



“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

## Sustentabilidade de uma Instituição Universitária pelo Cálculo da Pegada Ecológica

SOARES, D. F. <sup>a\*</sup>, LIED, E. B. <sup>a</sup>, MAGALHÃES, A. P. <sup>b</sup>, TREVISAN, A. P. <sup>c</sup>, MOREJON, C. F. M. <sup>d</sup>, ARCEGO, C. V. <sup>d</sup>, SANTOS JUNIOR, E. L. <sup>a</sup>

*a. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira*

*b. Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade*

*c. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel*

*d. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo*

*\*dfsoares@hotmail.com*

### Resumo

A metodologia da Pegada Ecológica (PE) consiste em calcular o tamanho da área bioprodutiva necessária para produzir recursos e assimilar as emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) produzidos pela população em estudo. Nesse contexto, buscou-se quantificar o consumo médio dos principais recursos empregados no cotidiano da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira (UTFPR-MD) durante o ano de 2015. Os resultados indicam uma Pegada Ecológica total de 177,41 hectares, equivalente a uma área quase 15 vezes maior que o próprio câmpus. Constatou-se que o consumo de Alimentos e Infraestrutura e Edifícios, juntos correspondem a 84% das emissões de CO<sub>2</sub> e da composição da PE. O consumo de energia elétrica resultou em uma área quase duas vezes maior que a área do câmpus. Enquanto que o consumo de papel e de Mobilidade e Transporte, por sua vez, são os que apresentam menores impactos, com menos de 4% na composição total. A contribuição *per capita* da PE do câmpus corresponde a 0,0753 ha.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, esse valor está próximo à PE nacional que é 0,0725 gha.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

*Palavras-chave: Indicadores de Sustentabilidade. Universidades. Impacto Ambiental.*

### 1. Introdução

A capacidade de suporte ou capacidade de carga do ambiente representa a capacidade máxima de impactos que um determinado ambiente suporta sem que seja afetada a sua resiliência. Ecologistas definem capacidade de suporte como o tamanho máximo da população de uma espécie que uma determinada área pode suportar sem reduzir sua habilidade de manter essa mesma espécie por um período indefinido de tempo (DAILY; EHRLICH, 1992).

A relação entre população, demanda e disponibilidade de recursos naturais determina a capacidade de suporte. Como definido por Maduro-Abreu et al (2009, p. 75), “a capacidade de carga refere-se ao tamanho máximo estável de uma população, determinado pela quantidade de recursos

disponíveis e pela demanda mínima individual”. “Ela é definida pelo seu fator mais limitante e pode ser melhorada ou degradada pelas atividades humanas” (MONTEIRO, 2010, p. 26).

Nesse contexto, ao se consubstanciar essas definições, é possível concluir que a capacidade de suporte, depende principalmente de três critérios:

- i. Quantidade de indivíduos;
- ii. Demanda e disponibilidade de recursos naturais;
- iii. Espaço físico.

Atualmente, existem várias metodologias que fazem uso de indicadores de sustentabilidade, como: Pressão – Estado – Resposta; Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); Barômetro da Sustentabilidade; Análise Emergética; Pegada Ecológica; entre outros. Entretanto, até o momento não existe um indicador ambiental que seja universalmente aceito. Atualmente sobressaem-se os indicadores de origem ecológica, pois compreendem os recursos naturais, como: água, solo, ar, biodiversidade, entre outros (TAVARES; AGRA FILHO, 2008).

Segundo Amaral (2010, p. 24), “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” (TAVARES; AGRA FILHO, 2008).

Para calcular a Pegada Ecológica de um determinado sistema deve-se inicialmente saber quais são os consumos com maior demanda (água, energia, combustível, área construída, papel, alimentos, etc) e assim trabalhar com a quantificação mensal ou anual desses insumos, convertendo o uso destes em hectares globais (gha) de terra bioprodutiva. O gha não é apenas uma unidade de área, mas uma unidade de produção ecológica associada a uma área, cujos resultados podem também ser expressos em hectares (WWF, 2012).

A Pegada Ecológica é um indicador de sustentabilidade que se apoia no conceito da capacidade de suporte com linhas de raciocínio parecidas, porém de metodologias contrárias. Enquanto que a capacidade de suporte estima o número máximo de indivíduos que podem usufruir dos bens de um determinado habitat, a metodologia da Pegada Ecológica calcula o total de área de terra produtiva e de água demandada continuamente para produzir todos os recursos consumidos e para assimilar todos os resíduos produzidos por uma dada população (WACKERNAGEL, REES, 1996).

