

Aplicação da pegada ecológica como indicador de sustentabilidade para análise da geração de resíduos sólidos urbanos

Application of the ecological footprint as a sustainability indicator for analysis of the generation of urban solid waste

José Adalberto da **SILVA FILHO**^{1,5}; João Paulo de Oliveira **SANTOS**²; Francisco Jeanes Silva **SOARES**²; José Normand Vieira **FERNANDES**³; José Luiz Carneiro da **SILVA**² & Jonathan de Araújo Moraes **FERREIRA**⁴

RESUMO

A sociedade moderna apresenta um modelo insustentável de consumo, que busca de modo constante crescer economicamente, visando à obtenção de maiores lucros, acima da capacidade limite dos recursos naturais, baseado em um sistema que promove grande geração de resíduos sólidos. Tal modelo tem propiciado uma série de impactos ambientais e vem trazendo consequências negativas para a população. Este trabalho propôs verificar a aplicabilidade de uma metodologia de pegada ecológica como ferramenta para avaliar a sustentabilidade, quanto ao montante total de resíduos sólidos urbanos produzidos em 11 municípios no estado de Alagoas. Os resultados indicaram que, em 2016, a área de estudo apresentou uma pegada ecológica *per capita* de 0,1925 hectare global. No município de Olho d'Água das Flores, a pegada ecológica total mostrou que em 2016 seria necessária uma área de 3.400 hectares globais para sustentar o atual sistema de geração de resíduos sólidos. A pesquisa tornou notória a preocupação acerca da temática, visto que o cenário para 2035 é ainda mais alarmante.

Palavras-chave: consciência ecológica; consumo; impactos ambientais.

ABSTRACT

Modern society presents an unsustainable model of consumption, which constantly seeks to grow economically, aiming to obtain greater profits, above the limiting capacity of natural resources, based on a system that promotes large generation of solid waste. This model has provided a series of environmental impacts and has brought negative consequences to the population. This work aimed to verify the applicability of an ecological footprint methodology as a tool to evaluate the sustainability, related to the total amount of urban solid waste produced in eleven municipalities in the State of Alagoas, Brazil. The results indicated that, in 2016, the study area showed a *per capita* ecological footprint of 0.1925 global hectares. In the municipality of Olho d'Água das Flores, the total ecological footprint indicated that, in 2016, it would be required an area of 3.400 global hectares to support the current system of solid waste generation. The research revealed the concern about the issue, as the scenario for 2035 is even more alarming.

Keywords: consumption; ecological awareness; environmental impacts.

Recebido em: 16 abr. 2018

Aceito em: 31 jul. 2019

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Rua Dom Manuel Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

² Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB, Brasil.

³ Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL, Brasil.

⁵ Autor para correspondência: adalbertosilva15@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A fabricação de bens de consumo pouco duráveis, o consumismo observado na sociedade moderna e o próprio crescimento populacional constituem fatores responsáveis pelo aumento da demanda por energia e matéria-prima nos diversos ciclos produtivos (BRITES & CORRÊA, 2016). Em termos de energia, os combustíveis fósseis, que estão associados a diversos impactos ambientais negativos e significativos, ainda são amplamente empregados, representando, aproximadamente, 80% da energia total utilizada globalmente (THE WORLD BANK, 2013). Como consequência, observa-se um cenário crescente de geração de resíduos sólidos em escala mundial e elevados níveis de exploração dos recursos naturais, que ultrapassam a capacidade de reposição destes últimos e ameaçam a sustentabilidade do planeta (DENAFAS *et al.*, 2014; ABRELPE, 2015).

Os primeiros debates científicos sobre crescimento econômico com viés sustentável iniciaram-se formalmente na década de 1970 com Nordhaus & Tobin (1972), com o capítulo intitulado “Is economic growth obsolete?”, que trouxe a temática para a comunidade científica, desencadeando uma série de novos estudos sobre ferramentas que mensurassem a sustentabilidade ou a insustentabilidade de um determinado sistema ou atividade.

