

## **Pegada Ecológica Urbana: Cálculos e Questionamentos. Um Estudo de Caso em Araguari, MG, Brasil**

Huella Ecológica Urbana: Cálculos y Preguntas. Un Estudio de Caso en Araguari, MG, Brasil

Empreinte Écologique Urbaine: Calculs et Doutes. Une Étude de Cas en Araguari, MG, Brésil

Urban Ecological Footprint: Calculations and Queries. A case Study in Araguari, MG, Brazil

**Manfred Fehr**

Instituto de Geografia - Universidade Federal de Uberlândia, MG. E-mail: [mfehr@ufu.br](mailto:mfehr@ufu.br)

**Marilda Resende Melo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberlândia MG.

E-mail: [marildaresende@hotmail.com](mailto:marildaresende@hotmail.com)

Recebido: 28 de outubro de 2017 Aceito: 26 de julho de 2018  
Disponível on-line em <http://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica>

**Resumo** – O estudo perseguiu o objetivo de determinar a pegada ecológica da população da cidade de Araguari, MG, Brasil. Usou-se o método padrão disponível na literatura que converte o consumo de recursos em áreas de terreno ao dividi-lo pela produtividade ecológica. Os dados primários provieram de pesquisas de campo, da administração municipal e da literatura do ramo. O resultado mostrou uma pegada ecológica de 1,58 hectares globais por pessoa para o ano de 2013, quando a biocapacidade da Terra era de 1,71 hectares globais por pessoa. 88% do valor da pegada originaram do consumo de alimentos e de transporte. O restante correspondeu a áreas construídas, bens de consumo e serviços. O estudo lançou à Administração Municipal o desafio de incentivar a redução da pegada no futuro para acompanhar a diminuição da biocapacidade com o crescimento populacional.

**Palavras chave:** Biocapacidade; Dinâmica temporal da pegada ecológica; Pegada ecológica de Araguari MG; Pegada ecológica urbana; Produtividade ecológica.

**Resumen** - El estudio persiguió el objetivo de determinar la huella ecológica de la población de la ciudad de Araguari, MG, Brasil. Se aplicó el método estándar disponible en la literatura que convierte el consumo de recursos en áreas de terreno al dividirlo por la productividad ecológica. Los datos primarios provinieron de investigaciones de campo, de la administración municipal y de la literatura de la rama. El resultado mostró una huella ecológica de 1,58 hectáreas globales por persona para el año de 2013, cuando la biocapacidad de la Tierra era de 1,71 hectáreas globales por persona. El 88% del valor de la huella se debió al consumo de alimentos y al transporte. El resto correspondió a áreas construidas, bienes de consumo y servicios. El estudio indicó a la Administración Municipal el reto de incentivar la reducción de la huella en el futuro para acompañar la disminución de la biocapacidad con el crecimiento demográfico.

**Palabras clave:** Biocapacidad; Dinámica temporal de la huella ecológica; Huella ecológica de Araguari MG Brasil; Huella ecológica urbana; Productividad ecológica.

**Résumé** - L'étude a poursuivi l'objectif de déterminer l'empreinte écologique de la population de la ville d'Araguari, MG, Brésil. On a appliqué la méthode standard disponible dans la littérature qui convertit la consommation de recours en aires de terrain par sa division pour la productivité ecologique. On a obtenu les données primaires de recherches sur le terrain, de l'administration municipale et de la littérature de la branche. Les résultats ont montré une empreinte écologique de 1,58 hectares globaux par personne pour l'année 2013 lorsque la biocapacité de la Terre était 1,71 hectares globaux par personne. Le 88% du valeur de l'empreinte a été due à la consommation d'aliments et au transport. Le reste a correspondu aux aires construites, auz biens de consommation et aux services. Le résultat pose

à l'Administration Municipale le défi de chercher à diminuer l'empreinte à l'avenir pour suivre la diminution de la biocapacité avec l'expansion démographique.

**Mots clés:** Biocapacité ; Dynamique temporaire de l'empreinte écologique ; Empreinte écologique d'Araguari MG Brésil ; Empreinte écologique urbaine; Productivité écologique.

**Abstract** - The research pursued the objective of determining the ecological footprint of the population of the City of Araguari, MG, Brazil. It applied the standard method available in the literature that converts the consumption of resources into land areas by dividing it by the ecological productivity. The primary data originated from research in the field, from the municipal administration and from the qualified literature. The result showed a footprint of 1.58 global hectares per person for the year 2013, when the bio-capacity of the Earth was 1.71 global hectares per person. Eighty eight percent of the footprint originated from the consumption of food and from transport. The rest represented constructed areas, consumer goods and services. The study challenged the Municipal Administration to stimulate future reduction of the footprint in order to keep pace with the continuous drop in bio-capacity due to demographic expansion.

**Key words:** Bio-capacity; Ecological footprint of Araguari MG Brazil; Ecological productivity; Temporal dynamics of footprints; Urban ecological footprint.

## Introdução

A sustentabilidade de determinada comunidade diz respeito à garantia de sua perpetuidade, que por sua vez depende do comportamento de seus membros. No caso de uma cidade, é o comportamento dos cidadãos que produz ou impede a possibilidade de perpetuar seu estilo de vida. A sustentabilidade é um alvo. A trilha de progresso até esse alvo é traçada pelo desenvolvimento sustentável. O desafio administrativo consiste em medir o progresso até o alvo para poder modificar a trilha em caso de estagnação ou retrocesso. A pergunta “que medir” tem suscitado os mais variados estudos. Em tempos antigos, ou nem tanto, a supremacia guerreira formava a base da perpetuidade de uma tribo com a extinção de outra. Em tempos modernos, o alvo passou a contemplar a convivência perpétua de todos os seres com a natureza. O problema da medição se reduziu a saber quanto espaço cada um pode ocupar para que todos caibam na Terra. Surgiu então o conceito da pegada que mede exatamente isso: a pegada que cada um deixa na natureza, ou o espaço ecologicamente produtivo que cada um ocupa direta ou indiretamente com seu estilo de vida. Ao comparar a soma dos espaços individuais com o espaço total disponível na Terra, verifica-se a possibilidade da perpetuidade, ou da sustentabilidade da vida. Esse espaço total disponível é a área ecologicamente produtiva que a natureza consegue restituir após uso pelos habitantes, no espaço de um ano, e é chamado de biocapacidade. A notar que se trata aqui de um fluxo, e não do estoque que a Terra mantém. A noção da sustentabilidade implica na preservação indefinida do estoque.

