



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v14n22020p302-320

Submetido em: 15 jul. 2020

Aceito em: 01 dez. 2020

Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes  <https://orcid.org/0000-0003-3889-1542>

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestra em Ciência Ambientais pela Universidade Estadual Paulista - Sorocaba/SP – Brasil. E-mail: anarosa.afernandes@gmail.com

Cataryna Raisa Lage Morais  <https://orcid.org/0000-0003-4297-8288>

Universidade do Estado de Minas Gerais. Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – João Monlevade/MG – Brasil. E-mail: catarynaraisa@yahoo.com.br

Júlia Araújo Camargo  <https://orcid.org/0000-0003-4602-1010>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus do Mucuri – Teófilo Otoni/MG – Brasil. E-mail: camargo.julia@gmail.com

Núbia Aparecida de Aguiar  <https://orcid.org/0000-0001-5452-940X>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Bacharelada em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus do Mucuri – Teófilo Otoni/MG – Brasil. E-mail: nubiaaguiar@outlook.com.br

Elton Santos Franco  <http://orcid.org/0000-0001-5296-4790>

Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor/Pesquisador do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) - Brasil. E-mail: elton.santos@ufvjm.edu.br

Luan Brioschi Giovanelli  <https://orcid.org/0000-0001-7043-7302>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFMG). Professor/Pesquisador no Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus do Mucuri – Teófilo Otoni/MG – Brasil. E-mail: luan.giovanelli@ufvjm.edu.br

Izabel Cristina Marques  <https://orcid.org/0000-0001-5322-1307>

Mestre em Ciência Florestal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM - Campus JK). Professora/Pesquisadora no Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus do Mucuri – Teófilo Otoni/MG – Brasil. E-mail: izabel.marques@ufvjm.edu.br

Aurelia de Cássia Ferreira Hespagnol  <https://orcid.org/0000-0002-7225-6131>

Especialista em Inglês pelo ALCC – Nova Iorque – EUA. Professora de Língua Portuguesa e Língua Estrangeira Moderna Inglês em Escolas Estaduais – Belo Horizonte/MG – Brasil. E-mail: aureliadecassia@gmail.com

Nayara Rodrigues Marques Sakiyama  <https://orcid.org/0000-0002-1928-4950>

Doutoranda em Engenharia Civil na Universidade de Stuttgart (Alemanha). Professora/Pesquisadora no Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus do Mucuri – Teófilo Otoni/MG – Brasil. E-mail: nayararoma@gmail.com

Luciene Alves Batista Siniscalchi  <https://orcid.org/0000-0001-7892-0112>

Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora/Pesquisadora no Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras/MG – Brasil. E-mail: luciene.batista@ufla.br



Resumo

A Pegada Ecológica (PE) é a medida da carga imposta por uma população sobre a natureza e representa a área de sustentação dos níveis de consumo dos recursos e geração de dejetos. O objetivo do trabalho foi calcular e avaliar a PE do município de João Monlevade-MG. Para o cálculo foi utilizado o método convencional proposto por Wackernagel e Rees na década de 90, baseado na soma da pegada das variáveis, calculadas da média anual de itens de consumo de dados agregados dividindo o consumo total pelo tamanho da população, subtraídos da Biocapacidade. Em João Monlevade, a Biocapacidade e a PE correspondem a 0,048 e 3,13 ha/hab, respectivamente, e, portanto, o consumo local ultrapassa a capacidade suporte do ambiente natural, tornando-se necessário um planejamento ambiental adequado para o município. A maior pegada obtida refere-se à emissão de CO₂ oriunda da geração de energia elétrica, da ordem de 2,53 ha/hab, indicando a necessidade da implementação de medidas mitigadoras. Conclui-se que o cálculo da PE do município aponta caminhos mais sustentáveis para melhoria da qualidade de vida da população. No entanto, verifica-se a necessidade de uma análise criteriosa dos dados e do aperfeiçoamento do cálculo, no qual sejam incluídos outros indicadores relevantes, a exemplo da poluição – em suas diversas formas (visual, sonora, do ar, da água, do solo) –, a degradação do solo para produção dos bens de consumo e os impactos e sociais e econômicos decorrentes das atividades antrópicas.

Palavras-chave: Pegada Ecológica. Sustentabilidade. Indicador Ambiental. Impacto Ambiental.

Calculation of the Ecological Footprint of João Monlevade (MG) by the Conventional Method

Abstract

The Ecological Footprint (PE) is a measure of the burden imposed by a population on nature, and represents the area of support for resource consumption levels and waste generation. The objective of the work was to calculate and evaluate the PE of João Monlevade-MG. For the calculation, the conventional method proposed by Wackernagel and Rees in the 90s was used, based on the sum of the footprint of the variables, calculated from the annual average of consumption items of aggregated data dividing the total consumption by the size of the population, subtracted from Biocapacity. João Monlevade Biocapacity and PE of 0.048 and 3.13 ha/hab, respectively, and, therefore, local consumption exceeds the support capacity of the natural environment, and an appropriate environmental planning for the municipality is necessary. The largest footprint was related to CO₂ emission from electricity generation, of the order of 2.53 ha, indicating the need to implement mitigating measures. It is concluded that the calculation of the municipality's PE points out more sustainable ways for better quality of life of the population. However, there is a need for a careful analysis of the data and improvement of the calculation, in which other relevant indicators should be included, such as pollution - in its various forms (visual, sound, air, water, soil) - the soil degradation for the production of consumer goods and the social and economic impacts resulting from human activities.

Keywords: Ecological Footprint. Sustainability. Environmental indicator. Environmental Impact.

Cálculo de la Huella Ecológica del municipio de Joao Monlevade (MG) por el Método Convencional

Resumen

La Huella Ecológica (HE) es la medida de la carga impuesta por una población a la naturaleza y representa el área de apoyo a los niveles de consumo de recursos y generación de residuos. El objeto de este estudio fue calcular y evaluar la HE del municipio de João Monlevade-MG. Para el cálculo, se utilizó el método convencional propuesto por Wackernagel y Rees en la década de 1990, basado en la suma de la huella de las variables, calculado a partir del promedio anual de los elementos de consumo de datos agregados que dividen el consumo total por tamaño de la población, restados de la biocapacidad. En João Monlevade, Biocapacity y HE corresponden a 0,048 y 3,13 ha/hab., respectivamente, y, por lo tanto, el consumo local supera la capacidad de apoyo del medio natural, por lo que es necesario una adecuada planificación ambiental para el municipio. La mayor huella obtenida se refiere a la emisión de CO₂ de la generación de electricidad, del orden de 2,53 ha/habitante, lo que indica la necesidad de la aplicación de medidas de mitigación. Se concluye que el cálculo de la HE del municipio señala formas más sostenibles de mejorar la calidad de vida de la población. Sin embargo, es necesario un análisis cuidadoso de los



datos y la mejora del cálculo, que incluye otros indicadores pertinentes, como la contaminación – en sus diversas formas (visual, sonido, aire, agua, suelo) – degradación del suelo para la producción de bienes de consumo y los impactos sociales y económicos resultantes de las actividades antrópicas.

