

DETERMINAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UM DOS COMPONENTES ADMINISTRATIVOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Lucas Coelho de Avila

lcoelho_avila@hotmail.com

Leila de Matos Abreu

leilamatosabreu@gmail.com

Karina Terra de Souza

karinasouza162@gmail.com

Milton Erthal Júnior

miltonerthal@hotmail.com

Henrique Rego Monteiro da Hora

dahora@gmail.com



A preocupação com as questões ambientais vem ganhando espaço em diferentes campos (engenharia, economia e administração, entre outros). Para avaliar o nível de sustentabilidade de uma organização foram criados métodos para mensurar o impacto das atividades humanas no meio ambiente, dentre os quais está a Pegada Ecológica. Para a realização deste trabalho, esta metodologia foi utilizada para determinar a área verde necessária para absorver as emissões de CO₂ geradas para manter o funcionamento de um determinado componente administrativo em uma instituição de ensino, localizada em Campos dos Goytacazes. Os parâmetros analisados no cálculo das emissões foram: consumo de combustível, energia elétrica, papel, água e área construída, sendo obtido o valor de 115,47 toneladas de CO₂ ao longo de um ano. Para absorver estas emissões foram escolhidas duas culturas tradicionais do município de Campos dos Goytacazes: cana-de-açúcar e pastagem, sendo necessários 16,18 ha e 18,91 ha, respectivamente. Os dados obtidos neste estudo podem ser utilizados para auxiliar no processo de tomada de decisão a fim de reduzir o impacto ambiental gerado.

Palavras-chave: sustentabilidade institucional, emissões de CO₂, desenvolvimento sustentável

1. Introdução

A busca incessante pelo progresso e desenvolvimento tecnológico causou uma série de impactos negativos ao ambiente. No passado havia pouca preocupação com a preservação dos recursos naturais, extraindo-os além da capacidade de reposição ambiental. Essas práticas causaram uma série de problemas ambientais, cujas consequências ameaçam a sobrevivência humana (DIAS, 2015).

A partir de meados da década de 60 começaram a surgir as primeiras reflexões em relação a necessidade de se respeitar os limites ambientais. Segundo Pinheiro *et al.* (2011), a grave crise ambiental provocada pela exploração desmedida gerou um contexto de insegurança e incerteza frente ao futuro, o que despertou a preocupação com o destino das futuras gerações. Isso desencadeou uma série de discussões na relação sociedade-natureza, em busca do chamado desenvolvimento sustentável, consolidado na Conferência de Estocolmo, realizada em 1972. Após essa conferência, considerada um marco inicial, diversos estudos voltados para a conservação dos recursos ambientais foram realizados nos anos subsequentes.

A preocupação ambiental fez emergir a relevância do conceito de sustentabilidade em diferentes áreas, deixando de ser interesse exclusivo de ecologistas e passando a abranger o mundo acadêmico e corporativo. Por este motivo, as questões ambientais vêm ganhando espaço nas discussões entre governos, organizações e sociedade (PINHEIRO *et al.* 2011).

Nesse contexto amplia-se a importância de se mensurar a sustentabilidade como forma de verificar qual rumo a sociedade está seguindo, inclusive as instituições de ensino. Segundo Cristaldo *et al.* (2015) os centros educacionais são protagonistas de conhecimento e de ações em educação, portanto devem adotar diretrizes sustentáveis para gestão de seus campus. A pegada ecológica pode ser considerada como um meio eficiente para se avaliar o grau de impacto causado por suas atividades, possibilitando a proposição de melhorias e auxílio quanto à tomada de decisões.

O objetivo deste estudo é avaliar o nível de sustentabilidade de um dos componentes administrativos de uma instituição de ensino através da metodologia Pegada Ecológica. Para isso, serão avaliadas as emissões de CO₂ geradas pelo consumo de combustível, energia elétrica, água, papel e área construída no período de um ano, assim como será determinada a

área verde necessária para absorver essas emissões, levando em consideração as ocupações tradicionais do solo no município de Campos dos Goytacazes, onde o estabelecimento encontra-se instalado.