A pergunta “que medir” gerou um conjunto de pegadas (WWF, 2012; CUCEK et al. 2015). O que se convencionou designar como a família de pegadas compreende a pegada de carbono, a pegada ecológica, a pegada energética e a pegada hídrica. Adicionalmente, já foram estudadas a pegada da biodiversidade, a pegada de terreno, a pegada de nitrogênio e a pegada de fósforo. O presente estudo limita-se à pegada ecológica, e especificamente a pegada ecológica urbana. Sendo a cidade a menor entidade administrativa pública, o conhecimento da pegada ecológica dos cidadãos influi facilmente, assim se espera, nos comportamentos das esferas individual e coletiva. A unidade de medida da pegada ecológica é “hectares globais por pessoa”. Ela mede as áreas produtivas de terra e água necessárias para produzir os recursos extraídos e assimilar os resíduos gerados por um indivíduo, sob um determinado estilo de vida, onde quer que sejam localizadas as áreas.

Um hectare global (gha) neste sentido representa a produtividade média por hectare de todos os espaços ecologicamente produtivos na Terra. Rees (1992) introduziu o conceito da comparação entre o terreno disponível e o terreno utilizado no contexto urbano, onde o primeiro é a biocapacidade e o último é a soma das pegadas ecológicas dos cidadãos. Toda a pesquisa das pegadas ecológicas gira em torno da pergunta “a soma das pegadas ecológicas dos habitantes da Terra está aquém ou além da biocapacidade?”, e a resposta

revela a garantia ou não da perpetuidade do estilo de vida. A biocapacidade por pessoa não é constante no tempo. Ela varia com o número de pessoas que em determinado momento competem por espaço ecologicamente produtivo. Em qualquer época, ela representa o valor de referência para interpretar o tamanho da pegada ecológica média dos habitantes de uma comunidade (WACKERNAGEL & REES, 1996).

Vários autores retrataram a dinâmica temporal do binômio biocapacidade – pegada ecológica.

As pesquisas da Rede Internacional de Pegadas Ecológicas (Global Footprint Network) determinaram a evolução da biocapacidade e da pegada ecológica da população mundial ao longo dos anos desde 1950, e mostram que em 1970 existia empate. A população mundial era de 3,704 bilhões, e a pegada ecológica era igual à biocapacidade de 2,71 gha/pessoa no contexto global (Global Footprint Network 2017a, US Bureau of the Census 1994). Empate significa que a natureza consegue restituir os recursos extraídos pelos habitantes, ano atrás ano, e o estoque total de recursos permanece constante.

Em 2013, a população mundial era de 7,128 bilhões (World Population Clock, 2017), a biocapacidade era de 1,71 gha/pessoa, e a pegada ecológica mundial era de 2,87 gha/pessoa (Global Footprint Network, 2017a). O equilíbrio se perdeu. A pegada se afastou do valor de referência por dois motivos. O aumento da população reduziu a biocapacidade por pessoa, e a evolução do estilo de vida alargou a demanda por recursos ecológicos.

Em junho de 2017, a população mundial era de 7,515 bilhões (World Population Clock, 2017). A biocapacidade para 2017 ainda não consta da literatura. A estimativa dos autores baseada na evolução populacional leva ao valor de 1,50 gha/pessoa. Tal fato ilustra a dinâmica do significado das pegadas como medidores de sustentabilidade. Uma comunidade que utiliza 1,70 gha por pessoa era considerada sustentável em 1970, mas em 2017 não o é mais. Como exemplo, o WWF-Brasil (2012) determinou a pegada ecológica da população da cidade de São Paulo em 2012 como sendo 4,38 gha/pessoa, um valor bem acima do ponto de referência.

Quando a pegada ecológica da população ultrapassa o valor de referência, consomem-se mais recursos naturais do que a biosfera pode restituir, e o estilo de vida deixa de ser sustentável (Planeta Vivo, 2008 p.3). O ponto crítico foi alcançado no fim do século passado. Conforme Andriola (2008), em 1961 a humanidade ainda usava apenas 70% da capacidade produtiva do Planeta, mas em 1999 já usava 125%. O site da rede de pegada ecológica informa que em 2016, o uso já chegou a 160%, de tal forma que até o dia 8 de agosto, a humanidade já tinha esgotado a capacidade anual da natureza de restituir seus recursos (Global Footprint Network, 2017b). Dessa data até o fim do ano, a demanda foi satisfeita pelo uso do estoque. Dependendo do tipo de recurso, o estoque pode fechar a conta por alguns anos, mas fatalmente acabará. O estilo de vida não é mais sustentável e não se pode perpetuar no tempo.

A pegada ecológica se configura como um modelo de compreensão do mundo, que desemboca na elaboração de políticas ecológica e ambiental, de onde derivam as políticas públicas e os acordos internacionais, e se inscrevem as ações ambientais no campo conflitivo da ecologia política. A biocapacidade vigente em qualquer época representa a carga máxima de uso de áreas ecologicamente produtivas que pode ser segura e persistentemente imposta ao meio ambiente pela sociedade (CATTON, 1986).

A reflexão sobre a pegada ecológica de determinada comunidade levanta a pergunta pragmática da relatividade. Se uma comunidade usa mais espaço ecologicamente produtivo do que aquele que o valor de referência lhe assina, somente pode existir sustentabilidade de vida no Planeta se outras comunidades usam menos. Quem, então, tem o direito de usar mais, e quem tem o dever de usar menos?. Esse é o raciocínio que determina a necessidade de conhecer e divulgar as pegadas ecológicas de comunidades, para que cada uma possa

saber de que lado da balança se encontra. As comunidades situadas acima do valor de referência podem utilizar o conhecimento detalhado de suas pegadas para criar hábitos ou políticas mitigadoras.