De acordo com Kemerich *et al.* (2014), os indicadores são ferramentas adequadas para compatibilizar o progresso econômico com a conservação ambiental e a equidade social, constituindo um fator-chave para mensurar o progresso em relação a um desenvolvimento dito sustentável. Os sistemas de indicadores apresentam informações relacionadas à situação econômica, social e ambiental de determinado local em uma escala temporal (LIRA, 2008). Por meio da aplicação dos indicadores, as etapas de planejamento, a implantação e o acompanhamento das políticas de gestão ambiental tornam-se mais eficazes e, conseqüentemente, os recursos naturais podem ser utilizados de forma sustentável (KEMERICH *et al.*, 2014).

Os indicadores de pegada ecológica foram introduzidos na comunidade científica na década de 1990 e surgiram no referido contexto com ênfase no grau de pressão sobre os recursos naturais (REES, 1992; REES, 1996; WACKERNAGEL & REES, 1996; WACKERNAGEL & REES, 1997). Inicialmente os pesquisadores estudaram a pegada ecológica e, posteriormente, foram desenvolvidos outros indicadores com a mesma temática, que se tornaram complementares à pegada ecológica. Tais ferramentas são importantes para representar e quantificar o valor de uma determinada variável/recurso necessário para sustentar um sistema ou unidade e constituem uma série de sistemas conectados com a capacidade de gerar a imagem mais completa possível da situação ambiental (RIDOUTT & PFISTER, 2013). A ideia principal desses tipos de indicadores é verificar o impacto de uma dada atividade na Terra (KHARRAZIA *et al.*, 2014; GENG *et al.*, 2014; VAN DEN BERGH & GRAZI, 2014).

Nesse contexto, a pegada ecológica reflete o grau de impactos sobre os recursos naturais de uma determinada comunidade, representando o espaço geográfico natural necessário para equilibrar um sistema ou unidade (WACKERNAGEL & REES, 1996). A metodologia da pegada ecológica visa demonstrar os impactos das atividades antropogênicas no sistema natural, objetivando o adequado gerenciamento dos recursos disponíveis, de modo a beneficiar a sociedade e o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2015b). Essa ferramenta é simples e prática, pois quantifica as entradas e saídas de materiais e energia de um determinado sistema. Esses fluxos são convertidos em unidades correspondentes de terra e água existente no meio ambiente, para que o sistema se sustente em harmonia (SILVA *et al.*, 2015b). A fundamentação teórica dessa metodologia está associada com a capacidade de suporte do meio, que é compreendida como a capacidade limite de população/utilização dos recursos naturais que um sistema pode suportar (VAN BELLEN, 2006).

Existem diversos estudos acerca da problemática da geração de resíduos em cidades médias, grandes e, principalmente, metrópoles, no entanto as pesquisas direcionadas às pequenas cidades ainda são escassas. No caso da bacia leiteira do estado de Alagoas, assim como em outras regiões brasileiras, a rede urbana é constituída por cidades pequenas e relativamente próximas que estão interligadas, sobretudo, por suas afinidades econômicas. A referida região vem apresentando crescimento econômico considerável. Contudo tal fator está atrelado ao aumento populacional e ao

consumo/geração de resíduos sólidos, o que acarreta a redução da capacidade suporte local. Em decorrência da problemática exposta, o objetivo deste trabalho foi quantificar a pegada ecológica e seus indicadores com base na geração de resíduos sólidos na bacia leiteira do estado de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A bacia leiteira do estado de Alagoas abrange uma área de 2.782,9 km², o que representa aproximadamente 10% da área total do estado (MDA, 2011). É a principal área de produção e beneficiamento de leite do Estado, sendo composta por 11 municípios: Batalha, Belo Monte, Cacimbinhas, Jacaré dos Homens, Jaramataia, Major Isidoro, Minador do Negrão, Monteirópolis, Olho D'Água das Flores, Palestina e Pão de Açúcar. Cerca de 51% da população reside na área urbana (MDA, 2011).

