera. De acordo com o Protocolo de Montreal, já existe um cronograma estabelecido para a substituição dos gases HCFC. Visto a substituição gradativa do gás HCFC, predominante nos equipamentos instalados, deverá ser analisada a necessidade de incorporação do novo gás adotado em futuros inventários.

Adicionalmente, os equipamentos novos deverão ser registrados, assim como qualquer descarte de aparelhos que ocorra ao longo do ano.

Para a contabilização das emissões provenientes dos extintores de incêndio, o método utilizado mostrou-se satisfatório. É importante somente ressaltar que a lista com a quantidade de extintores deve estar sempre atualizada e que também seja registrado o número de equipamentos utilizados em casos de incêndio no ano inventariado.

Com a alteração gradativa do gás refrigerante dos aparelhos de RAC, as emissões desta categoria irão aumentar. A universidade pode,

entretanto, buscar por gases com menor PAG de modo que o impacto seja menor no resultado final em inventários futuros.

TRANSPORTE (ESCOPO 3)

Como já mencionado, a contribuição dos deslocamentos gerados a partir das viagens diárias entre as residências e o Campus da Gávea foi o item mais difícil de ser calculados. Entretanto, algumas medidas podem reduzir o grau de incerteza e possibilitar a obtenção de números mais precisos. Uma das medidas mais importantes é sobre o controle de acesso ao Campus. Atualmente, não existe qualquer sistema de controle instalado e as informações sobre o número de frequentadores não inclui, por exemplo, os visitantes que podem representar uma parcela significativa das emissões geradas neste escopo. Adicionalmente, poderiam ser contabilizadas as emissões adicionais geradas por eventos específicos, tais como feiras, *workshops* ou seminários. A instalação de um sistema de coleta e registros de dados traria um dado importante para a universidade, muito útil para diversas áreas.

Ainda, para uma melhor estimativa da distribuição das residências dos alunos o banco de dados da Diretoria de Admissão e Registro (DAR) poderia ser utilizado. Conforme passado pela funcionária, a informação existe, mas o sistema atualmente não permite a saída apenas deste dado e por tratar-se de dados confidenciais, não puderam ser utilizados nesta pesquisa. Uma simples programação poderia permitir a visualização desta informação, através da geração de um relatório específico.

Outra iniciativa viável seria atrelar a resposta do questionário ao processo de pré-matrícula, por exemplo. Isto atingiria todos os alunos e resultaria em uma excelente base de dados para utilização na estimativa das emissões, bem como para outras áreas da universidade.

Esta categoria representa, como era esperado, a maior parte das emissões do Campus. No âmbito da mitigação, a PUC-Rio pode influenciar direta e indiretamente os frequentadores do campus no modo de transporte utilizado para os deslocamentos com medidas que inibam o

uso individualizado do veículo e estimulem o uso de transporte coletivo e outros meios de transporte. Incentivos para aqueles que chegam com mais de uma pessoa no veículo ou estímulos para a carona já foram pensados, mas devem ser reformulados e reintroduzidos no Campus.

Os deslocamentos feitos em bicicletas também podem contribuir bastante, já que uma parcela expressiva dos alunos habita em um raio de até 10 km da universidade. A ciclovia já existe e passa por bairros circunvizinhos, com população significativa de alunos. Com o grande movimento existente na cidade para o aumento dos deslocamentos com este meio de transporte, a PUC-Rio pode proporcionar melhorias para estes usuários e aumentar consideravelmente os deslocamentos efetuados com bicicletas e, conseqüentemente, contribuir para reduzir as emissões de GEE.

Com a previsão da nova estação do Metrô, espera-se que haja uma reconfiguração do modo de transporte de parte significativa dos frequentadores do Campus.

Adicionalmente, técnicas de ensino à distância ou conferências virtuais são algo que também podem contribuir de maneira significativa. Aulas virtuais ou estudos dirigidos, ainda que esporadicamente, reduziriam os deslocamentos dos alunos ao Campus e, conseqüentemente, as respectivas emissões.

RESÍDUOS SÓLIDOS (ESCOPO 3)

Com relação aos resíduos produzidos no Campus, sua composição é algo que pode variar por diversos fatores. Com a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei 12.305/2010 que incentiva a coleta seletiva e reciclagem, a quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário tende a diminuir. Sugere-se uma reavaliação da composição dos resíduos e das quantidades geradas sempre após a adoção de novas práticas ou metodologias, ou no mínimo a cada dois anos.

Para mitigação, recomenda-se a intensificação na segregação dos resíduos para viabilizar uma coleta seletiva e a reciclagem de materiais. Foi notado que embora a universidade possua diversos coletores específicos para os resíduos recicláveis e rejeitos dispostos pelo Campus, muitos resíduos que poderiam ser reciclados acabam tendo o mesmo destino dos rejeitos, ou seja o aterro sanitário. Além disso, a redução na geração, contribuiria com a diminuição do número de viagens realizadas para transportar os resíduos ao aterro, as quais também são responsáveis por emissões de GEE.