

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
ENGENHARIA AMBIENTAL

**ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA PEGADA
ECOLÓGICA EM CONTEXTOS UNIVERSITÁRIOS:
ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DE SÃO CARLOS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Aluna: Renata Castiglioni Amaral
Orientador: Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros

Monografia apresentada ao curso de
graduação em Engenharia Ambiental da
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo.

São Carlos, SP
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

A485p Amaral, Renata Castiglioni
 Análise da aplicabilidade da pegada ecológica em
contextos universitários : estudo de caso no campus de
São Carlos da Universidade de São Paulo / Renata
Castiglioni Amaral ; orientador Tadeu Fabrício Malheiros.
-- São Carlos, 2010.

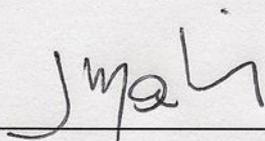
 Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São
Paulo, 2010.

 1. Universidades. 2. Sustentabilidade - indicadores.
3. Pegada ecológica. I. Título.

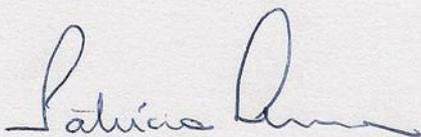
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Renata Castiglioni Amaral

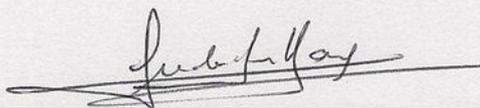
Monografia defendida e aprovada em: 24/11/2010 pela Comissão Julgadora:



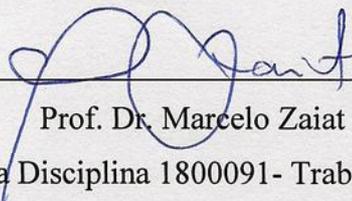
Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros



Dra. Patrícia Cristina Silva Leme



Prof. Dr. Frederico Yuri Hanai



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

Para todos aqueles que, direta ou indiretamente,
fizeram parte desse caminho....

Resumo

AMARAL, R. C. **Análise da aplicabilidade da Pegada Ecológica em contextos universitários: estudo de caso no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo**, 2010. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

As universidades, como centros de produção de conhecimento e protagonistas de ações de educação, também vêm sendo convocadas a repensar sobre suas ações, e, a partir disso, adotar diretrizes mais sustentáveis em seus eixos de atuação: ensino, pesquisa, extensão e gestão. A utilização de indicadores, como a Pegada Ecológica, possui um importante papel na tentativa de mensurar a (in)sustentabilidade das universidades, como maneira de verificar qual rumo e destino a sociedade está seguindo, de forma a sensibilizar a sociedade e tomadores de decisão e melhor orientar a formulação de políticas. A Pegada Ecológica (PE) é um indicador que quantifica a área necessária para produzir os recursos e assimilar os resíduos gerados por certa população (WACKERNAGEL E REES, 1996). Nesse contexto, esse trabalho calcula a Pegada Ecológica no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), analisando sua aplicabilidade e viabilidade no contexto universitário. Para o cálculo, foi adaptada a metodologia empregada na Universidade de Santiago de Compostela, na Espanha, considerando as seguintes categorias no cálculo: consumo de água, consumo de energia elétrica, consumo de papel, áreas construídas e mobilidade e transporte. Obteve-se assim, um valor de PE de aproximadamente 1500 hectares/ano, o que corresponde a 10 vezes a área total do campus de São Carlos. O indicador também permitiu uma visualização dos parâmetros que mais contribuem para a PE do campus, podendo direcionar a atuação da instituição nas categorias de maior impacto, como, nesse estudo, mobilidade e transporte da comunidade universitária. Por fim, a utilização de indicadores, no caso a Pegada Ecológica, mostrou-se um instrumento fundamental para auxiliar no planejamento estratégico da instituição e na tomada de decisões. Ele fornece dados que sensibilizam e incentivam mudanças na gestão administrativa e de sua comunidade, pois proporcionam parâmetros de monitoramento e *benchmarking* visando o uso sustentável dos recursos, podendo ser utilizados em programas de educação ambiental, estabelecimento de padrões e metas para os programas e projetos da própria universidade.

Palavras-chave: 1. Universidades, 2. Sustentabilidade – indicadores, 3. Pegada Ecológica

Abstract

AMARAL, R.C. Analysis of applicability of Ecological footprint in universities: case study in the São Carlos campus of University of São Paulo, 2010. Undergraduated work (Graduation on Environmental Engineering). University of São Paulo, São Carlos, 2010..

Universities as centers of knowledge production and protagonists of acts of education, are also being called upon to rethink their actions, and, as appropriate, adopt policies more sustainable in its main areas of activity: teaching, research, extension and management. The use of indicators as the Ecological Footprint, has an important role in trying to measure the (un)sustainability of universities, as a way to check which direction and destiny the company is following, in order to sensitize society and decision makers and better guide the policy formulation. The Ecological Footprint (EF) is an indicator that quantifies the area needed to produce the resources and assimilate the waste generated by a given population (Wackernagel and Rees, 1996). In this context, this study calculates the Ecological Footprint on the campus of San Carlos University of São Paulo (USP), analyzing its viability and applicability in the university context. For the calculation, the methodology was adapted from the University of Santiago de Compostela in Spain, considering the following categories in the calculation of: water consumption, energy consumption, paper consumption, and the built environment and transportation mobility. In those matters, we obtained a value of EF of approximately 1500 hectares per year, which corresponds to 10 times the total area of the campus of São Carlos. The measure also allowed a visualization of the parameters that contribute most to the EF from campus, being able to direct the institution's activities within the categories of greatest impact, as in this study, mobility and transport of the university community. Finally, the use of indicators, in this case the Ecological Footprint, has proved itself as key tool to assist in the institution's strategic planning and decision making. It provides data that sensitize and encourage changes in administration and their community, since it caters parameters for monitoring and benchmarking aiming the sustainable use of resources, being used in environmental education, setting standards and goals for programs and projects of their own university.

Keywords: 1. Universities, 2. Sustainability - Indicators, 3. Ecological Footprint

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição geográfica da USP no Estado de São Paulo com destaque para as cidades que possuem campus da universidade. Fonte: Universidade de São Paulo. Disponível em: www.usp.br	13
Figura 2 Portaria Campus 2- USP São Carlos. Foto: Francisco Emolo.....	15
Figura 3: Prédio E1. Campus 1-USP São Carlos. Foto: Edmilson Luchesi.....	15
Figura 4: Relações existentes no modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta–Efeitos.....	23
Figura 5: Ilustração da Pegada Ecológica. Fonte: Wackernagel & Rees, 1996.....	24
Figura 6: Classificação dos serviços oferecidos pela Pegada Ecológica. Fonte: Adaptado de WWF	26
Figura 7: Resumo Pegada Ecológica. Fonte: Adaptado de FootprintNetwork.org.....	27
Figura 8: Saldo ecológico. Fonte: Wackernagel & Rees, 2003.	28
Figura 9: Comparação da biocapacidade por pessoa com a Pegada Ecológica por pessoa em hectares globais durante o período de 1961 a 2007 (Fonte: WWF, 2010).	29
Figura 10: Pegada Ecológica, em número de planetas, por componente no período de 1961 a 2007. (Fonte: WWF, 2010).....	31
Figura 11: “Global Overshoot Day”. Fonte: www.footprintnetwork.org	32
Figura 12: Frequência de uso de papel reciclado por docentes.....	44
Figura 13: Frequência de uso de papel reciclado por alunos de pós graduação	44
Figura 14: Frequência de uso de papel reciclado por alunos de graduação.....	44
Figura 15: Formato dos trabalhos exigidos pelos docentes para os estudantes	45
Figura 16: Modo de disponibilização de material didático para alunos pelos docentes.....	45
Figura 17: Porcentagem de papel consumido que vira resíduo pelos docentes	46
Figura 18: Porcentagem do papel que vira resíduo que é encaminhado para a reciclagem por docentes.	46
Figura 19: Porcentagem de papel consumido que vira resíduo pelos alunos de pós graduação	46
Figura 20: Porcentagem do papel que vira resíduo que é encaminhado para a reciclagem por alunos de pós graduação	46
Figura 21: Porcentagem de papel consumido que vira resíduo pelos alunos de graduação	47
Figura 22: Porcentagem do papel que vira resíduo que é encaminhado para a reciclagem por alunos de graduação.....	47
Figura 23: Meio de transporte utilizado pelos docentes.....	67
Figura 24: Meio de transporte utilizado por funcionários.....	67
Figura 25: Meio de transporte utilizado por alunos de pós graduação	67
Figura 26: Meio de transporte utilizado por alunos de graduação.....	67

Figura 27: Porcentagem de docentes que dividem o carro com outras pessoas	68
Figura 28: Porcentagem de funcionários que dividem o carro com outras pessoas	68
Figura 29: Porcentagem de alunos de pós graduação que dividem o carro com outras pessoas	69
Figura 30: Porcentagem de alunos de graduação que dividem o carro com outras pessoas.....	69
Figura 31: Percentagem de cada categoria na Pegada Ecológica	70
Figura 32: Percentagem de cada parâmetro na PE da USP, utilizando fator de conversão do Ministério de Minas e Energia/Brasil para a categoria consumo de energia elétrica.....	73
Figura 33: Espaço consumido por meio de transporte/pessoa	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Números da USP São Carlos.....	14
Tabela 2: Número de participantes do questionário frente à população total e porcentagem correspondente.	35
Tabela 3: Parâmetros utilizados no cálculo da PE e respectivas fontes de coleta de dados.	36
Tabela 4: Fatores de emissão utilizados na pesquisa para cada parâmetro, e respectivas fontes de consulta.....	37
Tabela 5: Fatores de emissão para meios de transporte.....	37
Tabela 6: Fator de emissão associado ao transporte em automóveis por passageiro	38
Tabela 7: Níveis de ocupação em automóveis.....	38
Tabela 8: Quantidade de papel consumida por ano em cada órgão do campus São Carlos.....	39
Tabela 9: Fator de conversão do papel	40
Tabela 10: Quantidade de folhas A4 consumidas por instituto e departamento e os respectivos peso e quantidade de CO ₂ liberado.	41
Tabela 11: Quantidade de CO ₂ liberado pelo consumo de papel por ano pelo Campus de São Carlos e sua respectiva área necessária para absorção	42
Tabela 12: Consumo de papel <i>per capita</i> e hectares correspondentes para absorção de CO ₂	42
Tabela 13: Consumo total de papel por docentes e alunos e sua respectiva área necessária.	43
Tabela 14: Consumo de água pela USP São Carlos nos diferentes medidores (Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura, 2008).	48
Tabela 15: Quantidade de CO ₂ liberados e seus respectivos hectares	51
Tabela 16: Consumo de água <i>per capita</i> e hectares correspondentes para absorção de CO ₂	51
Tabela 17: Consumo de Energia Elétrica Campus USP São Carlos (período: janeiro/dezembro de 2008).Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura, 2008.	53
Tabela 18– Resumo anual do consumo de energia elétrica	55
Tabela 19: Emissão de CO ₂ pelo consumo de energia elétrica e sua respectiva área necessária para absorção.	55
Tabela 20: Consumo de energia <i>per capita</i> e hectares correspondentes para absorção de CO ₂	56
Tabela 21: Síntese Áreas Edificadas Campus USP São Carlos.(Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura, 2008)	57
Tabela 22: Síntese áreas dos terrenos do Campus USP São Carlos. (Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura,2008).....	59
Tabela 23: Resumo das áreas urbanizadas e não-urbanizadas do Campus USP São Carlos.....	61

Tabela 24: Síntese áreas construídas USP São Carlos	61
Tabela 25: Quantidade de CO ₂ liberado (kg e t) e sua respectiva área	62
Tabela 26: Dados sobre transporte (distância percorrida por carros oficiais, número de locações e localidade) na USP Sao Carlos	63
Tabela 27: Total de CO ₂ liberado pelos veículos oficiais e correspondente área necessária para absorção.	64
Tabela 28: Quantidade e destino das locações feitas na USP São Carlos em 2008 e respectivos, km percorridos.	65
Tabela 29: Total de CO ₂ liberados pelas locações e sua respectiva área necessária	65
Tabela 30: Toneladas de CO ₂ emitidas no transporte dos usuários do campus e seus respectivos hectares.....	66
Tabela 31: Pegada ecológica:resultados por categoria	70
Tabela 32: Comparação da Pegada Ecológica em ha/ano e ha/ano/pessoa entre a USP e a USC	71
Tabela 33: Comparação da Pegada Ecológica em ha/ano e ha/ano/pessoa entre a USP e a USC, utilizando o fator de conversão do Ministério de Minas e Energia/Brasil para a categoria consumo de energia elétrica	72

SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
1. Introdução	11
1.1 Universidade de São Paulo.....	12
1.1.1 O Campus USP de São Carlos.....	13
2. Objetivos.....	16
3. Fundamentação teórica.....	17
3.1 Sustentabilidade.....	17
Universidades	17
3.2 Indicadores de sustentabilidade	19
3.3 Pegada Ecológica.....	24
4. Metodologia	33
4.1 Bases de cálculo	33
4.2 Tipo de dados.....	34
4.2.1 Direto	34
4.2.2 Indireto	34
4.3 Fatores de emissão CO ₂ e Taxas de Absorção de CO ₂	36
5. Resultados	39
5.1 CONSUMO DE PAPEL	39
5.1.1 Consumo de papel institucional: método de cálculo direto	39
5.1.2 Estimativa do consumo de papel <i>per capita</i> (alunos e docentes): método de cálculo indireto (questionários).....	43
5.1.3 Conclusões parciais sobre o consumo de papel.....	47
5.2 CONSUMO DE ÁGUA	47
5.2.1 Análise dos dados de consumo de água	51
5.2.2 Conclusões parciais sobre o consumo de água.....	51
5.3 CONSUMO DE ENERGIA.....	52
5.3.1 Conclusões parciais sobre o consumo de energia.....	56
5.4 ÁREAS CONSTRUÍDAS	56

5.4.1 Conclusões parciais sobre a área construída	62
5.5 MOBILIDADE E TRANSPORTE	63
5.5.1 Estimativa da PE referente ao transporte de veículos oficiais da instituição: cálculo direto	63
5.5.2 Estimativa de PE devido ao transporte da comunidade acadêmica: cálculo indireto	66
5.5.3 Conclusões Parciais sobre mobilidade e transporte.....	69
6. SÍNTESE GERAL sobre a Pegada Ecológica do Campus USP de São Carlos.....	70
7. Discussão/Análise dos dados.....	72
8. Conclusão	79
<i>Recomendações Futuras</i>	80
9. Referências bibliográficas.....	81
ANEXOS	87
Anexo 1: Identificação dos hidrômetros existentes no campus da USP São Carlos – locais e número de registro	87
APÊNDICES.....	89
Apêndice 1: Questionário alunos (graduação e pós graduação)	89
Apêndice 2: Questionário Funcionários	92
Apêndice 3: Questionário docentes.....	94
Apêndice 4: Memorial de Cálculo (dados indiretos).....	97

1. Introdução

O *modus operandi* do modelo de desenvolvimento econômico dominante nos últimos séculos, principalmente durante o século XX, vem exercendo significativa pressão sobre os recursos naturais. Muitas são as conseqüências deste modelo, especialmente decorrentes da necessidade crescente e incessante destes recursos, que podem ser facilmente notadas: uso e ocupação de áreas ecologicamente protegidas, poluição das águas, solo e ar, construção de grandes empreendimentos de alto impacto como usinas para geração de energia elétrica, mineração, perda de biodiversidade, entre outros. Como afirma Zerbini (2006) as evidências mundo afora, comprovam que a modernidade não teve condições de cumprir suas promessas iniciais de abundância, felicidade, paz e justiça social.

Como confirma o Relatório Estado do Mundo do WorldWatch Institute de 2004, entre as principais causas desta pressão e, conseqüentemente, dos atuais problemas, destaca-se o consumo não responsável de recursos. O consumismo desenfreado representa uma ameaça real à humanidade, pois, além de esgotar recursos, piora a qualidade de vida da população, inclusive aumentando a desigualdade social.

É certo que os padrões e níveis de consumo atual são insustentáveis, o que leva à urgente necessidade de mudança do estilo de vida, de modo a evitar cenários futuros cada vez mais críticos, já que o consumo de recursos e serviços ambientais está além da capacidade de reposição do planeta, como têm demonstrado os relatórios Planeta Vivo do WWF.

Nesse contexto, amplia-se a importância de mensurar a sustentabilidade ou a insustentabilidade como maneira de verificar qual rumo e destino a sociedade está seguindo, visando, portanto, sensibilizar os atores governamentais e não governamentais e orientar políticas condizentes às metas estabelecidas na Agenda 21 Global.

Existe um número diversificado de ferramentas qualitativas e quantitativas que foram desenvolvidas com o objetivo de mensurar a (in)sustentabilidade ambiental, sendo uma delas o uso de indicadores, ou seja, um sistema de sinais que facilita a visualização e comunicação dos resultados e a avaliação do progresso em determinado parâmetro ambiental (QUIROGA, 2001). Um indicador que têm recebido grande atenção nos últimos anos, em função do seu potencial político-pedagógico, é a Pegada Ecológica.

As universidades, como centros de produção de conhecimento e protagonistas de ações em educação, vêm sendo convocadas a adotar diretrizes mais sustentáveis na gestão de seus campi universitários. Esta preocupação com o impacto provocado dentro e fora dos limites de suas cidades universitárias, resultantes de suas decisões e atividades, cria então,

momento propício para o convite à ação. Nesse contexto, a Universidade de São Paulo (USP), da mesma forma que tem buscado excelência no ensino, pesquisa e extensão, também vem investindo em formas de tornar-se cada vez menos impactante, do ponto de vista da dimensão ambiental da sustentabilidade.

Sustentabilidade é entendida nesse trabalho como postura capaz de responder aos problemas sociais e ambientais por meio de ações de gestão e de educação ambiental em sua comunidade universitária, com eficiência econômica. A primeira, como um conjunto de ações para prevenir, diminuir e corrigir os impactos causados pelas atividades humanas na universidade; e a segunda, em medidas para incorporar a dimensão ecológica, social, política e econômica na formação da comunidade universitária (ALBA, 2006).

Dessa maneira, instituições de educação superior já não são somente vistas como fonte única de conhecimento e formação de profissionais que integrarão a sociedade e contribuirão para seu progresso econômico, mas sim como as melhores candidatas para oferecer exemplos de projetos sustentáveis tendo como fator chave a educação como ferramenta indutora de mudanças positivas de caráter coletivo (OTERO, 2010).

Como exemplo, a Universidade de Santiago de Compostela, na Espanha, utiliza a ferramenta Pegada Ecológica (PE) para o dimensionamento e cálculo do impacto ambiental da mesma, desde 2007, dentro do eixo planificação, gestão e avaliação ambiental do Plano de Desenvolvimento Sustentável da instituição. Dessa maneira, possui uma metodologia interessante, consolidada e embasada do indicador, o que desencadeou em uma parceria para cálculo e comparação da PE nas duas instituições, como apresentado no presente trabalho.

1.1 Universidade de São Paulo

A Universidade de São Paulo (USP), fundada em 1934, conta atualmente com uma comunidade acadêmica de mais de 100 mil pessoas entre alunos, funcionários e docentes distribuídos em sete campi universitários, além das unidades de ensino, museus e centros de pesquisa situados em diferentes municípios (Anuário estatístico USP- base de dados 2007), como mostra a Figura 1.

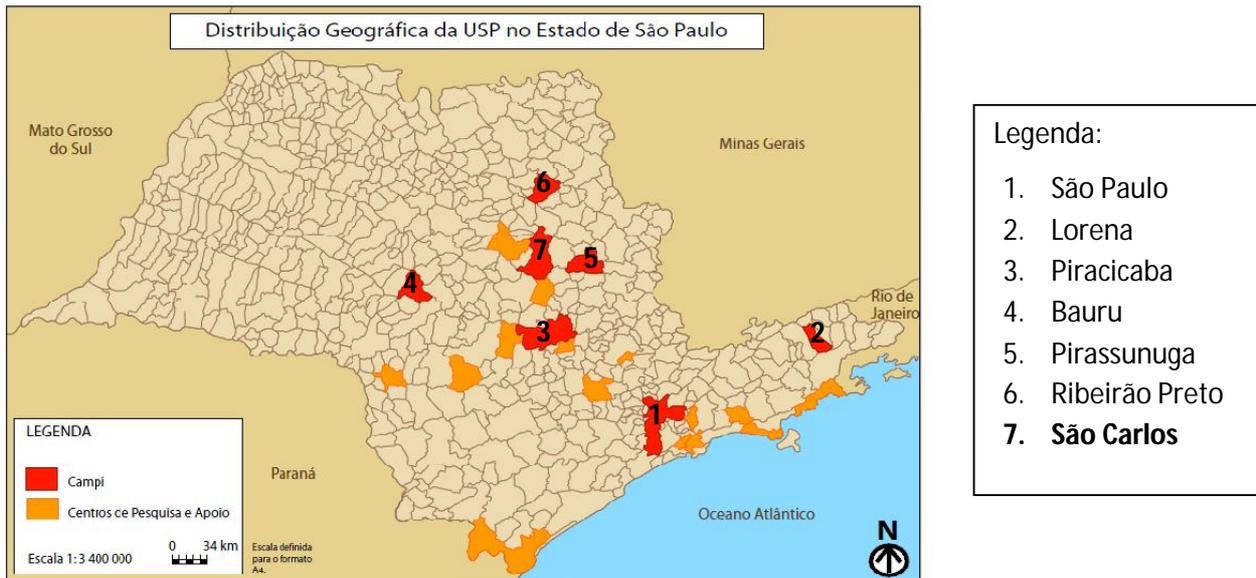


Figura 1: Distribuição geográfica da USP no Estado de São Paulo com destaque para as cidades que possuem campus da universidade. Fonte: Universidade de São Paulo. Disponível em: www.usp.br

1.1.1 O Campus USP de São Carlos

O Campus da Universidade de São Paulo na cidade de São Carlos, implantado na década de 1970, está dividido em quatro unidades de ensino: EESC – Escola de Engenharia de São Carlos, IFSC – Instituto de Física de São Carlos, ICMC – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação e IQSC – Instituto de Química de São Carlos.

Atualmente, essas quatro unidades de ensino - EESC, ICMC, IFSC e IQSC, somadas à Coordenadoria do Campus de São Carlos (CCSC), ao Centro de Informática de São Carlos (CISC), ao Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CHREA) e a outros órgãos/serviços, formam a USP-São Carlos (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008).

A EESC é subdividida em departamentos, sendo eles, para o âmbito da pesquisa:

- SAP – Departamento de Arquitetura e Urbanismo
- SET – Departamento de Estruturas
- SEP – Departamento de Engenharia de Produção
- SHS – Departamento de Hidráulica e Saneamento
- SEM – Departamento de Engenharia Mecânica
- SEL – Departamento de Engenharia Elétrica
- SMM – Departamento de Materiais, Aeronáutica e Automobilística

- STT – Departamento de Transportes
- SGS – Departamento de Geotecnia

O campus está dividido em três áreas: área 1, área 2 e CHREA, localizados, respectivamente, no centro da cidade, a 4km da área 1 e a 14km da área 1. Para facilitar o transporte entre a área 1 e as demais são disponibilizados ônibus gratuitos, da própria universidade, que realizam o trajeto ida e volta em horários determinados.

O transporte entre a área 1 e a 2 é mais freqüente, pois na área 2 encontram-se salas de aula, departamentos e laboratórios de alguns cursos oferecidos pela universidade, enquanto o CHREA é uma unidade de pesquisa, abrigando alunos de pós graduação e docentes pesquisadores, e o Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental.