No intuito de alargar a base de conhecimento sobre a sustentabilidade da vida urbana no Brasil, o presente estudo perseguiu o objetivo de determinar a pegada ecológica da população da cidade de Araguari (MG) em 2013, quando a população mundial era de 7,128 bilhões. O valor de referência para a sustentabilidade naquele ano era de 1,71 gha/pessoa como citado acima. Em termos de questionamentos, surgiram perguntas acerca do próprio procedimento, e o estudo indagou sobre o significado do fato de a pegada ecológica dos habitantes de determinada comunidade divergir do valor de referência. Em termos de contribuição ao conhecimento, o estudo incluiu mais uma cidade na lista daquelas que já mediram suas pegadas ecológicas e assim, forneceu subsídios à população de Araguari na perseguição de um estilo de vida sustentável.

## **Métodos**

O método da pegada ecológica é um procedimento contábil que acompanha os fluxos de matéria e energia que entram ou saem da área ecologicamente produtiva da Terra. Apesar da imensa superfície da Terra, com uma área de 51 bilhões de hectares, apenas cerca de 25% é considerada composta por espaços de mar e terra biologicamente produtivos (WACKERNAGEL & REES, 1996). O método desconsidera as demais áreas para o cálculo da biocapacidade, por apresentarem baixa produtividade de biomassa útil ao homem.

As entradas se referem à biocapacidade, e as saídas à extração de recursos para consumo. A biocapacidade é conhecida da literatura específica. Este estudo determina a quantidade de recursos extraídos pela comunidade de Araguari e os transforma em áreas requeridas para produzi-los, que representam a pegada ecológica. As medições e cálculos contemplam os seguintes itens:

O consumo comunitário de cada tipo de recurso considerado no estudo com posterior redução à escala individual.

A área de terra ou mar necessária à manutenção do consumo de cada tipo de recurso, considerando a produtividade média da área ecologicamente produtiva, também reduzida à escala individual.

A soma das áreas individuais requeridas para manter o consumo de todos os tipos de recursos, que é a pegada ecológica individual vigente na comunidade.

Comparação da pegada ecológica com o valor de referência na época do estudo.

Os espaços ecologicamente produtivos são de 5 tipos: cultivo de alimentos, pastagens, florestas, áreas de pesca e áreas construídas. Como a produtividade varia de um tipo a outro, usam-se fatores de equivalência que comparam as produtividades dos espaços à produtividade média de todos os espaços ecologicamente produtivos. Tal procedimento permite expressar a extensão de vários tipos de espaços em termos de área com produtividade média e soma-los. Os fatores de equivalência indicados por Wackernagel & Rees (1996) são os seguintes: cultivo 2,51; pastagens 0,46; florestas 1,26; áreas de pesca 0,37; áreas construídas 2,51. Isso significa, por exemplo, que um hectare de floresta possui produtividade igual a 1,26 hectares com produtividade média e corresponde a 1,26 hectares globais ou 1,26 gha.

Usou-se a abordagem simplificada e por componentes, porque os próprios proponentes do método salientam que a tentativa de incluir todos os itens de consumo, tipos de resíduos e estimativa de funções do ecossistema, levaria a informações intratáveis e a problemas de processamento de dados. Utilizar o método por componentes é, segundo Dias (2002), o mais indicado para análises locais, regionais e de organizações. Nesse sentido, levaram-se em

conta apenas os serviços básicos da natureza e os itens mais consumidos e mais impactantes no contexto urbano.

A metodologia convencional classifica o consumo humano em cinco categorias, a saber: alimentação, habitação, transporte, bens de consumo e serviços. Cada categoria desdobra-se em vários itens. Na presente pesquisa, a categoria habitação foi renomeada espaço urbano que melhor caracteriza os itens analisados. A tabela 1 mostra o esquema adotado no cálculo da pegada ecológica de Araguari.

Tabela 1  
Categorias do consumo humano utilizadas nesta pesquisa  
(adaptado de Wackernagel & Rees 1996, organizado por MR Melo, 2012)

Alimentação	Espaço urbano	Transporte	Bens de consumo	Serviços
carne bovina	edificações	combustíveis	produtos	água
produtos	espaços livres	fósseis	madeireiros	energia
vegetais		etanol	papel	elétrica
energia de produção			gás de cozinha	resíduos sólidos

A seguir se indicam as fontes de dados para as categorias listadas na Tabela 1.

As maiores fontes de emissão de metano são as atividades agrícolas, com predominância da fermentação entérica em ruminantes. A criação de gado contribui 61% das emissões de gás metano e 11% de todas as emissões de gases de efeito estufa no Brasil (Olesen et al., 2006; WRI, 2017). Em consequência, o consumo de carne bovina é o principal responsável da pegada ecológica correspondente à alimentação. Dados sobre o consumo de carne bovina foram retirados de DeZen et al. (2008), e dados sobre o consumo de produtos vegetais e de energia rural de Wackernagel & Rees (1996).

As edificações e áreas pavimentadas reduzem as áreas verdes e criam condições específicas de uso do solo sem biocapacidade (LOMBARDO, 1997). Os espaços livres exercem funções estéticas e sociais, atuam na redução de poluição, na redução dos níveis de ruído e assim contribuem ao equilíbrio urbano (LOBADA et al., 2005). Dados sobre as áreas construídas e pavimentadas em Araguari foram retirados do Mapeamento da área urbana (2008) com a ajuda do programa SRING 5.2.

Os combustíveis fósseis são responsáveis por aproximadamente 80% das emissões de gás carbônico (ANDRES, 1996). O etanol de cana de açúcar, ao contrário, é um combustível limpo pois fecha seu ciclo de carbono com o crescimento da cana (FEHR et al., 2010). Sua pegada ecológica se refere somente à área de cultivo da cana. Dados sobre o consumo de combustíveis em Araguari foram obtidos da Agência Nacional de Petróleo ANP e do Balanço Energético Nacional (BEN, 2011).

