

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PEGADA ECOLÓGICA NA ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO

Data de aceite: 02/12/2023

Caroline Teixeira Lopes

RESUMO: Indicadores ecológicos e/ou de sustentabilidade são formas de se avaliar o estado de conservação e degradação de um ambiente, levando em conta diversos fatores como alterações na estrutura de um ecossistema, surgimento ou extinção de espécies, mudança de temperatura e outros aspectos importantes. Pegada ecológica é uma forma de contabilizar e gerenciar o impacto causado ao meio ambiente pelo modo de vida da população mundial, seu consumo de recursos exagerado, sua produção de resíduos exagerada e seu modo de vida inconsequente. As marcas geradas são impactantes, e se não for dada a ela sua devida importância, talvez irreversível. (WWF – Brasil, 2012). Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível perceber que este indicador pode ser um instrumento que auxilia a consciência ecológica e a tomada de decisões de todos dentro da instituição, pois mostra de forma mensurável como o modo de vida do ser humano impacta o locais por onde vive e passa. Sua aplicação pode servir como

uma forma de controle de ações, incentivo à sustentabilidade e uma forma de mostrar o desenvolvimento sustentável da instituição.

PALAVRAS CHAVE: SUSTENTABILIDADE; INDICADORES ecológicos; PEGADA ecológica

ABSTRACT: Ecological and/or sustainability indicators are ways of evaluating the state of conservation and manipulation of an environment, taking into account various factors such as changes in the structure of an ecosystem, emergence or extinction of species, temperature change and other important aspects. Ecological footprint is a way of accounting and managing the impact caused to the environment by the way of life of the world's population, their exaggerated consumption of resources, their exaggerated waste production and their inconsequential way of life. The brands generated are impactful, and they are not given their due, perhaps irreversible, importance. (WWF – Brazil, 2012). With the development of this work, it was possible to realize that this indicator can be an instrument that helps the ecological awareness and decision-making of everyone within the institution, as it shows in a measurable way how the way of life of human beings impacts the places where

they live. and passes. Its application can serve as a way of controlling actions, encouraging sustainability and a way of showing the sustainable development of the institution.

KEYWORDS: SUSTAINABILITY; ECOLOGICAL indicators; ECOLOGICAL footprint

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e populacional, houve consequentemente um aumento no consumo de energia, água, papel, e na geração de resíduos, carbono, poluição e desmatamento. Podendo levar futuramente o planeta a uma escassez de recursos. Isso se deve ao fato do ser humano realizar suas tarefas com irresponsabilidade e sem pensar nas suas consequências.

Com base nessa probabilidade e com os problemas já enfrentados devido ao modo de vida mundial, indicadores de sustentabilidade vêm sendo elaborados e estudados a fim de alertar sobre os rastros gerados pelo homem, e modos de sanar ou pelo menos diminuir esse ritmo ao qual se vem destruindo o local onde se vive.

A Agenda 21, em seu capítulo 40, chama a atenção para o fato dos indicadores de desenvolvimento utilizados pelos países não realizarem menção alguma a números relacionados à sustentabilidade. E apresenta informações sobre o trajeto que deverá ser traçado pelo ser humano tentar reverter ou ao menos amenizar os impactos causados. Salientando assim a necessidade de se conhecer meios para calcular o consumo humano e seu impacto na degradação ambiental.

Pensando nessa necessidade de conhecimento sobre o nível de degradação ambiental, indicadores foram criados para expressar em números a influência humana no planeta. Neste trabalho em questão será dada ênfase a Pegada Ecológica, uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia o consumo humano de recursos naturais e avalia se este vem sendo acima do que seria permitido.

2. OBJETIVOS

Compreender o indicador Pegada Ecológica;

Aplicar a metodologia de cálculo da Pegada Ecológica nos dados obtidos da área de estudo.

3. CONCEITOS

3.1. Pegada Ecológica

A cada ano a Pegada faz uma avaliação histórica dos recursos utilizados e dos que foram produzidos no último ano, a partir disso avalia a atual situação do planeta ou determinada região. A Global Footprint Network (2013) define pegada ecológica como sendo a medida da quantidade de área de terra e de água biologicamente produtiva que um indivíduo, população ou atividade requer para produzir todos os recursos que consome e para absorver os resíduos que gera, usando a tecnologia vigente e práticas de gestão de

recursos. Geralmente é medida em hectares globais, considerando que o comércio é global e a pegada de um indivíduo ou país inclui terra ou água de todo o mundo.