A USP São Carlos possui uma área total de 1.556.450 metros quadrados (o equivalente a 155,65 hectares), sendo 173.731 metros quadrados (17,37 hectares) de área construída, incluindo o CDCC e o CHREA (Divisão de Obras e Infra-Estrutura/CCSC, 2008¹).

A população do campus de São Carlos constitui-se em:

Tabela 1: Números da USP São Carlos

Especificação	Total
Alunos de Graduação	4.256
Alunos de Pós-Graduação	2.266
Professores	481
Funcionários	1.020
TOTAL	8.023

Fonte: USP, 2008

¹ Material fornecido pela Divisão de Obras e Infra-Estrutura da Coordenadoria do Campus de São Carlos.



Figura 2 Portaria Campus 2- USP São Carlos. Foto: Francisco Emolo



Figura 3: Prédio E1. Campus 1-USP São Carlos. Foto: Edmilson Luchesi

Sendo assim, o Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo é um espaço propício para o início ao debate de questões ambientais que envolvam seus padrões ensino, pesquisa e extensão. Dessa maneira, é o local escolhido para aplicar o indicador Pegada Ecológica e, portanto, tentar mensurar a (in)sustentabilidade, como descrito nos objetivos, apresentados a seguir.

2. Objetivos

- Aplicar o indicador Pegada Ecológica como ferramenta para mensurar o impacto ambiental do Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP) no ano de 2008.

Objetivos específicos:

- Discutir a viabilidade do indicador pegada ecológica para contribuir na gestão ambiental do campus;
- Discutir a utilização do indicador na tomada de decisão e no planejamento estratégico da instituição;
- Traçar recomendações para adequar o indicador mediante a realidade vivida.

3. Fundamentação teórica

Neste capítulo serão apresentados os principais temas que fundamentaram e nortearam o processo desta pesquisa. Primeiramente, será caracterizada a idéia de sustentabilidade no contexto universitário. Posteriormente, os indicadores que surgem como premissa essencial para o alcance de uma sociedade sustentável. Por fim, o conceito de Pegada Ecológica e sua aplicação como indicador de sustentabilidade ecológica.

3.1 Sustentabilidade

O termo desenvolvimento sustentável tem sido utilizado com bastante frequência nos últimos anos, sendo primeiramente citado no documento Nosso Futuro Comum como “aquele desenvolvimento que atende às demandas da geração presente sem comprometer as oportunidades das gerações seguintes” (BRUNTLAND, 1987).

Porém, foi a partir da Conferência Mundial para o Meio Ambiente - Rio 92, com a sua inserção na Declaração do Rio de Janeiro para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, e na Agenda 21, que o interesse internacional por esta questão atingiu seu pico, levando profissionais em geral, formadores de opinião e políticos a inserirem-no em seus trabalhos e discursos (ANDRADE, 2006).

Nesse contexto, o tema mantém-se sob pesquisa e discussão em âmbitos globais e locais, visto sua enorme complexidade: são diversas as questões envolvidas, suas inter-relações, demandas atuais e futuras.

A discussão sobre sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável não pode estar desvinculada dos aspectos temporais, geográficos, culturais, sociais, econômicos e ambientais do contexto que está sendo estudado. Como afirma Sachs (1997), o conceito de desenvolvimento sustentável refere-se a uma nova concepção dos limites e ao reconhecimento das fragilidades do planeta, ao mesmo tempo em que enfoca o problema socioeconômico e da satisfação das necessidades básicas das populações.

Universidades

As universidades são espaços relativamente reduzidos em área, microcosmos da realidade, onde podem ser encontrados problemas ambientais semelhantes aos que acontecem em âmbitos territoriais mais amplos, como as cidades e municípios. Dessa maneira,

devem preocupar-se em resolver seus próprios impactos, sendo coerente em suas ações com aquilo que ensina no âmbito docente e descobre no âmbito da pesquisa (ALBA, 2006)

A responsabilidade das universidades em direção a um futuro sustentável tem sido destacada desde os primeiros documentos oficiais na área de EA, como no informe da I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (TBILISI, 1977). Tal informe considera as universidades – na sua qualidade de centro de pesquisa, de ensino e de pessoal qualificado no país – como exemplo na ênfase a pesquisa sobre educação formal e não-formal, que transmitem conhecimentos necessários para a futura atividade profissional dos estudantes. Tendo condições de responder aos graves problemas ambientais enfrentados pela sociedade moderna, por meio de pesquisas, estímulo ao tratamento interdisciplinar sociedade-ambiente e na elaboração de materiais teóricos sobre o tema.

De acordo com Alba (2006), as universidades devem proporcionar respostas aos problemas da sociedade: têm que iluminar novos paradigmas que expliquem a realidade, experimentar científica e tecnologicamente as soluções a esses problemas e capacitar os recursos humanos que devem ser responsáveis pelas mudanças, tudo isso, baseado num compromisso pela justiça, paz, solidariedade e sustentabilidade.

Apesar da relevância, o tema da sustentabilidade em instituições de ensino superior é relativamente novo e carece de sistematização científica sobre como vêm ocorrendo os processos para incorporar a sustentabilidade na vida universitária. As referências encontradas na área de sustentabilidade em universidades tratam mais de conselhos práticos e breves histórias de transformação no local (LEME, 2008).

De modo geral, percebe-se um aumento do número de universidades que passaram a adotar critérios de sustentabilidade em suas ações cotidianas de ensino, pesquisa, extensão e gestão. Uma análise preliminar permite identificar dois tipos de fatores: i) internos, como a crescente demanda deste tipo de prático por parte dos membros da universidade, assim como a economia de recursos financeiros que geralmente está vinculada a práticas de gestão sustentável e ii) externos, como o cumprimento da legislação ambiental, promoção de programas de qualidade e a competitividades entre as universidades. (ALBA, 2006)

As medidas adotadas, frente a esse cenário, pelas Instituições de Educação Superior (IES) são inúmeras, assim como o contexto em que elas ocorrem. Alba (2006) identifica dois pólos complementares i) educação da comunidade universitária e ii) gestão dos impactos causados pelas atividades da universidade. No primeiro, são ações que buscam incorporar a dimensão da sustentabilidade em todos os seus sentidos (ecológico, social, político e

econômico) na educação da comunidade universitária. Distinguindo-se dois grupos de ação: relativas à ambientalização curricular e da pesquisa, inserindo o tema ambiental no contexto acadêmico, no ensino e na pesquisa e as atividades de EA que ocorrem em outros contextos, denominados como não formais, tais como oficinas, exposições, cursos para funcionários, atividades extra curriculares para estudantes, ações de extensão universitária, etc.

No segundo grupo são consideradas ações de gestão, entendidas como um conjunto de atividades para prevenir, diminuir e corrigir os impactos negativos causados pelas atividades da universidade, orientadas à diminuição da Pegada Ecológica, por meio da gestão racional do uso da água e energia, dos transportes, minimização de resíduos, construção e reformas com critérios de sustentabilidade, critérios socioambientais na aquisição de bens e contratação de serviços.

Entretanto, como afirma Pavesi, Farias e Oliveira², 2006 (apud Leme, 2008), a incorporação ambiental na educação superior coloca para as IES a necessidade de investigação institucional tal que permita a reflexão sobre sua identidade, missão e funções e sobre sua organização e dinâmica. Isso conduziria a uma revisão completa dos valores, procedimentos e normas institucionais, ou seja, novos ciclos de aprendizagem.

3.2 Indicadores de sustentabilidade

O termo indicador é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar.

Indicadores são considerados instrumentos para informar e comunicar sobre o progresso na direção a uma determinada meta (VAN BELLEN, 2005) e como uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, sintetizando um conjunto complexo de informações e respondendo sintomaticamente as atividades exercidas pelo ser humano dentro de um determinado sistema (MARZALL e ALMEIDA, 2000). Indicadores são retratos da realidade e não a realidade em si.

Os indicadores sempre fizeram parte da sociedade e são utilizados por diversos setores públicos e privados. Na economia, acompanha a tendência das bolsas de valores, índices de

² PAVESI, A.; FARIAS, C.R.O.; OLIVEIRA, H.T. **Ambientalização da educação superior como aprendizagem institucional**. Revista Conscientia. Disponível em: <http://www.comscientianimad.ufpr.br/2006/02/acervo_cientifico/outros_artigos/artigo_san dra_pavesi.pdf>. Acesso em: 03 out.2007.

inflação, PIB, renda *per capita*, etc. Na vertente social têm-se os indicadores de analfabetismo, saúde, densidade demográfica, etc.

São cinco as principais funções dos indicadores segundo Tunstall³ (1994 apud Van Bellen, 2005):

- i. Avaliação de condições e tendências;
- ii. Comparação entre lugares e situações;
- iii. Avaliação de condições e tendências em relação a metas e a objetivos;
- iv. Prover informações de advertência;
- v. Antecipar futuras condições e tendências.

Entre essa enorme gama de indicadores, encontram-se os indicadores de sustentabilidade, ou seja, indicadores socialmente dotados de um significado que reflete de forma sintética uma preocupação social ao meio ambiente. Sendo assim, devem ser inseridos coerentemente no processo de tomada de decisões ambientais, conectando a visão de longo prazo, com metas de médio prazo e ações de curto prazo.

Indicadores de sustentabilidade são parâmetros que servem para o monitoramento da (in)sustentabilidade, processo dinâmico e permanente, do modelo de desenvolvimento adotado. Diversos indicadores ambientais, de saúde, econômicos e outros já vêm sendo utilizados há muito tempo, inclusive dentro de padrões internacionais, mas não há ainda um consenso se estes indicadores servem para acompanhar ou medir desenvolvimento sustentável (MALHEIROS⁴, 2000). Um dos objetivos para a crescente utilização dos indicadores é a possibilidade de transformá-los em ferramentas de informação para a opinião pública, que cada vez demanda uma maior quantidade de dados. MALHEIROS (2000) ainda complementa que de acordo com o Community Indicators Guide (2002) “os indicadores são pequenas partes de informação que refletem o estado atual de grandes sistemas”.

Os indicadores de desenvolvimento sustentável ou de sustentabilidade estão também presentes no capítulo 40 da Agenda 21, que dedica-se à informação para tomada de decisões,

³ TUNSTALL, D. **Developing and using indicators of sustainable development in Africa: an overview**, doc mimeo. In: The Network for Environment and Sustainable Development in Africa (NESDA), Thematic Workshop On Indicators Of Sustainable Development. Banjul, Gambia: NESDA, 1994.

⁴ MALHEIROS, T.F. **Indicadores ambientais para o desenvolvimento sustentável**: um estudo de caso de indicadores da qualidade do ar. Trabalho apresentado no XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre/RS, 2000.

realçando que as decisões devem ser baseadas em informações consistentes por meio de indicadores. Estes indicadores devem ser utilizados por todos aqueles que necessitem de informações para orientação de políticas públicas, para verificar a implementação de projetos, de Agendas 21, gerenciamento ambiental, especialmente em nível local, assim como para alimentar as bases de dados globais, conceder informações ao público em geral e comunidades (PHILLIP JR et al, 2005) e mensurar quanti e qualitativamente as alterações sofridas pelos ecossistemas de forma precisa.

O desenvolvimento e a sustentabilidade, que sempre foram temas que caminhavam separados na sociedade, agora se unem em uma escala global e em uma estrutura temporal de urgência para buscar resposta de como a sociedade poderá fornecer suficiência, segurança e vida para todos (questão de desenvolvimento), e de como a sociedade poderá viver dentro das leis e limites do ambiente biofísico (questão de sustentabilidade) (MEADOWS⁵, 1998 apud VAN BELLEN, 2005).

Nesse contexto, um indicador de sustentabilidade deve refletir eficiência, suficiência, equidade e qualidade de vida, não podendo mais ser confundido com crescimento apenas, como se faz no uso inadequado do PIB *per capita*, por exemplo, ao utilizá-lo como referência em políticas de desenvolvimento. Ele deve incluir bases sustentáveis, envolvendo justiça social, desenvolvimento econômico e equilíbrio ambiental.

Os indicadores são muito utilizados em diferentes níveis organizacionais, por isso, é desejável que eles possuam algumas características, tais como (MEADOWS, 1998 apud VAN BELLEN 2005):

1. **Clareza nos valores:** os valores utilizados devem ser claros, não permitindo dúvidas;
2. **Clareza no conteúdo:** o conteúdo deve ser de fácil compreensão, com unidades que façam sentido;
3. **Elaborado:** deve ser suficientemente elaborado para impulsionar a ação política;
4. **Politicamente relevante:** para todos os atores sociais, inclusive os menos poderosos;
5. **Factível:** deve ser mensurado a um custo razoável;
6. **Suficiente:** deve estar no meio-termo entre o excesso e a escassez de informações para que forneça um quadro razoável da situação;

⁵ MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development.** The Sustainability Institute, 1998. Disponível em: <http://www.ulb.ac.be/ceese/STAFF/Tom/bossel.pdf>. Acesso em: 15 set.2010.

7. **Oportuno:** deve ser compilável em pouco tempo;
8. **Escala adequada:** deve estar situado dentro de uma escala adequada, nem super nem subagregados;
9. **Democrático:** as pessoas devem ter acesso à seleção e às informações resultantes da aplicação da ferramenta;
10. **Suplementar:** deve incluir parâmetros que os atores não podem medir por si;
11. **Participativo:** deve utilizar elementos que os atores possam mensurar, além da compilação e divulgação dos resultados;
12. **Hierárquico:** deve permitir que um usuário possa descer na pirâmide de informações, mas, ao mesmo tempo, transmitir a mensagem principal rapidamente;
13. **Físico:** Dado que a sustentabilidade é, em grande parte, relacionada a problemas físicos (alimentos, água, poluentes, florestas etc.), é importante medi-los quantitativamente;
14. **Condutores:** deve fornecer informações que conduzam à ação;
15. **Provocativos:** deve possibilitar o debate/discussão, a aprendizagem e a mudança.

Os indicadores são necessários não só para o entendimento do mundo, mas também para planejar ações e tomar decisões. Eles serão escolhidos a partir de prioridades, como enfatiza Meadows (1998 apud Van Bellen, 2005): os indicadores surgem de valores (são medidas de preocupações) e criam valores (preocupações com o que é medido), carregando, portanto, modelos mentais sobre o mundo baseados na cultura, personalidade, valores e experiência de quem participa de sua criação.

Existem diferentes indicadores para diferentes contextos e públicos: ONGs, indústrias, políticos/planejadores, financiadores, votantes, mídia, acadêmico, etc. Cada qual com seus objetivos, razões e características. Para fins acadêmicos, são importantes indicadores com dados específicos para pesquisa, como insumo para estudos e modelos de utilização para avaliação e desenvolvimento de métodos utilizados. Se torna importante entender as relações existentes entre esses dados para a compreensão do contexto.

Para a determinação de indicadores de sustentabilidade é importante adotar o pensamento sistêmico que envolve a interação entre fatores econômicos, sociais e ecológicos; sendo que a estrutura lógica dessa sistematização tem considerado como modelo básico a

concepção conhecida como Pressão-Estado-Resposta (PER) que foi desenvolvido e adotado originalmente pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE.

Segundo SEI⁶ (2006 apud CARMO, 2008) estudos contribuíram para o aperfeiçoamento do modelo PER; dando origem a novas adaptações, tais como:

- Força Motriz-Situação-Resposta (FMSR) ou (DSR).
- Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (FMPSIR) ou (DPSIR).
- Pressão–Estado–Impacto–Resposta (PEIR).
- Pressão–Estado–Resposta–Efeitos (PERE).

Para os modelos citados “força motriz” e “pressão” são sinônimos (exceto para o modelo FMPSIR que considera a pressão como o resultado da força motriz). “Situação” e “estado” também são sinônimos. Todos os modelos contemplam a “resposta”. Apenas o PEIR apresenta o “impacto” e o PERE apresenta “efeitos”. Compatibilizando todos os modelos tem-se que, de forma geral, os indicadores de sustentabilidade ambiental são baseados de certa forma, nos aspectos: **Pressão–Estado–Impacto–Resposta–Efeitos**, que podem ser assim definidos (CARMO, 2008):

- Pressão: atividades humanas demandando recursos naturais e emitindo poluentes de diversas ordens.
- Estado: situação observada a partir da pressão exercida.
- Impacto: consequência adversa ou benéfica proveniente da pressão exercida.
- Resposta: ações governamentais para a melhoria das condições ambientais.
- Efeitos: resultados obtidos a partir da resposta dada.

Uma representação pode ser observada na Figura 4, a seguir.

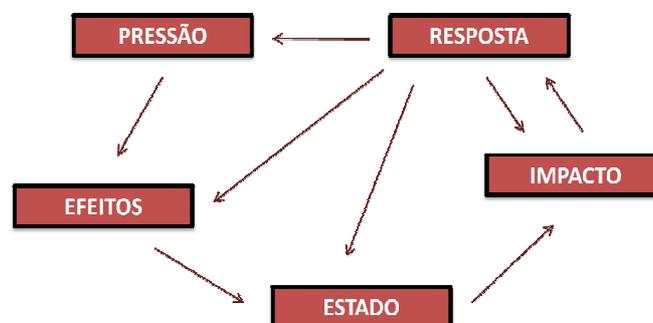


Figura 4: Relações existentes no modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta–Efeitos

⁶ SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Indicadores de sustentabilidade ambiental**. Salvador: SEI, 2006. 83p. il. — (Série estudos e pesquisas, 75).

De modo geral, dentre as diversas possibilidades de indicadores encontrados na literatura, a Pegada Ecológica apresenta-se como um indicador de sustentabilidade mais voltado para a dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável. A ferramenta funciona como instrumento revelador da pressão das atividades humanas exercidas sobre o meio ambiente natural, através da identificação da demanda da população por recursos naturais e da capacidade que o ecossistema natural tem em supri-la. Essa pressão é medida pela relação entre área requerida para atender as necessidades do sistema e a área disponível para reconstituir os recursos naturais extraídos. Os resultados decorrentes da relação consumo e capacidade de suporte revelam as atividades e necessidades humanas que exercem maior pressão sobre o meio ambiente. (ANDRADE, 2006).

3.3 Pegada Ecológica

A Pegada Ecológica (PE) é citada na literatura como um indicador de sustentabilidade que tem como proposta a quantificação das áreas necessárias para produzir os recursos e assimilar os resíduos gerados por certa população (WACKERNAGEL E REES, 1996).

A metodologia considera que todo e qualquer ser vivo existente na Terra, de uma planta ao ser humano, ou a realização de uma atividade, seja a fabricação de um produto ou a prestação de um serviço, é um sistema aberto que utiliza matéria e energia proveniente do meio ambiente natural para o seu desenvolvimento, e devolve resíduos ao ecossistema natural onde são assimilados (ANDRADE, 2006).



Figura 5: Ilustração da Pegada Ecológica. Fonte: Wackernagel & Rees, 1996

A idéia da Pegada Ecológica parte, na prática, do termo que aborda a ecologia de populações chamado **capacidade de carga** ou **suporte**. A capacidade de carga é definida como o número máximo de indivíduos de uma determinada espécie que um habitat específico é capaz de suportar de forma indefinida sem alterar a sua produtividade.

No entanto, na metodologia da Pegada Ecológica o conceito de capacidade de carga é operacionalizado de forma inversa. Para medir a sustentabilidade de um sistema através da ferramenta deve-se fazer a seguinte pergunta: “Qual a área de terra ou de mar bioprodutiva necessária para suprir determinada população sem prejuízo ao ecossistema natural”? ao invés de questionar: “Quantas pessoas determinada área admite sem prejudicar a dinâmica do meio ambiente natural”? (ANDRADE, 2006).

Segundo Dias (2002), a Pegada Ecológica é um indicador que permite estabelecer de forma clara e simples, as relações de dependência entre as atividades humanas e os recursos naturais necessários para a realização das mesmas e para a absorção dos resíduos gerados. O grau de dependência é estimado em áreas de terras ou de mar produtivas, necessárias para sustentar a manutenção dessa relação.

O indicador Pegada Ecológica é expresso em hectares ou em hectares por pessoa, a partir do cálculo da quantidade de área biologicamente produtiva necessária para proporcionar determinados serviços para uma determinada comunidade (ou indivíduo) utilizando a tecnologia atualmente disponível. Essa conversão é feita por meio de fatores específicos.

Os serviços referidos, de acordo com a World Wildlife Fund (WWF) - Brasil (2007) são:

- a) Área territorial produtiva: terra para colheita, pastoreio, corte de madeira/silvicultura e para atividades de grande impacto;
- b) Área marítima produtiva: área necessária para pesca e extrativismo;
- c) Terra de energia: área de florestas e mar necessária para a absorção de emissões de carbono emitido pelo consumo de energia fóssil (petróleo ou carvão);
- d) Áreas construídas: área para casas, construções, estradas e infra-estrutura;
- e) Terra de biodiversidade: áreas de terra e água destinadas à preservação da biodiversidade (florestas nativas) e assimilar as emissões de gás carbônico e terras não produtivas (geleiras e desertos).

Além disso, é preciso incluir as áreas utilizadas para receber os detritos e resíduos gerados.

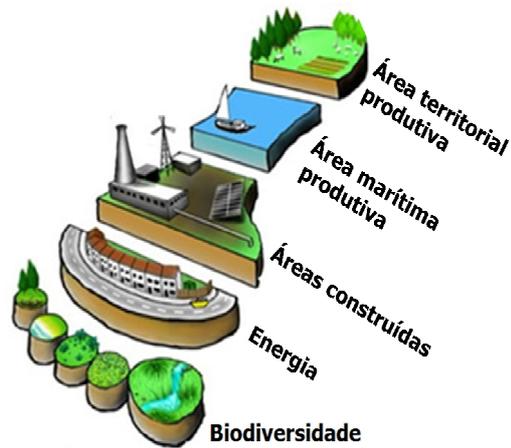


Figura 6: Classificação dos serviços oferecidos pela Pegada Ecológica.
Fonte: Adaptado de WWF

De acordo com o montante consumido, por determinada comunidade ou indivíduo, de cada item pelo sistema e o tamanho da Pegada Ecológica resultante, as áreas terão tamanhos diferentes na composição da Pegada (ANDRADE, 2006).

Para calcular a área necessária de cada um dos serviços citados acima, o interessado deve definir quais itens de consumo serão considerados no estudo. Cabe a ele escolher aqueles com maior demanda e aqueles que possuem disponibilidade de dados suficientes para a realização dos cálculos. Wackernagel & Rees (1996) sugerem que sejam utilizados os principais itens de consumo do sistema estudado, ou seja, aqueles itens que formam a maior pressão sobre os recursos naturais. Os autores agruparam os itens de consumo dentro de cinco principais categorias, a saber:

- 1) Alimentação: vegetais e carnes (de boi, aves, peixes);
- 2) Habitação: área construída (casa, apartamentos);
- 3) Transporte: público ou privado;
- 4) Bens de consumo: papel, máquinas, roupas, entre outros;
- 5) Serviços: bancos, hospedagens, restaurantes, aeroportos, entre outros.