Algumas universidades brasileiras e internacionais já utilizam esse indicador na gestão ambiental do campus, conforme apresentado pela Tab. 1.

**Tab. 1 - Pegada Ecológica em diferentes universidades.**

Universidade	País	Ano	Recursos Considerados	Pegada Ecológica (ha.hab <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
Colorado College	Estados Unidos	2001	Alimentação, energia, transporte, resíduos, água e área construída.	2,24
Universidade de Toronto	Canadá	2005	Alimentação, energia, transporte, resíduos, água e área construída.	1,04
Universidade de Santiago de Compostela	Espanha	2008	Energia, transporte, papel, área construída e água	0,28
Universidade de Newcastle	Austrália	1999	Alimentação, energia, transporte e área construída.	0,19
Universidade de São Paulo	Brasil	2008	Água, papel, energia, transporte e áreas construídas.	0,19
Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia	Brasil	2013	Transporte e papel	0,07

**Fonte: Adaptado de USC (2008); Amaral (2010); Nascimento; Lima; Maciel (2013).**

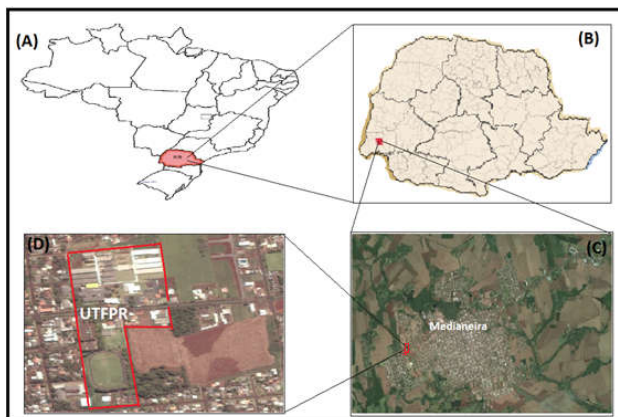
Por meio da Tab. 2 é fácil de notar que o grande diferencial desta metodologia é a possibilidade de realizar um *benchmark* ecológico agregador; ou seja, comparar a sustentabilidade entre empresas, eventos, países, cidades ou como nesse caso, universidades.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa segue os conceitos da metodologia original da Pegada Ecológica proposta por Wackernagel e Rees (1996), tendo sido considerado apenas a pegada de carbono, uma vez que os outros componentes, como áreas de cultivo, pastagens, florestas e estoques pesqueiros não possuem relação com a natureza das atividades realizadas em uma universidade.

A metodologia proposta buscou calcular o tamanho de área bioprodutiva necessária para absorver as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) geradas pelas atividades diárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira (UTFPR-MD).

A UTFPR-MD ocupa uma área de aproximadamente 12 hectares, localizado no oeste do Estado do Paraná (Fig. 1), a aproximadamente 580 km da capital Curitiba.



**Fig. 1 - Macrolocalização da unidade de estudo. A) Mapa do Brasil com destaque no Estado do Paraná; B) Mapa do Estado do Paraná com destaque na cidade de Medianeira; C) Mapa da cidade com destaque na unidade de estudo; D) Unidade de Estudo destacada em vermelho**

A população total deste câmpus universitário é composta por acadêmicos, professores e servidores. A Tab. 2 apresente a população total do câmpus para o 2<sup>o</sup> semestre de 2015.

**Tab. 2 - População total da UTFPR-MD.**

<b>Categoria</b>	<b>Quantidade</b>
Acadêmico	2069
Professores	188
Servidores	97
<b>Total</b>	<b>2354</b>

**Fonte: Adaptado de UTFPR (2015).**

Para determinar a Pegada Ecológica do UTFPR-MD buscou-se quantificar o consumo médio dos principais recursos empregados no cotidiano da universidade durante o ano de 2015.

A estimativa de consumo de alimentos foi baseada na necessidade de compras mensais desses alimentos para suprir a demanda. Para efeito de cálculo anual estimou-se a quantidade de dias de funcionamento do Restaurante Universitário (RU) no ano, 260 dias (26 dias por mês, 10 meses no ano). Foram considerados os alimentos consumidos durante as refeições de almoço e janta no RU, excluindo-se os lanches e outros alimentos consumidos na cantina do restaurante.