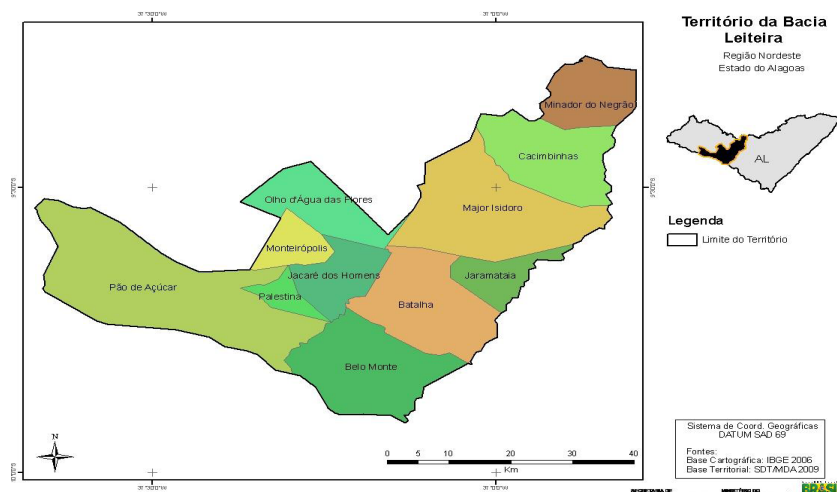


Figura 1 – Localização da bacia leiteira de Alagoas. Fonte: MDA (2011).

Embora seja uma área de forte exploração agropecuária, os municípios da região apresentam indicadores que atestam a baixa qualidade de vida da população. No que diz respeito aos indicadores de desenvolvimento humano, o IDH-M médio da região é de 0,576. Ao comparar com outros municípios do Brasil, todos dessa região de Alagoas evidenciaram uma situação desfavorável (MDA, 2011).

METODOLOGIA

Os dados de geração de resíduos sólidos urbanos nos municípios de estudo foram obtidos por meio do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas, alcançando-se assim o volume total de resíduos gerados no ano de 2016 e o valor estimado para 2035 (PIGIRS, 2016). Para o cálculo da pegada ecológica, utilizaram-se os passos descritos por Wackernagel & Rees (1996), realizando-se os seguintes procedimentos:

1. Fez-se o levantamento da população urbana da região em estudo;
2. Estabeleceu-se o volume de resíduos sólidos gerados em toneladas (t);
3. Transformou-se o total de resíduos produzidos em toneladas de CO₂, admitindo-se que 0,00135 t de resíduos equivale a 0,00045 t de CO₂;
4. Calcular o EFM (*Ecological Footprint Method*) (ha) da população, referente à emissão de CO₂. Adotou-se que um hectare de terra absorve 1 (uma) tonelada de CO₂. Logo, o EFM em hectare é igual ao valor da emissão de CO₂ em tonelada;

5. Calculou-se a pegada ecológica (ha) *per capita*, dividindo o resultado da pegada ecológica (ha) da população pelo total de habitantes;
6. Para cada kg de CO₂, gera-se também um kg de CH₄ (ANDRADE, 2006). Dessa forma, para obter a pegada ecológica (ha) da população sobre a emissão de CO₂+CH₄, multiplica-se a pegada ecológica (ha) da população por 2;
7. Tomando como base o critério anterior, a pegada ecológica em hectare *per capita*, referente à emissão de CO₂+CH₄, foi calculada por meio da divisão da pegada ecológica (ha) referente à emissão de CO₂+CH₄ dividida pelo total da população;
8. Para calcular a pegada ecológica (*global hectare* ou gha) CO₂+CH₄, multiplica-se a pegada ecológica da população referente à emissão de CO₂+CH₄ por 1,37, referente à bioprodutividade global de energia da Terra;
9. Calcula-se a pegada ecológica (gha) *per capita* por meio da divisão do resultado da pegada ecológica (gha) sobre a emissão de CO₂+CH₄ pelo total da população.