Gaodi et al. (2012) destacam que a pegada ecológica é uma medida criada para responder ao questionamento: Quanto da capacidade regenerativa de nosso planeta estamos usando? Através do cálculo da demanda que o consumo humano e a produção de lixo exercem sobre a Biosfera.

O principal objetivo é quantificar os recursos que utilizamos da natureza para sustentar nosso modo de vida, baseia-se nos bens materiais, forma de se alimentar, produção de resíduos e poluição enfim, hábitos de consumo da população. E a partir de então, pode-se estimar o quão forte cada ser humano impacta sobre a natureza, a força e a devastação que seu caminho deixam para trás. (Borba e Costa, 2007). A pegada ecológica permite uma leitura e interpretação da realidade, as diferentes culturas presentes nos países e no mundo, e seus modos de vida. Relata problemas como injustiça e desigualdade, através dos diferentes níveis de consumo de recursos. E mostra que a igualdade, a conscientização e a preocupação de cada um com o planeta possa ser a chave para uma pegada melhor.

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. Cada ser vivo necessita de uma quantidade mínima de espaço natural produtivo para sobreviver. Os humanos, neste e noutros aspectos, são semelhantes às outras espécies. Na verdade, a nossa sobrevivência depende da existência de alimentos, de uma fonte constante de energia, da capacidade de os vários resíduos que produzimos serem absorvidos e, assim, deixarem de constituir uma ameaça, bem como da disponibilidade de matérias-primas para os processos produtivos.

Segundo William Rees e Mathis Wackernagel, criadores da Pegada existem cinco fatores importantes para seu cálculo:

- Terra Bioprodutiva;
- Mar Bioprodutivo;
- Terra de Energia;
- Terra Construída;
- Terra de Biodiversidade.

Com base nesses fatores foram definidos os componentes da Pegada Ecológica: (Becker, Martins, F. Campos, et al., 2012)

- Carbono: Representa a extensão de áreas florestais capaz de sequestrar emissões de CO₂ derivadas da queima de combustíveis fósseis, excluindo-se a parcela absorvida pelos oceanos que provoca a acidificação.
- Áreas de cultivo: Representa a extensão de áreas de cultivo usadas para a produção de alimentos e fibras para consumo humano, bem como para a produção de ração para o gado, oleaginosas e borracha.

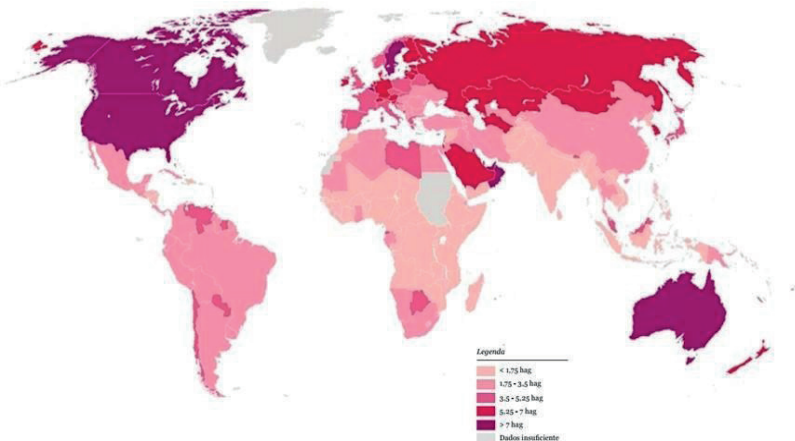
- Pastagens: Representa a extensão de áreas de pastagem utilizadas para a criação de gado de corte e leiteiro e para a produção de couro e produtos de lã.
- Florestas: Representa a extensão de áreas florestais necessárias para o fornecimento de produtos madeireiros, celulose e lenha.
- Áreas construídas: Representa a extensão de áreas cobertas por infraestrutura humana, inclusive transportes, habitação, estruturas industriais e reservatórios para a geração de energia hidrelétrica.
- Estoques pesqueiros: Calculada a partir da estimativa de produção primária necessária para sustentar os peixes e mariscos capturados, com base em dados de captura relativos a espécies marinhas e de água doce.