Palabras clave: Huella Ecológica. Sostenibilidad. Indicador Ambiental. Impacto Ambiental.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

1 Introdução

Na busca pelo avanço econômico e do progresso, desde os primórdios de sua existência no planeta, o ser humano realiza atividades que afetam de maneira significativa o ambiente. Devido a um menor desenvolvimento tecnológico, as ações do Homem sobre o ambiente eram, a princípio, menos predatórias e, por esse motivo, geravam menores impactos sobre a natureza. Com o passar do tempo, o desenvolvimento de técnicas e equipamentos auxiliaram na exploração dos recursos naturais, intensificando esse processo (FEITOSA; CÂNDIDO; FIRMO, 2010).

A Revolução Industrial foi o marco histórico responsável pela aceleração das modificações realizadas no ambiente causadas pelos seres humanos, na medida em que a ótica mercantilista determinava que o domínio do Homem sobre a natureza deveria ocorrer da forma mais plena possível (DICTORO, *et al.*, 2019; MARIANO *et al.*, 2011).

Nos três últimos séculos, as transformações econômicas, tecnológicas, científicas, políticas, sociais e religiosas determinaram a existência de uma dicotomia entre sociedade e natureza, uma vez que implicaram na prevalência dos interesses econômicos sobre as práticas promotoras do desenvolvimento social e cultural. Esse panorama levou ao modelo atual de crise socioambiental, que pôs em risco a preservação da vida, incluindo a própria perpetuação da espécie humana (UBALDO *et al.*, 2018).

A percepção segundo a qual a natureza constitui uma fonte de recursos acentuou a exploração do ambiente pelo Homem, causando impactos negativos tais como a aquisição excessiva desses recursos e o seu desperdício. Esse processo vem se tornando cada vez mais significativo ao longo da história, dada sua alta frequência e intensidade (LOBÃO; RODRIGUES, 2019).

O consumismo, o elevado crescimento populacional e a progressiva ampliação das cidades sustentam-se à custa da apropriação dos recursos de áreas, muitas vezes superiores à sua, produzindo desequilíbrio ecológico. Isso faz com que a capacidade de suporte e a renovação dos ecossistemas naturais não consigam acompanhar a desenfreada ocupação dos espaços e a crescente urbanização (CARLETTO; OLIVEIRA, 2017; LISBOA; BARROS, 2010).

A partir dos impactos ambientais negativos surgem discussões relacionadas à sua redução por meio do Desenvolvimento Sustentável (DS), que se mostra como base da junção do crescimento com a sustentabilidade, principalmente a partir da economia capitalista (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017).

O planejamento para o DS de uma dada comunidade precisa integrar aspectos sociais, econômicos e ambientais, e se apoiar em ferramentas que materializem os efeitos esperados. Dentre elas, destacam-se os indicadores de sustentabilidade que, ao apontar as atividades antrópicas mais impactantes, podem motivar soluções assertivas e conduzir a tomada de decisão para a formulação de políticas públicas (TEIXEIRA, 2012 p. 16).

No entanto, não é fácil analisar a qualidade ambiental nos centros urbanos. É preciso identificar os pontos negativos e positivos para ampliar a discussão acerca do tema e melhorar a vida das populações, buscando inserir no dia a dia dos cidadãos cidadãos princípios básicos de sustentabilidade (MASSOLLI; MASS; VILELLA, 2018). Para tanto, é necessário que se conheçam os padrões de consumo dos indivíduos e que sejam apontados quais impactos ambientais estão associados às práticas insustentáveis, para que então seja determinado o seu nível de responsabilidade em uma comunidade (CARLETTO; OLIVEIRA, 2017; SILVA *et al.*, 2016).

Neste sentido, o cálculo da Pegada Ecológica (PE) se aplica, pois, de maneira simples, verificando se o nível de consumo da população de certa região é comportado por ela. A PE é a medida, em hectares globais (ha), da



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

quantidade de área biologicamente produtiva que um indivíduo, população ou atividade requer para produzir os recursos que consome e absorver os resíduos que gera sob um determinado estilo de vida, independentemente de sua localização (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2013). É obtida pela média anual de itens de consumo e capacidade, dividindo o consumo total pelo tamanho da população do município (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2006).

Sua avaliação define o *superavit* ou o *deficit* ecológico que auxiliarão administradores públicos na gestão estratégica, que, por sua vez, resultará da combinação de aspectos econômicos, sociais e ambientais (FURTADO; HOURNEAUX JÚNIOR; HRDLICKA, 2008). Sua magnitude é função de três atributos principais: intensidade no uso de recursos na produção de bens e serviços; intensidade do consumo de bens e serviços por pessoa, o que, por sua vez, é função direta da renda disponível; e tamanho da população (GONZALEZ; ANDRADE, 2015).

As categorias de espaço ecológico utilizadas no cálculo da PE podem ser divididas em duas: de terrenos e de consumo. Os itens de consumo podem ser agrupados em: alimentação, vegetais e carnes; habitação (área construída); transporte (público ou privado); bens de consumo (papel, máquinas, roupas, entre outros) e serviços (bancos, hospedagens, restaurantes, aeroportos, entre outros) (ANDRADE, 2006; TAYRA; RIBEIRO, 2006).

No que se refere ao município selecionado para a realização desse estudo, João Monlevade (MG) teve origem no início do século XIX, quando chega ao Brasil, vindo da França, o engenheiro de minas Jean Antoine Felix Dissendes de Monlevade (IBGE, 2010). Sendo pioneira em atividade siderúrgica no estado de Minas Gerais, a partir da sua emancipação, progrediu sobremaneira, transformando-se, na época, em uma das mais importantes cidades mineiras (GUIMARÃES, 2010). Mas o progresso traz consigo consequências danosas ao meio ambiente, que precisa estar em equilíbrio para a manutenção dos recursos naturais, sendo necessário planejamento ambiental.

Diante do exposto, com o presente trabalho, tem-se o objetivo de realizar e avaliar o cálculo da PE para João Monlevade-MG.

2 Materiais e Métodos

A pesquisa se classifica como descritiva e exploratória por se tratar de um estudo de caso no qual aplicou-se o sistema de indicador de sustentabilidade pelo método da PE. A coleta das informações foi realizada no ano de 2013 por se tratar de uma pesquisa orientada para Trabalho de *Conclusão* de Curso (TCC) de graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade de Engenharia (FAENG), Campus João Monlevade, da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), cuja defesa ocorreu no ano de 2014.