2. Desenvolvimento sustentável

A partir da segunda metade do século XX o homem começou a perceber os impactos negativos decorrentes da Revolução Industrial que, por visar apenas o crescimento econômico não levou em consideração a qualidade do ambiente e a saúde da população. Impactos ambientais tais como, contaminação de rios, poluição do ar e vazamento de produtos químicos despertaram a população e a comunidade científica e culminaram na discussão por parte de governantes de todo o mundo, de formas de reparar e prevenir desastres ambientais (POTT; ESTRELA, 2017).

O interesse em conciliar o crescimento econômico com a preservação ambiental fez emergir o desenvolvimento sustentável, que por se apresentar como um projeto político e social acabou despertando interesse em diversas áreas. Ao se tornar objeto de estudo em diferentes campos de aplicação (engenharia, economia e administração, entre outros), este conceito passou a admitir diferentes interpretações, visto que cada uma das áreas citadas o aborda de acordo com sua própria perspectiva (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014).

O desenvolvimento de forma sustentável ressalta o progresso da sociedade no aspecto econômico responsável, respeitando os processos ambientais e naturais. Além disso, as restrições dos recursos econômicos, sociais e ambientais são levadas em consideração a fim de contribuir para o bem-estar das gerações atuais e futuras, podendo, a critério dos governantes, ser aplicada nos níveis local, regional, nacional e internacional (GLAVIČ; LUKMAN, 2007).

O desenvolvimento sustentável pode ser compreendido como um conceito integrador, uma vez que é capaz de agregar um conjunto de questões inter relacionadas (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014). Assim, as diferentes interpretações desse conceito permitiriam superar diferenças e barreiras, uma vez que o objetivo maior é promover a sustentabilidade (ROBINSON, 2004).

2.1. Indicadores de sustentabilidade

A preocupação com o meio ambiente incentivou a criação de ferramentas capazes de identificar padrões sustentáveis de desenvolvimento que levem em consideração aspectos técnicos, ambientais, econômicos e sociais (FIRMINO *et al.*, 2009).

A partir da década de 80 vários índices e indicadores vêm sendo propostos a fim de avaliar a evolução dos países rumo ao desenvolvimento sustentável. Os índices de sustentabilidade permitem agregar matematicamente informações quantitativas associadas à sustentabilidade. Um valor final é gerado a partir de operações matemáticas, sendo comparado, posteriormente, a uma escala padrão, tornando possível a avaliação da sustentabilidade (KRONEMBERGER *et al.*, 2008).

Os indicadores permitem simplificar informações complexas a fim de melhorar o processo de comunicação. Entre os índices mais voltados para a avaliação do desenvolvimento sustentável estão a Pegada Ecológica (PE), o Painel da Sustentabilidade e o Barômetro da Sustentabilidade (BELLEN; MICHAEL, 2004).

2.2. O método da pegada ecológica

A metodologia da PE foi apresentada por Wackernagel e Rees em 1996 no lançamento do livro *Our Ecological Footprint*. Ela pode ser usada para avaliar a sustentabilidade de cidades ou países. Devido à sua abrangência pode ser empregada desde a escala organizacional até a mundial. É utilizada para computar os fluxos de matéria e energia de um sistema, transformando-os, de forma correspondente, em áreas de terra ou de água produtivas. Considera que todo ser vivo ou atividade usa matéria e energia do meio ambiente para o seu desenvolvimento e devolve resíduos ao ecossistema (FIRMINO *et al.*, 2009).

A partir do surgimento da metodologia PE na década de 90, outros indicadores baseados no estilo pegada foram criados. Atualmente, é possível calcular a pegada energética, pegada hídrica, pegada emergente, pegada de carbono, pegada de fósforo, entre outros. Os indicadores de pegada permitem avaliar as implicações para a sustentabilidade e bem-estar humano em diferentes perspectivas, buscando semelhanças, diferenças e interações entre pegadas (FANG; HEIJUNGS; DE SNOO, 2014).

3. Metodologia

Neste estudo, a PE de um determinado componente administrativo de uma instituição de ensino foi calculada em função dos seguintes itens: consumo de combustível dos veículos oficiais, consumo de papel, consumo de energia elétrica, consumo de água e área construída. Os dados obtidos foram convertidos em unidade de massa de CO₂ a fim de calcular a área verde necessária (em hectares) para a absorção das emissões de CO₂.