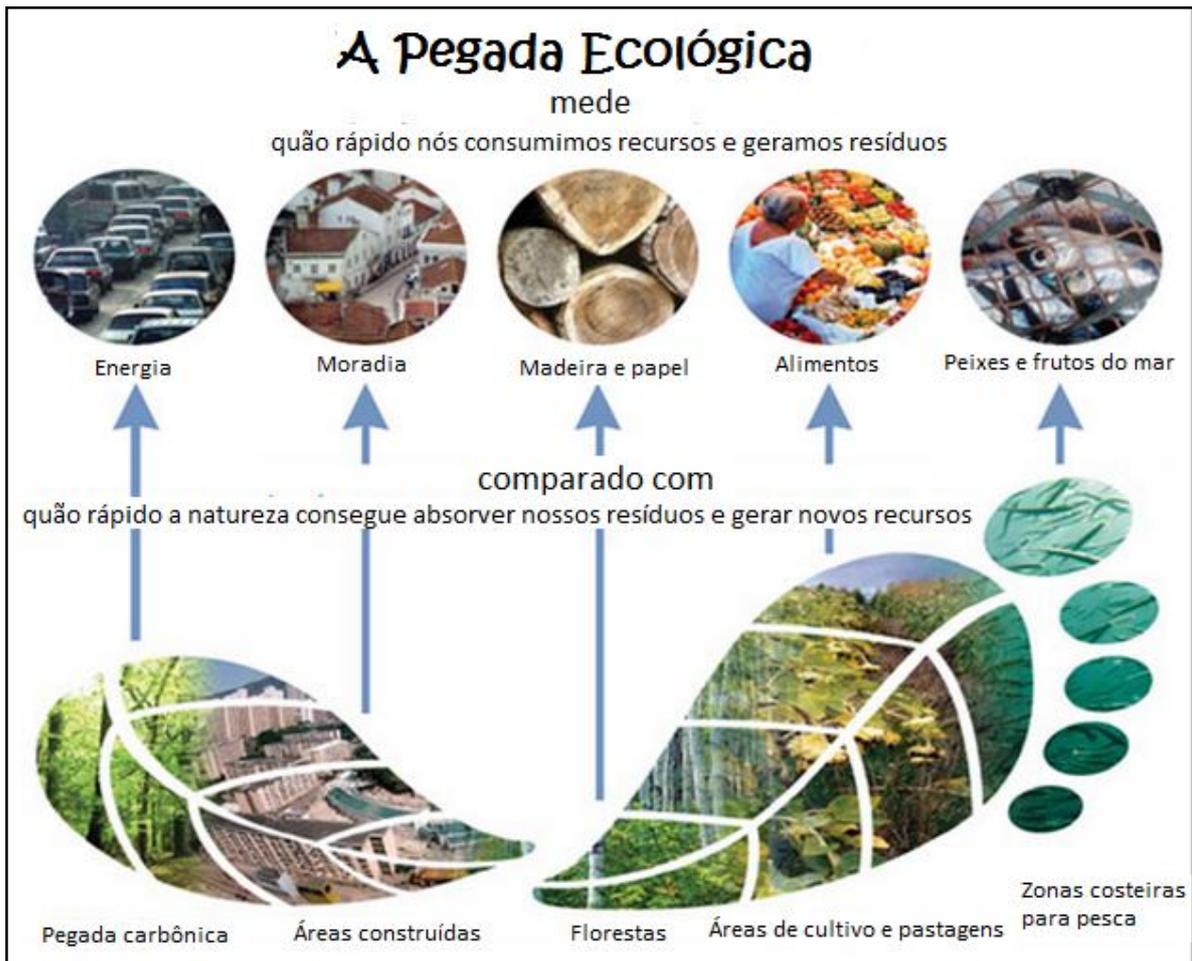


Figura 7: Resumo Pegada Ecológica. Fonte: Adaptado de FootprintNetwork.org

Para os autores “ainda que os serviços sejam bens não materiais, eles são sustentados por fluxos de matéria e energia. Eles podem não fabricar produtos, mas possuem área construída e consomem energia e outros recursos para efetuar suas operações” (WACKERNAGEL & REES, 1996).

A ONG Redefining Progress⁷ afirma que se as demandas humanas forem representadas como Pegada Ecológica, elas poderiam ser comparadas com a capacidade biológica de uma região do mundo. Capacidade biológica ou biocapacidade é a área total de terra de cultivo para produção de comida, pastagens para animais, zonas costeiras de pesca e florestas que provém madeira e absorvem CO₂ levando em consideração sua produtividade mensurada pela quantidade de árvores ou cultivo por hectare (WWF, 2010).

⁷ REDEFINING PROGRESS: organização não governamental que se dedica ao desenvolvimento de políticas e ferramentas que ajudem a uma reorientação da economia para uma a inclusão das pessoas e do meio ambiente

Quando as demandas humanas excedem os recursos, diminui o capital natural do qual dependem as gerações futuras e atuais. A essa situação se nomeia sobrecarga ou déficit ecológico mundial (REDIFINING PROGRESS, 2004).

Essa idéia pode ser observada na Figura 8:

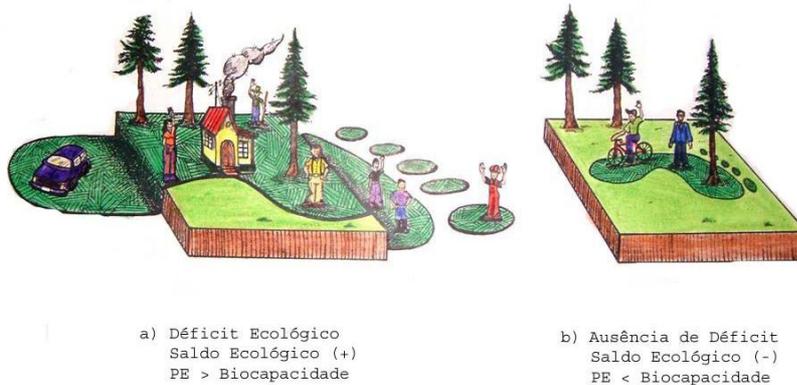


Figura 8: Saldo ecológico. Fonte: Wackernagel & Rees, 2003.

Na proposta deste indicador, para que determinada população, grupo ou indivíduo seja ambientalmente sustentável, a Pegada Ecológica terá de ser inferior à capacidade de carga do planeta ou região, dependendo da escala utilizada.

De acordo com o Relatório Living Planet 2010, mais da metade da biocapacidade mundial está presente em 10 países. O Brasil tem a maior biocapacidade, seguido da China, Estados Unidos, Rússia, Índia, Canadá, Austrália, Indonésia, Argentina e França. Porém, esse cenário muda se o indicador for biocapacidade por pessoa, ou seja, dividindo a biocapacidade nacional por população do país. Nesse caso, Gabão recebe o primeiro lugar e o Brasil 12º. A Figura 9 mostra a evolução temporal da biocapacidade em relação a Pegada Ecológica por pessoa no mundo.

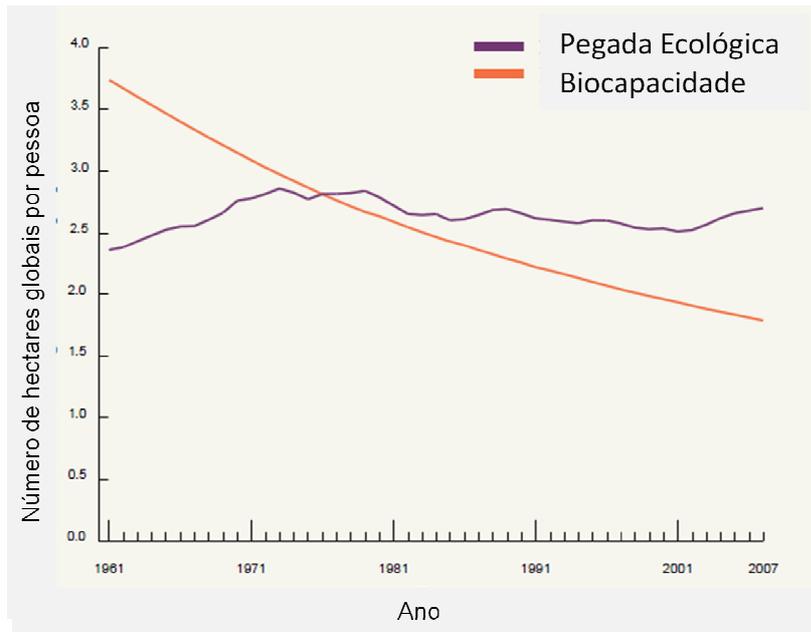


Figura 9: Comparação da biocapacidade por pessoa com a Pegada Ecológica por pessoa em hectares globais durante o período de 1961 a 2007 (Fonte: WWF, 2010).

A Pegada Ecológica, como indicador, apresenta diversas vantagens e limitações. O método não integra a questão social e econômica, visando somente os aspectos ecológicos. E, mesmo nos aspectos ecológicos, não são contabilizados alguns impactos como a contaminação do solo, da água e do ar, erosão, perda de biodiversidade e impacto na paisagem (PON, 2007).

Desta forma, Wackernagel e Rees (1996) utilizam uma abordagem simplificada do mundo real. Alguns exemplos disso são: a) o cálculo pressupõe que a agroindústria utiliza métodos sustentáveis; b) considera-se sempre o uso das melhores tecnologias e de alta taxa de produtividade, que, em ambos os casos, não correspondem necessariamente à realidade. Outra limitação do método descrita pelos autores, em 1998, é que o modelo subestima a área necessária para sustentar um determinado sistema, isto é, as áreas requeridas para a manutenção das atividades resultam menores do que o são.

Outros estudiosos apontam a deficiência do método em mostrar a dinâmica das condições de mudança, uma vez que a ferramenta retrata o estado atual de um sistema. Contudo, Wackernagel & Rees (1996) afirmam que através do uso das séries temporais a Pegada Ecológica pode revelar a dinâmica das mudanças presente no sistema.

Segundo Hardi e Barg⁸ (1997) *apud* Van Bellen (2005), a realização do cálculo da Pegada Ecológica não é de fácil entendimento, pois demanda uma série de dados de consumo e produtividade, além de requerer cálculos para a padronização dos resultados.

Para Wackernagel & Rees, 1996, apesar das limitações, a virtude do método reside em sua simplicidade e síntese, que permite sua compreensão e aplicação. Sobretudo devido à mensagem simples e facilmente perceptível que o indicador Pegada Ecológica transmite, esta tem um potencial muito elevado ao nível da sensibilização e educação ambiental.

Além disso, a Pegada Ecológica proporciona algumas características/vantagens que podem ser muito úteis para os tomadores de decisão, porque é um indicador (WACKERNAGEL & REES, 1996; VAN BELLEN, 2005; GÖSSLING *et al*⁹, 2002 *apud* ANDRADE, 2006; *REDEFINING PROGRESS*, 2004):

a) Geral: inclui uma ampla variedade de impactos humanos e uso de recursos naturais, conectando várias questões ou temas da sustentabilidade;

b) Confiável: são utilizados dados oficiais, podendo ser utilizado como instrumento revelador de tendências e para avaliação de riscos;

c) Conciso e detalhado: mensagem final clara e objetiva, apresentando os resultados num número simples, com a possibilidade de dividir o resultado total entre seus componentes. Além de ser um número facilmente desmembrado nos dados que o compõe;

d) Conservador: exclui os dados especulativos e incertos com a finalidade de não exagerar na situação ecológica presente.

e) Flexível: permite analisar pegadas em nível individual até mundial, para aplicações econômicas, políticas e sociais. Além disso, permite a construção de cenários, avaliando o que poderia acontecer se determinadas ações fossem tomadas;

f) Compreensível: resultados de fácil comunicação auxiliando na tomada de decisão e na formulação de políticas públicas para o planejamento local

g) Educador: instrumento excelente para a educação ambiental, já que fornece dados para a discussão e multiplicação da informação sobre os limites atuais e possíveis atuações frente a esse cenário.

⁸ HARDI, P.; BARG, S. **Measuring Sustainable Development:** Review of Current Practice. Winnipeg: IISD, 1997.

⁹ GOSSLING, Stefan, HNASON, Carina B, HÖRSTMEIER, Oliver, SAGGEL, Stefan.

Ecological Footprint analysis as tool to assess tourism sustainability. Ecological Economics. n. 43, 2002, p199-211. Disponível em www.elsevier.com. Acesso em: ago. 2004.

A Pegada Ecológica tem sido constantemente usada por pesquisadores e ambientalistas, como indicador de sustentabilidade de cidades ou países e como grandes campanhas de organizações como “Redefining Progress” e do “Living Planet Reports” da WWF (WWF-Brasil). Segundo Wackernagel e Rees (1996), a análise da Pegada Ecológica pode ser aplicada em várias escalas, organizacional, individual, familiar, regional, nacional e mundial.

O principal exemplo no uso da ferramenta é a comparação das Pegadas Ecológicas de diferentes países. Há alguns anos as organizações não governamentais Global Footprint Network e WWF em conjunto com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) apresentam um relatório denominado Living Planet Report (Relatório Planeta Vivo) que revelam o Saldo Ecológico de mais de cem países, acompanhando as tendências de aumento ou decréscimo na demanda por recursos naturais. A publicação do relatório Living Planet Report 2010 mostra os resultados da PE mundial e de mais de 140 países no ano de 2007, além de estatísticas. A Figura 9 mostra a PE (em número de planetas) por componente. A biocapacidade do planeta é representada pela linha horizontal, sempre igual a um.

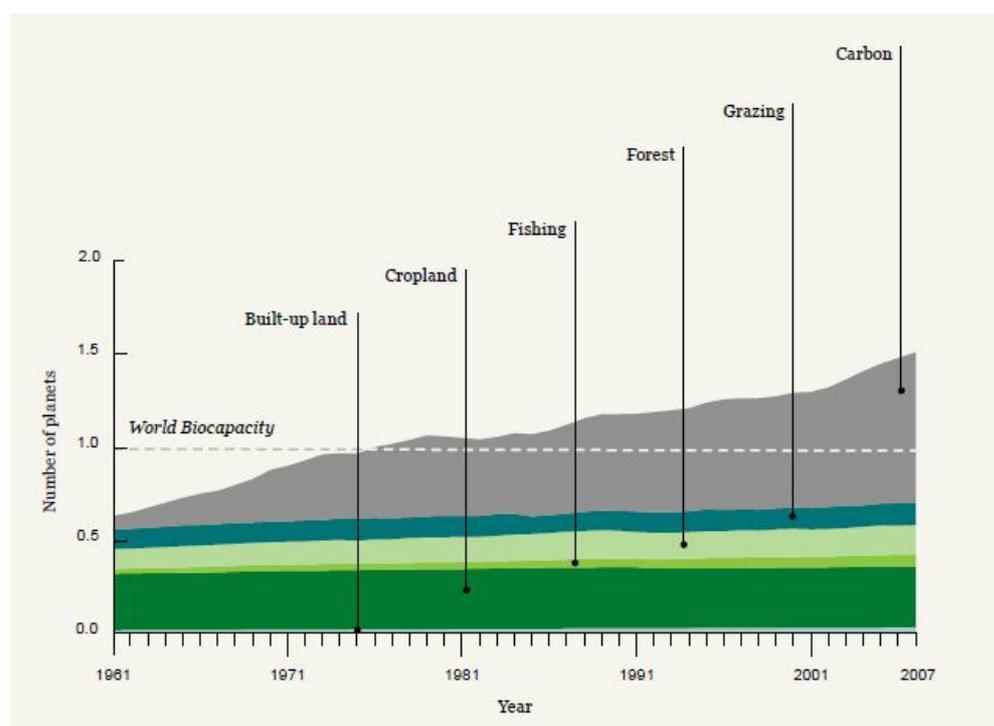


Figura 10: Pegada Ecológica, em número de planetas, por componente no período de 1961 a 2007. (Fonte: WWF, 2010)

Vê-se que, pelos cálculos feitos, o mundo consumiu aproximadamente 1,5 planetas em recursos no ano de 2007, sendo que apenas dispõe de 1 planeta. O estudo da organização Global Footprint Network chamado “Global Overshoot Day” (Dia da ultrapassagem mundial do

consumo de recursos que a Terra é capaz de regenerar no período de um ano) mostra que no ano de 2010, no dia 06 de agosto, a demanda ultrapassou a oferta de recursos e serviços que o planeta poderia oferecer esse ano. Ou seja, a Terra demora um ano e meio para regenerar o que a população consome em um ano (Global Footprint Network), como mostra a Figura 11.

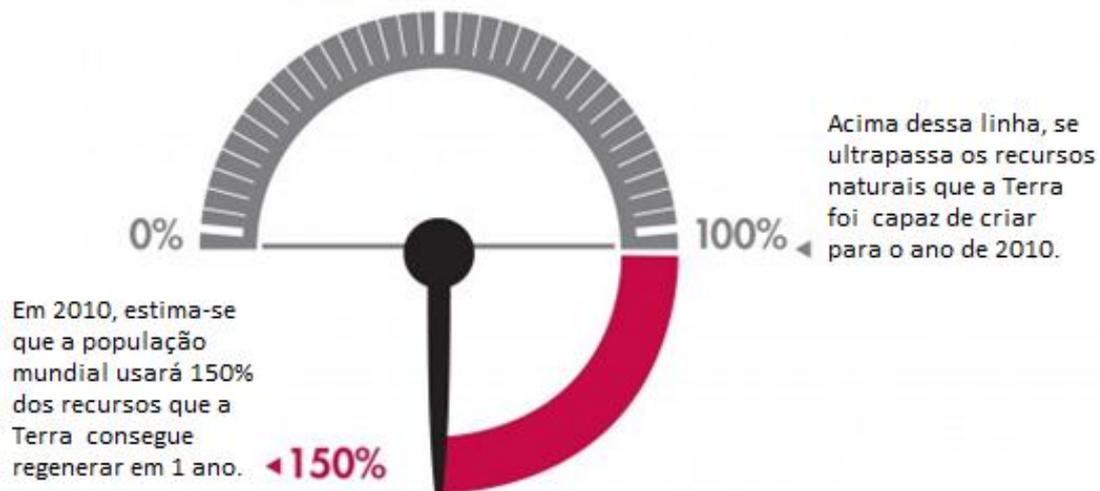


Figura 11: "Global Overshoot Day". Fonte: www.footprintnetwork.org

A identificação de mais de 4000 websites e as diversas instituições governamentais e não governamentais ao redor do mundo que discutem e aplicam a metodologia colaboraram para a disseminação da ferramenta, contribuindo para a afirmação da Pegada Ecológica como um indicador para medir e comunicar a sustentabilidade ecológica do planeta (CHAMBERS, *et al.*, 2000).

No que se refere ao tema em campi universitários, as iniciativas de tal cálculo surgiram, como afirma Olalla-Tarraga (2003), inicialmente nas universidades americanas e de países de língua anglo-saxônica, dentre as quais a Universidade de Redland na Califórnia e a Universidade do Texas. Outras iniciativas existem na Austrália e Espanha, destacando o cálculo na Universidade Politécnica de Catalunia, na Universidade Autônoma de Madri e Universidade de Santiago de Compostela. A última destaca-se, pois a metodologia utilizada nesse estudo baseia-se em sua experiência ao longo dos últimos anos.

4. Metodologia

Para a realização desse estudo foram utilizadas as equações para o cálculo da Pegada Ecológica, levando em consideração fatores de conversão da literatura e os resultados obtidos pelas coletas de dados no campus com os diferentes atores envolvidos: docentes, funcionários e alunos, como detalhado a seguir.

4.1 Bases de cálculo

O cálculo da Pegada Ecológica não representa fielmente a realidade vivida, assim como não apresenta em seu resultado a totalidade de parâmetros ambientais que influem no impacto gerado pelo campus universitário. É uma abordagem simplificada do mundo real, na qual alguns parâmetros são selecionados por alguns critérios. Como sugerem Wackernagel & Rees (1996), o estudo utilizou os principais itens de consumo do contexto estudado: a universidade.

Portanto, nesse estudo foram utilizados os parâmetros: **consumo de água, consumo de energia elétrica, consumo de papel, áreas construídas e transporte**. Desconsiderou-se outros parâmetros, tais como: fontes de energia (gás natural, diesel, nuclear e fontes alternativas) utilizadas em pesquisas, geração de resíduos (perigosos e não perigosos), alimentação (procedência e tipos de alimentos consumidos na universidade), vestuário e outros produtos e serviços consumidos. No entanto, em comparação com estudos de outras universidades (Universidade Autônoma de Madri e Universidade de Santiago de Compostela) acredita-se que os parâmetros utilizados neste estudo são os mais significativos. Além disso, como o estudo baseou-se nos estudos da USC, procurou-se utilizar os mesmos dados para posterior comparação.

Em estudos posteriores, com disponibilização de bancos de dados mais completos, poder-se-á inserir no cálculo mais parâmetros. A USP vem colocando esforços no sentido de melhorar seu sistema informações para possibilitar construção de indicadores mais robustos.

Para o cálculo, foram obtidos os valores totais do consumo de cada segmento, convertidos em quantidade correspondente de massa de gás carbônico liberado (CO₂), como mostra a equação 1 e novamente em área verde (quilômetros, hectares) necessária para absorção do mesmo, como mostra a equação 2.

Equação 1- Conversão consumo em emissão de CO₂

$$Emissao (kgCO_2) = Consumo (unidade) \cdot FatorEmissao \left(\frac{kgCO_2}{unidade} \right)$$

Equação 2- Conversão emissão CO₂ em área necessária (ha)

$$Area(ha) = \frac{Emissao(kgCO_2)}{TaxaAbsorcaoCarbono \left(\frac{kgCO_2}{ha/ano} \right)}$$

Como indicador, a Pegada Ecológica necessita de um período de análise e coleta de dados e por isso, esse estudo tem como ano-base 2008, ou seja, todos os dados aqui mostrados e analisados são referentes ao período de janeiro a dezembro de 2008.

4.2 Tipo de dados

Utilizou-se duas fontes de dados complementares: direto e indireto

4.2.1 Direto

Os dados de consumo foram obtidos nos diversos setores da universidade e as emissões são calculadas pela multiplicação da quantidade consumida pelo fator de conversão. Utilizou-se esse tipo de fonte para os seguintes insumos: água, energia elétrica, consumos associados à construção dos edifícios, consumo de papel por parte dos departamentos e demais órgãos.

4.2.2 Indireto

Os dados de consumo foram obtidos por meio de questionários aplicados a uma amostra de usuários do campus (alunos, docentes e funcionários). Esse método foi utilizado para dados de mobilidade dos usuários referente ao deslocamento residência-universidade e para o consumo de papel por parte dos estudantes e docentes.

Para o cálculo dos itens transporte e consumo de papel foi utilizado um período de 200 dias para alunos de graduação, considerando o período letivo, e 11 meses para docentes, funcionários e alunos de pós-graduação, considerando que esses grupo possuem um mês de férias por ano.

Os funcionários não responderam ao questionário sobre consumo de papel, pois considerou-se que eles utilizam o papel comprado institucionalmente, via departamento ou instituto, ou seja, aquele já contabilizado pelo Sistema Mercúrio, como ver-se-á no item 3.1.1.

Com relação ao transporte, inquiriu-se os usuários acerca da frequência de transporte da sua cidade de origem (no caso de estudantes) até São Carlos, assim como o transporte das residências até o campus. Porém, o dado sobre a frequência de transporte cidade de origem-São Carlos não foi contabilizado no cálculo da Pegada Ecológica nesse estudo.

Os questionários¹⁰ foram impressos e entregues aos usuários do Campus por meio de:

- a) apoio de docentes que o aplicaram em suas disciplinas;
- b) visitas aos institutos e departamentos;
- c) abordagem no Restaurante Universitário.

Os modelos de questionário aplicados estão apresentados nos Apêndices 1, 2 e 3.

Desta maneira, conseguiu-se uma amostra, representada na Tabela 2.

Tabela 2: Número de participantes do questionário frente à população total e porcentagem correspondente.