Os procedimentos descritos também foram empregados nos trabalhos de Feitosa *et al.* (2013) e Santos e Ribeiro (2016), visando à verificação de um indicador para avaliar a sustentabilidade de um sistema em determinado município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA REGIÃO

Com base nos dados levantados pelo Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do estado de Alagoas (PIGIRS, 2016), observa-se que todos os municípios em estudo apresentam população abaixo de 20.000 habitantes em suas áreas urbanas, configurando-os como cidades de pequeno porte.

Dessa forma, ao considerar esses núcleos como um conjunto de espaços urbanos representativos e entrelaçados, e não como pontos isolados, tem-se uma produção de resíduos equivalente à produção de cidades médias e grandes (BOEING *et al.*, 2013). Por meio da tabela 1, é possível verificar a geração de resíduos sólidos em cada município da área de estudo.

Tabela 1 – População projetada e produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) na bacia leiteira do estado de Alagoas.

Município	Ano	Pop. urbana projetada (hab.)	Taxa de geração <i>per capita</i> de RSU (kg/hab./ dia)	Geração de resíduos estimada de RSU (t/dia)	Geração de resíduos estimada de RSU (t/ano)
Batalha	2016	13.153	0,57	7,5	2.737,5
	2035	16.164	0,65	10,51	3.836,15
Belo Monte	2016	1.242	0,57	0,71	259,15
	2035	1.360	0,57	0,78	284,7
Cacimbinhas	2016	5.747	0,57	3,28	1.197,2
	2035	7.672	0,57	4,37	1.595,05
Jacaré dos Homens	2016	3.316	0,57	1,89	689,85
	2035	3.948	0,57	2,25	821,25
Jaramataia	2016	3.255	0,57	1,86	678,9
	2035	3.882	0,57	2,21	806,65
Major Isidoro	2016	9.753	0,57	5,56	2.029,4
	2035	11.090	0,57	6,32	2.306,8
Minador do Negrão	2016	2.487	0,57	1,42	518,3
	2035	3.345	0,57	1,91	697,15

Continua...

Continuação da tabela 1

Município	Ano	Pop. urbana projetada (hab.)	Taxa de geração per capita de RSU (kg/hab./ dia)	Geração de resíduos estimada de RSU (t/dia)	Geração de resíduos estimada de RSU (t/ano)
Monteirópolis	2016	2.971	0,57	1,69	616,85
	2035	3.846	0,57	2,19	799,35
Olho d'Água das Flores	2016	15.695	0,65	10,2	3.723
	2035	19.338	0,65	12,57	4.588,05
Palestina	2016	3.620	0,57	2,06	751,9
	2035	4.439	0,57	2,53	923,45
Pão de Açúcar	2016	11.666	0,57	6,65	2.427,25
	2035	13.433	0,57	7,66	2.795,9
Total	2016	72.905	–	42,82	15.629,3
	2035	88.517	–	53,3	19.454,5

Fonte: PIGIRS (2016)

Em todos os municípios analisados, a taxa de geração de resíduos *per capita* para o ano de 2016 e a projetada para 2035 são inferiores à média estadual (0,76 kg/dia) (ABRELPE, 2015). Embora o quantitativo de geração de resíduos seja menor que em outras regiões de Alagoas e do Brasil (ABRELPE, 2015; PIGIRS, 2016), a destinação ambientalmente inadequada é uma prática comum na área de estudo, o que causa problemas de ordem ambiental, como: descaracterização visual da área, poluição do ar pela prática da queima ou poluição da água e do solo pela liberação de chorume durante o processo de decomposição desses resíduos (SILVA *et al.*, 2015a).