As florestas absorvem 6,6 toneladas de gás carbônica por hectare por ano (WACKERNAGEL & REES, 1996). Sua destruição contribui à pegada ecológica ao impedir a absorção. Dados sobre produtos madeireiros em Araguari foram obtidos por pesquisa de campo nas empresas ativas na cidade. Dados sobre o consumo médio de papel per capita foram retirados de Dias (2002).

A quantidade de água no Planeta é constante, mas o crescimento populacional limita a disponibilidade na escala individual. Engelman & LeRoy (1993) sinalizam que em 2050 haverá aproximadamente dois bilhões de pessoas sem acesso garantido à água. Dados sobre o abastecimento de água à população de Araguari foram obtidos da Secretaria de Água e Esgoto SAE.

As usinas hidrelétricas ocupam espaços que foram subtraídos das florestas ou pastagens (DIAS, 2002). Dados sobre o consumo de energia elétrica na cidade foram obtidos da Central Energética de Minas Gerais CEMIG.

Os resíduos sólidos contribuem à emissão de metano e gás carbônico pela digestão com aproximadamente 170 m<sup>3</sup> anuais por tonelada de resíduo (WACKERNAGEL & REES, 1996). Dados sobre a produção e resíduos sólidos na cidade foram obtidos da Secretaria de Serviços Urbanos SSU.

## Resultados

Os cálculos se referem à população urbana da cidade que o censo de 2010 identificou como 102.583 pessoas.

O procedimento para as diferentes categorias de consumo é o seguinte: Pesquisa-se o consumo da população. Divide-se o consumo pela produtividade da terra e obtém-se a área utilizada para cultivo. Reduz-se a área ao nível individual. Compara-se a produtividade do tipo de solo utilizado com a produtividade média global de todas as áreas produtivas.

O seguinte exemplo ilustra. Se o consumo de determinado item pela população for de 5000 toneladas por ano e a produtividade do terreno específico de cultivo for de 20 toneladas por hectare por ano, a área ocupada seria de 250 hectares. Se a população for de 100000 pessoas, a área individual ocupada seria de 0,00250 ha por pessoa. Se o tipo de solo utilizado tiver uma produtividade equivalente a 1,5 vezes a produtividade média de todos os solos produtivos, a pegada ecológica seria de 0,00375 hectares globais ou gha por pessoa.

### Pegada Ecológica da alimentação (carne).

A carne bovina serve de parâmetro porque a pastagem demanda o maior espaço. DeZen et al. (2008) relatam o consumo médio anual brasileiro de carne bovina como 38,08 kg/pessoa. Aplicando este dado à população de Araguari, chega-se a 3.906.360 kg. O peso útil médio de um boi adulto é de 269,55 kg (IBGE, 2010). O consumo é atendido com a criação anual de 14492 bois. Cada boi precisa de 4 hectares de pastagem para crescer (Bastos 1997). A área total de pastagem requerida é de 57969 hectares. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,5651 hectare. Como o fator de equivalência para pastagens é de 0,46, cada pessoa ocupa no espaço de um ano 0,2599 hectare global ou gha, que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

### Pegada Ecológica da alimentação (vegetais e grãos).

O consumo de vegetais alimentícios em Araguari não está conhecido. A pesquisa recorreu aos exemplos apresentados por Wackernagel & Rees (1996), onde as áreas de cultivo ocupam um terço do espaço da pastagem do gado. Esta área é de 19323 hectares. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,1884 hectare. Como o fator de equivalência para áreas de cultivo é de 2,51, cada pessoa ocupa no espaço de um ano 0,4728 hectare global ou gha, que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

### Pegada ecológica da alimentação (máquinas agrícolas).

Toda energia consumida pela atividade requer áreas de floresta para captar o gás carbônico produzido na geração da energia. Os exemplos de Wackernagel & Rees (1996) mostram que tais áreas também ocupam um terço do espaço da pastagem do gado. Ao igual da categoria de vegetais e grãos, esta área é de 19323 hectares. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,1884 hectare. Como o fator de equivalência para florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa no espaço de um ano 0,2373 hectare global ou gha, que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

A pegada ecológica referente ao consumo de alimentos é de 0,9700 gha por pessoa.

Pegada Ecológica do espaço urbano (áreas impermeabilizadas).

Llardent (1982) definiu este espaço como a mancha urbana ocupada com edificações, vias pavimentadas e espaços livres. Barbosa (2008) identificou a extensão desta mancha urbana de Araguari como 2059,06 ha. Alocado democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,02007 ha. Como o fator de equivalência para áreas construídas é de 2,51, cada pessoa ocupa 0,05038 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

A pegada ecológica referente ao espaço urbano impermeabilizado é de 0,05038 gha por pessoa.

Pegada Ecológica de transporte (combustíveis fósseis).

Nesta pesquisa consideraram-se os combustíveis gasolina e óleo diesel. A Agência Nacional de Petróleo forneceu as quantidades consumidas desses combustíveis em Araguari no ano de 2010 que são:

Gasolina	23.354.500 litros
Óleo diesel	64.799.966 litros

Como 93,43% da população de Araguari reside na mancha urbana que é o objeto do estudo, os cálculos da pegada ecológica partiram de 93,43% dos valores indicados (IBGE 2010).