Os especialistas William Rees e Mathis Wackernagel procuravam por formas para medir as marcas geradas pelo ser humano no planeta, na década de 90.

Em 1996, estes cientistas publicaram o livro *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* (traduzido para o português *Pegada Ecológica – reduzindo o impacto do ser humano na Terra*), apontando uma nova concepção no universo da sustentabilidade ao mundo. (WWF - Brasil, 2012)

Fazendo uma análise histórica sobre a Pegada Ecológica, até a década de 1970, a terra conseguia suprir as necessidades humanas, o que não vem ocorrendo atualmente. No ano de 2010, a média da Pegada Ecológica mundial per capita é em torno de 2,6 hectares globais, enquanto a biocapacidade per capita é de 1,7 hectare global. O que deixa um déficit ecológico de 0,9 gha/cap, ou seja, a população mundial consome um planeta e meio, ultrapassando assim a capacidade do planeta em 50%. Com o aumento rápido do valor da Pegada, em pouco tempo é provável que o planeta não suporte mais suprir as necessidades básicas da sua população.

Figura 1: Mapa global da pegada ecológica nacional por pessoa em 2012



Fonte: WWF, 2012.

3.2. Biocapacidade

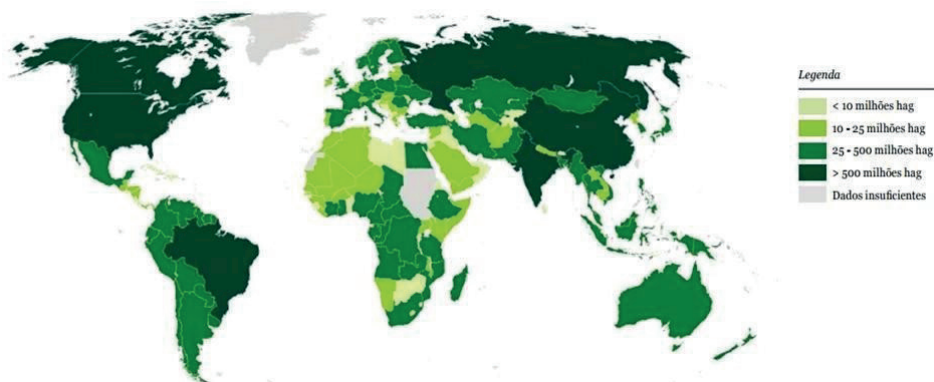
Capacidade biológica ou biocapacidade é o montante de recursos úteis produzidos pelos ecossistemas e a aptidão destes de absorver os resíduos gerados pelo ser humano, ou seja, pode-se dizer que é a capacidade regenerativa da terra. É a medida usada de comparação com a Pegada Ecológica. (WWF - Brasil, 2012).

O cálculo da biocapacidade considera a área de terra livre e sua capacidade de produção, esse valor é obtido em hectare levando em conta as culturas ou árvores inseridas em uma área.

Os fatores abrangidos são para a realização do cálculo da biocapacidade são:

- Terras cultiváveis para a produção de alimentos, fibras, biocombustíveis;
- Pastagens para produtos de origem animal, como carne, leite, couro e lã;
- Áreas de pesca costeiras e continentais;
- Florestas, que tanto fornecem madeira como podem absorver CO_2 ;
- Áreas urbanizadas, que ocupam solos agrícolas;
- Hidroeletricidade, que ocupam área com seus reservatórios. Abaixo será apresentado um mapa com a biocapacidade mundial.

Figura 2: Biocapacidade total por país em 2012, em hectares globais (gha).



Fonte: WWF, 2012.

4. CONSEQUÊNCIAS

O relatório do WWF de 2010 mostrou essencialmente que a perda da biodiversidade global foi de 30%: “A humanidade não está mais vivendo dos juros da natureza, mas esgotando seu capital” e, “a esse nível de déficit ecológico, a exaustão dos ativos ecológicos eo colapso em grande escala dos ecossistemas parecem cada vez mais prováveis”, afirma o relatório.

A figura a seguir apresenta a tendência global da pegada ecológica e sua projeção, a linha vermelha representa a pegada ecológica da humanidade, enquanto a linha verde representa a biocapacidade da Terra.