2.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

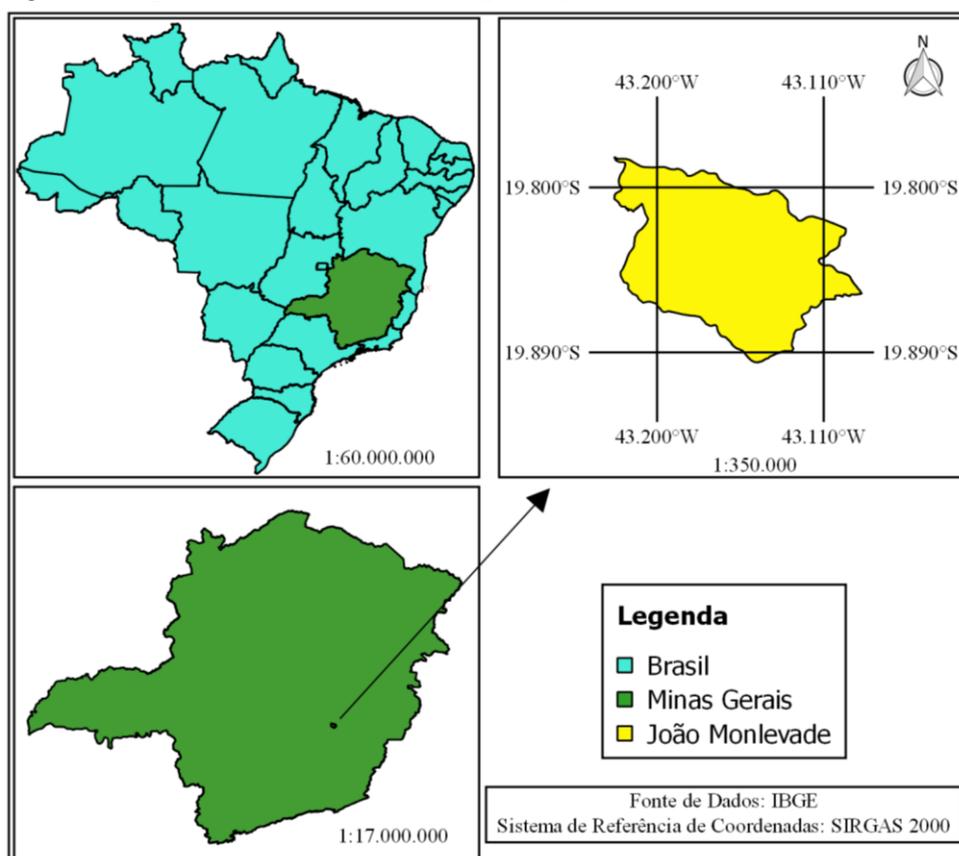
O município de João Monlevade está localizado no Médio rio Piracicaba, Sudeste do estado de Minas Gerais, distante 110 km de Belo Horizonte, entre as coordenadas geográficas de 19°48'36" S de latitude e 43°10'26" W de longitude (Figura 1). Possui área territorial de aproximadamente 99,158 km² e, em 2010 – ano de análise do presente estudo em razão da coleta e da disponibilidade das informações –, apresentava uma população de 73.610 habitantes, com proporção entre população urbana e rural da ordem de 220/1 (IBGE, 2010).

Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Quanto à educação, apresentou Índices de Desenvolvimento da Educação Básica de 6,3 e 4,7 para os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, respectivamente, em 2009 (data mais próxima do ano analisado). O Índice de Desenvolvimento Humano e a Taxa de Escolarização de 6 a 14 anos de idade, para o ano de 2010, foram de 0,758 e 98,4%, respectivamente. O segmento industrial (com participação de 44,66%) seguido pelo de serviços (com participação de 41,73%) foram as atividades econômicas que apresentaram maior participação no PIB municipal em 2010, sendo a siderurgia a principal atividade econômica (GUIMARÃES, 2010). O PIB per capita do município foi de R\$ 23.104,11, sendo que 35,2% da população apresentou rendimento nominal mensal per capita de até ½ salário mínimo. Em termos de saneamento, apresentava 92,8% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010).

Figura 1: Mapa de Localização do município de João Monlevade



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

2.2 Cálculo da Pegada Ecológica

Para simplificar a coleta de dados estatísticos sobre o consumo humano, o método da Pegada Ecológica proposto por Wackernagel e Rees (1996), utilizado como referência para este estudo, adota uma classificação de cinco categorias: alimentação, habitação, transporte, bens de consumo e serviços.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Cabe a cada pesquisador definir as variáveis referentes a cada categoria, sendo privilegiadas aquelas com maior demanda e que, dessa forma, ocasionam maior pressão sobre os recursos naturais da área/região escolhida para aplicação do método e/ou que possuem disponibilidade de dados suficientes para a realização das análises (ALMEIDA *et al.*, 2010; FIRMINO *et al.*, 2009).

As variáveis mais utilizadas no cálculo da PE, bem como suas justificativas, são apresentadas abaixo, conforme Lisboa e Barros (2010, p. 3):

Área Verde: A cobertura vegetal é de fundamental importância para que haja equilíbrio entre o solo e o clima, interferindo no processo de absorção e escoamento das águas pluviais, minimizando as altas temperaturas, tendo assim, um efeito positivo no balanço microclimático. Além disso, deve-se considerar o papel que a cobertura vegetal exerce na absorção do CO₂.

Área Construída: A impermeabilização do solo acarreta diversos problemas tanto relacionados ao escoamento e infiltração da água da chuva como ao conforto térmico, além de diminuir a quantidade de áreas verdes.

Alimentos: Representam terras aráveis para o cultivo de alimento com baixa absorção de CO₂. Na agricultura são utilizadas mais de 141 milhões de toneladas de pesticidas e fertilizantes no mundo para a produção de alimentos. Geração de grande quantidade de embalagens não recicláveis para seu armazenamento.

Combustíveis Fósseis: Responsáveis pela emissão de gases que provocam o efeito estufa, principalmente o gás carbônico. Automóveis são responsáveis por 88% do 1,5 milhão de toneladas de monóxido de carbono despejadas diariamente na atmosfera.

Resíduos: Cada 3 kg de resíduo produzido equivale a 1 kg de CO₂ (igual quantidade de produção de CH₄). Contudo, é subtraída do total produzido por uma localidade a quantidade de resíduo reciclável.

Eletricidade: É tomado como parâmetro no Brasil, por ser abastecida de energia provinda de usinas hidroelétricas. A área alagada na represa de uma usina deixa de absorver CO₂, aumentando a Pegada Ecológica.