Cálculos para gasolina. O consumo anual na mancha urbana é de 21.820.109 litros. A emissão de gás carbônico resultando da combustão é de 2,3035 kg por litro de gasolina (IPCC, 2006; MCT, 2009; BEN, 2011). A quantidade anual de gás carbônico emitido é de 50.262,6 toneladas. Um hectare de floresta absorve anualmente 1,8 toneladas de carbono na forma de gás carbônico (WACKERNAGEL & REES, 1996). Isso significa 6,6 toneladas de gás carbônico. A área de floresta requerida é de 7.616 ha. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,07424 ha. Como o fator de equivalência para florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa 0,09354 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

Cálculos para óleo diesel. O consumo anual na mancha urbana é de 60.542.608 litros. A emissão de gás carbônico resultante da combustão é de 2,6256 kg por litro de óleo (IPCC, 2006; MCT, 2009; BEN, 2011). A quantidade anual de gás carbônico emitido é de 158.960,7 toneladas. Um hectare de floresta absorve anualmente 1,8 toneladas de carbono na forma de gás carbônico (WACKERNAGEL & REES, 1996). Isso significa 6,6 toneladas de gás carbônico. A área de floresta requerida é de 24.085 ha. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobre para cada pessoa 0,2348 ha. Como o fator de equivalência para florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa 0,2958 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

A pegada Ecológica referente aos combustíveis fósseis consumidos é de 0,3893 gha por pessoa.

Pegada Ecológica de transporte (etanol motor).

A Agência Nacional de Petróleo forneceu a quantidade de álcool combustível consumida em Araguari no ano de 2010 que é de 6.948.921 litros. Como 93,43% da população de Araguari reside na mancha urbana que é o objeto do estudo, os cálculos da pegada ecológica partiram de 93,43% do valor indicado (IBGE, 2010).

Cálculos. O consumo anual na mancha urbana é de 6.492.377 litros. O rendimento do cultivo é de 82,420 toneladas de cana por hectare por ano. O rendimento industrial é de 76 litros de álcool por tonelada de cana (FEHR et al., 2010). O rendimento total é de 6.263,92 litros de álcool por hectare por ano. Para produzir os 6.492.377 litros consumidos por ano, são necessários 1.036,5 hectares. Alocados democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,01010 ha. Como o fator de equivalência para áreas de cultivo é de 2,51, cada pessoa ocupa 0,02536 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

A pegada ecológica referente ao transporte é de 0,4147 gha por pessoa.

Pegada Ecológica de bens de consumo (produtos madeireiros).

Esta pesquisa considerou dois usos da madeira proveniente de florestas: artefatos de madeira para construção civil e produção de papel. O consumo de madeira em construções foi obtido pela coleta direta de dados das madeireiras da cidade. O consumo de papel foi obtido de fontes bibliográficas (DIAS, 2002).

Cálculos para construção civil. No ano 2010 foram comercializadas em Araguari 4.508,895 m<sup>3</sup> de madeira. Um hectare de floresta produz 2,3 m<sup>3</sup> de madeira por ano (WACKERNAGEL & REES, 1996). A área de floresta cortada é de 1.960,389 ha no total e 1.831,59 ha para atender a mancha urbana. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,01785 ha. Como o fator de equivalência para florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa 0,02250 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

Cálculos para fabricação de papel. Conforme Dias (2002), o consumo anual de papel no Brasil é de 51 kg por pessoa. O consumo anual da população de Araguari de 102583 pessoas é de 5.231,7 toneladas. Para produzir uma tonelada de papel, consomem-se 1,8 m<sup>3</sup> de madeira. O consumo da população de Araguari é de 9.417,1 m<sup>3</sup>. Um hectare de floresta produz 2,3 m<sup>3</sup> de madeira por ano (WACKERNAGEL & REES, 1996). A área de floresta cortada é de 4.094,4 ha. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobre para cada pessoa 0,03991 ha. Como o fator de equivalência para florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa 0,05029 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

A Pegada Ecológica referente a produtos madeireiros consumidos é de 0,07279 gha por pessoa.

Pegada ecológica de bens de consumo (gás de cozinha GLP).

A Agência Nacional de Petróleo forneceu a quantidade consumida deste combustível em Araguari no ano de 2010 que é de 3.543.192 kg.

Cálculos. O consumo anual na mancha urbana é de 3.310.404 kg. A densidade do GLP líquido comprimido e vendido em botijões é de 0,52 kg por litro (IPCC, 2006; MCT, 2009; BEN, 2011). O consumo anual é de 6.366.162 litros. A emissão de gás carbônico resultante da combustão é de 3,0000 kg por litro de GLP (IPCC, 2006; MCT, 2009; BEN, 2011). A quantidade anual de gás carbônico emitido é de 19.098 toneladas. Um hectare de floresta absorve anualmente 1,8 toneladas de carbono na forma de gás carbônico (Wackernagel & Rees, 1996). Isso significa 6,6 toneladas de gás carbônico. A área de floresta requerida é de 2.893,7 ha. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,02821 ha. Como o fator de equivalência para florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa 0,03554 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

A pegada ecológica referente a bens de consumo é de 0,1083 gha por pessoa.

### Pegada Ecológica de serviços (água).

A metodologia usada por SEMA-PR (2009) reza que cada metro cúbico de água consumido gera, em seu trajeto de uso e tratamento, 0,0176 kg de gás carbônico. O consumo na mancha urbana em 2010 foi de 7.016.304 m<sup>3</sup>, dado fornecido pela SAE Superintendência de Água e Esgoto. A quantidade de gás carbônico gerada é de 123,5 toneladas. Como cada hectare de floresta absorve 6,6 toneladas de CO<sub>2</sub>, são necessários 18,7 hectares no total ou 0,0001824 ha por pessoa. Como o fator de equivalência par florestas é de 1,26, cada pessoa ocupa 0,0002298 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo com esta metodologia.

Uma alternativa é a metodologia proposta por Wackernagel & Rees (1996) que compara o consumo com a precipitação para encontrar a área de coleta requerida. A precipitação média anual na região é de 1,432 m. Para atender o consumo de 7.016.304 m<sup>3</sup>, são necessários 4.899.654 m<sup>2</sup> de área de coleta, ou 489,97 ha. Os autores do presente estudo não consideraram este método para não duplicar as áreas ocupadas. A precipitação ocorre em todas as áreas, independentemente de seu uso. Não há necessidade de reservar áreas específicas para receber a chuva.