Os 11 municípios que compõem a região caracterizam-se pela grande atividade pecuária, notadamente a bovinocultura de leite, que ocupa boa parte das áreas rurais. Por estarem os municípios inseridos na região semiárida, um dos limitantes dessa atividade é a falta de alimentação para os animais. Por conta da destinação incorreta dos resíduos, comumente estes, pela ação dos ventos, vão parar em áreas de pastagem, principalmente as embalagens plásticas, as quais muitas vezes são ingeridas pelos animais, levando a complicações que podem chegar à morte.

Pela análise da tabela 1, observou-se uma projeção de aumento de 24,4% na geração de RSU nessa região entre 2016 e 2035, valor considerável e que remete à pressão exercida pelo aumento da população urbana e, por conseguinte, dos níveis de consumo. O crescimento das cidades sustenta-se na apropriação de áreas muitas vezes maiores que a sua área urbana, locais de onde se obtêm os recursos para o seu pleno funcionamento e que servem para o descarte dos resíduos gerados, ocasionando assim um cenário com elevado déficit ecológico e de pressão sobre os estoques de capital natural (FERREIRA *et al.*, 2016).

Nesse contexto, a demanda crescente da sociedade por produtos manufaturados resulta no crescimento paralelo da geração de resíduos que, por vezes, não são reaproveitados ou destinados a uma finalidade útil e ambientalmente correta. De tal forma, já se observam estratégias da indústria de produzir bens que possam ser mais facilmente reinseridos na cadeia produtiva, baseando-se na metodologia da economia circular. Somado a essa estratégia, deve-se priorizar o gerenciamento integrado de todas as etapas de manejo dos resíduos sólidos, o que pode levar as cidades a obter maiores índices de sustentabilidade ambiental e equidade social (MOTA & SILVA, 2014).

O aumento da produção de resíduos sólidos tem uma relação direta com o aumento da pegada ecológica, uma vez que reflete os níveis de consumo de uma população. Assim, buscando-se atingir bons indicadores de sustentabilidade, é vital que se adotem meios de consumo equilibrados e menos danosos ao meio ambiente, atrelados a uma menor produção de resíduos, correta destinação deles e sua reutilização e reciclagem sempre que possível (RIBEIRO *et al.*, 2016).

PEGADA ECOLÓGICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOS MUNICÍPIOS CORRESPONDENTES À BACIA LEITEIRA DO ESTADO DE ALAGOAS

Por meio da aplicação dos procedimentos descritos para a obtenção do *ecological footprint method*, inicialmente adquirido com base no Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos da Bacia Leiteira, foi possível analisar comparativamente os valores resultantes do referido método, como forma de identificar qual, dentre os municípios alagoanos citados, se apresenta ambientalmente (in)sustentável. Os dados constam da tabela 2.

Tabela 2 – Pegada ecológica dos resíduos sólidos urbanos dos municípios correspondentes à bacia leiteira do estado de Alagoas.

Município	Ano	CO2 (t/ano)	EFM CO ₂ + CH ₄ (ha) população urbana	EFM CO ₂ + CH ₄ (ha) per capita	EFM (gha) população	EFM (gha) per capita
Batalha	2016	912,4088	1824,8175	0,1387	2500,0000	0,1901
	2035	1278,5888	2557,1776	0,1582	3503,3333	0,2167
Belo Monte	2016	86,3747	172,7494	0,1391	236,6667	0,1906
	2035	94,8905	189,7810	0,1395	260,0000	0,1912
Cacimbinhas	2016	399,0268	798,0535	0,1389	1093,3333	0,1902
	2035	531,6302	1063,2603	0,1386	1456,6667	0,1899
Jacaré dos Homens	2016	229,9270	459,8540	0,1387	630,0000	0,1900
	2035	273,7226	547,4453	0,1387	750,0000	0,1900
Jaramataia	2016	226,2774	452,5547	0,1390	620,0000	0,1905
	2035	268,8564	537,7129	0,1385	736,6667	0,1898
Major Isidoro	2016	676,3990	1352,7980	0,1387	1853,3333	0,1900
	2035	768,8564	1537,7129	0,1387	2106,6666	0,1900
Minador do Negrão	2016	172,7494	345,4988	0,1389	473,3333	0,1903
	2035	232,3601	464,7202	0,1389	636,6667	0,1903
Monteirópolis	2016	205,5961	411,1922	0,1384	563,3333	0,1896
	2035	266,4234	532,8467	0,1385	730,0000	0,1898
Olho d'Água das Flores	2016	1240,8759	2481,7518	0,1581	3400,0000	0,2166
	2035	1529,1971	3058,3941	0,1582	4190,0000	0,2167
Palestina	2016	250,6083	501,2165	0,1385	686,6667	0,1897
	2035	307,7859	615,5718	0,1387	843,3333	0,1900
Pão de Açúcar	2016	809,0024	1618,0049	0,1387	2216,6666	0,1900
	2035	931,8735	1863,7469	0,1387	2553,3333	0,1901
Total	2016	5209,2457	10418,4914	–	14273,3332	–
	2035	6484,1849	12968,3697	–	17766,6665	–