3.1. Combustível

A estimativa das emissões de poluentes no setor de transporte pode ser realizada por meio de duas metodologias: *top-down* e *bottom-up*. O método *top-down* leva em conta somente as emissões de dióxido de carbono (CO₂), sem detalhar a maneira pela qual a energia é consumida. Por outro lado, a metodologia *bottom-up* considera as emissões de todos os gases, quantificando-as de acordo com o equipamento e rendimento do mesmo. Ambas metodologias foram desenvolvidas pelo IPCC (Painel Intergovernamental de Mudança Climática) em 1996 (MATTOS, 2001).

Neste trabalho foi utilizada a metodologia *top-down* por apresentar menor complexidade e maior confiabilidade. O procedimento descrito a seguir deve ser adotado a fim de determinar as emissões de CO₂ geradas pelo consumo de combustíveis (BRASIL, 2006). Os veículos oficiais pertencentes ao estabelecimento analisado utilizam os combustíveis gasolina e diesel para o seu funcionamento.

O primeiro passo é a conversão do valor de consumo aparente (CA), medido em unidade original (m³, l, por exemplo) para uma unidade de energia padrão, terajoules (TJ). Para isso, o CA é multiplicado pelo fator de conversão [toneladas equivalentes de petróleo (tEP)/unidade]. Uma vez que o tEP brasileiro = 45,217 x 10⁻³ TJ, deve-se realizar a conversão de tEP para TJ. Além disso, o fato dos combustíveis se apresentarem em diferentes estados físicos demanda a multiplicação por um fator de correção (0,95 para os combustíveis sólidos e líquidos e 0,90 para os gasosos). Desta forma, o consumo de energia (CE) será dado pela Equação 1:

$$CE = CA * F_{\text{conversão}} * 45,217 * 10^{-3} * F_{\text{correção}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

CE = consumo de energia (TJ)

CA = consumo aparente (unidade original, m³, l, por exemplo)

Fconversão = fator de conversão (t EP/unidade)

1 t EP brasileiro = 45,217 x 10⁻³ TJ

Fcorreção = fator de correção (adimensional)

Foram utilizados os valores 0,771 e 0,848 para o fator de conversão da gasolina e diesel respectivamente, e 0,95 para o fator de correção.

A etapa seguinte é a transformação do CE em quantidade de carbono (QC). Como os combustíveis possuem diferentes quantidades de carbono, deve-se multiplicar o CE pelo fator de emissão de carbono do combustível, de acordo com a Equação 2.

$$QC = CE * F_{emissão} * 10^{-3} \quad (\text{Equação 2})$$

QC = quantidade de carbono (GgC)

CE = consumo de energia (TJ)

Femissão = fator de emissão (tC/TJ)

10⁻³ = conversão de tC para GgC

Neste trabalho, os valores 18,9 e 20,2 foram utilizados para o fator de emissão da gasolina e diesel, respectivamente.

A seguir, deve-se determinar a quantidade de carbono fixada (QCF), uma vez que alguns combustíveis são empregados para fins não energéticos e, por isso, uma fração do carbono fica fixada ou estocada, conforme Equação 3. Os combustíveis gasolina e diesel não estocam carbono.

$$QCF = QC * FC_{fixado} \quad (\text{Equação 3})$$

QCF = quantidade de carbono fixado (GgC)

QC = quantidade de carbono (GgC)

FCfixado = fração do carbono fixado (adimensional)

As emissões líquidas de carbono (ELC) são obtidas através da diferença entre a quantidade de carbono no combustível e a quantidade de carbono fixado, de acordo com a Equação 4.

$$ELC = QC - QCF \quad (\text{Equação 4})$$

ELC = emissões líquidas de carbono (GgC)

QC = quantidade de carbono (GgC)

QCF = quantidade de carbono fixado (GgC)

As emissões reais de carbono (ERC) são calculadas através da multiplicação das ELC pelo fração de carbono oxidada (Equação 5).

$$ERC = ELC * FCO \quad (\text{Equação 5})$$

ERC = emissões reais de carbono (GgC)