Com relação ao consumo de combustível considerou-se somente o utilizado pelos veículos oficiais da universidade. Os registros de consumo de combustível equivalem ao período de janeiro a setembro de 2015, portanto foi calculada a média para o período de um ano.

A quantificação do consumo de energia elétrica foi estimada com base nos dez primeiros meses do ano, calculando a média e extrapolando-a para doze meses.

No que tange ao aspecto de Infraestrutura e Edifícios foi enquadrada neste item todas as áreas construídas ou degradadas, consideradas não produtivas biologicamente, ou seja, que já não tem capacidade de produção de biomassa. Para efeito de cálculo, o fator de emissão considera o tempo de vida útil de um edifício de 50 anos (AMARAL, 2010). Portanto, o valor final de emissão, teve que ser dividido por 50, já que o período em estudo é de um ano.

Para o papel foram consideradas neste item somente as folhas de papel sulfite (papel do tipo A4), virgem ou reciclada, adquirido e utilizado pelos diversos setores administrativos, bem como pela empresa que vende materiais escolares, dentro do câmpus. Com a finalidade de obter a quantidade de papel (em kg) multiplicou-se a quantia total de papel utilizado pela massa de uma folha de sulfite, 4,67 g.

Para a adoção do Fator de Emissão, buscou-se apoio nas referências das organizações mais conceituadas nessa temática conforme Tab. 1.

**Tabela 1 – Fator de Emissão de cada dado utilizado e respectivas unidades e referências.**

Dados Utilizados		Fator de Emissão	Unidade	Fonte
Alimentos	Origem Animal	3,43		
	Origem Vegetal	2,10	kgCO <sub>2</sub> .kg Alimento <sup>-1</sup>	MMA (2011)
	Energia Elétrica	0,1355	kgCO <sub>2</sub> .kWh <sup>-1</sup>	MCT (2014)
Infraestrutura e Edifícios		520	kgCO <sub>2</sub> .m <sup>-2</sup>	USC (2008)
Papel	Virgem	1,84	kgCO <sub>2</sub> .kg papel <sup>-1</sup>	USC (2008)
	Reciclado	0,61		
Mobilidade e Transporte	Diesel	2,671	kgCO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	MMA (2011)
	Etanol	1,178		
	Gasolina	2,269		

A estimativa de emissões de CO<sub>2</sub> é obtida através da multiplicação do total consumido de um recurso pelo seu respectivo Fator de Emissão (ver Eq. 1):

$$\text{Emissão (kgCO}_2\text{)} = \text{Consumo (unidade)} * \text{Fator de Emissão} \left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{unidade}} \right) \quad (1)$$

Para realizar o cálculo da Pegada de Carbono, considerou-se o mesmo valor da taxa de absorção de 6,270 t CO<sub>2</sub>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, este valor é o mesmo utilizado em outro estudo de cálculo de Pegada Ecológica em contextos universitários, na *Universidad de Santiago de Compostela* (USC) realizado por Rodriguez; Iglesias e Álvarez (2009) e Universidade de São Paulo – São Carlos por Amaral (2010).

Para obter a Pegada Ecológica, que é o total de área bioprodutiva necessária para absorver as emissões de CO<sub>2</sub>, multiplica-se o total emitido pela Taxa de Absorção supracitada (ver Eq. 2):

$$\text{Área (ha)} = \text{Emissão (kgCO}_2\text{)} / \text{Taxa de Absorção (kgCO}_2\text{.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

### 3.1 Resultados e Discussão

No Restaurante Universitário (RU) são servidas, em média, 1100 refeições diariamente, sendo 700 no almoço e 400 no jantar. São fornecidos basicamente 16 itens alimentares distribuídos de forma variável de acordo com o cardápio diário. As quantidades de alimentos consumidos *per capita* estão discriminadas na Tab. 3.

**Tabela 3 - Quantidade *per capita* de alimentos consumidos por pessoa no RU.**

Tipo de Alimento	Quantidade (kg.per capita <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	Tipo de Alimento	Quantidade (kg.per capita <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )
Arroz	0,070	Bife Suíno	0,050
Feijão	0,055	Almôndega	0,035
Purê de Batata	0,030	Estrogonofe de Carne	0,040
Macarrão	0,025	Alface	0,005

Polenta	0,015	Pepino	0,010
Mandioca	0,013	Beterraba	0,015
Frango Grelhado	0,080	Cenoura	0,015
Frango Assado	0,100	Repolho	0,020