O *global hectare* (gha) diz respeito ao *ecological footprint method*, cujos resultados *per capita* e total demonstram a pressão sobre a natureza. Santos e Ribeiro (2016) destacam a importância de obter esse valor para fins de comparação, pois a aplicação do método padroniza os seus resultados em uma única unidade de medida (gha).

Segundo os dados obtidos no presente trabalho, no ano de 2016 a geração de resíduos sólidos urbanos na bacia leiteira do estado de Alagoas foi responsável pela pegada ecológica de aproximadamente 14273,3332 hectares globais. Os valores máximo e mínimo para o referido ano foram observados, respectivamente, no município de Olho d'Água das Flores (3400 gha) e Belo Monte (236,66 gha). Como a população estimada para o ano de 2035 é superior à observada em 2016, haverá, conseqüentemente, uma maior pressão sobre os recursos naturais. Estima-se a necessidade de 17766,6665 hectares globais para sustentar a futura geração de resíduos sólidos

nos municípios em estudo. Levando em consideração as questões ambientais, o município de Olho d'Água das Flores pode ser considerado o menos sustentável, uma vez que ele está associado ao maior valor de *ecological footprint method per capita* observado, correspondente a 0,2167 gha, valor esse que está relacionado ao maior grau de consumo de seus habitantes, o que por conseguinte reflete em uma maior geração de resíduos sólidos.

O valor médio do *ecological footprint method per capita* para a região de estudo foi de, aproximadamente, 0,1925 hectare global. Todos os municípios ficaram abaixo da média, com exceção de Olho d'Água das Flores, que foi responsável por aumentar esse número. Valores elevados para a pegada ecológica total também podem ser observados em Batalha, Major Isidoro e Pão de Açúcar, os quais são justificados pelo fato de tais municípios apresentarem maiores taxas *per capita* de geração de resíduos sólidos.

Em termos de comparação com outras localidades do Nordeste brasileiro, os municípios de Campina Grande e João Pessoa são responsáveis por pegadas ecológicas de 100.860,00 e 279.894,00 gha, respectivamente (FEITOSA *et al.*, 2013). Todavia ambos possuem uma maior população se comparada à da região de estudo. As variações que podem ocorrer na geração de resíduos sólidos estão fortemente conectadas ao próprio crescimento populacional e econômico, às tecnologias que reduzam os impactos ambientais e ao fato de a população passar a desenvolver uma maior consciência ecológica (SANTOS & RIBEIRO, 2016).

De acordo com Feitosa *et al.* (2013), o saldo ecológico, que pode auxiliar a verificar a sustentabilidade do sistema, é obtido pela comparação entre a pegada ecológica (demanda de recursos) e a biocapacidade total de um dado espaço geográfico (oferta de recursos). Embora esse cálculo não possa ser realizado no presente trabalho, uma vez que teria de contemplar outros segmentos, como a pegada de outros insumos consumidos pela sociedade (energia elétrica, transportes etc.), torna-se interessante fazer um comparativo entre a área requerida para o amortecimento desse impacto e a área disponível no município.