Água: O total de água utilizada para consumo humano provém de rios, açudes e poços que estavam em equilíbrio ecológico e, ao ser consumida, retorna ao ambiente natural poluída tornando difícil sua absorção pela natureza.

Carne Bovina: Criações de gado bovino são responsáveis pela emissão de 80 milhões de toneladas anuais de metano para a atmosfera durante a ruminância. E o esterco acrescenta mais 25 milhões de toneladas. Cada molécula de metano é 23 vezes mais eficaz para aquecer a atmosfera que a do gás carbônico. No Brasil, a pecuária bovina é a maior responsável pelo desmatamento e consome grande parte da produção de grãos para seu alimento.

Áreas de Ocupação Ilegal: São áreas com impacto ambiental significativo ocasionado pelas ocupações ilegais incluídas em áreas de APPs. Entre elas estão as favelas, nascentes e fundos de vales ocupados e áreas urbanizadas em terrenos com declividade acima de 45%.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Em razão da ausência de dados referentes às áreas de ocupação ilegal em João Monlevade, esta última variável foi excluída das análises no presente estudo.

Após definição das variáveis a serem analisadas no estudo, calcula-se a pegada de cada variável, expressa em ha/hab (hectares por habitante) utilizando-se fatores de produtividade ou rendimento (ALMEIDA *et al.*, 2010; ANDRADE, 2006), a fim de que se tenha noção do grau de seus respectivos impactos em relação à pegada total. O valor total do índice da PE de João Monlevade foi calculado com base no somatório das pegadas de todas as variáveis (ΣP), subtraídos da biocapacidade (Equação 1).

$$PE = \sum P - \text{Biocapacidade}$$

A biocapacidade representa o que o ecossistema local é capaz de fornecer, ou seja, os recursos naturais; é uma área determinada para satisfazer as necessidades de consumo e assimilação dos resíduos dos seus habitantes, também denominada de capacidade biológica (LISBOA; BARROS, 2010). A biocapacidade será retratada em termos da área verde total presente no município de João Monlevade.

Os valores de área verde e área construída foram obtidos a partir do relatório técnico elaborado pelo Executivo Municipal de João Monlevade (JOÃO MOLEVADE, 2015), referente à atualização do Zoneamento Territorial do município, presente no Plano Diretor vigente à época. Os valores obtidos são inerentes à ocupação do solo em 2015. Dividindo-se os valores da área verde – representada pelas Zonas de Preservação (ZP) no Plano Diretor – e da área construída pela população de João Monlevade, obtiveram-se os valores da biocapacidade e da pegada da área construída, respectivamente.

Para a obtenção dos dados sobre consumo de alimentos, consultou-se um supermercado da área central (Comil Supermercados). Para tanto, foram solicitados os dados de vendas dos principais alimentos – arroz e feijão – em Kg/ano. De acordo com Lisboa e Barros (2010), para a produção anual de 56.779 kg de arroz e feijão, é necessário 1 ha de terra. Dividindo-se a quantidade de alimentos pela produtividade anual obtém-se a área necessária para produzir a quantidade levantada. A posterior divisão da área necessária pela população do município fornece a pegada do consumo de alimentos.

O cálculo da pegada das emissões de CO₂ oriundas da queima de combustíveis fósseis foi realizado a partir do quantitativo da frota de veículos de João Monlevade, segundo dados do IBGE (2010). Ainda que cada tipo de veículo apresente um consumo de combustível específico, tomou-se como base o consumo médio anual de combustível de um carro, que é de 822,1 litros/ano. Partindo-se do pressuposto que a queima de 1 litro de combustível libera para a atmosfera 2,3 kg de CO₂, e que cada hectare de área verde absorve 1,8 t de CO₂, foi possível determinar a área verde necessária para absorver o CO₂ oriundo da queima de combustíveis fósseis. Por fim, dividindo-se a área obtida pela população de João Monlevade, obteve-se o valor da pegada das emissões de CO₂.

Para a pegada de produção de resíduos sólidos, o cálculo foi realizado a partir da produção média anual (em kg) de resíduos no município, fornecida pela Prefeitura Municipal de João Monlevade. Baseado no pressuposto de que cada 3 kg de resíduo emite 1 kg de CO₂ e levando-se em consideração que cada hectare de área verde absorve 1,8 t de CO₂, calculou-se, primeiramente, a área necessária para absorver o CO₂ oriundo da emissão dos resíduos e dividiu-se essa área pela população do município, para obtenção do valor da pegada de produção de resíduos sólidos.

Os dados referentes ao consumo de energia foram obtidos a partir do Atlas Solarimétrico de Minas Gerais, um estudo realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais S.A. (CEMIG, 2012). A partir do consumo de



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

energia da microrregião de Itabira durante o ano de 2010 e do quantitativo populacional da microrregião, alcançou-se o consumo de energia per capita. Multiplicando-se o consumo per capita pela população de João Monlevade, obteve-se o consumo de energia elétrica da população do município. Segundo Dias (2002), a geração de 1kWh de energia elétrica emite 0,675 kg de CO₂. Logo, considerando-se que cada hectare de área verde absorve 1,8 t de CO₂, calculou-se a área verde necessária para absorver o CO₂ emitido pela geração de energia elétrica. Dividindo-se essa área pelo número de habitantes em João Monlevade, atingiu-se a pegada do consumo de energia elétrica.

Para o cálculo da pegada do consumo de água de João Monlevade foram utilizados dados de consumo de água e a precipitação média anual do município. A partir desses dados, calculou-se a área necessária para a captação anual de água na cidade, destinada ao seu próprio abastecimento, dividindo-se o consumo de água (m³) pelo total pluviométrico médio (mm). Feito isso, dividiu-se a área necessária para captação pela população de João Monlevade, obtendo-se, assim, a pegada do consumo de água.

Quanto ao consumo de carne bovina, consultaram-se os principais açougues da cidade, a saber: Casa de Carnes Zebu, Casa de Carnes Werly e Casa de Carnes Carneirinhos. A metodologia de proporção estabelecida pela Embrapa (2005), que considera que um único boi – o equivalente a 250 kg – necessita de 4 ha por ano para sobreviver, até ser abatido, foi utilizada para converter o consumo de carne em área para produção de gado. Dividindo-se o valor da área pela população de João Monlevade, obteve-se o valor da pegada do consumo de carne bovina.

3 Resultados

Em 2015, o município de João Monlevade apresentava área verde de 3.520 ha e área construída de aproximadamente 6.190,5 hectares. Considerando-se o total de 73.610 habitantes, obtiveram-se os valores relativos à biocapacidade e à pegada de área construída, correspondentes a 0,048 e 0,084 hectares por habitantes (ha/hab), respectivamente.