Categoria	Número total	Amostra participante do questionário	Porcentagem correspondente (%)
Alunos Graduação	4256	233	5,5
Alunos Pós-Graduação	2266	79	3,5
Docentes	481	29	6,0
Funcionários	1020	53	5,2
Total	8023	394	20,2

¹⁰ Utilizou-se o mesmo questionário para coleta de dados sobre consumo de papel e mobilidade. Os funcionários receberam apenas o questionário que tratava de mobilidade.

No caso dos dados coletados pelos questionários para uma amostra da comunidade do campus (indiretos), os resultados do percentual obtido (Tabela 2) foram extrapolados, por Regra de Três¹¹, para o número total de pessoas da categoria para representar sua totalidade.

Na Tabela 3 é apresentado um resumo dos parâmetros e sua respectiva fonte de dados.

Tabela 3: Parâmetros utilizados no cálculo da PE e respectivas fontes de coleta de dados.

Dados de Consumo levantados	Fonte
Papel utilizado nos Institutos	Sistema Mercúrio ¹²
Papel utilizado por professores e estudantes	Questionário
Água	Divisão de Obras e Infra-estrutura (DVOBINF) ¹³ /CCSC
Energia elétrica	Divisão de Obras e Infra-estrutura (DVOBINF)/CCSC
Transporte (carros oficiais)	Seção de Transporte das Unidades
Transporte (professores, funcionários e alunos)	Questionário
Áreas construídas	Divisão de Obras e Infra-estrutura (DVOBINF)/CCSC

4.3 Fatores de emissão CO₂ e Taxas de Absorção de CO₂

Cada recurso consumido possui um fator de emissão de CO₂ associado que inclui a quantidade de carbono emitida em seu ciclo de vida (extração, produção, consumo, destinação, reuso, etc). Abaixo (Tabela 4), são apresentados os fatores de emissão CO₂ utilizados nessa pesquisa, para cada insumo.

¹¹ REGRA DE TRÊS: cálculo ou processo matemático utilizado para resolver problemas que envolvam duas ou mais grandezas diretas ou grandezas inversamente proporcionais.

¹² Sistema integrado de compras de bens de consumo da Universidade de São Paulo

¹³ Divisão pertencente à Coordenadoria do Campus de São Carlos e responsável pelo planejamento de projetos, obras, áreas verdes e instalações elétricas.

Tabela 4: Fatores de emissão utilizados na pesquisa para cada parâmetro, e respectivas fontes de consulta

Fator de emissão		Unidades	Fonte	
Água	0,50	kgCO ₂ /m ³	Governo Municipal de Santiago de Compostela, Espanha <i>apud</i> Projeto Cálculo Pegada Ecológica Universidade de Santiago de Compostela (USC)	
Construção dos edifícios	520 ¹⁴	kgCO ₂ /m ²	Informe MIES ¹⁵ , 1999 <i>apud</i> Projeto Cálculo Pegada Ecológica (USC)	
Energia elétrica	0,57	kgCO ₂ /kWh	Instituto Energético de Galicia, 2007 <i>apud</i> Projeto Cálculo Pegada Ecológica (USC)	
Papel	Reciclado	0,61	kgCO ₂ /kg papel	Projeto Cálculo Pegada Ecológica (USC)
	Virgem	1,84		Projeto Cálculo Pegada Ecológica (USC)

Para os meios de transportes, foram utilizados os seguintes fatores de emissão e níveis de ocupação (Tabelas 5, 6 e 7):

Tabela 5: Fatores de emissão para meios de transporte

Meio de transporte	Fator de conversão
Moto	0,07 kgCO ₂ /km
Ônibus	0,04 kgCO ₂ /km
Avião	0,11 kgCO ₂ /km

¹⁴ O fator de emissão considera o tempo de vida útil de um edifício de 50 anos, por isso, o valor final de kgCO₂ deve ser dividido por 50, já que estamos calculando para o período de um ano.

¹⁵ Cuchí, A., López, I., *Informe MIES. Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental a l'ETSAV*, Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña, 1999.

Tabela 6: Fator de emissão associado ao transporte em automóveis por passageiro

Automóvel (kg CO ₂ /km)	Nível de ocupação (%)			
	25	50	75	100
	0,20	0,10	0,07	0,05

Tabela 7: Níveis de ocupação em automóveis

Nível ocupação	Pessoas
100%	5
75%	4
50%	3
25%	1 ou 2

Com relação à taxa de absorção média de carbono por florestas plantadas, há uma grande discrepância entre valores encontrados. Segundo COELHO (2001) e MELO (2007) os valores variam entre 1,6 e 6,5 t de CO₂ por hectare por ano, dependendo do bioma, fertilidade do solo, temperatura, etc. Segundo WACKERNAGEL & REES (1996), em média, florestas tropicais e boreais absorvem 1,8 t de CO₂ por hectare por ano. No presente trabalho, adotou-se o valor de absorção de 6,27 tCO₂/ha/ano, valor idêntico ao utilizado nos estudos da USC (RODRÍGUEZ, IGLESIAS, e ÁLVAREZ, 2008). Segundo VIEIRA¹⁶ (2009), o valor adotado corresponderia a florestas que serão implantadas e não para aquelas já plantadas, pois, florestas estabelecidas são estáveis na absorção de carbono. Para comparar, complementa VIEIRA (2009), as florestas da Amazônia, por exemplo, conseguem uma taxa de absorção de no máximo 1 tonelada/ha/ano apenas, porque estão equilibradas.

¹⁶ Informação fornecida por VIEIRA, S. A. Consulta pessoal [telefone] em out/2009.

5. Resultados

Os resultados obtidos estão apresentados na seguinte seqüência:

5.1 Consumo de papel;

5.2 Consumo de água;

5.3 Consumo de energia elétrica;

5.4 Áreas construídas; e

5.5 Mobilidade e transporte.

5.1 CONSUMO DE PAPEL

5.1.1 Consumo de papel institucional: método de cálculo direto

Com base nos dados de consumo de papel fornecidos pelo Sistema Mercúrio, elaborou-se a Tabela 8, que apresenta a quantidade de papel consumida no ano de 2008 e a fonte dos dados.

Tabela 8: Quantidade de papel consumida por ano em cada órgão do campus São Carlos

Instituto	Dpto	Quantidade de papel
EESC		
	SAP	136.000 folhas
	SET	90.000 folhas
	SEP	120.000 folhas
	SHS	149.000 folhas
	SEM	126.500 folhas
	SEL	75.000 folhas

	SMM	33.000 folhas
	STT	80.000 folhas
	SGS	155.000 folhas
	Demais órgãos	1.074.500 folhas
ICMC		4.894.000 folhas
IFSC		1.124.500 folhas
IQSC		521.500 folhas
CCSC		415.500 folhas
CDCC		48.000 folhas
CISC		39.500 folhas
TOTAL		9.082.000 folhas

Tabela 9: Fator de conversão do papel

Fator de conversão (kg CO₂/kg papel)	
Fibra virgem	1,84
Reciclado	0,61

De acordo com a Tabela 9, de fatores de conversão do papel (1,84 , t CO₂/t papel de fibra virgem e 0,61 t CO₂/t de papel reciclado) e considerando que todo o papel consumido pelos departamentos é feito a partir de fibra virgem (constatado pelo Sistema Mercúrio), converteu-se a quantidade de folhas de papel A4 consumidas em kgCO₂ liberados. Para tal, seguiram-se os seguintes passos:

1. Calculou-se o peso de cada folha: sabendo que cada folha tem a dimensão de 21,0 x 29,5cm (0,062 m² de área) e que, de acordo com os fabricantes, a gramatura é de 75gramas/m², calculou-se o peso de cada folha, obtendo o valor de 4,678g.

2. Calculou-se o peso total de papel A4 por Unidade/instituto, em toneladas, multiplicando o peso de cada folha pelo número total de folhas das Unidades;

3. Converteu-se o valor obtido em toneladas de CO₂ liberados, de acordo com o fator do Quadro 1.

A Tabela 10 apresenta a quantidade de folhas A4 consumidas por instituto e departamento, os respectivos peso e quantidade de CO₂ liberados.

Tabela 10: Quantidade de folhas A4 consumidas por instituto e departamento e os respectivos peso e quantidade de CO₂ liberado.

Instituto	Departamento	Quantidade de folhas/ano	Peso (t)	CO ₂ liberado (t)
EESC				
	SAP	136.000	0,636	1,171
	SET	90.000	0,421	0,775
	SEP	120.000	0,561	1,033
	SHS	149.000	0,697	1,282
	SEM	126.500	0,592	1,089
	SEL	75.000	0,351	0,646
	SMM	33.000	0,154	0,284
	STT	80.000	0,374	0,689
	SGS	155.000	0,725	1,334
	Demais órgãos	1.074.500	5,026	9,248

ICMC	4.894.000	22,893	42,123
IFSC	1.124.500	5,260	9,679
IQSC	521.500	2,439	4,489
CCSC	415.500	0,225	0,413
CDCC	48.000	1,944	3,576
CISC	39.500	0,185	0,340
TOTAL	9.082.000	42,483	78,171

Com base na quantidade de CO₂ liberado calculou-se a área necessária para absorção do mesmo. Para tanto, considerou-se o fator utilizado pela Universidade de Santiago de Compostela, de 6,27 tCO₂ por hectare. Desta forma, obteve-se o valor apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Quantidade de CO₂ liberado pelo consumo de papel por ano pelo Campus de São Carlos e sua respectiva área necessária para absorção

t CO ₂ liberado	hectares necessários
78,17	12,47

Considerando-se que o Campus de São Carlos possui uma população de 8.023 pessoas, estimou-se o consumo de papel *per capita*, assim como a área correspondente em hectares, ou seja, a pegada ecológica quanto ao uso de papel, conforme Tabela 12.

Tabela 12: Consumo de papel *per capita* e hectares correspondentes para absorção de CO₂

Número de pessoas	Consumo Papel <i>per capita</i> (folhas)/ano	Hectares necessários <i>per capita</i>	Metros quadrados <i>per capita</i>
8.023	1132	0,00155	15,5

5.1.2 Estimativa do consumo de papel *per capita* (alunos e docentes): método de cálculo indireto (questionários)

Com base nos questionários aplicados para uma amostra de usuários (alunos e docentes) do Campus USP São Carlos, foi possível estimar a quantidade total de CO₂ consumida por ano no Campus, assim como a área de território necessário para fabricação, uso e descarte desse insumo, ou seja, sua pegada ecológica, conforme Tabela 13.

Tabela 13: Consumo total de papel por docentes e alunos e sua respectiva área necessária.¹⁷

	População total	tCO₂ total consumidas/ano	ha necessários (ha/ano) total
Alunos graduação	4256	24,13	3,85
Alunos Pós-Graduação	2266	11,39	1,82
Docentes	481	1,57	0,25
TOTAL	7003	37,09	5,92

Além desse dado, também foi possível descobrir a frequência de uso, dos entrevistados, de papel reciclado dentro de suas atividades acadêmicas (impressões, projetos, relatórios, etc). Figura 12, 13 e 14.

¹⁷ O memorial de cálculo explicativo, contendo a metodologia utilizada para os cálculos encontra-se no apêndice 4.

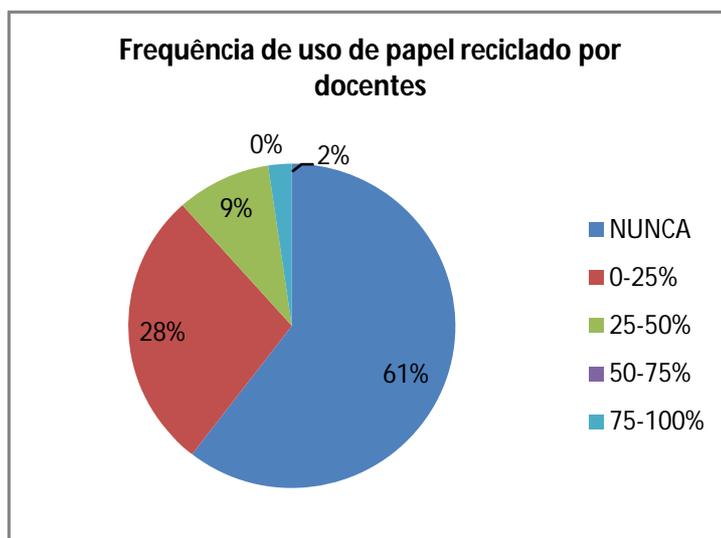


Figura 12: Frequência de uso de papel reciclado por docentes

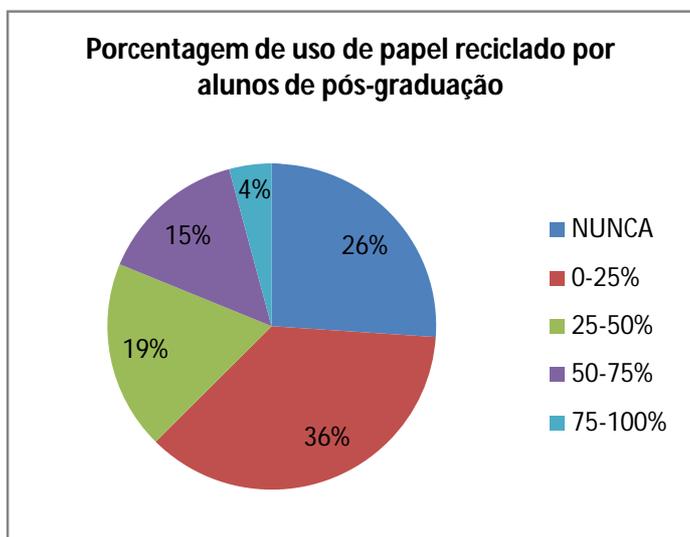


Figura 13: Frequência de uso de papel reciclado por alunos de pós graduação

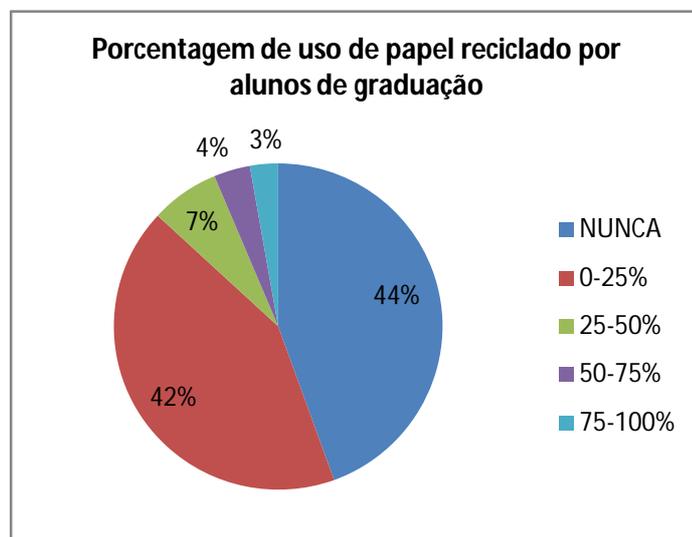


Figura 14: Frequência de uso de papel reciclado por alunos de graduação

Ainda na categoria docente averiguou-se o formato exigido para trabalhos (Figura 15) e o modo que o mesmo disponibiliza os materiais de aula para os alunos (Figura 16).

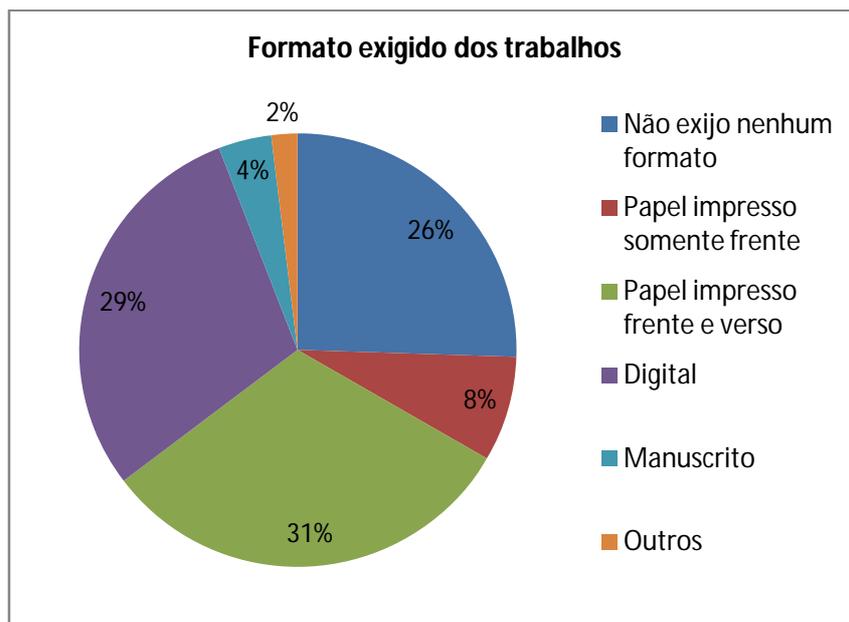


Figura 15: Formato dos trabalhos exigidos pelos docentes para os estudantes

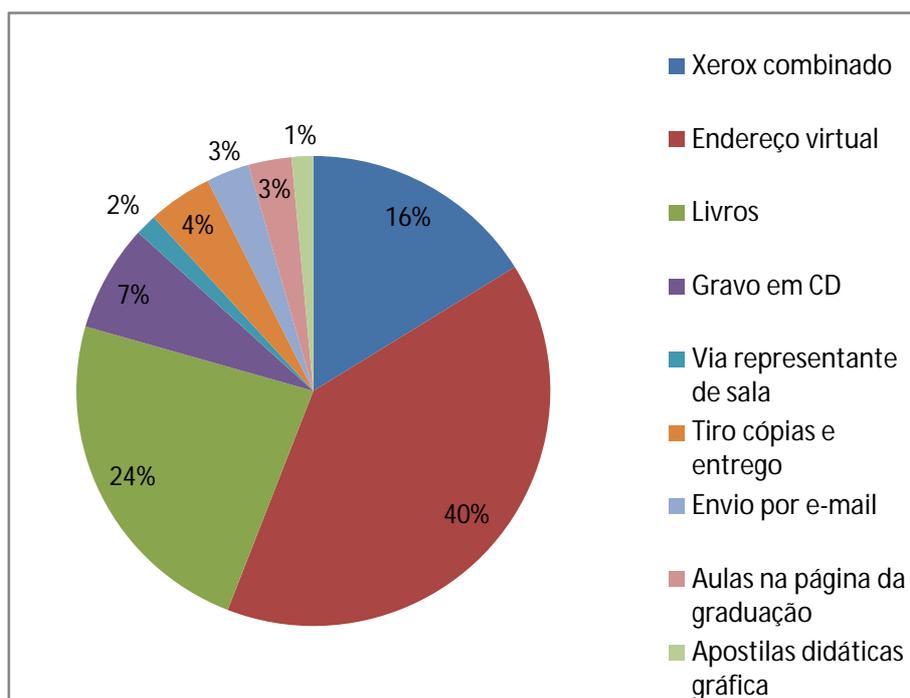


Figura 16: Modo de disponibilização de material didático para alunos pelos docentes

Outro aspecto questionado aos respondentes foi em relação à quantidade de papel consumida (documentos, artigos, trabalhos, etc.) que vira resíduo e dessa quantidade, qual a porcentagem que é encaminhada a reciclagem. Os resultados podem ser observados nas Figuras 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

Docentes:

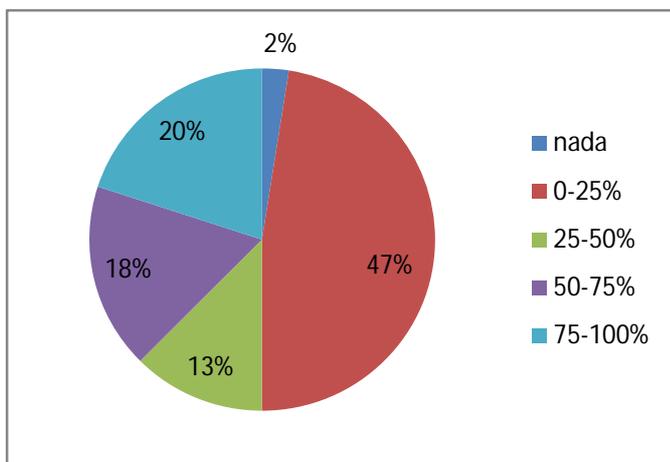


Figura 17: Porcentagem de papel consumido que vira resíduo pelos docentes

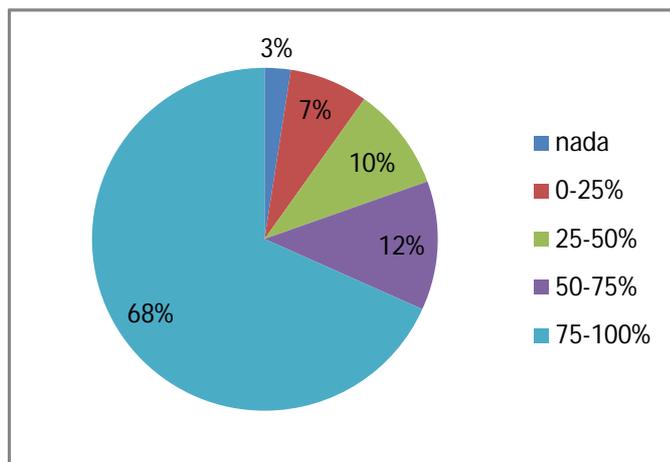


Figura 18: Porcentagem do papel que vira resíduo que é encaminhado para a reciclagem por docentes.