Olho d'Água das Flores, por exemplo, apresenta 18.344 hectares de área total, no entanto essa área não pode ser inteiramente considerada disponível para a absorção de carbono, uma vez que tal variável é altamente dependente dos usos e do estado de conservação do ambiente em questão. Mesmo que se tomasse como referência apenas a área total, ao se comparar esse espaço com a pegada ecológica do município, que para 2016 foi de 3.400 hectares globais, observa-se que foi necessária a utilização de aproximadamente 18,54% do recurso disponível. A estimativa para o ano de 2035 agrava ainda mais a insustentabilidade, pois cerca de 22,84% da área disponível seria utilizada para a absorção do carbono do montante de resíduos sólidos gerados pelo sistema urbano. Os dados são alarmantes não só para Olho d'Água das Flores, mas para toda a bacia leiteira, uma vez que a geração de resíduos sólidos é apenas uma das frações de fontes produtoras de impactos locais. Ademais, a principal fonte potencial de absorção desse carbono liberado, a caatinga, encontra-se extremamente degradada na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou a utilização da ferramenta pegada ecológica como um indicador da sustentabilidade aplicado em alguns municípios do estado de Alagoas, em relação à geração de resíduos sólidos urbanos nos anos de 2016 e 2035. O referido instrumento é amplamente empregado na literatura como suporte para a definição de metas e estratégias visando à redução dos problemas oriundos do inadequado gerenciamento de determinados sistemas, além de ser uma ferramenta de gestão de fácil aplicação.

Pela quantificação do montante de resíduos sólidos urbanos e por meio do *ecological footprint method*, foi possível avaliar o grau de sustentabilidade e a pressão ecológica sobre a bacia leiteira do estado de Alagoas, obtendo-se uma estimativa da quantidade, em termos de espaço geográfico, de área necessária para sustentar essa geração. Verificou-se que, entre os municípios estudados, Olho d'Água das Flores apresentou o pior cenário.

Esse indicador de sustentabilidade ambiental mostrou-se bastante efetivo para a área de estudo, trazendo à tona, de forma global, resultados que, se observados isoladamente para cada município, poderiam mascarar a real situação local. É imprescindível compreender os impactos da bacia leiteira de Alagoas como um todo, sobretudo pela forte ligação e proximidade entre seus municípios, o que também pode tornar mais efetivas as ações de educação ambiental e estratégias de sustentabilidade.

Diante do exposto, constata-se que são necessários uma maior consciência ecológica por parte da população e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à diminuição da geração de resíduos e/ou ao seu efetivo reaproveitamento. A região em estudo ainda lida com um grande montante de resíduos produzidos anualmente, o que pode trazer consequências até mesmo à saúde pública.