Após levantamento, verificou-se que o consumo de arroz no município foi de 205.614,0 kg/ano e o de feijão foi de 88.474,5 kg/ano, totalizando 294.088,5 kg/ano. Após conversão, verificou-se a necessidade de uma área de 5,18 ha destinada à produção de alimentos que, por sua vez, resulta em uma pegada de 7,036 x 10⁻⁵ ha/hab.

A frota de veículos de João Monlevade em 2010, segundo o IBGE (2010), era de 32.864 automóveis, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Quantidade de veículos, por categoria, no município de João Monlevade (MG) em 2010

VEÍCULO	QUANTIDADE
Automóveis	21.471
Caminhões	1.180
Caminhões-trator	321
Caminhonetes	3.518
Caminhonetas	681
Micro-ônibus	144
Motocicletas	4.905



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Motonetas	248
Ônibus	251
Tratores	7
Utilitários	138
TOTAL	32.864

Fonte: IBGE (2010)

De posse da quantidade de veículos em 2010, do consumo médio de combustível e da emissão de CO₂ oriunda da queima de combustível, verificou-se que os veículos emitiram aproximadamente 62.140,24 t de CO₂ no ano, sendo necessária uma área verde de 34.522,36 ha para absorver todo o CO₂ emitido, o que resulta em uma pegada de 0,469 ha/hab.

João Monlevade produz, em média, 11.747.760 kg/ano de resíduos, resultando em uma emissão de 3.915.920 kg de CO₂. Para absorver essa quantidade de CO₂ emitida, são necessários 2.175,51 ha, acarretando uma pegada de 0,029 ha/hab.

O consumo de energia elétrica na microrregião de Itabira durante o ano de 2010 foi de 2.556.326 MWh, referente a uma população de 379.237 habitantes, o que equivale a 6,7407 MWh/hab/ano. Considerando-se a população de João Monlevade, obteve-se o total consumido no município de 496.182,927 MWh/ano, o que resulta em uma emissão de 334.923,48 t de CO₂ e em uma área verde de 186.068,6 ha para absorver o CO₂ emitido, resultando em uma pegada de 2,53 ha/hab.

Os valores obtidos para consumo de água e precipitação média anual em João Monlevade foram de 9.460.800 m³/ano e 1.372 mm, respectivamente. Constatou-se que, para atender o consumo de 9.460.800 m³ de água, seria necessária uma área de, aproximadamente, 689,6 ha, que equivale a uma pegada de 0,009 ha/hab.

Em relação ao consumo de carne bovina, as quantidades levantadas, as respectivas áreas necessárias para as produções especificadas, bem como a pegada do consumo da carne bovina são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Cálculo da pegada para consumo de carne bovina

FONTE	QUANTIDADE (kg/ano)	ÁREA (ha)	PEGADA
Comil Supermercado	78.007,0	1.248,1	
Casa de Carnes Zebu	67.200,0	1.075,2	
Casa de Carnes Werly	53.769,0	860,3	0,058
Casa de Carnes Carneirinho	67.500,0	1.080,0	
TOTAL	266.476,0	4263,6	

Fonte: Dados da pesquisa

Na Tabela 3 são apresentadas as variáveis utilizadas no presente estudo, suas respectivas pegadas e o índice da PE para o município de João Monlevade, que corresponde a 3,13 ha/hab.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Tabela 3: Variáveis analisadas, áreas calculadas por variável, pegada específica de cada variável e índice da PE para João Monlevade (MG)

VARIÁVEL	Área (ha)	P (ha/hab)
Área Verde (Biocapacidade)	3.520,00	0,048
Área Construída	6.190,50	0,084
Consumo de Alimentos (Arroz + Feijão)	5,18	$7,036 \times 10^{-5}$
Combustíveis Fósseis	34.522,36	0,469
Produção de Resíduos Sólidos	2.175,51	0,029
Consumo de energia elétrica	186.068,6	2,530
Consumo de Água	689,6	0,009
Consumo de carne bovina	4263,6	0,058
PE (ha/hab)		3,13

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se, na Tabela 3, que João Monlevade possui um *deficit* ecológico para área construída, emissão de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis, consumo de eletricidade e consumo de carne bovina. Nesses casos, o valor da biocapacidade local é menor que os valores das pegadas dessas variáveis.

4 Discussão

Áreas bioprodutivas referem-se às quantidades e qualidades de terras e águas necessárias para absorver carbono, construir moradias ou infraestrutura e biodiversidade para a manutenção de um número de pessoas. O total disponível dessas áreas, em ha, é chamado de biocapacidade (SATO *et al.*, 2010).

Segundo Massolli, Mass e Vilella (2018, p. 48), “é importante que saibamos as condições das áreas verdes dentro dos municípios, uma vez que essas áreas cumprem serviços ambientais importantes e podem ainda servir de áreas de recreação para a sua população”.

A biocapacidade mundial é de 1,7 ha/hab, considerando um total de aproximadamente 7 bilhões de habitantes (ONU BRASIL, 2011), e vem diminuindo seja pelo aumento da população, seja pela degradação de solos e mares (FAVA; VIALLI, 2009). Em 2007, a PE correspondente à humanidade como um todo foi de 2,7 ha/hab, apesar de a população mundial ter sido então praticamente a mesma da atual.

O valor da biocapacidade de João Monlevade está muito abaixo da medida global. Esse fato pode ser justificado pela crescente urbanização na década de 20, coincidindo com a chegada da empresa Belgo Mineira, companhia siderúrgica que trouxe consigo o crescimento populacional sem o devido cuidado e planejamento no que se refere à distribuição populacional sobre o território da cidade. Além disso, grande parte da vegetação original da cidade, a Mata Atlântica, foi devastada na década 30 com a construção da siderúrgica.

Atividades agropecuárias geralmente ocasionam impactos significativos sobre a biodiversidade e, na maioria das vezes, se convertem em áreas degradadas, determinando o aumento da demanda energética e das emissões de gases causadores de Efeito Estufa (GEE) (CERRI *et al.*, 2009; LAMIM-GUEDES; OLIVEIRA-VILELA, 2011; SATO *et al.*, 2010).



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Para Santos, Leonardos e Mota (2013 p. 51), “a pegada ecológica serve para demonstrar a pressão quantitativa do consumo alimentar sobre o meio ambiente, mas é insuficiente como indicador de segurança alimentar, porque não é apropriada para análises mais qualitativas. Por conseguinte, a pegada ecológica tem suas limitações e não pode responder a todas as questões de sustentabilidade, mas ao quantificar os desafios ecológicos pode contribuir com decisões políticas para o alcance de um mundo mais sustentável”.