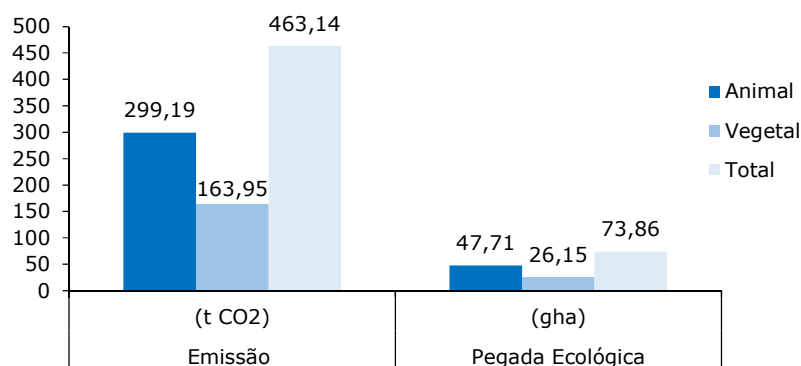
Considerando que os fatores de emissões são diferentes para alimentos de origem animal e vegetal, obteve-se a média *per capita* diária de consumo por origem de alimento. Com base no consumo diário *per capita* de alimentos pode-se calcular as respectivas emissões, bem como a Pegada Ecológica individual descrita na Tab. 4.

**Tabela 4 - Emissão (t CO<sub>2</sub>) e PE *per capita* do consumo de alimentos na UTFPR-MD.**

Origem do Alimento	Quantidade (kg.per capita <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	Emissão (t CO <sub>2</sub> .per capita <sup>-1</sup> )	Pegada Ecológica (gha.per capita <sup>-1</sup> )
Animal	0,305	0,271	0,0433
Vegetal	0,273	0,149	0,0237
Total	0,578	0,421	0,0670

Os resultados obtidos apontam que cada pessoa que almoça ou janta no restaurante universitário consome em média 0,578 kg de alimentos. Cerca de 52,7% desses alimentos são de origem animal. Esse consumo de alimentos *per capita* no período de um ano é responsável pela emissão de quase meia tonelada de CO<sub>2</sub>. Enquanto que a Pegada Ecológica individual para o consumo de alimentos no campus é de 0,06 gha.*per capita*<sup>-1</sup>, ou seja, representa uma área de 670 m<sup>2</sup>.

A PE total é resultado da multiplicação da PE *per capita* pela quantidade de refeições servidas durante todo o ano (Fig. 2).



**Figura 2 - Emissões de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica de alimentos da UTFPR-MD.**

Mesmo havendo certo equilíbrio no consumo de alimentos de origem animal e vegetal, como observado na Tabela 2, as emissões de CO<sub>2</sub> e a Pegada Ecológica do consumo de alimentos de origem animal representa quase o dobro dos de origem vegetal, isso se deve ao fato de que os alimentos de origem animal, em sua grande maioria, são geradores de CO<sub>2</sub> em grande parte do seu ciclo de vida.

O consumo de alimentos no RU da UTFPR-MD gera 463,14 kg CO<sub>2</sub>.ano<sup>-1</sup>, de modo a resultar em uma Pegada Ecológica de 73,86 gha, essa PE corresponde a aproximadamente 6 vezes a área do câmpus.

O câmpus possui uma frota de 09 veículos oficiais que utilizam os seguintes combustíveis: diesel, etanol ou gasolina (Tab. 5).

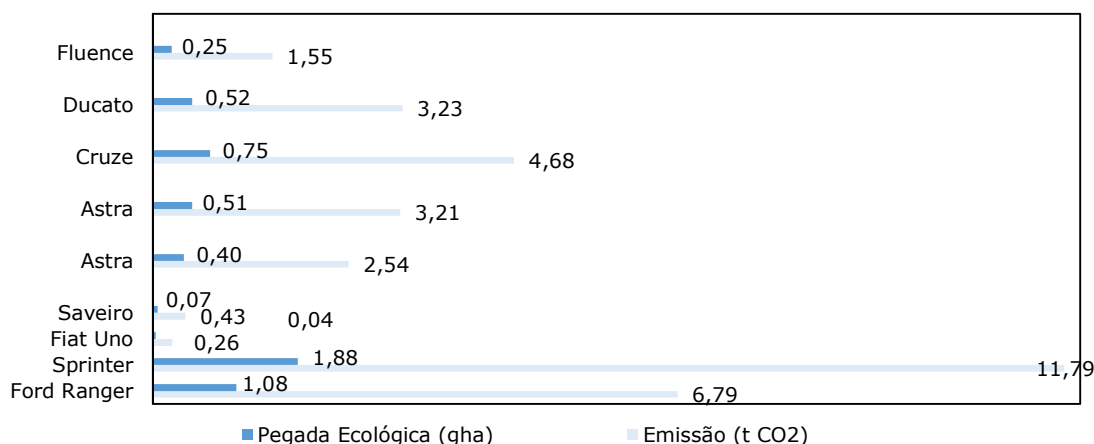
**Tabela 5 - Veículos oficiais do câmpus e combustíveis utilizados.**