ELC = emissões líquidas de carbono (GgC)

FCO = fração de carbono oxidada (adimensional)

O último passo é o cálculo das emissões reais de CO₂ (ERCO₂), sendo realizado pela multiplicação das ERC pela constante [peso molecular do CO₂ (44) / peso átomo C (12)], conforme a Equação 6.

$$ERCO_2 = ERC * [44/12] \quad (\text{Equação 6})$$

ERCO₂ = emissões reais de CO₂ (GgCO₂)

ERC = emissões reais de carbono (GgC)

3.2. Energia elétrica

O cálculo das emissões de CO₂ geradas pelo consumo de energia pode ser feito pela multiplicação do fator de emissão pela quantidade de energia consumida (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008). Os fatores de emissão utilizados neste trabalho foram obtidos do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações relativos ao ano de 2017.

3.3. Papel

O estabelecimento utiliza apenas papel de fibra virgem. O fator de emissão para este tipo de papel é 1,84 kg CO₂/kg (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008).

Para o cálculo das emissões de CO₂ geradas pelo consumo de papel deve-se determinar a área de uma folha A4 (210mm * 297mm = 0,06237 m²); em seguida, o peso de cada folha deve ser computado, considerando a gramatura de 75 g/m², tornando possível calcular o peso de uma resma de folhas para, a partir deste dado, determinar o peso total de resmas consumidas. As emissões de CO₂ são obtidas pela multiplicação do peso total pelo fator de conversão (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008).

3.4. Água

De acordo com Amaral (2010), cada m³ de água consumido libera 0,5 kg de CO₂. Desta forma, o cálculo das emissões de CO₂ pode ser feito pela multiplicação deste fator de emissão pela quantidade de água consumida ao longo do ano.

3.5. Área construída

As emissões de CO₂ resultantes da área construída podem ser calculadas através da multiplicação da área total da construção pelo fator de emissão que, neste caso, é igual a 520 kg CO₂/m². No entanto, este fator considera o período de 50 anos como o tempo de vida útil da área construída, logo, a quantidade de kg CO₂ obtida neste cálculo deve ser dividida por 50, uma vez que as emissões de apenas um ano são consideradas neste trabalho (AMARAL, 2010).

3.6. Pegada ecológica

Para calcular a PE deve-se dividir o valor de emissão de CO₂ pela taxa de absorção média da vegetação a ser utilizada (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008).

A estimativa da taxa de absorção de CO₂ levou em consideração as culturas tradicionais do município de Campos dos Goytacazes, tais como cana-de-açúcar e pastagem. A taxa de absorção da cana-de-açúcar foi estimada em 7,13 t CO₂/ha/ano por Campos(2003); enquanto

que o valor referente à pastagem foi estimado por Segnini *et al.* (2007) levando em consideração a espécie *Brachiaria decumbens*, sendo alçado em 6,1 tCO₂/ha/ano.

4. Resultados

Com base na metodologia apresentada, foram calculados os valores de emissão de CO₂ para cada um dos cinco parâmetros analisados. A PE foi calculada através da divisão das emissões de CO₂ pelo valor da taxa de absorção média da vegetação utilizada.

4.1. Consumo de combustível

Há 8 veículos disponíveis para a realização das atividades da Instituição. Os veículos utilizam diesel e gasolina. Como pode ser visto na Tabela 1, os maiores responsáveis pelas emissões de CO₂ são o Peugeot 408, o Focus e a Sprinter, correspondendo a respectivamente 27,8%, 15,04% e 13,5% do total de emissões.

Tabela 1: Emissões de CO₂ geradas pelo consumo de combustível

Veículo	Tipo de combustível	Consumo (m ³)	CO ₂ emitido(t)
Parati	Gasolina	3,81	8,7
Corolla	Gasolina	3,76	8,5
Sprinter	Diesel	3,53	9,4
Focus	Gasolina	4,64	10,5
Fiesta	Gasolina	2,39	5,4
Linea	Gasolina	1,93	4,4
Palio	Gasolina	1,54	3,5
Peugeot 408	Gasolina	8,52	19,4
Total		30,12	69,8

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2. Consumo de energia elétrica/papel/água

Na Tabela 2 são apresentados os dados de consumo de energia elétrica, papel e água, assim como suas correspondentes quantidades de carbono liberadas no decorrer do ano de 2017.