O cálculo feito pela Global Footprint Network (GFN), organização internacional pela sustentabilidade, parceira global da Rede WWF, que monitora a Pegada Ecológica das cidades do mundo inteiro, mostra que desde 2000, a data em que o mundo esgota sua capacidade tem surgido cada vez mais cedo: de 1º de outubro em 2000 a 02 de agosto em 2023. A tendência é essa data passar cada vez mais para o início do ano.

A tabela abaixo mostra as datas do déficit mundial entre 2000 e 2023.

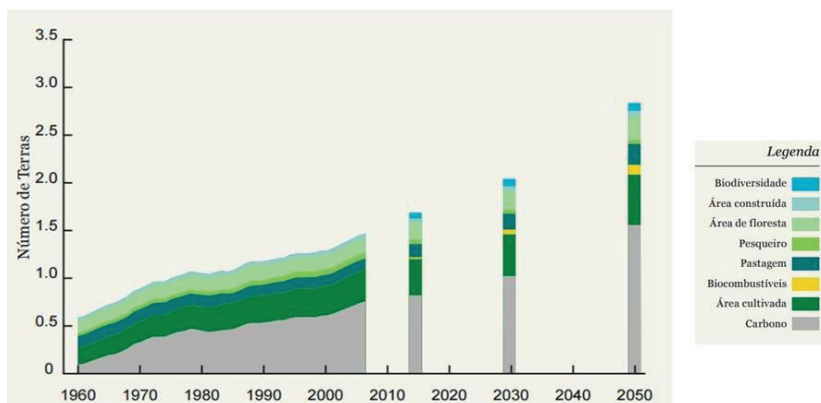
Tabela 1: Data do déficit mundial.

Sobrecarga da Terra por ano	
2000	05 de outubro
2005	06 de setembro
2010	31 de agosto
2015	13 de agosto
2020	22 de julho
2021	29 de julho
2022	22 de julho
2023	02 de agosto

Fonte: WWF Brasil, 2023.

O futuro não é animador. Pelo atual ritmo, em 2050 serão necessários dois planetas Terra para suportar as necessidades humanas de solo arável, água, florestas e espaço para ocupação urbana, segundo a Global Footprint Network.

Figura 3: Projeções tendenciais.



Fonte: Global Footprint Network, 2010

5. METODOLOGIA DE CÁLCULO

Ecologicamente ligada com o desenvolvimento sustentável de uma população, a Pegada baseia-se em dados históricos para estabelecer sua base de cálculo, estabelecendo o que foi utilizado, mas sem poder afirmar o que deveria cada membro da população utilizar. Isto porque, a divisão de recursos e condições para adquirir estes não faz parte dos valores utilizados.

área de estudo será a Associação Educacional Dom Bosco, para a base de cálculos, foram utilizadas as equações aplicadas no cálculo da Pegada Ecológica na Universidade de Santiago de Compostela e USP São Carlos, elas levam em conta os fatores presentes na área de estudo e os fatores de conversão de dados da literatura adotada.

5.1. Base de Cálculo

O cálculo da Pegada Ecológica pode não representar fielmente a realidade vivida, pois os dados coletados podem apresentar alguma defasagem. A PE se trata de uma forma simplificada de abordar alguns parâmetros que influenciam no nível de degradação ambiental.

Na base de cálculo foram levados em conta os seguintes critérios:

- Consumo de água;
- Consumo de energia elétrica;
- Consumo de papel;
- Área total e área construída;
- Transportes e média de quilometragem;
- Número de funcionários e alunos;
- Quantidade de resíduos gerados.

Nesse caso, foram desconsiderados alguns parâmetros como vestuário e outros produtos consumidos, fontes de energia, alimentação. Por se tratar de uma universidade, os parâmetros utilizados são os mais significativos, de acordo com (PAULO ET AL., 2010).

Os dados utilizados para o cálculo da Pegada Ecológica foram fornecidos pela controladoria da faculdade, são referentes ao período de junho/2016 a maio/2017.

5.2. Fatores de Emissão

Cada recurso utilizado possui um fator de emissão de CO₂ associado que compreende a quantidade de carbono emitida. Nas tabelas 2 a 5 serão apresentados fatores de emissão utilizados, e fatores que influenciam no cálculo dos parâmetros utilizados no cálculo da PE.