Veículo	Tipo de Combustível	Consumo de Combustível (L)
Ford Ranger	Diesel	2542,11
Sprinter	Diesel	4415,6
Fiat Uno	Etanol	220,6

Saveiro	Etanol	198,21
	Gasolina	84,95
Astra	Etanol	1180,86
	Gasolina	506,08
Astra	Etanol	1490,42
	Gasolina	638,75
Cruze	Etanol	2176,36
	Gasolina	932,74
Ducato	Etanol	1503,8
	Gasolina	644,48
Fluence	Etanol	720,9
	Gasolina	308,95

Apenas dois veículos utilizam óleo diesel, porém são os que apresentam os maiores valores de consumo de combustível dentre todos os 9 veículos avaliados.

O veículo Fiat Uno utiliza exclusivamente etanol, aparentemente é o menos utilizado da frota de veículos, visto que o consumo de combustível está muito abaixo dos demais. Os outros 6 veículos são da categoria *Flex*, utilizam etanol ou gasolina. As emissões de CO<sub>2</sub> e a Pegada Ecológica de cada veículo estão apresentadas na Fig. 3.



**Figura 3 - Emissões de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica de cada veículo oficial do câmpus.**

Quanto à sustentabilidade dos veículos destaca-se a diferença entre as emissões de CO<sub>2</sub> e PE dos veículos Sprinter e Ducato. Estes são veículos parecidos, utilizados para grandes quantidades de passageiros e longas distâncias, no entanto a diferença no tipo de combustível utilizado faz com que a Sprinter gere impactos maiores. Nesse contexto, sugere-se que haja um equilíbrio na utilização desses dois automóveis.

O consumo total de combustível, bem como suas respectivas emissões de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica estão descritos na Tab. 6.

**Tabela 6 - Total de Consumo, Emissões de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica por tipo de combustível no ano de 2015.**

Combustível	Consumo (L)	Emissão (t CO <sub>2</sub> )	Pegada Ecológica (gha)
Diesel	6.957,71	18,58	2,96
Etanol	7.491,15	8,82	1,41
Gasolina	3.115,95	7,07	1,13
Total	17.564,81	34,47	5,50

O combustível mais utilizado pelo setor de transporte do câmpus é o etanol, com mais de 7 mil litros. Esse valor representa 42% do consumo total dos três tipos de combustíveis.

O consumo de diesel, apesar de ser utilizado por apenas dois veículos é predominante na composição das emissões e PE, representa 39% do total. Enquanto que a gasolina representa apenas

17% do total, essa baixa representatividade se justifica pelo fato de os veículos serem *flex* e, conseqüentemente, abastecidos com etanol com mais frequência, devido à viabilidade econômica. Por fim, o consumo de combustível pelos 9 veículos oficiais da UTFPR-MD emite por ano 34,47 t CO<sub>2</sub>, resultando em uma Pegada Ecológica de 5,50 gha.

A estimativa obtida do consumo total de energia elétrica no câmpus, para o ano de 2015 é de 1.000.895 kWh. Portanto, têm-se uma média de 83.407 kWh.mês<sup>-1</sup>, aproximadamente.

**Tabela 7 - Consumo, Emissão de CO<sub>2</sub> e PE per capita de energia elétrica do câmpus.**

Recurso	Consumo (kWh.per capita <sup>-1</sup> )	Emissão (t CO <sub>2</sub> .per capita <sup>-1</sup> )	Pegada Ecológica (gha.per capita <sup>-1</sup> )
Energia Elétrica	425,18	0,576	0,0092

O consumo *per capita* de energia elétrica anual é de 425,18 kWh (Tab. 7). Esse consumo gera cerca de meia tonelada *per capita* de CO<sub>2</sub>, resultando na Pegada Ecológica de 92 m<sup>2</sup>.*per capita*<sup>-1</sup> ou 0,0092 gha.*per capita*<sup>-1</sup>.