Tabela 2 - Emissões de CO₂ geradas pelo consumo de energia elétrica/papel/água

Mês	Energia Elétrica			Papel		Água	
	Consumo (KWh)	Femissão	Emissões de CO ₂ (t)	Consumo (kg)	Emissões de CO ₂ (t)	Consumo (m ³)	Emissões de CO ₂ (t)
Janeiro	17683	0,056	1,01	128,64	0,24	112	0,056
Fevereiro	20614	0,0536	1,11	67,83	0,12	95	0,048
Março	16881	0,0696	1,18	166,06	0,31	84	0,042
Abril	20133	0,0815	1,64	133,32	0,25	106	0,053
Mai	14428	0,0847	1,22	161,38	0,30	117	0,059
Junho	14755	0,0676	0,99	175,42	0,32	117	0,059
Julho	12512	0,0965	1,21	147,35	0,27	80	0,04
Agosto	10077	0,1312	1,33	105,25	0,19	75	0,038
Setembro	12386	0,1264	1,57	201,14	0,37	86	0,043
Outubro	14031	0,1366	1,91	35,08	0,06	96	0,048
Novembro	15530	0,1193	1,85	203,48	0,37	78	0,039
Dezembro	13619	0,0892	1,21	91,22	0,17	93	0,047
Total	182649		16,23	1616,16	2,97	1139	0,57

Fonte: Elaborado pelos Autores

4.3. Emissões por área construída

A estrutura do estabelecimento é composta por dois pavimentos que medem 1200 m² cada, e de um terceiro pavimento que mede 91,6 m², totalizando 2491,6 m². Aplicando o fator de conversão tem-se 2491,6 m² * 520 kg CO₂/m² = 1,295 x 10⁶ kg CO₂. No entanto, este valor

deve ser dividido por 50, levando em consideração este período como o de vida útil da construção, resultando em 25,9 t CO₂.

4.4. Cálculo da pegada ecológica

A quantidade de hectares necessária para absorver as emissões geradas pelo consumo de combustíveis, energia elétrica, papel, água e área construída pode ser observada na Tabela 3, em que são consideradas duas possibilidades de ocupação do solo. Foram emitidas 115,4 toneladas de CO₂ ao longo do ano de 2017, sendo necessária uma área de 16,18 ha de cana-de-açúcar ou 18,91 ha de pastagem para absorver estas emissões.

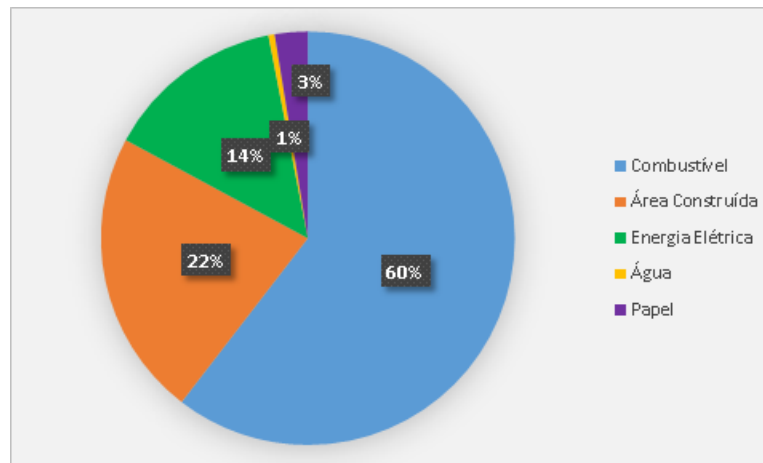
Tabela 3: Pegada ecológica

Pegada	Emissões de CO₂ (t)	Cana-de-açúcar (ha)	Pastagem (ha)
Combustível	69,8	9,79	11,44
Energia Elétrica	16,23	2,28	2,66
Papel	2,97	0,40	0,48
Água	0,57	0,08	0,09
Área construída	25,9	3,63	4,24
Total	115,47	16,18	18,91

Fonte: Elaborado pelos autores

Através da figura 1, pode-se analisar com detalhes a porcentagem de contribuição de cada parâmetro para a pegada ecológica, com base na quantidade de emissão de CO₂ gerada por cada um deles.