Embora se mostre sustentável, a World Wide Fund for Nature – WWF (2007) recomenda economia na utilização de água, pois a população tem gastado em média 25% a mais dos recursos naturais do que sua capacidade de renovação, esgotando mais rápido o capital natural. Ressalta-se, neste sentido, a necessidade de políticas públicas efetivas para redução do desperdício de água no meio urbano e, principalmente, no meio rural, haja vista que a agricultura é o setor da economia que mais consome água para desenvolvimento de suas atividades – cerca de 70% de toda a água consumida.

Cartaxo *et al.* (2019) verificaram que, em Poço das Trincheiras/AL, cada habitante demandava 0,1159 ha para que houvesse a absorção do CO₂ proveniente da decomposição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Assim como no município que é objeto dessa pesquisa, a biocapacidade local se mostrou capaz de absorvê-lo, exibindo um *superavit* ecológico.

Santos (2019) concluiu que o município de Dois Riachos/AL também apresentou *superavit* ecológico para geração de resíduos. A PE total foi inferior a valores reportados para outras cidades do país e do mundo, podendo ser reflexo das taxas de geração de RSU e do tamanho da população. Dessa forma, pode-se perceber que a pegada é dependente de alguns fatores, como, por exemplo, a taxa de geração per capita de RSU.

De acordo com Almeida *et al.* (2010), para o consumo da variável, de modo que seja respeitada a capacidade de regeneração do ecossistema, o município necessita apresentar uma área bioproductiva equivalente ou superior à área encontrada.

É importante destacar que o maior valor para pegada ecológica foi referente à emissão de CO₂, oriunda da geração de energia elétrica. Tal fato pode ser decorrente da presença de muitas empresas do setor de mineração/siderurgia na microrregião de Itabira, a exemplo da Vale, da Belmont e da Arcelor Mittal, que consomem elevada quantidade de energia elétrica para realização de suas atividades, o que acabou elevando a média de consumo anual da região para 6,7407 MWh/hab/ano. Tal valor evidencia a necessidade da adoção de procedimentos que privilegiam o aumento da eficiência energética nos processos produtivos, e do aumento da área verde por meio de arborização e/ou reflorestamento, de forma a absorver o valor residual de CO₂ gerado.

Em pesquisa realizada por Feitosa, Cândido e Firmo (2010), resultados demonstram que a PE do município de Campina Grande (PB) se mostrou alta, em virtude, sobretudo, da elevação do consumo de combustíveis e da geração de resíduos sólidos. Os autores descrevem que outro fator que contribui para a elevação da pegada no local de estudo é a ausência de unidades de conservação ou áreas florestais capazes de suprir as necessidades das pessoas e absorver os resíduos produzidos.

Em estudo semelhante feito por Lisboa e Barros (2010) para Londrina, PR, os valores encontrados para algumas variáveis são aproximados aos encontrados neste trabalho, havendo o consumo de combustíveis fósseis também contribuído significativamente. Somando todos os índices encontrados, obteve-se uma PE estimada em 1,03442 ha/hab, também abaixo da média mundial e do valor mínimo de capacidade de suporte do planeta.

Albuquerque *et al.* (2017) obtiveram resultado superior ao valor ideal (1,8 ha/hab) e nacional (2,1 ha/hab) encontrados na literatura para o valor de PE para os residentes da área urbana do município de Pombal/PB, correspondendo a 2,16 ha/hab, valor abaixo do encontrado no presente estudo. O resultado em questão indica que,



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

para que houvesse a regeneração do ambiente desse município e a manutenção do estilo de vida de sua população, seriam necessários, aproximadamente, 1,3 planetas por ano.

Mulero (2017) constatou que Londrina/PR apresentou uma PE abaixo da biocapacidade do planeta e média mundial, podendo então, quando analisada dessa maneira, ser considerada uma cidade sustentável. Mas, considerando o aumento da área construída e a reduzida área coberta por vegetação, a localidade estaria progredindo cada vez mais para o lado da não sustentabilidade. Nesse sentido, ainda tem um longo caminho a percorrer para se tornar ambientalmente adequada.

O valor total da PE da região estudada está bem próximo do valor nacional, que, segundo Dias (2002), equivale a 3,1 ha/hab. Contudo, não se pode tomá-lo como definitivo, pois, em seu cálculo, não foram contabilizadas todas as variáveis ambientais presentes em um espaço urbano. Para tanto, Firmino *et al.* (2009 p. 53) afirmam que “é necessário realizar esta análise com base no déficit ecológico, extraindo da PE o valor dado pela relação hectares disponíveis/população local”.

A pegada de 3,13 ha/hab indica que a população requer aproximadamente 230.399,3 ha de áreas naturais para suprir as suas demandas por infraestrutura, alimentos, energia, água, combustível e para absorver os seus detritos. Ocorre que a área local é de apenas 9.915,8 ha, restando um *deficit* de 220.483,5 ha, que constitui a área que essa população precisa, além da disponível, para atender às suas demandas.

A análise do *deficit* ecológico é um indicador relevante para o estágio em que o município se encontra numa perspectiva ambiental. Sugere um ponto de partida para a tomada de decisões e criação de políticas locais, visando, além do próprio aspecto ambiental, à melhoria dos elementos sociais e econômicos, que também devem ser considerados (FURTADO; HOURNEAUX JÚNIOR; HRDLICKA, 2008). Assim, utilizar esses serviços ou benefícios, consumindo além dos limites, é o caminho para se chegar cada vez mais cedo ao que se chama de *overshoot* – situação em que o consumo ocorre em uma taxa superior à que o planeta consegue repor, ou seja, a pegada ecológica torna-se superior à biocapacidade. Em um determinado ponto, o crescimento material só poderá ser adquirido às custas da degradação do meio ambiente, exaustão dos recursos naturais e diminuição dos serviços para a manutenção da vida (WACKERNAGEL; REES, 1996). Por exemplo, no ano de 1999, a pegada ecológica mundial era de 2,29 ha/hab, enquanto a biocapacidade era de 1,90 ha/hab, o que resultava num *overshoot* de 20% (WWF, 2002).

É crucial saber quanto dos recursos naturais são demandados atualmente para se comparar com a biocapacidade, ou então o *overshoot* continuará acontecendo sem ser detectado. Assim, a PE deve ser, de maneira geral, menor do que a porção da superfície ecologicamente produtiva de uma cidade, de um país ou do planeta (WWF, 2002). Para João Monlevade, a PE é maior do que a porção da superfície ecologicamente produtiva do município, e gera um *overshoot* acima de 6.400%, o que indica, portanto, que o consumo excede, e muito, o valor de biocapacidade.

Uma das maiores vantagens da análise do indicador da PE é que nos permite verificar o quanto e como se está consumindo, e a necessidade real do consumo (SATO *et al.*, 2010). Nesse sentido, as escolhas podem constituir caminhos para que esse valor seja reduzido, buscando-se comportamentos mais sustentáveis (LAMIM-GUEDES; OLIVEIRA-VILELA, 2011) em relação às práticas agrícolas, pecuária, produção de energia, moradia e transporte.