Tabela 2: Fatores de emissão utilizados no cálculo de 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 de edifícios	520	kgCO ₂ /m ³	Informe MIES, 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	Projeto (USC)	Cálculo	Pegada	Ecológica
	Virgem	1,84	papel	Projeto (USC)	Cálculo	Pegada	Ecológica

Fonte: USP, 2010.

Tabela 3: 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

Fonte: USP, 2010.

Tabela 4: Fator de emissão associado ao transporte de automóvel por passageiro

Automóvel	Nível de ocupação (%)			
	25	50	75	100
	0,20	0,10	0,07	0,05

Fonte: USP, 2010.

Neste trabalho será feito o cálculo de emissão dos automóveis desconsiderando seu nível de ocupação, pois se trata de um veículo da faculdade, utilizado por funcionários, em média com ocupação de 1 a 2 funcionários. Sendo assim para todos será utilizado fator de conversão de 0,20 kgCO₂/km.

A taxa de absorção média do carbono por florestas temperadas varia de 1,6 a 6,5 T de carbono por hectare por ano, dependendo das características locais. Segundo Wackernagel e Rees (1996), criadores da PE, florestas tropicais e boreais absorvem em média 1,8 T de CO₂ por hectare por ano. Já florestas que serão implantadas que absorvem mais carbono, esse valor médio durante o seu crescimento é de 6,27 T de CO₂ por hectare por ano, valor considerado por Rodrigues, Iglesias e Álvares, 2008. Será feito o cálculo

para as duas possibilidades, para que seja possível analisar quanto o tipo de floresta pode influenciar no resultado.

5.3. Consumo Geral de CO₂

Uma visão geral dos resultados obtidos está presente na tabela a seguir.

Tabela 5: Resultados gerais de CO₂ liberado e área necessária para absorção

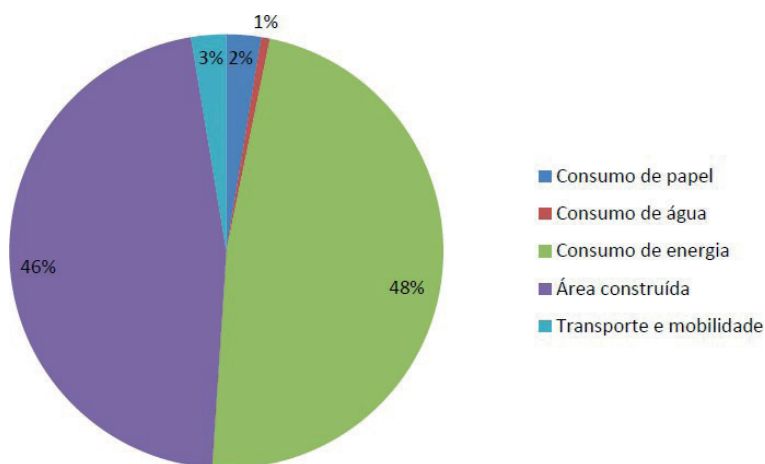
Fatores de emissão	CO ₂ liberado (T)	Hectares necessários (ha/ano)	
		Florestas em crescimento	Florestas tropicais
Consumo de papel	10,76	1,72	5,98
Consumo de água	2,68	0,43	1,49
Consumo de energia	199,27	31,78	110,70
Área construída	193,09	30,80	107,27
Mobilidade e Transporte	10,88	1,74	6,04
Total	416,68	66,47	231,48

Fonte: Própria autora, 2017.

Se for levado em conta que a instituição possui aproximadamente 3000 pessoas frequentando suas instalações - número este que engloba funcionários e alunos - , temos que o valor da pegada individual é de 0,022 hag/ano.

Através da figura 5, pode-se saber quais fatores mais influenciam o valor de pegada ecológica da instituição.

Figura 4: CO₂ liberado por cada fator de conversão



Fonte: Própria autora, 2017.

A figura revela que os consumos que causam maior impacto à instituição são consumo de energia e área construída, estes juntos representam 94% de todo CO₂ liberado pela instituição.

Apesar dos dois aspectos influenciarem quase que da mesma forma, o consumo de energia é o único que pode ser revisto e diminuído pela instituição, pois o forte impacto da área construída se deve ao fato da área total da instituição ser pouco maior do que a construída.

Com os resultados obtidos na AEDB e com o resultado da USP (AMARAL, 2010), outra instituição que já fez a aplicação da PE em suas instituição podemos comparar o quantitativo entre as faculdades.