Figura 2: Porcentagem de contribuição de cada parâmetro para a Pegada Ecológica



Fonte: Elaborado pelos autores

5. Discussão

A sustentabilidade é um assunto de grande importância para as instituições, sendo por vezes, elemento definidor de competitividade, influenciando diretamente o processo de tomada de decisões. Considerando a relevância desse tema, tem surgido diversos estudos e pesquisas na tentativa de desenvolver métodos para se mensurar o grau de sustentabilidade de estabelecimentos e organizações. Essa pesquisa foi realizada tendo como base os padrões adotados por trabalhos anteriores que também buscavam determinar a pegada ecológica de instituições de ensino, como por exemplo, o trabalho de Amaral (2010), que realizou um estudo para calcular a PE do campus de São Carlos da Universidade de São Paulo; e de Silva (2015), que calculou a pegada ecológica do Instituto Federal Fluminense de Quissamã. Ambos os trabalhos utilizaram os mesmos parâmetros, que também foram utilizados nesse trabalho.

Através da análise dos resultados obtidos para um dos componentes administrativos do IF Fluminense, foi possível constatar que o parâmetro responsável pela maior quantidade de emissão de CO₂ foi o consumo de combustível, seguido por área construída, energia elétrica, papel e água. Isso ocorreu porque os parâmetros críticos são os que de fato possuem maior fator de emissão de CO₂. Apesar desses parâmetros serem os mais importantes para se estimar a PE, sabe-se que existem outras atividades que também geram emissão de CO₂, tais como: alimentação dos alunos, materiais de limpeza, lixo gerado para manutenção das

atividades, como por exemplo, apagador, canetas de quadro, impressoras, etc., porém, devido à falta de dados oficiais e a dificuldade em se encontrar uma metodologia para estimar o fator de emissão de CO₂, estes fatores foram desconsiderados para o cálculo da PE.

O total de emissão gerado pelos parâmetros analisados foi de 115,47 toneladas de CO₂ ao longo de um ano, sendo necessários 16,18 ha de cana-de-açúcar e 18,91 ha de pastagem, para absorver essas emissões. No trabalho de Silva (2015) o valor encontrado foi de 99,69 toneladas de CO₂ e de 16,42 ha e 13,99 ha de pastagem e cana-de-açúcar respectivamente. Quanto ao trabalho de Amaral (2010) os valores encontrados foram de 604,02 toneladas para a emissão de CO₂ e de 1500 hectares de floresta necessários para absorção. Comparando-se o valor encontrado neste trabalho aos demais analisados, conclui-se que a PE do componente administrativo estudado não é alta, no entanto precisa de melhorias quanto à realização de algumas atividades, em especial o transporte, que é responsável por gerar maior emissão de CO₂.

Com relação ao tipo de vegetação a ser utilizada para reduzir os efeitos da emissão de CO₂, foi avaliado o potencial de sequestro de carbono em duas culturas tradicionais do município de Campos dos Goytacazes: cana-de-açúcar e pastagem. A cana-de-açúcar obteve maior eficiência, uma vez que possui uma taxa de absorção maior em relação à vegetação do tipo pastagem. Além disso, a cana-de-açúcar se mostrou uma solução viável por apresentar um ciclo de plantio pequeno (em média um ano e meio). Outras vantagens com relação ao uso da cana incluem o fato de o Brasil ser o seu maior produtor mundial, e de seu plantio oferecer a chance de futuros aproveitamentos energéticos da biomassa, que embora de eficiência reduzida, pode ser aproveitada diretamente por meio da combustão em fornos e caldeiras (SILVA, 2015).

O método da pegada ecológica apresenta limitações, o que lhe acarreta críticas. Pode-se citar como desvantagem o fato de não incluir todos os itens de consumo e todos os tipos de dejetos, o que diminui sua precisão. Outro ponto negativo é que suas bases de cálculo são complexas e não fornecem valores precisos para os índices de absorção dos ecossistemas locais, pois desconsidera as especificidades de suporte de cada solo e porções de água. Além disso, apesar de concentrar muitos esforços com relação à dimensão ecológica, desconsidera variáveis econômicas e sociais que também são importantes para os resultados. Apesar disso, os

resultados fornecem uma base eficiente para mensuração e comparação dos impactos gerados por diferentes atividades.