A PE apresenta-se com uma visão de Educação Ambiental sobre as mudanças de comportamento, que incluem, entre outros aspectos, diminuição do consumo e tomada de atitudes menos poluidoras e socialmente justas (LAMIM-GUEDES, 2011). Como uma das estratégias para diminuição da PE, a população deve entender que



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

muitas coisas – como alimentação saudável, habitação de qualidade, uso consciente de água e energia elétrica, e descarte dos resíduos – são hábitos e atitudes que devem ser preservados (WWF, 2007).

Ao contrário da maioria dos pesquisadores, Maduro-Abreu *et al.* (2009) destacam críticas e limitações em relação à PE, como o fato de que o cálculo associa diretamente o consumo de bens e serviços à utilização de recursos naturais, sem ponderação, e esconde aspectos sob sua agregação, merecendo cuidadosa análise, não podendo ser trabalhada isoladamente como um indicador universal.

No entanto, os autores supracitados reconhecem o caráter didático e a popularidade que o método atingiu, podendo, de certa forma, auxiliar na conscientização da população. Os autores em questão destacam que outra contribuição importante é chamar a atenção para a necessidade de se continuar buscando formas de medir a *performance* de países, estados, regiões e cidades rumo ao desenvolvimento sustentável.

Massolli, Mass e Vilella (2018 p. 48) consideram que “a análise da Pegada Ecológica pode auxiliar as políticas públicas de governos e prefeituras que tenham interesse em avaliar a qualidade ambiental urbana. Como compete ao poder público a gestão urbana, se faz necessária a participação da sociedade nas decisões”.

A pesquisa realizada por Borges, Brito e Nunes (2018 p. 172) conclui que “os estudos referentes à PE Urbana ainda precisam avançar mais, pois é preciso cada vez mais ter um cuidado com a maneira de se propor a coleta de dados, visto que o objetivo é dar um parecer sobre a cidade. E este é muito importante, pois a partir dele vai se identificar onde estão os problemas no local de estudo e com isso buscar as devidas melhorias de uma maneira mais direcionada”.

Para Teixeira (2012, p. 28), “é fato que a metodologia da PE precisa ser aprimorada e, conforme opinião dos especialistas, um único indicador não pode responder a todas as questões da sustentabilidade. No entanto, apoiando-se no ponto forte da PE (comunicação), e analisando-a em conjunto com outros indicadores, resultados positivos podem ser obtidos tanto no planejamento como na efetivação de políticas públicas”.

O cálculo da PE de João Monlevade pode se tornar uma ferramenta importante de gestão, que aponta os caminhos para um município mais sustentável, e com uma melhor qualidade de vida para os seus cidadãos. Representa, porém, apenas uma etapa do processo, que deve ser seguido, de uma ampla discussão com os atores locais, bem como pelo desenvolvimento de estratégias de mitigação que ajudem na redução da pegada, precisando, ainda, ser aperfeiçoado com a definição de outras variáveis relevantes.

5 Considerações finais

A biocapacidade e a PE do município de João Monlevade são, respectivamente, 0,048 e 3,13 ha/hab, ou seja, o consumo local excede o valor de capacidade suporte do ambiente natural, e torna-se necessário um planejamento ambiental adequado para esse espaço territorial.

O maior valor para pegada encontrado foi de 2,53 ha/hab, referente à emissão de CO₂ pela geração de energia elétrica. Esse dado é indicativo de que há necessidade de implementação de medidas mitigadoras.

Conclui-se, dessa forma, que o cálculo da PE do município é uma ferramenta importante de gestão, no sentido de apontar caminhos mais sustentáveis que proporcionem uma melhor qualidade de vida para os seus cidadãos. No entanto, é preciso aperfeiçoá-lo, definindo outras variáveis relevantes e realizando análises cuidadosamente.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

Referências

- ALBUQUERQUE, W. G. *et al.* Estimativa do indicador de sustentabilidade ambiental pegada ecológica nos bairros da cidade de Pombal, PB. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, CONTECC, ago. 2017, Belém, PA, Brasil. Disponível em:
http://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/agronomia/63_edidsapenbdcdp%E2%80%933p.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.
- ALMEIDA, M. D. L. *et al.* A pegada ecológica do consumo de água do município de Caicó, RN. **Revista Holos**, Natal, v. 5, n. 26, p. 91-104, 2010. Disponível em:
<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/558>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- ANDRADE, B. B. **Turismo e sustentabilidade no município de Florianópolis**: uma aplicação do método da Pegada Ecológica. 2006. 152 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/89089/225445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 abr. 2014.
- BORGES, M. J.; BRITTO, L.; NUNES, D. Indicadores de sustentabilidade: Pegada Ecológica Urbana. **COLÓQUIO, Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara, R: Faccat, v. 15, n. 1, p. 149-174, jan./jun. 2018. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/772-1790-1-SM.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.
- CARTAXO, P. H. A. *et al.* Geração de resíduos sólidos urbanos no semiárido brasileiro: análise de sustentabilidade a partir da aplicação da pegada ecológica. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 2, p. 87-92, jul./dez. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/13077-58801-1-PB.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.
- CARLETTO, D. L.; OLIVEIRA, T. M. N. Educação ambiental e sustentabilidade: a Pegada Ecológica na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Joinville, SC. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, SC, v. 4, n. 3, p. 136-144, out./dez. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/430-1227-1-PB.pdf. Acesso em: 14 de abril de 2020.
- CEMIG. COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Atlas Solarimétrico de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CEMIG, 2012. 80 p.
- CERRI, C. C. *et al.* Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agrícola**, v. 66, n. 6, p. 831-843, nov./dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000600017>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v66n6/a17v66n6.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; RODRIGUES, G. G. Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento sustentável. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, Recife, v. 6, n. 2, p. 142-156, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistamseu/article/viewFile/231287/25644>. Acesso em: 14 abr, 2020.

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

DICTORO, V. P. A relação ser humano e natureza a partir da visão de alguns pensadores históricos. **Revista Brasileira em Educação Ambiental, RevBEA**, São Paulo, v.14, n. 4, p 159-169, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2732/7244>. Acesso em: 14 abr. 2020.

EMBRAPA. **Agricultura e efeito estufa**. 2005. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index>. Acesso em: 9 fev. 2007

FAVA, F. De quantos planetas você precisa? **Estadão**, São Paulo, 11 dez. 2009. Disponível em: <https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,de-quantos-planetras-voce-precisa,480057>. Acesso em: 15 dez. 2013.