Alunos de pós graduação:

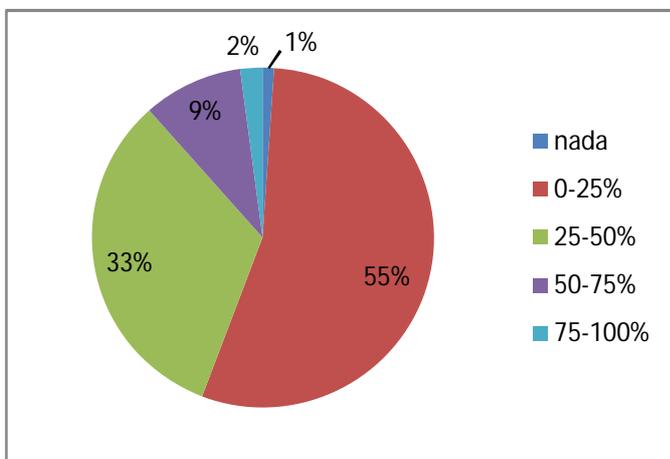


Figura 19: Porcentagem de papel consumido que vira resíduo pelos alunos de pós graduação

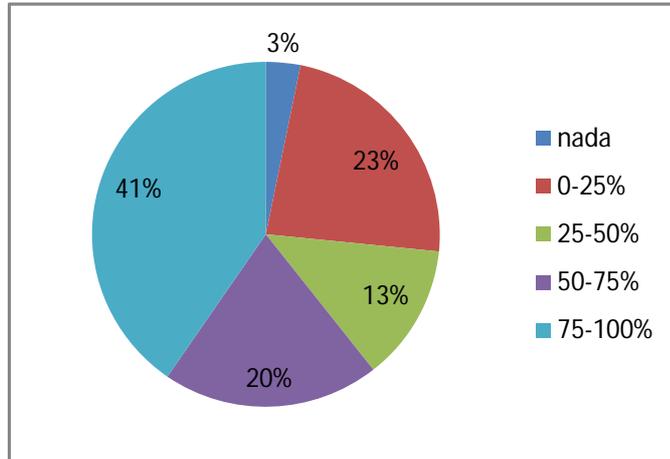


Figura 20: Porcentagem do papel que vira resíduo que é encaminhado para a reciclagem por alunos de pós graduação

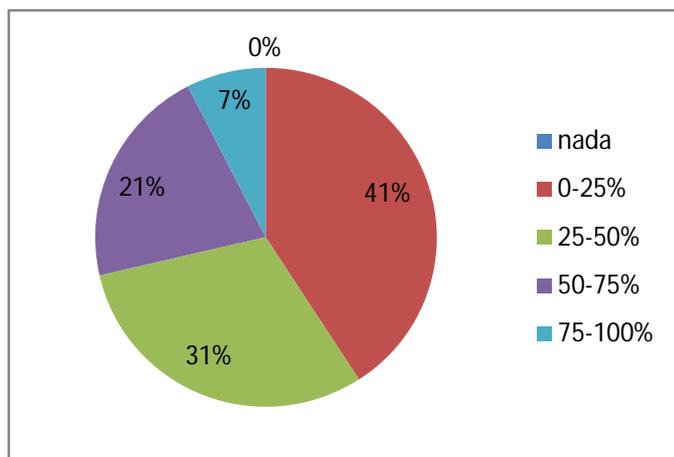
Alunos de graduação:

Figura 21: Porcentagem de papel consumido que vira resíduo pelos alunos de graduação

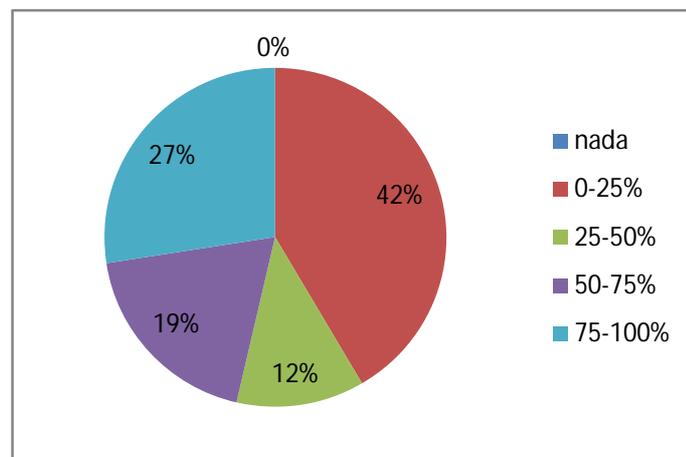


Figura 22: Porcentagem do papel que vira resíduo que é encaminhado para a reciclagem por alunos de graduação

5.1.3 Conclusões parciais sobre o consumo de papel

O campus de São Carlos consumiu oficialmente, em 2008, 18.164 resmas de papel A4, utilizados para atividades administrativas (ofícios, memorandos, relatórios, etc.) e educacionais (elaboração de provas, ementas, listas de exercícios, etc.), o que corresponde a 9.082.000 folhas.

De acordo com a pesquisa realizada, os alunos e docentes contribuíram, além do consumo de papel oficial, com a emissão de 37,09 toneladas de CO₂, pelo uso em trabalhos, cadernos, etc, correspondendo a 5,92 hectares.

Assim, considerando os hectares necessários para: a) consumo direto/oficial e b) consumo indireto/questionários e somando-se os dois, obtivemos uma pegada ecológica de **18,39 hectares** referentes ao consumo de papel pelo campus USP de São Carlos.

5.2 CONSUMO DE ÁGUA

A Tabela 14 mostra, nos diferentes hidrômetros, a quantidade de água consumida por mês, assim como a quantidade total e a média anual. Os dados completos fornecidos pela CCSC acerca dos hidrômetros do campus encontram-se no Anexo 1.

Tabela 14: Consumo de água pela USP São Carlos nos diferentes medidores (Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura¹⁸, 2008).

n° hidrômetro	Consumo (m ³)												Total Ano	Média Mensal
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1	160	113	125	166	165	209	184	155	170	240	294	254	2.235	186
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	23	21	40	24	18	18	19	22	26	25	26	31	293	24
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	407	242	294	211	188	188	60	467	363	230	231	285	3.166	264
6	1.408	218	0	0	0	0	0	2.045	2.028	0	0	0	5.699	475
7	0	2.208	0	0	0	0	0	1.077	1.146	0	0	0	4.431	369
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	583	56	0	0	0	0	0	770	0	1.026	0	0	2.435	203

¹⁸ Material fornecido pela Divisão de Obras e Infra-estrutura da Coordenadoria do Campus de São Carlos.

10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	3.343	1.108	0	0	0	0	0	2.698	0	0	3.030	0	10.179	848
12	0	0	0	0	0	0	0	71	65	0	0	0	136	11
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
14	3.582	8.865	12.996	13.802	13.300	14.578	15.100	7.703	6.592	11.459	12.559	12.272	132.808	11.067
15	0	0	0	0	0	0	0	0	159	0			159	13
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0
TOTAL	9.506	12.831	13.455	14.203	13.671	14.993	15.363	15.008	10.549	12.980	16.140	12.842	161.541	13.462

Legenda:

Amarelo: Hidrômetros medidores localizados no CDCC;



Azul: Hidrômetros medidores localizados no Campus 1, com abastecimento advindo da rede pública do SAAE de São Carlos – S.P;



Rosa: Hidrômetro medidor localizado no Campus 2 de São Carlos da USP;



Verde: Hidrômetro medidor localizado na saída do poço profundo do Campus 1 de São Carlos da USP.

Obs: Cada hidrômetro corresponde a um endereço, apresentado no anexo 1.

Algumas considerações sobre a Tabela 14:

a) *Sobre o Campus 2:*

1. O Campus conta com apenas 2 medidores do SAAE (de consumo irrisório, de acordo com o engenheiro responsável), atendendo uma pequena área, por isso o consumo é nulo em todos os meses;

2. O poço profundo existente no Campus 2, que responde pela quase totalidade do consumo e da área abastecida, ainda não possui medição oficial, por isso não consta na tabela;

b) *Sobre o CHREA:*

1. O CRHEA não possui medição oficial, por isso não consta na tabela.

c) *Sobre o Campus 1:*

1. Nos meses de janeiro, fevereiro, agosto e setembro, verificando o item 14 (poço profundo), percebe-se um consumo bem inferior à média, de aproximadamente 12.000 metros cúbicos por mês. Isso se deve ao fato de, nos meses citados, o mesmo apresentou problemas duradouros, necessitando manutenção prolongada.

Nestes casos, foram abertos os registros do SAAE, e os hidrômetros onde normalmente as leituras são zeradas (das Ruas Miguel Petroni e Carlos de Camargo Salles), nesses meses, apresentaram consumos que compensaram o suprimento do poço.

Frente a essas observações, observa-se uma estimativa abaixo do consumo real, o que implicará em um valor sub estimado da PE.

5.2.1 Análise dos dados de consumo de água

De acordo com a Tabela 4, Fatores de Conversão, cada metro cúbico de água consumido libera 0,5kg de CO₂. Assim, de acordo com o valor total do consumo de água no ano de 2008, apresentado na tabela 14, pode-se calcular a contribuição equivalente de gás carbônico emitido pela USP São Carlos, em kg e toneladas, referente aos fatores considerados.

Tendo em mãos a quantidade de CO₂ liberado, calculou-se a área necessária para o seqüestro do mesmo (considerou-se o fator utilizado pela Universidade de Santiago de Compostela, de 6,27 tCO₂ por hectare).

Tabela 15: Quantidade de CO₂ liberados e seus respectivos hectares

kg CO ₂ liberado	t CO ₂ liberado	Hectares necessários
80.770,5	80,77	12,88

Considerando-se que o Campus de São Carlos possui uma população de 8.023 pessoas, estimou-se o consumo de água *per capita*, assim como a área correspondente em hectares para cada indivíduo do Campus.

Tabela 16: Consumo de água *per capita* e hectares correspondentes para absorção de CO₂

Número de pessoas	Consumo água per capita (m ³)	Hectares necessários per capita	Metros quadrados per capita
8.023	20,13	0,0016	16,1

5.2.2 Conclusões parciais sobre o consumo de água

O campus de São Carlos, em 2008, consumiu 161.541 m³ de água utilizados para consumo dos funcionários, docentes e alunos, atividades laboratoriais, de limpeza, etc.

Assim, a pegada ecológica, considerando somente o consumo de água no campus, é de **12,88 hectares**.

5.3 CONSUMO DE ENERGIA

Os valores de consumo energético dos medidores distribuídos pelo Campus estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17: Consumo de Energia Elétrica Campus USP São Carlos (período: janeiro/dezembro de 2008). Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura, 2008.

IDENTIFICAÇÃO DO MEDIDOR	Dados gerais de controle da unidade consumidora (U.C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL ANUAL	MÉDIA MENSAL	
USP – PREFEITURA - ÁREA NORTE Código Consumidor CPFL : 2569973	Cons. Ponta	P	17.921	20.286	24.964	26.368	25.988	25.495	27.494	24.242	29.567	32.427	29.701	28.613	313.066	26.089
	Cons. Fora Ponta	FP	196.020	228.960	232.140	230.220	238.440	214.140	231.780	202.800	237.000	272.820	272.640	271.440	2.828.400	235.700
	Consumo Total	(KWh)	213.941	249.246	257.104	256.588	264.428	239.635	259.274	227.042	266.567	305.247	302.341	300.053	3.141.466	261.789
USP – PREFEITURA - ÁREA SUL Código Consumidor CPFL : 2095874	Cons. Ponta	P	24.547	25.040	32.771	36.367	34.469	33.191	35.647	29.002	37.322	41.272	38.609	40.831	409.068	34.089
	Cons. Fora Ponta	FP	273.270	299.340	317.370	327.840	334.140	300.990	310.860	281.970	308.640	363.300	358.230	381.360	3.857.310	321.443
	Consumo Total	(KWh)	297.817	324.380	350.141	364.207	368.609	334.181	346.507	310.972	345.962	404.572	396.839	422.191	4.266.378	355.532
USP – INSTITUTO DE FÍSICA I Código Consumidor CPFL : 2364182	Cons. Ponta	P	12.996	17.580	21.155	18.910	16.950	16.305	15.817	15.883	18.420	17.948	18.811	19.360	210.135	17.511
	Cons. Fora Ponta	FP	155.460	194.820	190.680	180.420	161.940	151.980	148.440	155.820	162.780	174.660	183.960	196.500	2.057.460	171.455
	Consumo Total	(KWh)	168.456	212.400	211.835	199.330	178.890	168.285	164.257	171.703	181.200	192.608	202.771	215.860	2.267.595	188.966
USP – INSTITUTO DE FÍSICA II Código Consumidor CPFL : 30934931	Cons. Ponta	P	3.677	3.603	5.055	4.693	4.516	3.995	4.245	3.567	4.975	5.182	5.949	5.667	55.124	4.594
	Cons. Fora Ponta	FP	42.600	45.570	47.910	41.940	42.240	36.720	36.450	37.500	39.810	44.730	50.460	48.540	514.470	42.873
	Consumo Total	(KWh)	46.277	49.173	52.965	46.633	46.756	40.715	40.695	41.067	44.785	49.912	56.409	54.207	569.594	47.466
USP – CDCC Código Consumidor CPFL : 2096056	Cons. Ponta	P	529	586	576	600	638	640	677	647	668	681	605	606	7.453	621
	Cons. Fora Ponta	FP	6.942	8.723	8.397	8.825	8.899	8.036	8.662	8.336	8.854	9.197	7.708	8.748	101.327	8.444
	Consumo Total	(KWh)	7.471	9.309	8.973	9.425	9.537	8.676	9.339	8.983	9.522	9.878	8.313	9.354	108.780	9.065

USP- CRHEA/SHS EESC - ADM Código Consumidor ELEKTRO : 18398065	Cons. Ponta	P	1.013	1.148	1.225	1.190	996	940	1.116	1.199	1.162	1.144	1.222	1.176	13.531	1.128
	Cons. Fora Ponta	FP	11.407	14.584	14.134	13.344	12.071	10.334	11.390	12.619	12.237	12.316	14.516	13.023	151.975	12.665
	Consumo Total	(KWh)	12.420	15.732	15.359	14.534	13.067	11.274	12.506	13.818	13.399	13.460	15.738	14.199	165.506	13.792
USP- CRHEA/SHS EESC- MÓDULO 2 Código Consumidor ELEKTRO : 18398090	Cons. Ponta	P	133	192	117	141	158	167	159	145	129	206	197	177	1.921	160
	Cons. Fora Ponta	FP	1.402	2.066	1.823	1.651	1.565	1.359	1.288	1.344	1.519	2.171	2.294	1.996	20.478	1.707
	Consumo Total	(KWh)	1.535	2.258	1.940	1.792	1.723	1.526	1.447	1.489	1.648	2.377	2.491	2.173	22.399	1.867
USP - PREFEITURA - CAMPUS II Código Consumidor CPFL : 0038213605	Cons. Ponta	P	4.238	4.202	4.340	4.958	5.579	5.638	6.356	6.657	0	0	0	0	41.968	3.497
	Cons. Fora Ponta	FP	39.040	38.200	37.680	48.560	56.360	50.200	55.840	54.920	61.840	66.880	63.200	70.200	642.920	53.577
	Consumo Total	(KWh)	43.278	42.402	42.020	53.518	61.939	55.838	62.196	61.577	61.840	66.880	63.200	70.200	684.888	57.074
USP - RÁDIO USP - SÃO CARLOS Código Consumidor CPFL : 34980024	Cons. Ponta	P	0	0	DESATI VADO	DESATIV ADO	0	0								
	Cons. Fora Ponta	FP	4.818	4.359	DESATI VADO	DESATIV ADO	9.177	765								
	Consumo Total	(KWh)	4.818	4.359	DESATI VADO	DESATIV ADO	9.177	765								
USP - PCASC II Código Consumidor CPFL : 35262133	Cons. Ponta	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cons. Fora Ponta	FP	5.509	5.614	5.963	5.884	5.868	6.370	6.085	6.616	5.686	5.322	5.004	63.921	5.327	
	Consumo Total	(KWh)	5.509	5.614	5.963	5.884	5.868	6.370	6.085	6.616	5.686	5.322	5.004	0	63.921	5.327
UNIVERSIDAD E DE SÃO PAULO PORTARIA Código	Cons. Ponta	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cons. Fora Ponta	FP	237	252	259	227	229	246	276	253	233	212	218	2.642	220	
UNIVERSIDAD E DE SÃO PAULO Moradia Provisória Código Consumidor CPFL : 2257807	Cons. Ponta	P											?	0	0	
	Cons. Fora Ponta	FP											?	0	0	
	Consumo Total	Total (KWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Com base nos dados da Tabela 17, obteve-se o total consumido no ano de 2008, apresentado a seguir:

Tabela 18– Resumo anual do consumo de energia elétrica

Parâmetros de controle	Resumo Anual
Consumo Total na Ponta (kWh)	1.052.266
Consumo Total Fora de Ponta (kWh)	10.250.080
Consumo Total Acumulado (KWh)	11.302.346

Com base no consumo total de kWh pelo Campus em 2008, pode-se calcular a quantidade de gás carbônico emitida pelo uso de tal quantidade, aplicando-se um fator de conversão (Tabela 4), de 0,57 kgCO₂/kWh.

Levando em consideração o fator de absorção do CO₂ por florestas utilizado pela Universidade de Santiago de Compostela (6,27 tCO₂ por hectare), construiu-se a Tabela 19.

Tabela 19: Emissão de CO₂ pelo consumo de energia elétrica e sua respectiva área necessária para absorção.

	kWh	kgCO₂	tCO₂	Hectares
Total Consumo Ponta	1.052.266	599791,62	599,79	95,66
Total Consumo Fora Ponta	10.250.080	5842545,6	5842,55	931,83
Total Acumulado	11.302.346	6442337,22	6442,34	1027,49

Considerando-se que o Campus de São Carlos possui uma população de 8.023 pessoas, estimou-se o consumo de energia elétrica *per capita* assim como a área correspondente, em hectares, mostrados na Tabela 20.

Tabela 20: Consumo de energia *per capita* e hectares correspondentes para absorção de CO₂

Número de pessoas	Consumo energia <i>per capita</i> (kWh)	Hectares necessários <i>per capita</i>	Metros quadrados <i>per capita</i>
8.023	1.409	0,128	1281,0

5.3.1 Conclusões parciais sobre o consumo de energia

O campus de São Carlos, em 2008, consumiu 11.302.346 kWh de energia elétrica utilizados para iluminação pública, suprimento de luz para salas de aulas, salas de docentes, laboratórios, entre outros, manutenção de aparelhos laboratoriais, etc.

Desta forma, a pegada ecológica, considerando somente o consumo de energia elétrica no campus é de **1027,5 hectares**.

5.4 ÁREAS CONSTRUÍDAS

A Tabela 21 apresenta a síntese das áreas edificadas do campus USP São Carlos.

Tabela 21: Síntese Áreas Edificadas Campus USP São Carlos. (Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura, 2008)

SÍNTESE GERAL - ÁREAS EDIFICADAS, em metros quadrados (m²)	
ÁREAS CONSTRUÍDAS - CAMPUS "ÁREA 1"	
CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL - CDCC	426,00
CENTRO DE INFORMÁTICA DE SÃO CARLOS - CISC	2.189,18
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC	59.974,13
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - ICMC	13.006,83
INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS - IFSC	17.826,12
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS - IQSC	14.976,05
COORDENADORIA DO CAMPUS DE SÃO CARLOS – CCSC	21.546,64
TOTAL DAS UNIDADES (m²)	129.944,95
PARQUE ESPORTIVO (CAMPO DE FUTEBOL, QUADRAS DESCOBERTAS, PISCINAS, ETC.)	22.005,41
ÁREAS CONSTRUÍDAS - CAMPUS "ÁREA 2"	
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC	6.648,45

INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - ICMC	796,50
COORDENADORIA DO CAMPUS DE SÃO CARLOS – CCSC	7.631,15
TOTAL DAS UNIDADES (m²)	15.076,10
ÁREAS CONSTRUÍDAS - CRHEA, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - SHS / EESC, Município de Itirapina - SP	
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA, CRHEA - SHS / EESC	4.350,39
TOTAL DO CRHEA (m²)	4.350,39
ÁREAS CONSTRUÍDAS - CDCC, Centro de Divulgação Científica e Cultural do IFSC - IQSC, à Rua 9 de Julho, nºs 1.227, 1.205 e 1.183	
Imóvel pertence ao CDCC, à Rua 9 de Julho nº 1.227, esquina com a Rua 13 de Maio, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	1.882,25
Imóvel em fase de compra pelo CDCC, à Rua 9 de Julho nº 1.205, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	262,57
Imóvel alugado pelo CDCC, à Rua 9 de Julho, nº 1.183, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	210,14
TOTAL ÁREAS DO CDCC, localizadas no Centro da Cidade de São Carlos - SP (m²)	2.354,96
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL GERAL GLOBAL	151.726,40
PARQUE ESPORTIVO (CAMPO DE FUTEBOL, QUADRAS DESCOBERTAS, PISCINAS, ETC.)	22.005,41

Tabela 22: Síntese áreas dos terrenos do Campus USP São Carlos. (Fonte: Divisão de Obras e Infra-estrutura,2008)

SÍNTESE GERAL - ÁREAS DOS TERRENOS, em metros quadrados (m²)	
CAMPUS "ÁREA 1"	
ÁREAS URBANIZADAS DO CAMPUS "ÁREA 1"	321.457,00 m ²
ÁREAS NÃO-URBANIZADAS DO CAMPUS "ÁREA 1"	0,00 m ²
TOTAL CAMPUS "ÁREA 1"	321.457,00 m²
CAMPUS "ÁREA 2"	
ÁREAS URBANIZADAS DO CAMPUS "ÁREA 2"	620.986,95 m ²
ÁREAS NÃO-URBANIZADAS DO CAMPUS "ÁREA 2"	357.040,90 m ²
TOTAL CAMPUS "ÁREA 2"	978.027,85 m²
CAMPUS DO CRHEA - Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada do SHS / EESC	
REPRESA DO LOBO, MUNICÍPIO DE ITIRAPINA - SP / CRHEA (ÁREAS URBANIZADAS)	147.000,00 m ²
REPRESA DO LOBO, MUNICÍPIO DE ITIRAPINA - SP / CRHEA (ÁREAS NÃO-URBANIZADAS)	106.602,72 m ²

TOTAL ITIRAPINA - SP	253.602,72 m²
CDCC - Centro de Divulgação Científica e Cultural do IFSC - IQSC	
Imóvel pertence ao CDCC, à Rua 9 de Julho nº 1.227, esquina com a Rua 13 de Maio, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	1.605,89 m²
Imóvel em fase de compra pelo CDCC, à Rua 9 de Julho nº 1.205, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	833,52 m²
Imóvel alugado pelo CDCC, à Rua 9 de Julho, nº 1.183, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	498,30 m²
Terreno alugado pelo CDCC, à Rua 9 de Julho, nº 1.845, Centro de São Carlos - SP (localizado fora do Campus)	425,00 m²
TOTAL ÁREAS DO CDCC (localizadas no Centro da Cidade de São Carlos - SP)	3.362,71 m²
TOTAL GERAL GLOBAL	
	1.556.450,28 m²
ou	155,65 há

Um resumo das áreas dos terrenos e das áreas construídas é mostrado nas Tabelas 23 e 24:

Tabela 23: Resumo das áreas urbanizadas e não-urbanizadas do Campus USP São Carlos

	Área (m ²)		
	Urbanizada	Não urbanizada	Total
Campus 1	321.457,00	0,00	321.457,00
Campus 2	620.986,95	357.040,90	978.027,85
CHREA	147.000,00	106.602,72	253.602,72
CDCC	3.362,71	0,00	3.362,71
TOTAL	1.092.806,66	463.643,62	1.556.450,28

Tabela 24: Síntese áreas construídas USP São Carlos

Áreas	Área construída (m ²)
Unidades- Campus 1	129.945,00
Área esportiva	22.005,41
Unidades- Campus 2	15.076,10
CHREA	4.350,39
CDCC	2.354,96
TOTAL	173.731,80

Com o valor total de área construída no campus, converteu-se, através do fator de conversão de **520 kgCO₂/m²** (Tabela 4), em quantidade de CO₂ liberada e, posteriormente, em área verde necessária para absorção do mesmo. O fator de conversão considera um tempo de

vida de 50 anos, por isso, o valor final de kgCO₂ foi dividido por 50, já que estamos calculando para um período de um ano.

Tabela 25: Quantidade de CO₂ liberado (kg e t) e sua respectiva área

Área total construída (m ²)	173.731,8
kgCO ₂	1.806.810,82
tCO ₂	1.806,81
Pegada (ha)	288,17

5.4.1 Conclusões parciais sobre a área construída

O campus de São Carlos possui 173.731,80 m² de área construída, correspondendo a 11% do total.

Assim, a pegada ecológica, considerando somente as áreas construídas, e os recursos necessários para sua construção (matéria prima, gastos energéticos, etc.) é de **288,17 hectares**.

5.5 MOBILIDADE E TRANSPORTE

5.5.1 Estimativa da PE referente ao transporte de veículos oficiais da instituição: cálculo direto

A Tabela 26 apresenta os dados de transporte na USP São Carlos, fornecidos pelas Seções de Transporte dos órgãos do campus.

Tabela 26: Dados sobre transporte (distância percorrida por carros oficiais, número de locações e localidade) na USP São Carlos

Órgãos	Distância percorrida por carros oficiais (km/ano)	Locações	Localidades atendidas nas locações
EESC	320.949	704/ano	São Paulo, Campinas e Ribeirão Preto
CDCC	32.871	---	---
CISC	60.359	---	---
ICMC	201.600	6/mês	São Paulo e Campinas
IFSC ¹⁹	200.175	---	---
IQSC	139.221	20.000 km/ano	---
CCSC ²⁰	---	---	---
TOTAL	955.175		

A partir dos dados de quilometragem percorridos pelos veículos oficiais, foi possível calcular a emissão de CO₂ intrínseca à mesma. Considerou-se, para tanto:

¹⁹ O Setor de Transportes do IFSC alegou não ser o setor responsável pelas locações, por esse motivo, o estudo não contempla esse dado.