### Pegada Ecológica de serviços (energia hidrelétrica).

A CEMIG forneceu o consumo no município em 2010 como sendo 165.621.393 kwh. Desse valor, 154.740.068 kwh correspondem à área urbana. A produtividade média de centrais hidrelétricas é de 1000 giga joules (GJ) por hectare por ano (WACKERNAGEL & REES, 1996). Isso considera a área inundada pela represa e a área ocupada pelas linhas de transmissão. Como um quilo watt hora (kwh) corresponde a  $3,6 * 10^{-3}$  GJ, o consumo anual é de 557.064 GJ. Dividindo o consumo pela produtividade, chega-se à área usada de 557 hectares no ano. Alocada democraticamente à população de 102583 pessoas, sobra para cada pessoa 0,005430 ha. Como o fator de equivalência para áreas construídas é de 2,51, cada pessoa ocupa 0,01363 hectares globais ou gha que é sua pegada ecológica para esta categoria de consumo.

### Pegada Ecológica de serviços (descarte de resíduos).

Para esta categoria, a pesquisa considerou as áreas ocupadas pela estação de tratamento de esgoto ETE com seus coletores e pelo aterro, por um total de 4 km<sup>2</sup> ou 400 hectares. O terreno referente à frota de coleta de resíduos já foi contabilizado na seção de combustíveis. Os 400 hectares correspondem a 0,003899 ha por pessoa. O fator de equivalência para áreas construídas é de 2,51. Assim, cada habitante ocupa 0,009787 hectares globais ou gha.

Pela digestão, cada três toneladas de resíduos aterrados produzem uma tonelada de gás carbônico. O método não considera a produção de metano (WACKERNAGEL & REES 1996). A Secretaria de Serviços Urbanos informou a quantidade aterrada anualmente como 21.730,35 toneladas. A quantidade anual de gás carbônico emitido é de 7.243,45 toneladas. Um hectare de floresta absorve 6,6 toneladas de gás carbônico por ano. A área de floresta requerida é de 1.097,5 hectares, o que corresponde a 0,01070 hectares por pessoa. O fator de equivalência para florestas é de 1,26. Cada pessoa ocupa 0,01348 hectares globais ou gha.

Somando as duas parcelas, a pegada ecológica individual para esta categoria de consumo é de 0,02327 gha/pessoa.

A pegada ecológica referente a serviços é de 0,03713 gha por pessoa.

Erros de cálculo. Os erros contidos nos dados oriundos de madeireiras, de agências de governo e da literatura são desconhecidos. A partir dos dados disponíveis, todos os cálculos

foram feitos com quatro dígitos significativos, de maneira que erros aritméticos se encontram no quinto dígito significativo.

Somando as pegadas para todas as categorias de consumo consideradas, chega-se ao quadro mostrado na Tabela 2.

Tabela 2  
Detalhamento da pegada ecológica calculada para a população de Araguari  
Hectares globais por pessoa (gha/pessoa)

Categoria de consumo	Subcategoria de consumo	gha/pessoa subcategoria	gha/pessoa categoria
alimentação	carne	0,2599	
	vegetais	0,4728	
	energia	0,2373	0,9700
espaço urbano			0,05038
transporte	combustíveis fósseis	0,3893	
	etanol motor	0,02536	0,4147
bens de consumo	madeira	0,07279	
	gás de cozinha	0,03554	0,1083
serviços	água	0,0002298	
	energia elétrica	0,01363	
	resíduos	0,02327	0,03713
Total			1,5805

Com seu estilo de vida atual (2013), cada cidadão da mancha urbana de Araguari ocupa 1,5805 hectare global de terra (gha), valor que se situa abaixo da biocapacidade de 1,71 gha/pessoa.

## Discussão

Os inventores do método (WACKERNAGEL & REES, 1996) baseiam seus cálculos referentes à captura de gás carbônico pelas florestas no seguinte enunciado: Um hectare de floresta absorve anualmente a quantidade de gás carbônico resultante de 100 GJ (giga joules) de energia de combustão liberada, ou de aproximadamente 1,8 toneladas de carbono. Os autores do presente estudo conferiram esses números pelo procedimento a seguir.

Pela equação de formação do gás carbônico,  $C + O_2 = CO_2$ , 12 unidades de massa de carbono reagem com 32 unidades de oxigênio para formar 44 unidades de gás carbônico. Assim, uma tonelada de carbono corresponde a  $44/12 = 3,667$  toneladas de gás carbônico. Usando a fórmula de combustão do octano para representar a gasolina, a equação de combustão é  $2 C_8H_{18} + 25 O_2 = 16 CO_2 + 18 H_2O$  ou em termos de unidades de massa  $228 + 800 = 704 + 324$ . A energia de combustão do octano é de 44,4 GJ/t (giga joules por tonelada). Para liberar 100 GJ de energia, é necessário queimar  $100/44,4 = 2,252$  toneladas de octano, processo este que resulta em  $2,252 \cdot (704/228) = 6,954$  toneladas de gás carbônico. Tal quantidade de gás carbônico contém  $6,954 \cdot (12/44) = 1,896$  toneladas de carbono, o que corresponde ao enunciado de Wackernagel & Rees (1996) de 1,8 toneladas com uma margem de erro de 5%. Os cálculos apresentados na seção de resultados usam esta relação: um hectare de floresta absorve anualmente  $1,8 \cdot 3,667 = 6,6$  toneladas de gás carbônico.

A pegada ecológica de Araguari se compara favoravelmente a outras cidades brasileiras. Os seguintes resultados estão disponíveis na literatura: Cidade de Curitiba PR 2006, pegada ecológica 3,40 gha/pessoa (Global Footprint Network,

2006),  
Cidade de Campo Grande MS 2011, pegada ecológica 3,14 gha/pessoa (FEA-USP, 2011),  
Cidade de São Paulo SP 2012, pegada ecológica 4,38 gha/pessoa (WWF, 2012),  
Cidade de Rio de Janeiro RJ 2012, pegada ecológica 2,90 gha/pessoa (TEIXEIRA, 2012)

O método de cálculo é necessariamente simplificado, como foi relatado na seção de Métodos. Em consequência disso, os resultados indicam a situação da comunidade de maneira aproximada. A precisão do resultado numérico deriva da quantidade de dígitos carregados no procedimento, e não da qualidade e da exatidão dos dados primários usados. Ao comparar a pegada de 1,5805 gha/pessoa calculada aqui, ao valor de referência de 1,71 gha/pessoa válido na época, é possível afirmar que a comunidade vive dentro dos limites de áreas ecologicamente produtivas disponíveis, com uma pequena margem de segurança. Eventuais ressalvas dizem respeito ao procedimento padrão do método em si e levam a vários questionamentos que serão expostos a seguir.