6. Conclusão

Com base no que foi apresentado e discutido, pode-se concluir que aumentou o interesse das organizações em avaliar seus níveis de sustentabilidade através da mensuração dos impactos provocados pelas atividades humanas. Foi calculada a PE total de um dos componentes administrativos de uma instituição de ensino através da utilização de cinco parâmetros principais, a fim de identificar as atividades responsáveis pelas maiores emissões de CO₂. Através dos resultados encontrados, foi possível avaliar quais os parâmetros críticos, que necessitam com mais urgência de melhorias quanto a sua realização. Por fim, pode-se concluir que o objetivo do trabalho foi alcançado, sendo encontrado um valor coerente para a PE da instituição analisada. O valor não é considerado alto se comparado à PE de outros estabelecimentos similares, no entanto, abre-se espaço para a realização de trabalhos futuros que proponham melhorias quanto à realização das atividades, principalmente aquelas responsáveis por gerar maior emissão de CO₂.

7. REFERÊNCIAS

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**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/190297/mod_resource/content/1/Amaral_Renata_Castiglioni.pdf>.

Acesso em: 1 mai. 2018.

BELLEN, V.; MICHAEL, H. **Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação**. Cadernos EBAPE.BR, v. 2, n. 1, p. 01–14, mar. 2004.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Relatórios de referência: emissões de carbono derivadas do sistema energético: abordagem top-down**. p. 115, 2006.

CRISTALDO, M. F.; VIGANÓ, H. H. de G.; SOUZA, C. C.; NETO, J. F. dos R.; FRAINER, D. M.; **A pegada ecológica como instrumento de percepção da (in) sustentabilidade do ecossistema de Aquidauana**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.2, 2015.

DIAS, R. **SUSTENTABILIDADE: Origem e Fundamentos Educação e Governança Global Modelo de Desenvolvimento**. 1. ed. [s.l.] Atlas, 2015.

FANG, K.; HEIJUNGS, R.; DE SNOO, G. R. **Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family**. *Ecological Indicators*, v. 36, p. 508–518, 1 jan. 2014.

FIRMINO, A. M. et al. **A relação da pegada ecológica com o desenvolvimento sustentável / Cálculo da pegada ecológica de Toribaté**. *Revista Caminhos de Geografia*, v. 10, n. 32, p. 16, 2009.

GLAVIČ, P.; LUKMAN, R. **Review of sustainability terms and their definitions**. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, n. 18, p. 1875–1885, dez. 2007.

KRONEMBERGER, D. M. P. et al. **Desenvolvimento sustentável no brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade**. *Sociedade & Natureza*, v. 20, n. 1, p. 25–50, jun. 2008.

MATTOS, L. B. R. **A importância do setor de transportes na emissão de gases do efeito estufa - o caso do município do Rio de Janeiro**. p. 222, 2001.

PINHEIRO, L. V. S. et al. **Transformando o discurso em prática: uma análise dos motivos e das preocupações que influenciam o comportamento pró-ambiental**. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, v. 12, n. 3, p. 83–113, jun. 2011.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento**. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 89, p. 271–283, abr. 2017.

ROBINSON, J. **Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development**. *Ecological Economics*, v. 48, n. 4, p. 369–384, 20 abr. 2004.

RODRÍGUEZ, R. L.; IGLESIAS, J. L. T.; ÁLVAREZ, N. L. **Impacto ambiental en centros da USC**. Santiago de Compostela: Vicerreitoría de Calidade e Planificación, Universidade de Santiago de Compostela, 2008.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura**. n. 1, p. 22, 2014.

SEGNINI, A. et al. **Potencial de Sequestro de Carbono em Áreas de Pastagem de Brachiaria Decumbens**, Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31. Anais...Gramado, 2007.

SILVA, G. J. P. **Modelagem para avaliação da pegada ecológica em instituições de ensino**. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Cândido Mendes, 2015.