²⁰ A Coordenadoria do Campus (CCSC) não conseguiu entregar os dados referentes ao período na época do levantamento de dados.

- a) que todos os veículos sejam automóveis (carro);
- b) que todos os veículos transportam 2 pessoas/viagem;

Com isso, transformou-se o total percorrido em massa de carbono, de acordo com as tabelas 6 (fatores de conversão) e 7 (nível de ocupação), resultando no obtido a seguir (Tabela 27).

Tabela 27: Total de CO₂ liberado pelos veículos oficiais e correspondente área necessária para absorção.

Total km percorridos (km)	955.175
kgCO₂	191.035
tCO₂	191,035
Pegada (ha)	30,47

Com relação ao transporte realizado com veículos locados, foi necessário inicialmente estimar a quantidade de quilômetros percorridos nas locações. Então, dividiu-se a quantidade de locações pelas cidades atendidas, e por fim, calcularam-se os quilômetros percorridos, de acordo com as distâncias entre as duas cidades (Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, 2008):

São Carlos – São Paulo: 249 km;

São Carlos – Campinas: 147 km;

São Carlos – Ribeirão Preto: 101 km.

Para o cálculo, considerou-se ida e volta, ou seja, duas vezes a distância acima. Esses valores estão são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28: Quantidade e destino das locações feitas na USP São Carlos em 2008 e respectivos, km percorridos.

Órgão	Número de locações				Km percorridos			
	São Paulo	Campinas	Ribeirão Preto	Total	São Paulo	Campinas	Ribeirão Preto	Total
EESC	235	235	234	704	117030	69090	47268	233388
CDCC				---				
CISC				---				
ICMC	36	36	0	72	17928	10584		28512
IFSC				---				
IQSC				---				20000
CCSC								
TOTAL	271	271	234	776	134.958	79.674	47.268	281.900

Observa-se que esse valor está subestimado, já que alguns órgãos não foram computados (vide Tabela 26) e alguns outros tipos de deslocamento não foram contabilizados, tais como: a) quilômetros percorridos com carros individuais para prestação de serviços para a universidade e b) quilômetros percorridos por carros associados diretamente a projetos de pesquisa.

A conversão para massa de CO₂ e hectares foi feita da mesma maneira que descrita anteriormente para os veículos oficiais, portanto:

Tabela 29: Total de CO₂ liberados pelas locações e sua respectiva área necessária

Total km percorridos (km)	281.900
kgCO₂	56.380
tCO₂	56,38
Pegada (ha)	8,99

5.5.2 Estimativa de PE devido ao transporte da comunidade acadêmica: cálculo indireto

Com base nos questionários aplicados foi possível estimar a quantidade total de CO₂ consumida por ano no Campus referente à mobilidade dos usuários do campus. Os dados obtidos foram extrapolados para toda a população da USP São Carlos. A Tabela 30 apresenta os dados obtidos.

Tabela 30: Toneladas de CO₂ emitidas no transporte dos usuários do campus e seus respectivos hectares²¹

Categoria	População total	tCO ₂ consumidas/ano	ha necessários (ha/ano)
Alunos graduação	4256	197,91	31,56
Alunos Pós-Graduação	2266	231,43	36,91
Docentes	481	319,89	51,02
Funcionários	1020	240,69	38,39
TOTAL	8023	989,92	157,88

Além desses dados, foi possível verificar o meio de transporte mais utilizado para locomoção até a universidade pelos diferentes atores, como mostrado nas Figuras 23, 24, 25 e 26.

²¹ O memorial de cálculo explicativo, contendo a metodologia utilizada para os cálculos encontra-se no Apêndice 4

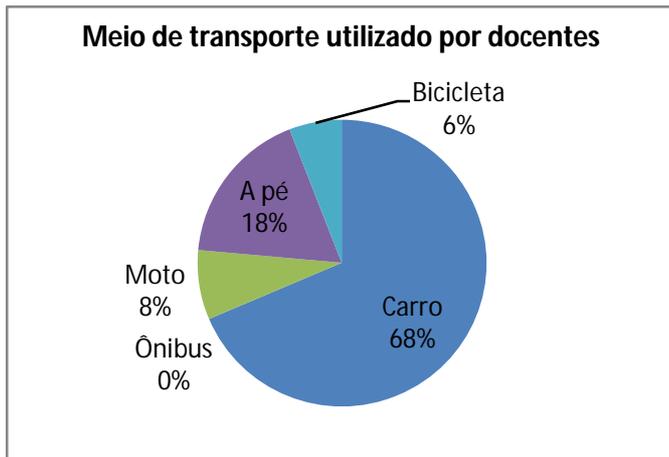


Figura 23: Meio de transporte utilizado pelos docentes

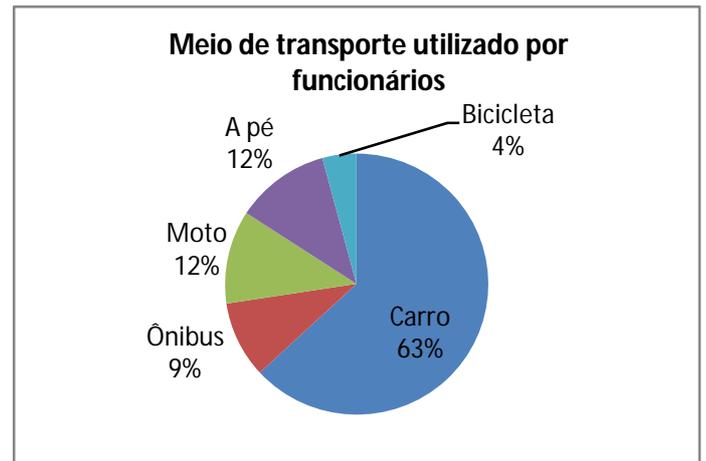


Figura 24: Meio de transporte utilizado por funcionários

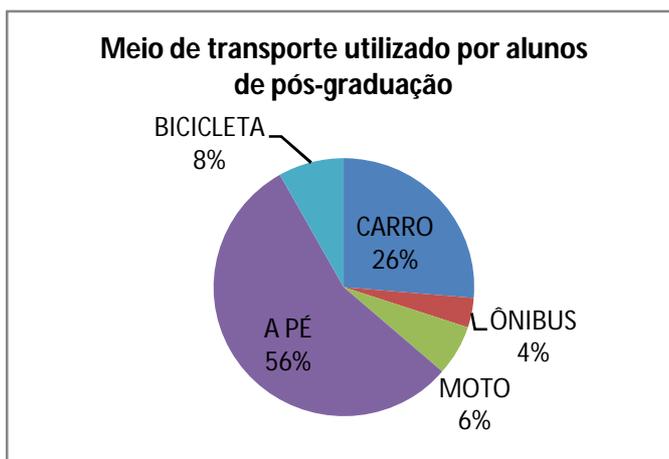


Figura 25: Meio de transporte utilizado por alunos de pós graduação

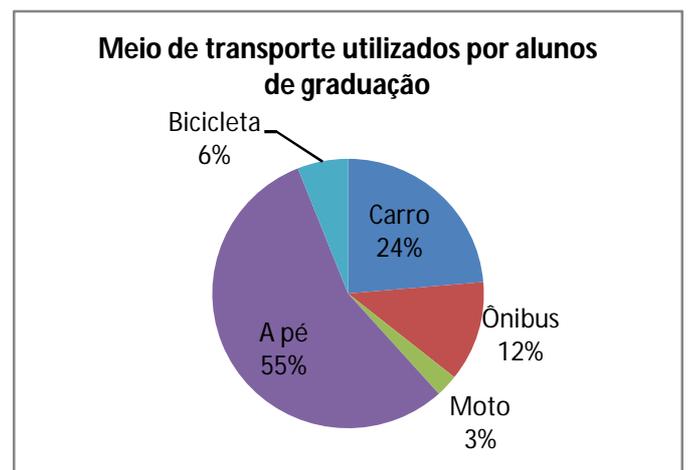


Figura 26: Meio de transporte utilizado por alunos de graduação

Considerando 20 minutos como tempo razoável para um deslocamento a pé e de bicicleta e sabendo que a velocidade média para deslocamentos a pé é de 5km/h e de bicicleta 20km/h (INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2009) obtém-se uma distância de 1,7 km e 6,7 km razoável para um trajeto a pé e de bicicleta, respectivamente.

No questionário realizado, perguntou-se aos respondentes qual a distância, em km, de sua residência até a universidade. Com esses dados, foi possível fazer relações entre as respostas, nas quais, encontrou-se que aproximadamente 10% dos docentes respondentes que utilizam carro, poderiam deslocar-se a pé, enquanto, 13% poderiam utilizar a bicicleta como meio de transporte até a universidade. Entre os funcionários que utilizam carro, 5% poderiam ir a pé e 38% de bicicleta. Na categoria alunos, 11% dos alunos de pós e 14% dos alunos de graduação entrevistados poderiam ir a pé e 11% dos alunos de pós graduação e 40% dos alunos de graduação poderiam ir de bicicleta, sendo assim, a categoria alunos representaria uma mudança significativa no modo de locomoção, e conseqüentemente, na PE, caso optasse por locomover-se a pé ou de bicicleta.

Dentre os entrevistados que diziam utilizar o carro como meio de transporte até a universidade e que responderam se dividiam o carro com outras pessoas (Figuras 27, 28, 29 e 30), obteve-se:

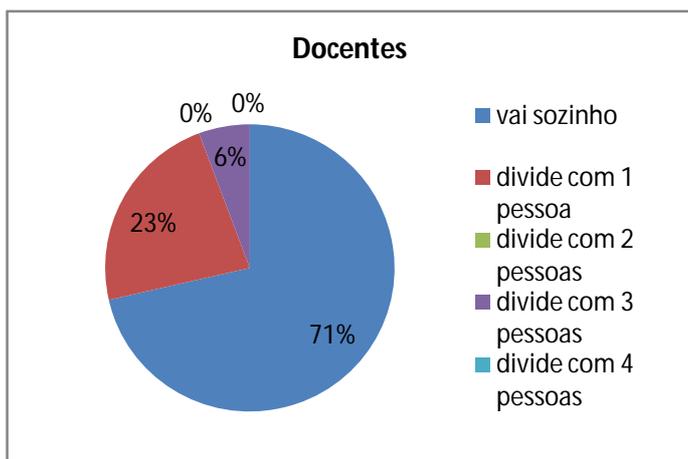


Figura 27: Porcentagem de docentes que dividem o carro com outras pessoas

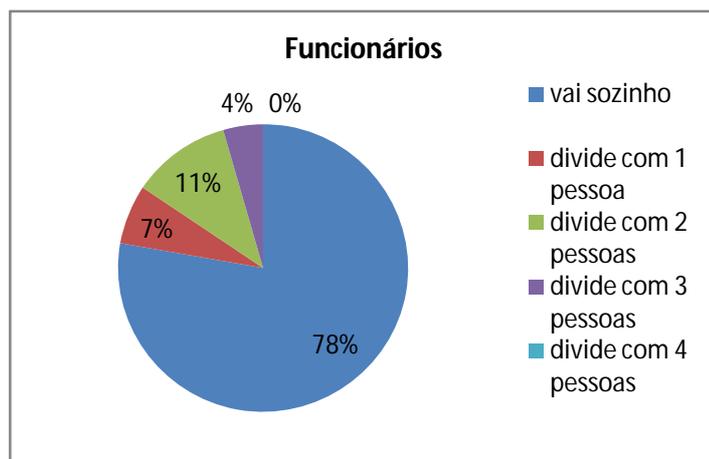


Figura 28: Porcentagem de funcionários que dividem o carro com outras pessoas

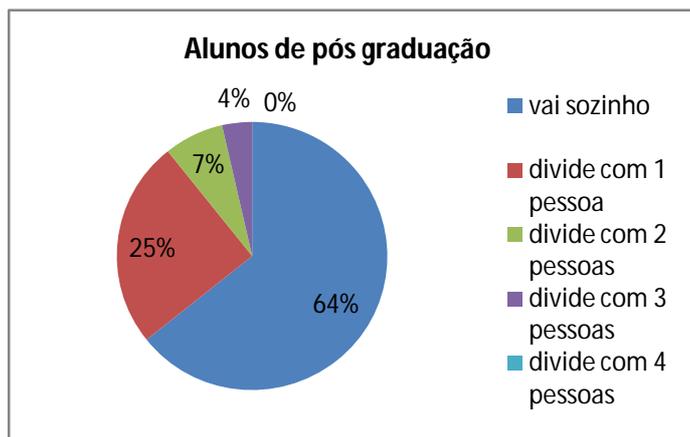


Figura 29: Porcentagem de alunos de pós graduação que dividem o carro com outras pessoas

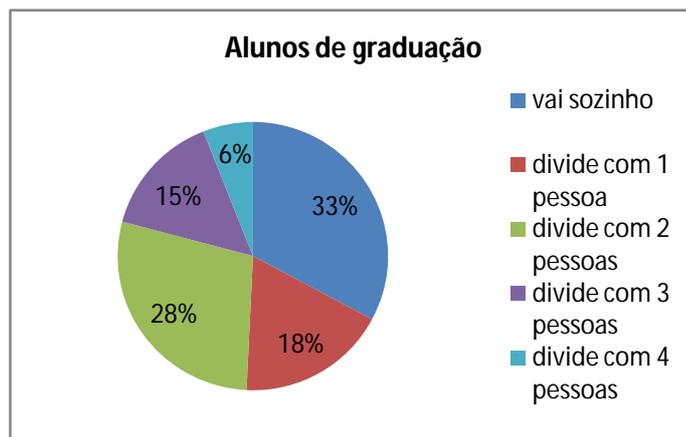


Figura 30: Porcentagem de alunos de graduação que dividem o carro com outras pessoas

Nota-se que, entre docentes, funcionários e alunos de pós graduação (Figuras 27, 28 e 29), o nível de divisão do carro é pequeno, ou seja, a maioria se desloca sozinho. Entre os alunos de graduação (Figura 30) esse nível é bem maior, porém, ainda assim, o maior percentual é um deslocamento solitário.

5.5.3 Conclusões Parciais sobre mobilidade e transporte

O total de hectares necessários para o transporte oficial da comunidade dá-se pela soma dos valores obtidos anteriormente: i)veículos oficiais, ii)locações feitas e iii)transporte da população até a universidade no ano de 2008. Portanto, somando-se os valores, tem-se que a Pegada Ecológica referente ao transporte é de **197,34** hectares.

6. SÍNTESE GERAL sobre a Pegada Ecológica do Campus USP de São Carlos

A Tabela 31 apresenta os dados da pegada ecológica do campus USP de São Carlos.

Tabela 31: Pegada ecológica: resultados por categoria

Categoria	Emissões CO ₂ (tCO ₂ /ano)	Pegada Ecológica (ha/ano)
Consumo de papel	198,17	18,39
Consumo de água	80,77	12,88
Consumo de energia elétrica	6442,34	1027,49
Áreas construídas	1.806,81	288,17
Mobilidade e transporte	1.237,33	197,34
TOTAL	9.765,42	1.544,27

Na Figura 30 são mostradas as porcentagens de cada categoria, ou seja, a contribuição de cada parâmetro com a Pegada Ecológica do Campus.

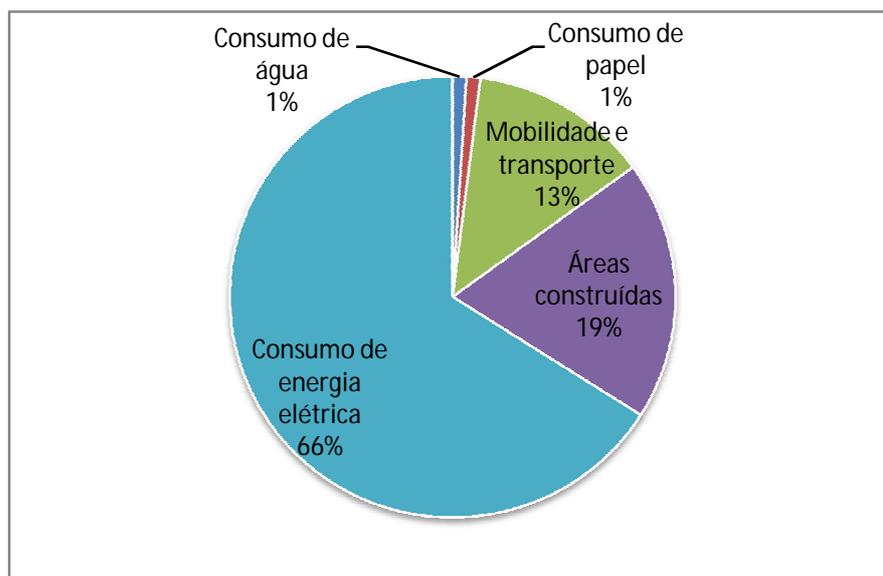


Figura 31: Percentagem de cada categoria na Pegada Ecológica

Considerando-se que o Campus da USP Sao Carlos possui 8.023 usuários diretos entre alunos, docentes e funcionários, a PE foi calculada *per capita*, resultando um valor de **0,19 ha/pessoa/ano**. Comparativamente, a pegada ecológica da Universidade de Santiago de Compostela é de **0,13 ha/pessoa/ano** na Faculdade de Ciências Econômicas e **0,15 ha/pessoa/ano** na Escola de Formação de Professores, de acordo com o estudo desenvolvido naquele local (RODRÍGUEZ, R.L.; IGLESIAS, J.L.T; ÁLVAREZ,N.L., 2008). Mais detalhes comparativos podem ser observados na Tabela 32.

Tabela 32: Comparação da Pegada Ecológica em ha/ano e ha/ano/pessoa entre a USP e a USC

Categoria	Pegada Ecológica (ha/ano)	
	USP	USC
Consumo de energia elétrica	1027,49	3285,49
Mobilidade e transporte	197,34	917,07
Consumo de papel	18,39	69,90
Áreas construídas	288,17	802,03
Consumo de água	12,88	27,14
Total	1554,27	5101,62
População	8023	32600
Total por pessoa	0,19	0,16

7. Discussão/Análise dos dados

RESULTADOS PEGADA ECOLÓGICA

Observa-se que o fator que mais contribui para a Pegada Ecológica do campus da USP de São Carlos é o consumo de energia elétrica, representando 66% do total. Resultado esse atribuído ao fato do fator de conversão utilizado (0,57 tCO₂/MWh) ser de acordo com a matriz energética espanhola que possui 50% da energia provinda de fontes nucleares; 14,2% de carvão; 28,8% de renováveis; 6,5% hidráulica e 0,4% de petróleo (MINISTÉRIO DE INDÚSTRIA, TURISMO E COMÉRCIO DA ESPANHA, 2008), que distingue bastante da brasileira, que possui 37,9% em petróleo e derivados, 32% em biomassa (lenha, cana de açúcar e outros), 15,2% em hidráulica e eletricidade (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2009). Por esse motivo, se fossemos considerar a matriz energética brasileira, de acordo com os Fatores de Emissão de CO₂ do Ministério Ciência e Tecnologia, 2008, de 0,0484 tCO₂/MWh, teríamos uma redução de 91% de contribuição desse parâmetro (de 1.027,48 ha para 87,25 ha) e de 58% no total da Pegada Ecológica (0,19 ha/pessoa para 0,08 ha/pessoa). Nesse cenário, o maior contribuinte de emissões de CO₂ seriam as áreas construídas e em seguida, o transporte e mobilidade, como pode ser observada na Tabela 33 e na Figura 31.

Tabela 33: Comparação da Pegada Ecológica em ha/ano e ha/ano/pessoa entre a USP e a USC, utilizando o fator de conversão do Ministério de Minas e Energia/Brasil para a categoria consumo de energia elétrica

Categoria	Pegada Ecológica (ha/ano)	
	USP	USC
Consumo de energia elétrica	87,25	3285,49
Mobilidade e transporte	197,34	917,07
Consumo de papel	18,35	69,90
Áreas construídas	288,17	802,03
Consumo de água	12,88	27,14
Total	604,02	5101,62

População	8023	32600
Total por pessoa	0,08	0,16

Apenas com essa modificação do fator de conversão utilizado para a categoria energia elétrica, reduzimos drasticamente o valor total da Pegada Ecológica da USP São Carlos, necessitando, nesse cenário, de 35 vezes sua área construída e 4 vezes a sua área total. Nesse caso, em comparação com a USC, pode-se considerar a USP menos impactante que a USC, nos parâmetros observados.

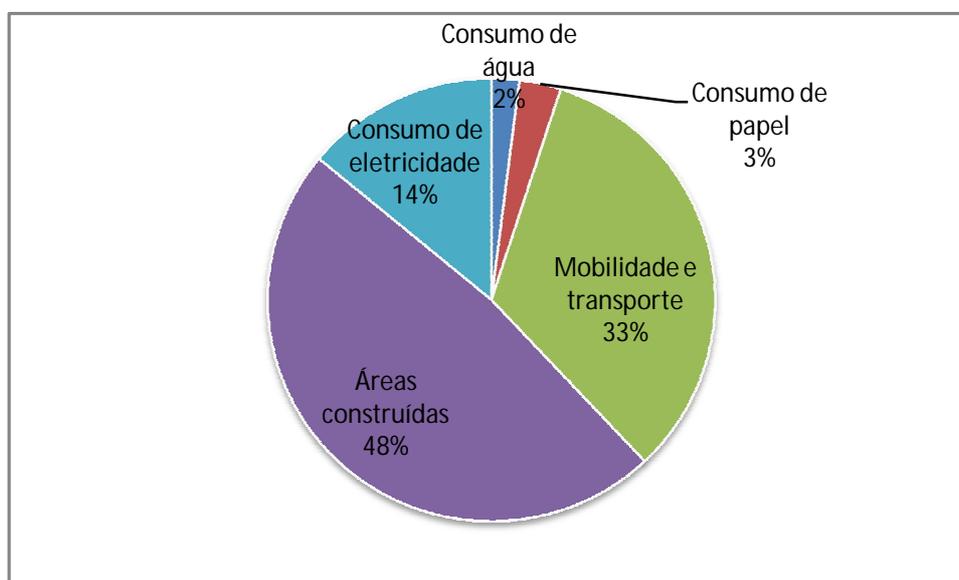


Figura 32: Percentagem de cada parâmetro na PE da USP, utilizando fator de conversão do Ministério de Minas e Energia/Brasil para a categoria consumo de energia elétrica.

Nesse contexto, pensando na realidade brasileira e levando em consideração que a Pegada Ecológica em relação às áreas construídas não é um dado que pode ser alterado em curto prazo, e sim, um fator para ser considerado no planejamento de futuros edifícios e nas reformas a serem feitas nos existentes, esse estudo aponta que o maior problema é o **transporte e a mobilidade** da comunidade até o campus.

MOBILIDADE E TRANSPORTE: Verificou-se nesse estudo que muitos deslocamentos pequenos (menos de 1,8 km a pé e 6,8 km para bicicletas) são feitos em veículos. Na USC, o

problema é similar, 60% do impacto ambiental dos centros estudados é devido à mobilidade, decorrente do elevado número de deslocamentos realizados, especialmente em carros.