A quantificação total das emissões de CO<sub>2</sub> e a Pegada Ecológica deste recurso estão apontadas na Tab. 8.

**Tabela 8 - Emissão de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica total de energia elétrica do câmpus.**

Recurso	Consumo (kWh)	Emissão (t CO <sub>2</sub> )	Pegada Ecológica (gha)
Energia Elétrica	1.000.895	135,62	21,63

O consumo de energia elétrica da UTFPR-MD resulta na emissão por ano 135,62 t CO<sub>2</sub>, o que corresponde a uma Pegada Ecológica de 21,63 gha, área equivalente a quase o dobro do tamanho do câmpus.

A UTFPR-MD possui uma área total de 122.165,60 m<sup>2</sup>, cerca de 12,22 hectares, a composição do terreno está descrita na Tab. 9.

**Tabela 9 - Composição do terreno da UTFPR-MD.**

Área total (m <sup>2</sup> )	Área construída (m <sup>2</sup> )	Área construída coberta (m <sup>2</sup> )
122.165,60	32.291,00	12.916,51

O terreno possui 45.207,51 m<sup>2</sup> de área construída e/ou coberta, portanto não bioprodutiva para efeito de cálculo da PE. Essa área representa 37% da área total do câmpus.

As emissões de CO<sub>2</sub> e a Pegada Ecológica deste recurso encontram-se na Tab. 10.

**Tabela 10 - Emissão de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica total das áreas construídas do câmpus.**

Recurso	Área Improdutiva (m <sup>2</sup> )	Emissão (t CO <sub>2</sub> )	Pegada Ecológica (gha)
Área Construída	45.207,51	470,15	75,00

No cenário atual as emissões anuais de CO<sub>2</sub> são de 470 toneladas, o que representa uma Pegada Ecológica de 75 gha. Porém, essa pegada tende a aumentar com a tendência de expansão do câmpus, que nos últimos 5 anos construiu 5 novos blocos de sala de aula e laboratórios, novo edifício para biblioteca e expandiu sua área total.

Considerou-se duas fontes fornecedoras de papel na universidade, os papéis adquiridos pela própria universidade para utilização nos setores administrativos em geral e os papéis comercializados pela empresa "Papeleria Universitária", responsável pelos serviços de *xerox*, impressões, etc.

Com base nos dados de consumo fornecidos foi elaborada a Tab. 11, que apresenta a quantidade de papel consumida no ano de 2015.

**Tabela 11 - Quantidade de papel consumida na UTFPR-MD.**

Setor	Tipo de papel	Quantidade (folha A4)
-------	---------------	-----------------------

Universidade em geral	Virgem	400.000
	Reciclado	10.000
Papeleria Universitária	Virgem	630.000
	Reciclado	Não consta
Total		1.040.000

Constatou-se um consumo anual de mais de 1 milhão de folhas A4, o que equivale a cerca de 5 mil kg de folhas, sendo que apenas 10.000 folhas são do tipo recicladas, esse valor representa menos de 1% do total. Assim, as emissões de CO<sub>2</sub> e a Pegada Ecológica geradas pelo consumo de papel sulfite em todo o câmpus encontram-se discriminadas na Tab. 12.

**Tabela 12 - Emissão de CO<sub>2</sub> e Pegada Ecológica do consumo de papel.**

Tipo de Papel	Quantidade (folha A4)	Emissão (t CO <sub>2</sub> )	Pegada Ecológica (gha)
Virgem	1.030.000	8,8506	1,4116
Reciclado	10.000	0,0285	0,0045
Total	1.040.000	8,8791	1,4161

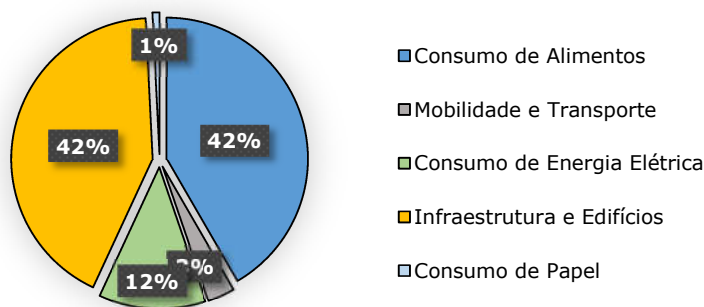
Para o consumo de papel as emissões anuais de CO<sub>2</sub> são de 8,87 toneladas, o que representa uma Pegada Ecológica de 1,4 gha, equivalente a uma área de aproximadamente 11% da área do câmpus.