REFERÊNCIAS

- Abrelpe – Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2015. [Acesso em: 12 ago. 2017]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>.
- Andrade, B. B. Turismo e sustentabilidade no município de Florianópolis: uma aplicação do método da pegada ecológica [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2006.
- Boeing, F., M. O. Mendes & A. D. Cardoso. Resíduos sólidos urbanos – educação ambiental versus impactos socioambientais: estudo de caso da área central de São Ludgero (SC). *Revista Professare*. 2013; 2(1): 93-109.
- Brites, A. & T. C. S. Corrêa. Pegada ecológica: um estudo de caso aplicado com os alunos da EJA de uma escola estadual no município de Antonio João – MS. VI ENEBIO/VIII EREBIO Regional 3. Maringá, PR, 2015. Anais. Niterói: Associação Brasileira de Ensino de Biologia; 2016.
- Denafas, G., T. Ruzgas, D. Martuzevičius, S. Shmarin, M. Hoffmann, V. Mykhaylenko, S. Ogorodnik, M. Romanov, E. Neguliaeva, A. Chusov, T. Turkadze, I. Bochoidze & C. Ludwig. Seasonal variation of municipal solid waste generation and composition in four East European cities. *Resources, Conservation and Recycling*. 2014; 89: 22-30.
- Feitosa, M. J. S., C. R. P. Gómez & G. A. Cândido. Pegada ecológica municipal: uma análise da (in)sustentabilidade ambiental dos municípios de João Pessoa e Campina Grande. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*. 2013; 3(3): 49-65.
- Ferreira, A. V., E. P. Pereira, J. P. L. Miranda, C. S. Vale, A. Del’Duca & A. R. Carvalho. Indicadores de sustentabilidade de Juiz de Fora, MG, Brasil. *Multiverso*. 2016; 1(1): 93-106.
- Geng, Y., L. Zhang, X. Chen, B. Xue, T. Fujita & H. Dong. Urban ecological footprint analysis: a comparative study between Shenyang in China and Kawasaki in Japan. *Journal of Cleaner Production*. 2014; 75: 130-142.
- Kemerich, P. D. C., L. G. Ritter & W. F. Borba. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. *Monografias Ambientais*. 2014; 13(5): 3.723-3.736.
- Kharrazia, A., S. Krainesb, L. Hoangc & M. Yarimea. Advancing quantification methods of sustainability: a critical examination energy, exergy, ecological footprint, and ecological information-based approaches. *Ecological Indicators*. 2014; 37: 81-89.
- Lira, W. S. Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade – SIGECIS: proposta de uma metodologia [Tese de Doutorado]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2008.
- MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável da bacia leiteira. Brasília; 2011. 111 p.

- Mota, A. R. S. & N. M. Silva. Cenário histórico e considerações gerais acerca dos resíduos sólidos. *Delos*. 2014; 7(20): 1-18.
- Nordhaus, W. D. & J. Tobin. Is economic growth obsolete? In: *Economic growth (Fiftieth Anniversary Colloquium, National Bureau of Economic Research)*. New York: Columbia University Press; 1972. p 509-564.
- PIGIRS – Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Região da bacia leiteira. Eunápolis: SEMARH; 2016. 58 p.
- Rees, W. E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*. 1992; 4: 121-130.
- Rees, W. E. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. *Population and Environment*. 1996; 17: 195-215.
- Ribeiro, A. G. A., R. M. Ribeiro, C. H. Freitas & J. F. Silva. A pegada ecológica dos alunos do 1.º período do curso de Pedagogia do Uniaraxá. *Evidência*. 2016; 12(12): 227-236.
- Ridoutt, B. G. & S. Pfister. Towards an integrated family of footprint indicators. *Journal of Industrial Ecology*. 2013; 17(3): 337-339.
- Santos, A. S. & E. M. Ribeiro. Mudança climática e o cálculo da pegada ecológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Parintins/AM. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. 2016; 7: 1-12.
- Silva, C. D. O., B. D. Silva & I. C. Silva. As inconstâncias políticas no lixão em União dos Palmares – AL. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. 2015a; 19(2): 512-533.
- Silva, V. P. R., D. O. Aleixo, R. S. R. Almeida, J. H. B. C. Campos & L. E. Araújo. Modelo integrado das pegadas hídrica, ecológica e de carbono para o monitoramento da pressão humana sobre o planeta. *Ambiência*. 2015b; 11(3): 639-649.
- The World Bank. *World Development Indicators*. Washington, DC; 2013. [Acesso em: 12 ago. 2017]. Disponível em: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.
- Van Bellen, H. M. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV; 2006. 58 p.
- Van Den Bergh, J. C. J. M. & F. Grazi. Ecological footprint policy? Land use as an environmental indicator. *Journal of Industrial Ecology*. 2014; 18(1): 10-19.
- Wackernagel, M. & W. E. Rees. *Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth*. Gabriola Island, British Columbia: New Society Publishers; 1996. 160 p.
- Wackernagel, M. & W. E. Rees. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective. *Ecological Economics*. 1997; 20(1): 3-24.