Dessa maneira, tal tema deve ser um grande foco de atuação para diminuir a Pegada Ecológica das universidades. No que concerne a USP, priorizar ações de incentivo a uma mobilidade diferente da atual, utilizando bicicletas, transporte público, a pé, ou até carona solidária, onde 68% dos docentes e 63% dos funcionários utilizam o carro como meio de transporte principal para ir até a universidade.

De acordo com o Instituto de Energia e Meio Ambiente (2009), atualmente, pode-se identificar duas vertentes opostas nos modelos de planejamento urbano. A primeira promove um estilo de vida cada vez mais individualizado, que prioriza o uso dos transportes particulares e no qual, gradualmente, a vida pública vai desaparecendo.

A segunda vertente se baseia no incentivo dos meios não motorizados de transporte, na construção de passeios públicos, na incorporação da bicicleta e na garantia da acessibilidade às oportunidades que a cidade oferece. Esse último conjunto de medidas, que já são realidade em várias cidades do mundo, melhora enormemente as condições de convívio urbano e traz benefícios diretos para a qualidade do meio ambiente local e global. No caso da USP, sendo considerada uma micro-cidade, é a segunda vertente que deve ser priorizada.

A bicicleta é um eixo fundamental nessa mudança. Ao se deslocarem, as pessoas ocupam uma média diferente de espaço público, conforme o meio de transporte que utilizam. Em vias para pedestres (calçadas) a relação espaço/deslocamento de uma pessoa é 4m^2 ; em vias para ciclista, 11m^2 ; em ônibus, 16m^2 ; e em automóveis (com ocupação média urbana de 1,2 ocupantes por veículo), 120m^2 (BANISTER E BUTTON, 1993 apud INSTITUTO ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2009). Ou seja, o automóvel ocupa 10 vezes mais espaço público que a bicicleta e 30 vezes mais que um pedestre para transportar o mesmo número de pessoas.

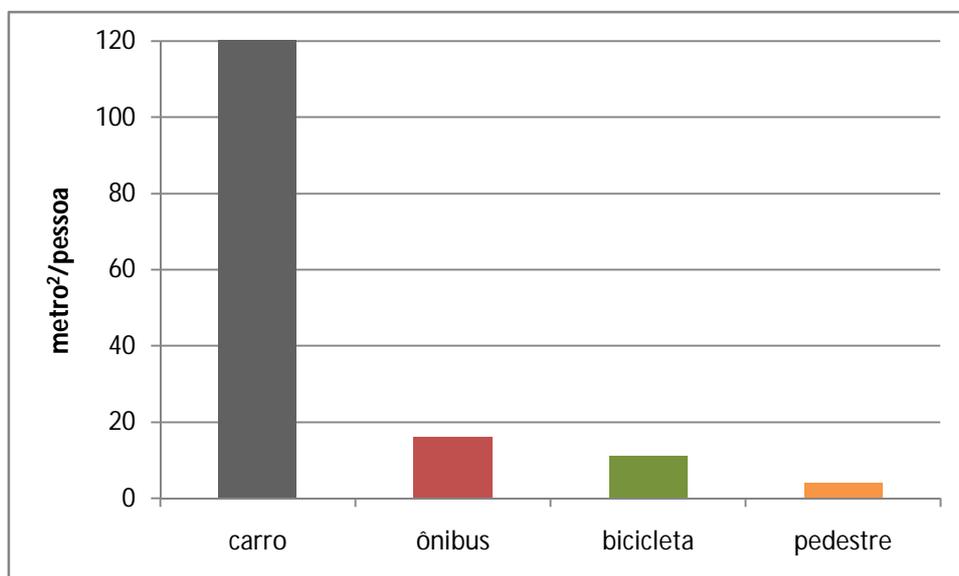


Figura 33: Espaço consumido por meio de transporte/pessoa

A bicicleta pode ser um veículo muito eficiente para deslocamentos pequenos, por possuir flexibilidade e maior velocidade, em alguns casos, equiparável à de um automóvel. Ainda mais em uma cidade universitária, como é o caso de São Carlos. No caso da USP, muitos estudantes, funcionários e docentes moram perto da universidade, o que poderia ser um incentivo para seu uso. Claro que qualquer incentivo deve vir concomitante com infraestrutura necessária (bicicletários, estacionamentos de bicicletas, chuveiros, etc) e agregação da bicicleta (ciclovias) ao tráfego dentro do campus. Só assim o usuário se sentirá seguro e motivado para mudar seu meio de transporte.

Em paralelo ao incentivo ao uso da bicicleta e aos deslocamentos a pé, deve-se priorizar campanhas de carona solidária, visto que entre docentes, funcionários e alunos de pós graduação, a maioria vai sozinho ao trabalho (Figuras 27 a 30).

CONSUMO DE ÁGUA: Em comparação com os demais parâmetros, o consumo de água não foi um fator de grande contribuição para a Pegada Ecológica da USP, porém, se observada individualmente, nota-se seu peso, já que houve um consumo subestimado de 161.541 m³ de água por ano, devido a falta de alguns dados sobre esse consumo (vide observações da Tabela 14).

De qualquer maneira, deve-se incentivar continuamente a diminuição do seu uso, por meio de campanhas de combate ao desperdício, instalação de equipamentos ecoeficientes, e monitoramento de toda a rede para evitar vazamentos. Além disso, como medida efetiva de controle, a segmentação do abastecimento de água por departamentos ou órgãos, ajudaria no controle e medidas a serem tomadas para a diminuição de possíveis vazamentos, perdas de água, etc com a ajuda de metas de diminuição de consumo.

CONSUMO DE PAPEL: Em relação ao consumo de papel, medidas simples como impressão frente e verso obrigatório e compra de papel reciclado em todos os setores da instituição já ajudaria na diminuição do seu consumo e índices de reutilização, já que os números desse trabalho apontam que apenas 39% dos docentes utilizam, em diferentes frequências, papel reciclado. Entre alunos, o índice é maior em alunos de pós graduação (74%) e graduação (56%), mesmo assim, ainda baixo.

Outro fator a ser pensando pelos gestores das instituições de ensino superior é na informatização de processos que, atualmente, acontecem em papel, como processos, pedidos, ofícios, etc. E também nas relações de ensino e pesquisa. Esses tipos de iniciativas diminuiriam efetivamente o consumo de papel. Como vimos no item 5.1, muitos docentes requerem trabalhos impressos (43%) e alguns somente com impressão de um lado da folha (8%). Outra

medida, que já pode ser observada por esse trabalho é a disponibilização de documentos, arquivos e materiais necessários para as disciplinas de modos que não necessitam a utilização de papel, como em endereços virtuais (40%), livros (24%), e-mail (3%). Porém, ainda assim, nota-se que muitos docentes tiram cópias e entregam para os alunos em sala (4%) e deixam em locais para fotocópias para posterior cópias dos alunos (16%). Cada vez mais, a disponibilização de arquivos de modo *online* e digital permite uma diminuição da quantidade de papel consumida.

CONSUMO DE ENERGIA: O consumo de energia, independente do fator de conversão considerado, é um parâmetro que merece destaque, pois, contribuiu de forma efetiva com a PE da USP. Nesse contexto, algumas ações podem ser feitas, tais como o fortalecimento dentro do campus do PURE (Programa para o uso eficiente de energia na USP²²) e uma maior sensibilização da comunidade em relação ao desperdício.

Outro foco poderia ser na utilização de fontes alternativas (solar e eólica) para geração de energia, aproveitando, de maneira experimental, o campus 2.

Deve-se observar que todos os dados obtidos de PE foram devido a taxa de absorção utilizada (6,27 tCO₂/ha/ano), para florestas ainda não consolidadas, que pode não ser coerente com a realidade brasileira ou da região de estudo, visto que os valores podem variar de 1,6 a 6,5 tCO₂/ha/ano (COELHO, 2001 e MELO, 2007). Dessa maneira, os valores obtidos de PE nesse estudo podem ser menores do que o real, o que corrobora a real necessidade de mudanças de padrões de consumo dentro do contexto universitário.

INDICADOR PE: A população global atual é **6.476** bilhões de habitantes, possuindo uma Pegada Ecológica de 2,7 hectares globais por pessoa. O Brasil, com 186,4 milhões de habitantes possui uma Pegada Ecológica de 2,4 ha/pessoa (RELATÓRIO PLANETA VIVO, 2008). Na USP São Carlos cada pessoa da comunidade universitária necessita **0,19** ha/ano, enquanto na Universidade de Santiago de Compostela e na Universidade Autônoma de Madri cada pessoa necessita **0,14** ha/ano (RODRÍGUEZ, R.L.; IGLESIAS, J.L.T; ÁLVAREZ,N.L e OLLALA-TARRAGA). Número aparentemente baixo se comparado a média nacional e mundial, mas significativa se comparada com o espaço de tempo que uma pessoa permanece na

²² O Programa Permanente Para o Uso Eficiente de Energia na USP foi criado em 1997 e surgiu de uma iniciativa de professores e pesquisadores da Escola Politécnica da USP. O **PUREUSP** procura implantar um conjunto de medidas que visam incentivar e promover a gestão do uso da energia elétrica em todas as instalações da Universidade.

universidade (8 horas para funcionários e docentes²³ e variável para alunos) e os tipos de atividades realizadas (ensino, pesquisa e extensão). Dessa maneira, para cálculo de todo o impacto de uma pessoa, deve-se somar o impacto também das demais atividades ao longo do ano.

Nesse contexto, a tentativa de detalhar todos os itens de consumo e resíduos e todas as funções dos ecossistemas no cálculo da Pegada Ecológica pode tornar esse método bastante complexo por ser necessária a utilização de dados de difícil levantamento devido à falta de informações disponíveis. Somente com alguns parâmetros, como os selecionados na pesquisa, permitem uma compreensão da magnitude do impacto ambiental de uma instituição de ensino superior, mostrando que suas atividades não estão dentro dos limites permitidos, já que, em termos globais, pelo estudo, a Pegada Ecológica da USP é 90 vezes sua área territorial construída e 10 vezes sua área total.

A partir dos resultados encontrados, espera-se que o indicador seja subsídio para a criação de políticas e metas dentro da universidade. De acordo com o descrito por Carmo (2008), no sistema Pressão–Estado–Impacto–Resposta–Efeitos, a Pegada Ecológica, no contexto universitário, é um *indicador de estado*, que exigindo *respostas* de seus governantes sob as *pressões* sofridas. Além disso, por ser um indicador geral, conciso, flexível e confiável (REDIFINIG PROGRESS) cumpre seu papel de avaliador, permitindo o estabelecimento de metas e objetivos a cumprir de acordo com o pretendido e esperado de uma instituição de ensino superior. O ideal seria comparar ao longo dos anos a evolução dos parâmetros, propondo e monitorando as ações a serem tomadas. Atuando com critérios de prioridade nos parâmetros mais críticos.

O importante, de acordo com Wackernagel e Rees (1996) é ressaltar que a PE não deve estimular a sociedade a viver no limite da capacidade de carga, mas sim, mostrar o quão próximos a sociedade se encontra de seus limites. Sendo assim, a resiliência ecológica e o bem-estar social serão assegurados se a carga humana sobre o meio ambiente localizar-se abaixo da capacidade limite.

A Pegada Ecológica possui uma função gerenciadora e não estritamente comparável, e que, em casos de comparação com outras universidades é necessário um grande conhecimento e entendimento técnico da realidade. Por isso, qualquer tentativa de comparação entre dois diferentes contextos, no caso, duas universidades, como a USP e a USC,

²³ DECRETO-LEI N.º 5.452, DE 1º DE MAIO DE 1943, aprova a consolidação das leis de trabalho. Acessado em 18/abril em <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Decreto-Lei/De15452compilado.htm>>

pode ficar prejudicada se não houver uma compreensão completa de suas diferenças culturais, espaciais, geográficas, demográficas, etc.

Acredita-se que a troca de experiências ocorrida com a USC, como ocorreu nesse caso, é um caminho para atingir práticas ambientalmente corretas em contextos universitários e que, o compartilhar de experiências pode ajudar instituições rumo à sustentabilidade, mas sempre se atentando aos riscos das comparações de resultados, devendo-se antes conhecer a metodologia utilizada e o contexto que se está trabalhando.

Finalmente, há que se ressaltar que ao longo do estudo foram encontradas diversas dificuldades, entre elas, destacam-se:

- a) a falta de um sistema único de informações de âmbito ambiental (consumo de água, energia, produção de resíduos, consumo de descartáveis, etc) que facilitasse o levantamento de dados, como agora está sendo construído pela USP, o Sistema Terra;
- b) a falta de dados de consumo setorizados por instituto/departamento, já que alguns dados foram obtidos setorizados de maneira não padronizada, não permitindo uma análise mais específica e individual;
- c) a dificuldade da participação dos membros da comunidade no levantamento de dados e respondendo aos questionários;
- d) a falta de uma metodologia de cálculo transparente (fatores de conversão utilizados, etc) nos trabalhos sobre cálculo de PE;
- e) a falta de fatores de emissão e conversão e métodos aplicados à realidade brasileira.

8. Conclusão

Um dos mais importantes resultados dessa pesquisa é o fornecimento de dados que incentivem mudanças na gestão ambiental do campus USP São Carlos, visando o uso sustentável de recursos. Provocando, dessa maneira, o reconhecimento e divulgação dos impactos gerados, e de um desafio: criar iniciativas mais efetivas para alcançar a sustentabilidade.

Além disso, esse indicador pode ser utilizado no processo decisório, uma vez que ele permite o monitoramento do progresso e avalia as estratégias de desenvolvimento (VAN BELLEN, 2005). O indicador surge para repensar as questões de desenvolvimento da instituição em direção a mudanças, relacionando-se com o futuro e com as estruturas e paradigmas existentes.

Torna-se fundamental aproveitar o espaço de pesquisa e ensino da universidade, para discussões de cunho ambiental. Porém, é necessária e de grande importância o fortalecimento das bases de dados existentes na instituição, incentivando a construção e o uso dos indicadores.

Outro aspecto importante a ser observado, é que a pesquisa corresponde a uma primeira etapa de cálculo da Pegada Ecológica do campus universitário, que adota como base de cálculo as emissões de CO₂, sugerindo que, em etapas subseqüentes, esforços sejam colocados na discussão e ampliação dos demais componentes da pegada, tais como consumo de outros materiais, alimentação e áreas de lazer, etc. E também na integração e diálogo com outras instituições, sejam de pesquisa ou administrativas, a exemplo da Prefeitura Municipal, que muito tem a ver com as políticas de mobilidade refletidas dentro da universidade, e com outras universidades, como a Universidade Federal de São Carlos, no desenvolvimento de pesquisas conjuntas para cálculo, aplicação, comparação e realização de ações posteriores que modifiquem o cenário atual.

Apesar de suas limitações e da necessidade de alguns dados de difícil obtenção, tais como os obtidos por meio de questionário, o indicador Pegada Ecológica mostrou-se: **sintético** ao conseguir incluir um amplo espectro de dimensões e traduzi-lo em apenas um valor; **sistêmico** ao ser capaz de integrar-se a um sistema passível de monitoramento; **participativo** permitindo um número crescente de atores envolvidos em sua definição, coleta, análise e interpretação, **visionário** permitindo estabelecer uma relação direta com o que se está medindo e propor uma visão compartilhada sobre um futuro possível (GUIMARÃES, 2007) e **educativo** auxiliando o entendimento dos limites da biosfera e reorientando o modo de vida atual para uma direção mais sustentável.

Por esses motivos, destaca-se a importância de inserir a Pegada Ecológica nos programas de educação ambiental da USP, como ferramenta de sensibilização e incentivadora da ação e reforçar seu uso nas demais áreas da instituição: ensino, pesquisa e extensão, como incentivadora do debate, reflexão e novas pesquisas no tema.

Entretanto, é necessária a compreensão das limitações do mesmo. Dessa maneira, a informação deve ser complementada com outros dados específicos e indicadores da própria instituição para que haja mais coerência no processo decisório e no planejamento de ações.

Por fim, tendo em vista a aplicação da metodologia de acordo com o modelo empregado na USC, espera-se o estreitamento das relações institucionais entre USP-USC, destacando a importância da colaboração entre universidades como maneira de aprendizado e troca de experiências que visem o fortalecimento das mesmas em direção à sustentabilidade.

Recomendações Futuras

A pesquisa corresponde à uma primeira etapa de pegada ecológica do campus universitário, que adota como base de cálculo as emissões de CO₂, mas seria importante, em etapas subseqüentes, concentrar esforços na discussão e ampliação dos demais componentes da pegada, tais como área edificada, áreas impermeabilizadas, alimentos e consumo de outros materiais. Destaca-se também a importância de adotar critérios socialmente justos e ecologicamente corretos nas compras e na aquisição de serviços para a instituição, já que esses recursos refletirão na PE da instituição.

9. Referências bibliográficas

ALBA, D. **Análisis de los procesos de gestión y educación para la sostenibilidad en las universidades públicas españolas**. Proyecto de Investigación del Doctorado Interuniversitario en Educación Ambiental Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2006. Disponível em: <http://www.mma.es/secciones/formacion_educacion/recursos/rec_documentos/pdf/tendencias_paginas197_215.pdf>. Acesso em: 24 out. 2010.

ANDRADE, B.B. **Turismo e sustentabilidade no município de Florianópolis: uma aplicação do método da Pegada Ecológica**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS. Disponível em: <www.abcr.org.br>. Acesso em: 05 jan. 2009.

BRUNDTLAND, Gro Harlem (org.). **Nosso futuro comum**. S.Paulo: Editora da FGV, 1987. [*Our Common Future*, Oxford: Oxford University Press, 1987].

CARMO, A. O. **Pegada Ecológica: Possibilidades e Limitações a partir de sua aplicação para a Cidade de Salvador-BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2008.

COELHO, S. **Uso da terra determina emissão de CO2 na Amazônia: Desmatamento pode comprometer sustento biológico, químico e físico da floresta**. Instituto Ciência Hoje. Rio de Janeiro, dez 2001. Notícias Ecologia e Meio Ambiente. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/2434>>. Acesso em: 17 jul. 2008.

CHAMBERS, N., et al. **Sharing Nature's Interest: Ecological footprint as an indicator of sustainability**. London: Earthscan Publications Ltd, 2000.

DIAS, G. F. **Pegada Ecológica e sustentabilidade humana**. São Paulo: Gaia, 2002.

GUIMARÃES, R. P. **Indicadores territoriais de sustentabilidade.** In: JUNIOR, L.F. (Org.). *Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores*- volume 2. Brasília: MMA, Departamento de Educação Ambiental, 2007.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **A bicicleta e as cidades:** como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana. 2009.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil:** conceitos, fontes de dados e aplicações. Campinas: Alínea, 2001

LEME, P.C.S. **Formação e atuação de educadores ambientais:** análise de um processo educativo na universidade. Tese (doutorado em educação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.17, n.1, p 41-59, 2000.

MELO, A. C. G. **Os reflorestamentos com espécies nativas e a fixação de carbono.** Opiniões sobre o setor de florestas plantadas Ribeirão Preto, março-maio 2007. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=307>>. Acesso em: 5 nov. 2010.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Fatores de Emissão de CO₂ para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos.** Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>>. Acesso em: 15 set. 2010.

MINISTÉRIO DE INDÚSTRIA, TURISMO E COMÉRCIO. **La energia en España, 2008.** Espanha. Disponível em: <http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/ENERGIA_2008.pdf>. Acesso em: 20 abril 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21**. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 01 set. 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Matrizes energéticas Brasil 2009**. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: 20 set.2010.

OLALLA-TARRAGA, M.A. **Indicadores de sostenibilidad y huella ecológica: Aplicación a la UAM**. Proyecto de Fin de Carrera de la Licenciatura de Ciencias Ambientales, 2003. Resumo disponível em: <http://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/descargas/investigacion/Resumen_PFC_Indicadores.pdf>. Acesso em: 20 set.2010.

OTERO, G.G.P. **Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior**: práticas dos campi da Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, USP, 2010.

PHILIPPI JR, A. et al. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: um estudo da estância turística de Ribeirão Pires. In: Congresso Internacional em Planejamento e Gestão Ambiental Urbenviron; 2005. Brasília: Universidade Católica de Brasília; 2005.

Disponível em:

<http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/urbenviron2005_indicadores_ribeiraopires.pdf>. Acesso em: 24 out.2010.

PON, D. (coord.) et al. **Análisis preliminar de la huella ecológica en España**. Informe de Síntesis. Ministerio de Medio Ambiente, 2007.

QUIROGA, R. M. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible**: estado del arte y perspectivas. Publicación de las Naciones Unidas. Serie Manuales nº 16, Santiago de Chile, 2001.

REDEFINING PROGRESS. **La huella ecológica**: sustentabilidad del concepto a hechos concretos, 2004. Disponível em:

<http://tsocial.ulagos.cl/apuntes/doc_2_huella_ecologica.pdf>.

Acesso em: 15 set.2010.

RODRÍGUEZ, R.L.; IGLESIAS, J.L.T; ÁLVAREZ,N.L. **Impacto Ambiental en Centros da Universidade de Santiago de Compostela**. Vicereitoría de Calidade e Planificación. 2008.

SACHS, I. **Desenvolvimento sustentável, bioindustrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas**. Os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P.F; WEBER, J. (Orgs.). *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo, Cortez, 1997.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário estatístico- base de dados 2007**. Disponível em: <www.usp.br>. Acesso em: 04 ago. 2008.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Números da USP – São Carlos**. Base de dados 2008. Disponível em: <www.sc.usp.br>. Acesso em: 04/ago/2008.

VAN BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro : FGV, 2005.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact o the Earth**. Gabriola Island: New Society Publisher, 1996.

WACKERNAGEL, M. et al. **National Footprint and Biocapacity Accounts 2005**: the underlying calculation method. Global Footprint Network, 2005.

WORLDWATCH INSTITUTE. **Relatório Estado do Mundo 2004**: estado do consumo e o consumo sustentável. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br/>>. Acesso em: 04 ago. 2010.

WORLD WILDLIFE FUND. **Living Planet Report 2008**. Disponível em: <http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/living_planet_report_2008.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2010.

_____. **Relatório Planeta Vivo 2006**. Disponível em: <http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/wwf_brasil_planeta_vivo_2006.pdf>. Acesso em: 20 set. 2010.

WORLD WILDLIFE FUND. **Relatório Planeta Vivo 2010**. Disponível em:

<http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/08out10_planetavivo_relatorio2010_completo_n9.pdf>. Acesso em: 19 out. 2010.

_____. **Pegada Ecológica: que marcas queremos deixar no planeta?** Texto: Mônica Pilz Borba; Coordenação: Larissa Costa e Mariana Valente; Supervisão: Anderson Falcão – Brasília, 2007. Disponível em:

<http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/19mai08_wwf_pegada.pdf>

Acesso em: 08 ago. 2010.

ZERBINI, F. M. **Modernidade e crise socioambiental**. In: CINQUETTI, H.; LOGAREZZI, A. (Org.). *Consumo e Resíduo - Fundamentos para o trabalho educativo* – São Carlos: EdUFSCar, 2006. Cap. 2, p. 43-58.