A Pegada Ecológica total do câmpus é composta pelos cinco recursos apresentados anteriormente, a avaliação da composição global do indicador está representada na Tab. 13.

**Tabela 13 - Composição da Pegada Ecológica total da UTFPR-MD.**

Recurso	Emissão (t CO <sub>2</sub> )	Pegada Ecológica (gha)
Consumo de Alimentos	463,14	73,86
Mobilidade e Transporte	34,47	5,50
Consumo de Energia Elétrica	135,62	21,63
Infraestrutura e Edifícios	470,15	75,00
Consumo de Papel	8,88	1,42
Total	1112,26	177,41

Para uma melhor discussão e compreensão dos resultados acima apresentados, elaborou-se a Fig. 4, na qual ilustra a participação relativa (em %) de cada recurso considerado na composição desta Pegada Ecológica.



**Figura 4 - Composição da Pegada Ecológica da UTFPR-MD.**

O somatório das pegadas de todos os recursos em estudo resultou na Pegada Ecológica de 177,41 gha, esse valor representa uma área 14,5 vezes maior que o próprio câmpus. No entanto, a PE *per capita* total é 0,0753 gha.ano<sup>-1</sup>, esse valor está próximo à PE nacional que é 0,0725 gha.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2011).

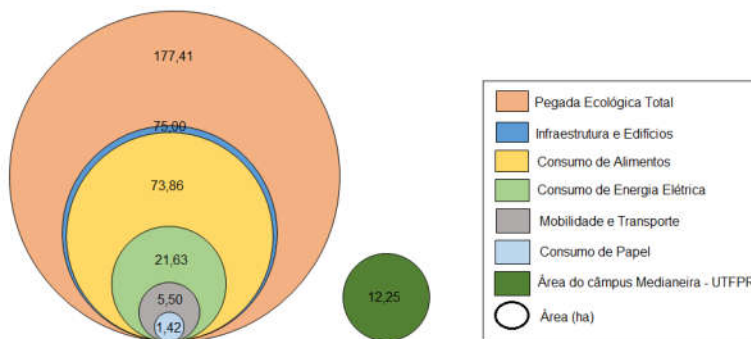
Dentre o valor total da Pegada Ecológica do câmpus em 2015, destaca-se o consumo de Alimentos e Infraestrutura e Edifícios, juntos correspondem a 84% das emissões de CO<sub>2</sub> e da composição da PE. Como medida mitigadora nesses dois fatores, considera-se importante a



apresentação desses resultados para a comunidade acadêmica do câmpus, principalmente aos que fazem refeições no Restaurante Universitário visando à sensibilização para a redução de desperdício de alimentos. Quanto à Infraestrutura e Edificações, embora não se possa evitar o crescimento da universidade, sugere-se a otimização dos espaços já construídos.

O levantamento dos itens Consumo de Papel e de Mobilidade e Transporte indicam que esses são os únicos que apresentam PE menor que a própria área do câmpus, que é de 12,22 hectares (Fig. 5). No entanto, em estudos futuros esses valores podem apresentar resultados mais expressivos se forem levados em conta a mobilidade e consumo de papel direto por parte dos acadêmicos.

A fim de facilitar o entendimento das diferenças de áreas por cada Pegada Ecológica e também para compará-las com a área do câmpus elaborou-se a Fig. 5.



**Figura 5 - Comparação de áreas da Pegada Ecológica com a área do câmpus.**

O consumo de energia elétrica resultou na PE com uma área quase duas vezes maior que a área total do câmpus. Essa constatação por si só, pode fornecer fundamento para o desenvolvimento de projetos de redução de energia ou até mesmo de utilização de fontes alternativas.

Como a Pegada Ecológica é um indicador ambiental que trabalha com mensuração e estimativas, as áreas resultantes dos cálculos não apresentam exatidão, embora auxiliem na avaliação da sustentabilidade ou insustentabilidade do local em estudo.

Nesse contexto, os resultados encontrados indicam que somente o consumo de papel e combustível apresentam sustentabilidade, uma vez que as áreas encontradas são menores que a área do câmpus. Os outros recursos considerados, consumo de energia, alimentos e área construída, por sua vez, apresentam insustentabilidade, já que as áreas necessárias para absorver suas emissões de CO<sub>2</sub> são duas e seis vezes maiores, respectivamente, que a área do câmpus.