As categorias e subcategorias de consumo usados nos cálculos atendem à necessidade de um cálculo simplificado e são adotados dos inventores do método sem ressalvas.

O metano emitido pelo processo digestivo do gado não consta das categorias de consumo considerados pelo método padrão e não é visível no cálculo da pegada ecológica. A pegada considera somente o chão ocupado pela pastagem do gado.

O consumo de madeira aparece no método padrão como a área de floresta cortada para atendê-lo. Este raciocínio é válido para uma situação de florestas planejadas, onde os usuários de madeira mantêm suas próprias florestas e as restituem regularmente ao mesmo ritmo do corte. Se a madeira fosse extraída de florestas nativas sem restituição, a área teria que ser contabilizada duas vezes: uma vez pelo corte e outra vez pela perda de captação de gás carbônico.

A área correspondente ao consumo de alimentos pode se estimar a partir de um único item de referência: a carne bovina. Tal estimativa se baseia no fato de as pastagens serem mais extensas de que as áreas de cultivo. Alguns exemplos de cálculo mencionados no livro de Wackernagel & Rees (1996) usam a seguinte composição da área ocupada pela categoria alimentação: 60% pela pastagem, 20% pelo cultivo de lavouras e 20% para a captação do gás carbônico proveniente da operação das máquinas agrícolas. Os cálculos apresentados na seção de resultados deste estudo usam tal composição mais precisa que se modifica ao passar de hectares a hectares globais. Na conta de hectares globais por pessoa, a pastagem representa  $0,2599/0,9700=26,79\%$ , a área de cultivo representa  $0,4728/0,9700=48,74\%$  e a área de floresta representa  $0,2373/0,9700=24,47\%$ . Com tudo, os cálculos se baseiam no consumo médio nacional de carne bovina que não necessariamente é igual ao consumo em Araguari. Ao tirar conclusões para políticas ambientais municipais, certos cuidados se impõem. Num caso hipotético extremo, a pegada ecológica referente à alimentação, aqui calculada, poderia ser zerada com um boicote à carne bovina. Tal fato expõe a fragilidade do método simplificado.

Os cálculos referentes à energia hidrelétrica usam a produtividade média de 1000 GJ/(ha\*ano) sugerida por Wackernagel & Rees (1996). Tal valor representa uma estimativa de média mundial. A produtividade das centrais que abastecem Araguari poderia divergir dessa média.

A captação de carbono por florestas depende do estágio de crescimento das mesmas. Para florestas maduras, o método padrão da pegada ecológica indica 1,8 toneladas de carbono por hectare por ano, valor este usado nos cálculos aqui apresentados. Uma floresta virgem que cresce a partir da plantação de mudas absorve aproximadamente 19,5 toneladas de carbono por hectare por ano (FEHR et al., 2010).

A biocapacidade para áreas construídas é zero. O fator de equivalência de 2,51 supõe que as cidades foram construídas sobre áreas de cultivo. É uma suposição. Não é um fato.

O procedimento de cálculo da pegada ecológica contabiliza fluxos e não estoques. Como os estoques de pastagens, áreas de cultivo e florestas são desconhecidos, não é possível, até o momento, especificar o tempo durante o qual uma comunidade pode consumir recursos acima da biocapacidade sem esgotar o estoque. Neste sentido, o conhecimento aproximado da pegada ecológica pode nortear políticas ambientais municipais de maneira geral, mas não permite a quantificação precisa. No caso do presente estudo, a pegada chegou a 1,5805 gha por pessoa numa época, ano 2013, em que a biocapacidade era de 1,71. Os autores já estimaram a biocapacidade do ano 2017 em 1,50 gha/pessoa devido ao crescimento populacional. Surge aqui o maior desafio da administração municipal, como aliás de todas administrações, e é essa a real contribuição da teoria da pegada ecológica ao desenvolvimento sustentável. A medida que a população cresce, o consumo de recursos por pessoa tem que diminuir para manter o equilíbrio dos fluxos e garantir a manutenção do estoque. A informação básica resultante dos cálculos da pegada diz o seguinte. Para garantir a sustentabilidade do estilo de vida dos araguarinos, sua pegada ecológica teria que ter diminuída de 1,58 para 1,50 de 2013 a 2017. Caso isso não ocorreu, chegou a hora de preparar propostas nesse sentido. O estoque de recursos da Terra agradece.

## Conclusão

O estudo determinou a pegada ecológica da população de Araguari MG no ano de 2013 como sendo 1,58 hectares globais por pessoa, usando o método padrão de cálculo disponível na literatura.

Apontaram-se algumas ressalvas acerca dos dados primários. Quando dados precisos sobre o consumo da cidade não existiam, recorreu-se a dados gerais disponíveis na literatura. Isso se aplica ao consumo de carne e à produtividade de centrais hidrelétricas.

Os principais componentes da pegada ecológica são a alimentação e o transporte que juntos respondem por 88% da pegada. Os 12% restantes correspondem a espaços construídos, bens de consumo e serviços.

O significado da pegada ecológica é dinâmico no tempo. A comunidade vivia de forma sustentável em 2013 quando a biocapacidade da Terra era de 1,71 hectares globais por pessoa. No ano de 2017 quando se preparou o presente texto, a biocapacidade se estimou em 1,50 hectares globais por pessoa, e com a pegada de 1,58 a sustentabilidade não podia mais ser garantida. Com essa informação, lançou-se o desafio à Administração Municipal de elaborar propostas para manter o estilo de vida da população sustentável.