ANEXOS

Anexo 1: Identificação dos hidrômetros existentes no campus da USP São Carlos – locais e número de registro

IDENTIFICAÇÃO DO HIDRÔMETRO – MEDIDOR	
1	IFSC / 9 de Julho / 002-05014897-00 Hidrômetro nº A07S099870
2	IFSC / 9 de Julho / 002-050-14898-90 Hidrômetro nº Y06S1106179
3	IFSC / 9 de Julho / 002-050-14899-73 Hidrômetro nº A07S099864
4	IFSC / Miguel Petroni / 002-129-16572-72 Hidrômetro nº E05X000088
5	CCSC / Carlos Botelho / 002-129-16575-12 Hidrômetro nº B98X101208
6	CCSC/Carlos de Camargo Salles/002-129-16576-03 Hidrômetro nº F94L000964
7	CCSC / Miguel Petroni / 002-129-16577-85 Hidrômetro nº E06S000911
8	CCSC / Miguel Petroni / 002-129-16578-68 Hidrômetro nº E05X000085
9	ICMC / Carlos de Camargo Salles / 002-129-16579-42 Hidrômetro nº 0000397170
10	CCSC / Miguel Petroni / 002-129-16580-80 Hidrômetro nº 0000476489
11	CCSC / Miguel Petroni / 002-129-16581-63 Hidrômetro nº G06L000309
12	CCSC / Carlos Botelho / 002-129-16582-47 Hidrômetro nº 0000223202

13	CCSC / Miguel Petroni / 002-129-16606-56 Hidrômetro nº 0000223137
14	CCSC / Carlos de Camargo Salles / 002-129-61330-48 Hidrômetro nº 0000000031
15	CCSC/ Av. João Dagnone, nº 1.100 / 010-000-72543-97/ USP Campus 2 Hidrômetro nº A02F034880
16	CCSC/ Rua Raul Garcia Rodrigues, nº 10 / 423-77606-82 / USP Campus 2 (Posto Policial) Hidrômetro nº Y05X237035

APÊNDICES

Apêndice 1: Questionário alunos (graduação e pós graduação)

Questionário ALUNOS

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: _____

Curso: _____ Semestre: _____

Graduação Pós-graduação E-mail: _____

MOBILIDADE

Para responder as questões que se seguem, considere o ano de 2008

Pensando no seu trajeto até a faculdade, em São Carlos, responda as perguntas a seguir:

1) Quantos dias por semana, em média, você vai para a faculdade?

2) Qual(is) meio(s) de transporte mais utilizado(s)?

Carro
Ônibus

Bicicleta
A pé

Moto

3) Quantos km aproximadamente você percorre?

4) Se você utiliza carro ou moto nesse trajeto, indique o tipo de combustível utilizado. Caso seu carro seja FLEX, indique o mais utilizado.

Gasolina

Álcool

Diesel

GNV- gás natural veicular

5) Caso você utiliza carro, responda:

a) Com quantas pessoas normalmente divide a carona?

nenhuma 1 2 3 4

b) Qual o consumo médio do veículo utilizado? Caso não saiba, favor colocar o ano.

6) Neste ano, você fez ou fará alguma viagem (congresso, viagens didáticas, cursos, eventos, etc.) com fins acadêmicos?

Sim Não

Caso sua resposta tenha sido positiva, especifique:

Local (cidade): _____ Motivo: _____ Meio de transporte: _____

Local (cidade): _____ Motivo: _____ Meio de transporte: _____

Local (cidade): _____ Motivo: _____ Meio de transporte: _____

Local (cidade): _____ Motivo: _____ Meio de transporte: _____

10) Caso tenha alguma observação ou comentário, favor escrever aqui:

CONSUMO PAPEL

1) Indique, aproximadamente, seu consumo de papel (em número de folhas A4) para atividades acadêmicas (anotações de aula, trabalhos, seminários, etc.) durante um mês de aula:

20 folhas ou menos
 20 a 100 folhas
 101 a 150 folhas
 151 a 200 folhas
 201 a 250 folhas
 251 a 300 folhas

301 a 350 folhas
 351 a 400 folhas
 401 a 450 folhas
 451 a 500 folhas
 Mais de 500 folhas

2) Deste montante de papel consumido, qual porcentagem corresponde ao uso de papel reciclado?

Nunca uso 0 – 25% 26 – 50% 51 – 75% 76 - 100%

3) Qual porcentagem do papel que você consome vira resíduo? Ou seja, quanto do papel consumido não é guardado? (Ex: artigos, materiais de estudo, etc)

0 – 25% 26 – 50% 51 – 75% 76 - 100%

4) Qual a porcentagem do papel acima (que será jogado no lixo) é encaminhado para reciclagem?

0 – 25% 26 – 50% 51 – 75% 76 - 100%

5) Caso tenha alguma observação ou comentário, favor escrever aqui:

Muito Obrigado pela sua colaboração!

Apêndice 2: Questionário Funcionários

Questionário FUNCIONÁRIOS

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Seção: _____

Cargo: _____

E-mail: _____

MOBILIDADE

Para responder as questões que se seguem, considere o ano de 2008

Pensando no seu trajeto - em São Carlos - da sua residência até seu local de trabalho, responda as perguntas a seguir:

1) Qual(is) meio(s) de transporte mais utilizado(s)?

Carro

Bicicleta

Ônibus

Moto

A pé

2) Quantos km aproximadamente você percorre?

3) Se você utiliza carro ou moto nesse trajeto, indique o tipo de combustível utilizado. Caso seu carro seja FLEX, indique o mais utilizado.

Gasolina

Álcool

Diesel

GNV- gás natural
veicular

4) Caso você utiliza carro, responda:

a) Com quantas pessoas normalmente divide a carona?

nenhuma

1

2

3

4

b) Qual o consumo médio do veículo utilizado? Caso não saiba, favor colocar o ano.

5) Caso tenha alguma observação ou comentário, favor escrever aqui:

Muito Obrigada pela sua participação!

Apêndice 3: Questionário docentes

Questionário DOCENTES

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Departamento: _____

E-mail: _____

MOBILIDADE

Para responder as questões que se seguem, considere o ano de 2008

Pensando no seu trajeto em São Carlos da sua residência até a faculdade, seu local de trabalho, responda as perguntas a seguir:

1) Qual(is) meio(s) de transporte mais utilizado(s)?

Carro Ônibus Moto A pé Bicicleta

2) Quantos km aproximadamente você percorre?

3) Se você utiliza carro ou moto nesse trajeto, indique o tipo de combustível utilizado. Caso seu carro seja FLEX, indique o mais utilizado.

Gasolina Álcool Diesel GNV- gás natural veicular

4) Caso você utiliza carro, responda:

a) Com quantas pessoas normalmente divide a carona?

nenhuma 1 2 3 4

b) Qual o consumo médio do veículo utilizado? Caso não saiba, favor colocar o ano.

5) Neste ano, você fez ou fará alguma viagem (congresso, viagens didáticas, cursos, eventos, etc.) com fins acadêmicos?

Sim Não

Caso sua resposta tenha sido positiva, especifique:

Local

(cidade): _____

Motivo: _____

Meio de

transporte: _____

Local (cidade): _____	Motivo: _____	Meio de transporte: _____
Local (cidade): _____	Motivo: _____	Meio de transporte: _____

CONSUMO PAPEL

1) Indique, aproximadamente, seu consumo de papel (em número de folhas A4) para atividades acadêmicas (confeção de provas, ementas, etc.) durante um mês de aula:

20 folhas ou menos	<input type="checkbox"/>	301 a 350 folhas	<input type="checkbox"/>
20 a 100 folhas	<input type="checkbox"/>	351 a 400 folhas	<input type="checkbox"/>
101 a 150 folhas	<input type="checkbox"/>	401 a 450 folhas	<input type="checkbox"/>
151 a 200 folhas	<input type="checkbox"/>	451 a 500 folhas	<input type="checkbox"/>
201 a 250 folhas	<input type="checkbox"/>	Mais de 500 folhas	<input type="checkbox"/>
251 a 300 folhas	<input type="checkbox"/>		

2) Quanto papel você utiliza além das cotas do departamento (via projetos)?

3) Deste montante de papel consumido, qual porcentagem corresponde ao uso de papel reciclado?

Nunca uso 0 – 25% 26 – 50% 51 – 75% 76 - 100%

4) Quando solicita algum trabalho a seus alunos, qual(is) formato(s) você exige?

<input type="checkbox"/> Não exigo nenhum formato	<input type="checkbox"/> Digital
<input type="checkbox"/> Papel impresso somente frente	<input type="checkbox"/> Papel impresso frente e verso
<input type="checkbox"/> Outro. Especifique:	

5) No caso de algum material adicional a aula (Xerox, apostilas, notas de aulas, etc.), como você procede? Essa resposta permite mais de uma alternativa.

Deixo no Xerox combinado com os alunos Gravo em CD e disponibilizo para a sala

<input type="checkbox"/>	Possuo um endereço virtual onde deixo os arquivos necessários	<input type="checkbox"/>	Outro.
<input type="checkbox"/>	Indico leitura de livros	<input type="checkbox"/>	Especifique: _____

6) Qual porcentagem do papel que você consome vira resíduo? (Ex: artigos, materiais de estudo, etc)

Nunca uso 0 – 25% 26 – 50% 51 – 75% 76 - 100%

7) Qual a porcentagem do papel acima (que será jogado no lixo) é encaminhado para reciclagem?

Nunca uso 0 – 25% 26 – 50% 51 – 75% 76 - 100%

5) Caso tenha alguma observação ou comentário, favor escrever aqui:

Muito Obrigado pela sua colaboração!

Apêndice 4: Memorial de Cálculo (dados indiretos)

TABELAS INDICATIVAS

A) Referências de acordo com as categorias

1) Mobilidade

Tabela 1- Referências utilizadas para identificação do meio de transporte

Meio de Transporte	Referência
Carro	1
Ônibus	2
Moto	3
A pé	4
Bicicleta	5

Tabela 2 – Referências utilizadas para o combustível utilizado

Combustível	Referência
Álcool	A
Gasolina	G
Diesel	D
Gás	GNV

2) Consumo de papel

Tabela 3 – Referência utilizadas para quantidade de folhas consumidas

Quantidade de folhas consumidas	Referência
<20	1
20-100	2
101-150	3
151-200	4
201-250	5

251-300	6
301-350	7
351-400	8
401-450	9
451-500	10
>500	11

Tabela 4 – Referência adotada para os valores de porcentagem em relação às questões sobre consumo de papel

Porcentagem	Referencia
0	0
0-25	1
26-50	2
51-75	3
76-100	4

B) Fatores de conversão e emissão

1) Mobilidade

a) Carro

Tabela 5 – Fator de emissão de acordo com a ocupação do veículo

Com quantas pessoas divide o carro?	Fator de emissão (kgCO ₂)
0	0,2
1	0,2
2	0,1
3	0,07
4	0,05

b) Demais meios de transporte

Tabela 6 – Fatores de emissão associados aos demais meios de transporte

Meio de transporte	Fator de emissão (kgCO ₂ /km)
Moto	0,06
Ônibus	0,03
Avião	0,17

c) Gerais

Tabela 7 – Fator de conversão do combustível

Combustível	Referência	Fator de Conversão
Álcool	A	0,5
Gasolina	G	1
Diesel	D	1
Gás	GNV	1

2) Consumo de papel

Tabela 8 – Dados papel A4

Densidade A4	75g/m ²
Dimensões A4	21 x 29,7 cm
Área A4 (m ²)	0,062
Peso A4(g)	4,678
Peso A4(t)	0,0000047

Tabela 9 – Fator de emissão associado ao tipo de papel utilizado

Tipo de papel	Fator de emissão de CO ₂ (tCo ₂ /tpapel)
Fibra virgem	1,84
Reciclado	0,61

Tabela 10 – Quantidade de folhas consumidas por mês e por ano, referentes a média do consumo mensal.

Quantidade de folhas consumidas	Referência	Média de folhas consumidas por mês	Folhas consumidas por ano
<20	1	10	120
20-100	2	60	720
101-150	3	125,5	1506
151-200	4	175,5	2106
201-250	5	225,5	2706
251-300	6	275,5	3306
301-350	7	325,5	3906
351-400	8	375,5	4506
401-450	9	425,5	5106
451-500	10	475,5	5706
>500	11	500	6000

Tabela 11 – Média da porcentagem utilizada para cálculos de consumo de papel

Porcentagem	Referencia	Média porcentagem
0	0	0
0-25	1	0,125
26-50	2	0,38
51-75	3	0,63
76-100	4	0,88

C) Tabelas específicas docentes

Tabela 12 – Formato de trabalho exigido pelos docentes aos alunos

Formato	Referência
Não exijo nenhum formato	1
Papel impresso somente frente	2
Papel impresso frente e verso	3
Digital	4
Manuscrito	5
Outros	6

Tiro cópias e entrego	6
Envio por e-mail	7
Aulas na página da graduação	8
Apostilas didáticas gráfica	9

Tabela 13 – Maneira utilizada pelo docente para disponibilizar materiais extra classes

Materiais extras	Referência
Xerox combinado	1
Endereço virtual	2
Livros	3
Gravo em CD	4
Via representante de sala	5

TABELA DE CÁLCULO (EXCEL®)

A explicação da metodologia de cálculo encontra-se a seguir. Cada linha refere-se a uma etapa.

Item	Docente	Aluno	Funcionário	
1	Identificação do questionário (categoria e número)	D –Docente	AP- Aluno de pós graduação e AG- Aluno de graduação	F – Funcionário
2	Mobilidade	Bloco referente as questões de mobilidade		
2.1	Dias que frequenta a universidade (<i>somente para alunos</i>)	Indicação de quantos dias por semana o entrevistado vai até a universidade. Resposta referente a questão 1. Consideração: i) Caso o entrevistado responda “todos os dias”, considera-se os dias úteis, ou seja, de segunda a sexta-feira (5 dias).		
2.2	Meio de transporte	Indicação, de acordo com as referências da Tabela 1, do meio de transporte utilizado pelo entrevistado. Caso o entrevistado utilize mais de um meio de transporte e um deles for carro (1), colocar nesse item o valor 1 (correspondente a carro) e nos outros, os demais valores. Caso o entrevistado não contemple o meio de transporte carro em sua resposta, a ordem das categorias não importa.		
		Resposta referente a Questão 1.	Resposta referente a Questão 2.	Resposta referente a Questão 1.
2.3	Km percorridos	Indicação da quilometragem percorrida nesse deslocamento de acordo com resposta do entrevistado. Consideração:		

		Colocar sempre o valor de ida. Quanto o entrevistado indica ida e volta, dividir o valor pela metade.		
		Resposta referente a questão 2.	Resposta referente a Questão 3.	Resposta referente a Questão 2.
2.4	Meio de transporte 2	Indicação, se houver, do segundo meio de transporte utilizado pelo entrevistado.		
		Resposta referente a questão 1.	Resposta referente a questão 2.	Resposta referente a questão 1.
2.5	Meio de transporte 3	Indicação, se houver, do terceiro meio de transporte utilizado pelo entrevistado.		
		Resposta referente a questão 1.	Resposta referente a questão 2.	Resposta referente a questão 1.
2.6	Combustível	Indicação do combustível utilizado, de acordo com a Tabela 7.		
		Resposta referente a questão 3.	Resposta referente a questão 4.	Resposta referente a questão 3.
2.7	Fator combustível	Função do Excel® utilizada: PROCURAR. Encontra na Tabela 7 o fator de ajuste correspondente ao combustível citado no item anterior.		
2.8	Quantidade de pessoas (carona)	Indicação do número de pessoas com as quais o entrevistado divide o meio de transporte (carro).		
		Resposta referente a questão 4a.	Resposta referente a questão 5a.	Resposta referente a questão 4a.
2.9	Fator de emissão de CO ₂ (quant. Pessoas carona)	Função do Excel® utilizada: PROCURAR. Encontra na Tabela 5 o fator de emissão correspondente ao número de pessoas que utilizam o veículo citado no item anterior.		
2.10	Consumo médio ou ano do veículo	Indicação do consumo médio ou ano do veículo.		
		Resposta referente a questão 4b	Resposta referente a questão 5b.	Resposta referente a questão 4b.

3	CÁLCULOS (KgCO₂ liberado em cada meio de transporte)	Início do bloco de cálculos para a mobilidade do entrevistado de sua casa até a universidade.	
3.1	Meio de transporte 1	Referente ao meio de transporte 1.	
3.2	KgCO ₂ carro	<p>Função do Excel® SE</p> <p>Caso o número indicado no item 2.2 seja:</p> <p>a) igual a 1 (carro), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.3} * \text{item 2.7} * \text{item 2.9}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.3 (km percorridos no trajeto), item 2.7 (fator ajuste combustível) e item 2.9 (fator de emissão pela ocupação do carro).</p> <p>a) igual a 1 (carro), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.1} * \text{item 2.3} * \text{item 2.7} * \text{item 2.9}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.1 (quantidade de dias por semana nos quais o trajeto é realizado), item 2.3 (km percorridos no trajeto), item 2.7 (fator ajuste combustível) e item 2.9 (fator de emissão pela ocupação do carro).</p> <p>a) igual a docentes</p> <p>b) diferente de 1 (demais meios de transporte), devolve o valor 0 (zero).</p>	
3.3	KgCO ₂ moto	<p>Função do Excel® SE</p> <p>Caso o número indicado no item 2.2 seja:</p> <p>a) igual a 2 (moto), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão moto}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por motos, de acordo com a Tabela 6.</p> <p>a) igual a 2 (moto), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.1} * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão moto}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.1 (quantidade de dias por semana nos quais o trajeto é realizado), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por motos, de acordo com a Tabela 6.</p> <p>a) igual a docentes</p> <p>b) diferente de 2 (demais meios de transporte), devolve o valor 0 (zero).</p>	

3.4	KgCO ₂ ônibus	<p>Função do Excel® SE</p> <p>Caso o número indicado no item 2.2 seja:</p>
		<p>a) igual a 3 (ônibus), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão ônibus}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por ônibus, de acordo com a Tabela 6</p> <p>a) igual a 3 (ônibus), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.1} * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão ônibus}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.1 (quantidade de dias por semana nos quais o trajeto é realizado), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por ônibus, de acordo com a Tabela 6</p> <p>a) igual a docentes</p>
		<p>b) diferente de 3 (demais meios de transporte), devolve o valor 0 (zero).</p>
3.5	Meio de transporte 2	Referente ao meio de transporte 2, caso haja.
3.6	KgCO ₂ moto	<p>Função do Excel® SE</p> <p>Caso o número indicado no item 2.4 seja:</p>
		<p>a) igual a 2 (moto), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão moto}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por motos, de acordo com a Tabela 6.</p> <p>a) igual a 2 (moto), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.1} * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão moto}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.1 (quantidade de dias por semana nos quais o trajeto é realizado), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por motos, de acordo com a Tabela 6.</p> <p>a) igual a docentes</p>
		<p>b) diferente de 2 (demais meios de transporte), devolve o valor 0 (zero).</p>
3.7	KgCO ₂ ônibus	<p>Função do Excel® SE</p> <p>Caso o número indicado no item 2.4 seja:</p>

		<p>a) igual a 3 (ônibus), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão ônibus}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por ônibus, de acordo com a Tabela 6</p> <p>b) diferente de 3 (demais meios de transporte), devolve o valor 0 (zero).</p>	<p>a) igual a 3 (ônibus), calcula a quantidade de CO₂ emitida através da fórmula: $2 * \text{item 2.1} * \text{item 2.3} * \text{fator de emissão ônibus}$. Ou seja, o valor 2 (correspondente a ida e volta), item 2.1 (quantidade de dias por semana nos quais o trajeto é realizado), item 2.3 (km percorridos nesse trajeto) e fator de emissão de CO₂ por ônibus, de acordo com a Tabela 6</p> <p>a) igual a docentes</p>
3.8	Soma kgCO ₂	Soma das emissões totais de CO ₂ nesse deslocamento (até universidade). Item 3.1 a 3.7	
3.9	Quantidade de meios de transporte utilizados	<p>Função do Excel®: E</p> <p>Verifica se os itens 3.6 e 3.7 possuem o mesmo valor, ou seja, se os dois são 0 (zero). Caso isso seja verdadeiro, retorna VERDADEIRO, caso contrário FALSO.</p>	
4	KgCO ₂ TOTAL/dia	<p>Valor total da emissão de CO₂ pela mobilidade.</p> <p>Função do Excel® SE</p> <p>Caso o valor retornado no item 3.9 seja igual a VERDADEIRO, a função retorna o valor obtido no item 3.8. Caso contrário, a função divide o valor do item 3.8 por 2, já que são dois meios de transportes utilizados.</p>	
5	<p>Viagens Acadêmicas (somente para categorias: docentes e alunos)</p> <p>Esse bloco não foi contabilizado no cálculo da Pegada Ecológica, logo, os dados obtidos não serão trabalhados.</p>	Bloco referente as emissões geradas a partir das viagens acadêmicas.	

	<i>Resposta referente a questão 5.</i>	<i>Resposta referente a questão 6.</i>
6	Papel (somente para as categorias docentes e alunos)	Bloco referente ao consumo de papel
6.1	Consumo de papel (para docentes, via departamento)	Indicação da quantidade de papel consumida de acordo com a Tabela 3. Resposta referente a questão 1.
6.2	Consumo além cotas departamento (ano) – (somente para docente)	Indicação da quantidade de papel consumida além cotas do departamento. Resposta referente a questão 2. Caso o entrevistado responda por mês, multiplicar o número indicado por 11.
6.3	Número de folhas consumidas (somente para alunos)	Função do Excel® PROCURAR De acordo com o indicado no item 6.1, a função busca na Tabela 10 o valor de folhas correspondentes. <i>Para pós-graduação:</i> 11 meses (considerando 1 mês de férias) e; <i>Para graduação:</i> 8 meses (considerando 4 meses de férias: janeiro, fevereiro, julho e dezembro)
6.4	Consumo de papel reciclado	Indicação da quantidade de papel reciclado utilizado pelo usuário, de acordo com a Tabela 4.
	Resposta referente a questão 3.	Resposta referente a questão 2.

6.5	Quantidade de papel reciclado usado	Função do Excel® PROCURAR De acordo com o indicado no item 6.4, a função busca na Tabela 11 o valor da média da porcentagem referente.
6.6	Formato exigido trabalhos (somente para docente)	Indicação dos formatos de trabalhos exigidos pelos docentes a seus alunos de acordo com a Tabela 12. Resposta referente a questão 4.
6.7	Material extras (somente docente) para	Indicação do procedimento utilizado para disponibilizar material aos alunos, de acordo com a Tabela 13. Resposta referente a questão 5.
6.8	Porcentagem resíduo vira	Indicação da porcentagem de papel consumido pelo entrevistado que vira resíduo. Resposta referente a questão 6. Resposta referente a questão 3.
6.9	Reciclagem	Indicação da porcentagem desse papel que vira resíduo é encaminhado para reciclagem. Resposta referente a questão 7. Resposta referente a questão 4.
7	tCO ₂ /ano	Cálculo da quantidade de CO ₂ emitido pelo consumo de papel, através da multiplicação dos itens 6.2 (quantidade de papel consumida, no caso de docente) ou 6.3 (no caso de alunos), peso de uma folha de papel A4 (Tabela 8) e fator de emissão correspondente ao uso de papel de fibra virgem ou reciclada. O fator de emissão utilizado é encontrado através de uma Função do Excel® SE, onde: a) caso a porcentagem de papel reciclado seja nula, ou seja, o item 6.4 seja igual a 0 (zero), o

fator de emissão utilizado corresponde ao de fibra virgem (de acordo com a Tabela 9)

b) caso seja diferente de 0 (zero), multiplica-se a quantidade de papel reciclada (item 6.4) pelo fator de emissão do papel reciclado (Tabela 9), soma-se com a quantidade de papel de fibra virgem (valor encontrado subtraindo o valor do item 6.4 de 1) multiplicado pelo fator de emissão do papel de fibra virgem.

Consideração:

Somente considerou-se nos cálculos de emissão de consumo de papel para docentes o papel consumido além das cotas dos departamentos. Isso se deve ao fato do papel consumido via departamento já ter sido contabilizado nas estatísticas oficiais.