Os dados da área de hectares necessários para suprir a emissão de CO₂ por ano da USP São Carlos levou em conta nos seus cálculos florestas em crescimento, que consomem 6,27 T de CO₂ por hectare por ano, sendo assim, este será o parâmetro para comparação. Vale lembrar que ambas utilizaram parâmetros utilizados e aplicados nos cálculos da USC. Os dados para comparação estão na tabela 6.

Tabela 6: Comparação entre AEDB e USP São Carlos

Fatores de emissão	Hectares necessários (ha/ano)	
	AEDB	USP
Consumo de papel	1,72	18,35
Consumo de água	0,43	12,88
Consumo de energia	31,78	1.027,49
Área construída	30,80	288,17
Mobilidade e Transporte	1,74	197,34
Total	66,47	1.544,23

Fonte: Própria autora, 2017.

Com relação aos resultados das duas instituições, temos que a AEDB possui valores muito inferiores à USP, mas deve-se levar em conta que o número de aluno nelas é bem diferente, a AEDB possui aproximadamente 3.000 pessoas circulando em seu interior diariamente, enquanto a instituição paulista aproximadamente 8.000.

Os percentuais que mais influenciam no resultado final também não são os mesmos, devido ao fato de na USP o quesito mobilidade ter sido calculado com base no modo como os alunos vão e voltam da instituição, e na AEDB foram considerados apenas os carros que pertencem à instituição.

6. CONCLUSÃO

Com a compreensão sobre o tema indicadores de sustentabilidade, como funcionam e qual a importância de se mensurar esses dados no nosso cotidiano, fica mais claro e tangível a necessidade de se trabalhar levando em conta métodos de avaliação da sustentabilidade entrelaçados com o modo de vida da sociedade. Deve-se levar em conta as limitações do método, mas vale ressaltar que este é um passo inicial, de fácil compreensão e que pode ser monitorado ao longo dos anos, permitindo à instituição se reavaliar e se policiar, incentivando assim seus alunos a se inserir no cenário sustentável, e criar uma consciência ambiental.

O levantamento de dados para cálculo a Pegada Ecológica mostram a relevância desses pontos no dia-a-dia, e como essa ferramenta, que necessita de dados simples para seu cálculo pode incentivar o interesse por pesquisas de cunho ambiental e por questionar o fato de se não relacionar desenvolvimento com sustentabilidade.

Através dos dados obtidos pelo cálculo da PE na instituição sabe-se que esta possui parâmetros que permitem uma PE baixa para as pessoas que fazem parte do seu corpo de funcionários e alunos, temos que a pega individual é de 0,022 hag/ano, um valor aceitável para uma instituição quando comparado com a USP de São Carlos que é de 0,19 hag/ano.

Deve-se ter consciência que esse valor pode ser melhorado com mudanças simples de hábitos da instituição, a instalação de placas para captação de energia solar é uma boa saída para se reduzir a PE, uma vez que o consumo de energia possui grande influência nos valores obtidos pela instituição.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21, capítulo 40; Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/720>>. Acesso em 27 de abril de 2017.

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, 2010.

BECKER, M., MARTINS, T. DA S., CAMPOS, F. DE E MITCHELL, J. (2012) A Pegada Ecológica de Campo Grande e a família de pegadas. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/pegada_ecologica_campo_grande_2012.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2017.

BECKER, M., MARTINS, T. DA S., CAMPOS, F. E MORALES, J. C. (2012) A Pegada Ecológica de São Paulo - Estado e Capital e a família de pegadas.

BORBA, M. P. E COSTA, L. (2007) Pegada ecológica: que marcas queremos deixar no planeta?

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

GAODI, X. ET AL. China Ecological Footprint Report 2012: Consumption, Production and Sustainable Development. p.64. 2012. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/China_Ecological_Footprint_2012.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2017.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK; Disponível em : <<https://www.footprintnetwork.org/>> Acesso em 27 de Julho de 2017.

PAULO, U. D. E. S. Ã. O., Engenharia, E. D. E., Carlos, D. E. S. Ã. O., Prof, O., Fabrício, T. e Carlos (2010) “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”.

REES, WILLIAM E WACKERNAGEL, MATHIS; Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, 1996.

WWF BRASIL; Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/informacoes/bliblioteca/relatorioanual/>> Acesso em 24 de Abril de 2017