FEITOSA, M. J. S.; CÂNDIDO, G. A.; FIRMO, L. A. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: uma aplicação do Ecological Footprint Method no município de Campina Grande, PB. **Revista Ambiência**, Guarapuava, PR, v.6, n.3, p. 393-414, set./dez. 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/960-5432-2-PB.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

FIRMINO, A. M. *et al.* A. Relação da Pegada Ecológica com o Desenvolvimento Sustentável: Cálculo da Pegada Ecológica de Toribaté. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.10, n.32, p.41-56, dez. 2009. Disponível em: <http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/>. Acesso em: 10 abr. 2014.

FURTADO, J. S.; HOURNEAUX JÚNIOR, F.; HRDLICKA, H. Avanços e Percalços no Cálculo da Pegada Ecológica Municipal: Um Estudo de Caso. **Revista Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 73-88, abr. 2008. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/viewFile/62/33>. Acesso em: 7 jul. 2017.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Ecological Footprint Standards**. 2006. Disponível em: <http://www.footprintstandards.org>. Acesso em: 10 abr. 2020.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Annual Report**. 2013. Disponível em: https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/GFN_AR_2013_final.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

GONZALEZ, M. H. G.; ANDRADE, D. C. A sustentabilidade ecológica do consumo em Minas Gerais: uma aplicação do método da pegada ecológica. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 25, p. 421-446, maio/ago. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/neco/v25n2/1980-5381-neco-25-02-00421.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

GUIMARÃES, P. D. **Especialização Territorial Produtiva: O Caso da Siderurgia e da Mineração em João Monlevade, MG.** 2010. Monografia (Especialização em Geografia) - Centro Ciências Humanas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/GUIMARÃES,%202010.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2014.

IBGE. **Cidades@:** Minas Gerais, João Monlevade, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313620&search=minas-gerais|joao-monlevade/>. Acesso em: 10 abr. 2014.

LAMIM-GUEDES, V. Pegada ecológica: consumo de recursos naturais e meio ambiente. **Educação Ambiental em Ação** [online], n. 38, dez. 2011/fev. 2012. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1168>. Acesso em: 10 abr. 2014.

LAMIM-GUEDES, V.; OLIVEIRA-VILELA, A. Prática “Ir à feira, a sustentabilidade nas pequenas coisas”. **Educação Ambiental em Ação** [online], n. 37, set./nov. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/293827260>. Acesso em: 10 abr. 2014.

LISBOA, C. K.; BARROS, M. V. F. A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental para a cidade de Londrina. **Confins** [online], n. 8, mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.6395>. Disponível em: <http://confins.revues.org/index6395.html>. Acesso em: 10 abr. 2020.

LOBÃO, L. M.; RODRIGUES, B. S. S. L. Mudanças ambientais de origem antrópica e sua relação com o adoecimento humano. **Revista Saúde Dinâmica**, Vale do Piranga, v. 1, n. 1, p. 34-51, jan./mar. 2019. Disponível em: <http://revista.faculdaadedinamica.com.br/index.php/sausedinamica/article/view/6/3>. Acesso em: 14 abr. 2020.

MADURO-ABREU *et al.* Os limites da Pegada Ecológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Brasília, n. 19, p. 73-87, jan./jun. 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/MADURO-ABREU%20%20et%20al%202009.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2014.

MARIANO, Z F. *et al.* A Relação Homem-Natureza e os Discursos Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, USP, v. 22, 2011.

MASSOLI, E.; MAAS, K. D. B.; VILELLA, R. L. J. A pegada ecológica sobre as áreas verdes da cidade de Várzea Grande, Mato Grosso. **Caderno de Publicações-UNIVAG**, n.08, p. 40-49, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/792-2520-1-PB.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

MULERO, C. B. **Pegada ecológica como um indicador de sustentabilidade nos limites da expansão urbana de Londrina, Paraná.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Londrina, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7988/1/LD_COEAM_2017_1_07.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

ONU-BRASIL. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **ONU promove campanha '7 Bilhões de Ações' para superar desafios do crescimento populacional.** 2011. Disponível em: <http://www.onu.org.br/onu-promove-campanha-7-bilhoes-de-aco-es-para-superar--desafios-do-crescimento-populacional/>. Acesso em: 5 mar. 2013.

SANTOS, A. S. M.; LEONARDOS, O. H.; MOTA, J. A. Alimentação urbana e a pegada ecológica do consumo de carne bovina na cidade de Parintins. **Revista ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 7, n. 14, p. 45-53, jan./abr. 2013. DOI: 10.5654/actageo2013.0714.0003. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22612/1/ARTIGO_AimentacaoUrbanaPegadaEcologica.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

SATO, M et al. **Processo Formativo Escolas Sustentáveis e Com Vida.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, 2010. 58 p.

SANTOS, P. C. **Geração de resíduos sólidos urbanos:** aplicação de um indicador de sustentabilidade em um município do semiárido alagoano. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2019. Disponível em: <https://ri.cesmac.edu.br/handle/tede/627>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SILVA, C. S. S. et al. Estratégia didática para abordagem do tema sustentabilidade a partir da análise da pegada ecológica. **Revista da SBEnBio**, v. 6, n. 9, p. 7324-7331, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tania_Prochnow/publication/319261959_estrategia_didatica_para_abordagem_do_tema_sustentabilidade_a_partir_da_analise_da_pegada_ecologica/links/599ed06845851574f4b86a24/estrategia-didatica-para-abordagem-do-tema-sustentabilidade-a-partir-da-analise-da-pegada-ecologica.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 1, p.84-95, jan./abr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902006000100009>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v15n1/09.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

TEIXEIRA, M. F. F. B. Pegada Ecológica e Políticas Públicas: Estudos de caso de três cidades brasileiras. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, Brasília, v. 19, p. 15-28, ago. 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/document%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/document%20(1).pdf). Acesso em: 15 abr. 2020.

UBALDO, B. M. Evolução histórica do processo de ruptura entre o homem e a natureza. **Revista Interdisciplinar em Cultura e Sociedade, RICS**, São Luís, v. 4, n. Especial, p. 383-393, jul./dez. 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/10538-31697-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/10538-31697-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 14 abr. 2020.



Cálculo da Pegada Ecológica do município de João Monlevade (MG) pelo Método Convencional

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes et al.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth.** Gabriola Island, Colúmbia Britânica-Canadá: New Society Publishers, 1996. 167 p.

WWF. WORLDLIFE FUND FOR NATURE. **Living planet report 2002.** Disponível em: <http://www.panda.org/>. Acesso em: 10 abr. 2014.

WWF-BRASIL. WORLDLIFE FUND FOR NATURE. **Pegada ecológica: que marcas queremos deixar no planeta?** Brasília: WWF-Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.panda.org/>. Acesso em: 10 abr. 2014.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica (IC), estimulando e contribuindo com a realização deste trabalho.



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.