#### 4. Conclusões

O câmpus UTFPR-MD apresentou uma PE total equivalente a uma área 15 vezes maior do que o tamanho da própria universidade para absorver todo o CO<sub>2</sub>, gerado indiretamente pelas atividades do cotidiano da universidade. Entende-se que seja algo natural essa relação de déficit de área, uma vez que o atual padrão de consumo e estilo de vida dificultam um cenário inverso.

A identificação dos recursos que possuem maiores potenciais para geração de impactos ambientais, no que diz respeito ao consumo foi fundamental no presente estudo, pois quanto maior a quantidade de recursos considerados mais fiel à realidade serão os resultados.

Nesse sentido, ressalta-se a importância da Pegada Ecológica como uma ferramenta transversal que, devido à facilidade de aplicação e compreensão dos resultados, como nesta pesquisa, surge como peça fundamental na gestão ambiental do câmpus, podendo atuar como parte de um sistema de melhoria contínua, mensurando, avaliando e conseqüentemente, reduzindo os índices de insustentabilidade.

## Referências

AMARAL, Renata R. *Análise da aplicabilidade da Pegada Ecológica em contextos universitários: Estudo de caso no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo*. 110 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.

CARMO, Arilma O. do. *Pegada ecológica: possibilidades e limitações a partir de sua aplicação para a cidade do Salvador-BA*. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008

DAILY, Gretchen C.; EHRLICH, Paul R. Population, Sustainability, and Earth's Carrying Capacity. A framework for estimating population size and lifestyles that could be sustained without undermining future generations. *Bioscience*, v. 42, n 10, p761-771, nov. 1992.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Ecological Wealth of Nations. Disponível em: <[http://www.footprintnetwork.org/ecological\\_footprint\\_nations/biocupacity\\_per\\_capita.html](http://www.footprintnetwork.org/ecological_footprint_nations/biocupacity_per_capita.html)>. Acesso em: 22.out.2015.

MADURO-ABREU, Alexandre; NASCIMENTO, Daniel T; MACHADO, Luciana O.R; COSTA, Helena A. Os limites da Pegada Ecológica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Brasília, n.19, p.73-87, 2009. Editora UFPR.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). *Fator de Emissão de CO2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html>>. Acesso em: 01.nov.2015

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Introdução à Pegada de Carbono. Out.2011. 27 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/255/\\_arquivos/3\\_introduccion\\_to\\_carbon\\_footprinting\\_255.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/255/_arquivos/3_introduccion_to_carbon_footprinting_255.pdf)>. Acesso em: 13.out.2015

MONTEIRO, Maria da C. A. *A Qualidade e o Impacto no Meio Ambiente*. 66 f. Monografia (Especialização em Administração da Qualidade), Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2010.

NASCIMENTO, Sophia C; LIMA, Gilson B.A; MACIEL, Gabriel F. dos S. Aplicação da Ferramenta Pegada Ecológica para Análise de Impactos Ambientais Gerados pelas Atividades Acadêmicas de Alunos da Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense. In: *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Out. 2013, Salvador.

TAVARES, Arilma O. C.; AGRA FILHO, Severino S. Aplicações da Pegada Ecológica no Brasil: um estudo comparativo. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. São Paulo v. 21, p. 54-64, set. 2011.

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (USC). *Impacto Ambiental en Centros da USC*. Fev. 2008. Disponível em: <[https://www.usc.es/plands/secciones/datos\\_plan/eixe2/pegada\\_ecologica/estudo/estudo\\_pdf/impacto%20ambiental%20final%20web-6-6-08.pdf](https://www.usc.es/plands/secciones/datos_plan/eixe2/pegada_ecologica/estudo/estudo_pdf/impacto%20ambiental%20final%20web-6-6-08.pdf)>. Acesso em: 20.set.2014.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). *Mapa com todos os campus da UTFPR*. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/estrutura-universitaria/diretorias-de-gestao/dircom/design/mapa-parana-com-todos-os-campus-da-utfpr/view>> Acesso em: 08 dez. 2014.

WACKERNAGEL, Mathis; REES, William. *Our ecological footprint: reducing human impact of the Earth*. 6 ed. Canada: New Society Publisher, 1996.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). *A Pegada Ecológica de Campo Grande e a Família das Pegadas*. Campo Grande, 2012. 127 p.