## Agradecimentos

A pesquisa recebeu apoio do CNPq através do processo 300672/2010-1.

## Referências

- ANDRES, R.J. 1996 *A 1º x 1º distribution of carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and cement manufacture, 1950 – 1990*. Global Biogeochemistry Cycles, relatório interno.
- ANDRIOLA, S.A. 2008 *A pegada ecológica como instrumento de avaliação dos impactos antrópicos e indicador de sustentabilidade do meio ambiente*. Unisinos Porto Alegre, relatório interno.
- BARBOSA, F.M.T. 2008 *Ferrovia e organização do espaço urbano em Araguari MG de 1896 a 1978*. Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói RJ. Dissertação de mestrado.
- BASTOS, E.K. 1997 *Ecologia urbana*. Jornal da patrulha ecologia. Brasília, ano II, p 2.
- Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2011 Balanço Energético Nacional – BEN 2011: Ano base 2010 [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_final\\_BEN\\_2011.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_final_BEN_2011.pdf)  
Acessado 2012 07 23

- CATTON, W. 1986 *Carrying capacity and the limits to freedom*. World Congress of Sociology (proceedings p. 11) New Dehli, IN (August 1986)
- CUCEK, L.; KLEMES, J.J.; VARBANOV, P.S.; KRAVNJA, Z. 2015 *Significance of environmental footprints for evaluating sustainability and security of development*. Clean Technologies and Environmental Policy, Springer 17(8): 2125-2141  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10098-015-0972-3>
- De ZEN, S. et al., 2008 *Perspectivas de Consumo de Carne Bovina no Brasil*. ESALQ/USP - Piracicaba - SP – Brasil, relatório interno. Disponível em <http://sober.org.br> . Acesso em 14/06/2012.
- Dias, G.F. 2002 *Pegada ecológica e sustentabilidade humana*. Editora Gaia, São Paulo
- ENGELMAN, R.; LEROY, P. 1993. *Sustaining water: population and the future of renewable water supplies*. Population Action International. Washington, D. C.
- FEA-USP, 2011  
<https://www.fea.usp.br/pegada-ecologica-das-cidades-brasileiras-o-caso-de-campo-grande-ms> (acessado 2018 05 10)
- FEHR, M.; COSTA, A.L.S.; MARTINS, A.P.; OLIVEIRA, P.C.A.; SILVA, M.K.A. 2010 *Pragmatic policy options for monitoring the movement of carbon dioxide derived from fossil and bio-fuels*. Clean Technologies and Environmental Policies, Springer International 13 (1): 63-69  
<http://www.springerlink.com/content/535630vu4h370740>  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10098-010-0286-4> (acessado 2017 08 13)
- Global Footprint Network, 2006  
[https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Curitiba\\_report\\_PT.pdf](https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Curitiba_report_PT.pdf) (acessado 2018 05 10)
- Global Footprint Network, 2017a  
<http://data.footprintnetwork.org/countryTrends.html?cn=5001&type=cdPC>  
acessado 2017 08 07
- Global Footprint Network, 2017b  
<http://www.globalfootprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint>  
acessado 2017 07 08
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010.  
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=310350>  
acessado 2012 10 15
- IPCC, 2006 *Guidelines for national greenhouse gas inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Program*, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (eds). IGES, Japan.  
[www.ipccnggip.iges.ch/meetings/session25/doc4a4b/vol2.pdf](http://www.ipccnggip.iges.ch/meetings/session25/doc4a4b/vol2.pdf)for.jp/public/2006gl/index.html  
acessado 2012 12 14
- LLARDENT, L.R.A. 1982 *Zonas verdes y espacios libres en la ciudad*. Instituto de Estudios de la Administración Local, Madrid.
- LOBADA, C.R.; ANGELIS, B.L.D. 2005 *Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções*. *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*, 1(1)
- LOMBARDO, M.A. 1997 *O clima e a cidade*. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Salvador BA, Anais em CD, p. 59-62.
- Mapeamento da área urbana de Araguari-MG, 2008. Confecção do Mapa utilizando-se o Software SPRING 5.2. MAPA 7 – Acervo pessoal.
- MCT Ministério de Ciência e Tecnologia, 2009 *Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Informações Gerais e Valores Preliminares*, Brasília, 24 de novembro de 2009.
- OLESEN, J.E.; SCHELDE, K.; WEISKE, A.; WEISBJERG, M.R.; ASMAN, W.A.H.; DJURHUUS, J. 2006 *Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, 112: 207-220
- Planeta Vivo, 2008 Relatório do Planeta Vivo 2008. Por um planeta vivo.  
<http://www.cestras.org/img/recursos/planetavivo2008.pdf> acessado 2016 08 12
- Rees, W.E. 1992 *Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out*. *Environment and Urbanization*, SAGE 4(2):121-130

- TEIXEIRA, M.F.F.B. 2012 Pegada Ecológica e Políticas Públicas: Estudos de caso de três cidades brasileiras. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 19:15-28  
<https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/261788/349019> (acessado 2018 05 10)
- US Bureau of the Census, 1994. Report WP/94 *World Population Profile 1994* (Table 1)  
US Government Printing Office, Washington DC ISBN 0-16-043085-1  
<https://www.census.gov/population/international/files/WPP-1994.pdf>  
acessado 2017 06 23
- WACKERNAGEL, M.; REES, W.E. 1996 *Our ecological footprint*, New Society Publishers  
ISBN 978-1-55092-251-6, 160 pp.
- World Population Clock, 2017 <http://www.worldometers.info/world-population/>  
acessado 2017 06 16
- World Resource Institute WRI, 2017  
<http://ghgprotocol.org/agriculture-guidance#supporting-documents> acessado 2017 08 29
- WWF-Brasil, 2012 *A pegada ecológica da São Paulo – estado e capital – e família de pegadas* ISBN 978-85-86440-5 CDU 502-31 (817.1), 114 pp.  
<https://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/?31603/A-Pegada-Ecolgica-de-So-Paulo--estado-e-capital> (acessado 2018 05 10)