



PEGADA ECOLÓGICA MUNICIPAL: UMA ANÁLISE DA (IN)SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DE JOÃO PESSOA E CAMPINA GRANDE

Maria José da Silva Feitosa
Mestre em Administração pela Universidade Federal de Pernambuco
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
mjsfeitosa@gmail.com

Carla Regina Pasa Gómez
Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
carlapasagomez@gmail.com

Gesinaldo Ataíde Cândido
Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
gacandido@uol.com.br

RESUMO

Os centros urbanos demonstram como o homem interfere na natureza. Essa interferência pode ser observada a partir da aplicação de sistemas de indicadores de sustentabilidade como é o caso do *Ecological Footprint Method*, proposto por Wackernagel e Rees. Diante de tais considerações, o presente estudo visa responder o seguinte problema: Qual, dentre os municípios paraibanos de João Pessoa e Campina Grande, apresenta-se ambientalmente (in)sustentável, sob a ótica do *Ecological Footprint Method*? Para solucionar tal problema, este trabalho objetiva analisar as pegadas ecológicas dos referidos Municípios, sob a ótica do *Ecological Footprint Method*. Em termos metodológicos, o artigo compreende uma pesquisa descritiva, de abordagem quantitativa, utilizando dados secundários, e conduzida sob a forma de um estudo de múltiplos casos. Os resultados apontam que ambos os municípios apresentaram *déficits* ecológicos, sendo, portanto, ambientalmente insustentáveis. Contudo, se comparada à Campina Grande, a situação de João Pessoa mostra-se significativamente desfavorável, pois esta cidade apresentou um *déficit* ecológico 597 vezes maior que a capacidade de suporte de seu ecossistema. Assim sendo, sugere-se a redefinição de políticas públicas em caráter de urgência nessa localidade.

Palavras-Chave: *Ecological Footprint Method*; Sustentabilidade ambiental; Municípios.

Data do recebimento do artigo: 01/10/2013

Data do aceite de publicação: 07/11/2013

INTRODUÇÃO

As cidades são visualizadas como sistemas dependentes de outros sistemas, tendo em vista que produzem pouco ou nenhum alimento e outros materiais orgânicos, assim como poluem o ar, as águas e, na maioria das vezes, não são capazes de assimilar todos os resíduos gerados pelas pessoas em decorrência do consumo (Feitosa, Cândido & Firmo, 2010). Dessa forma, Cindin e Silva (2004) esclarecem que as cidades impactam de forma notória os recursos naturais.

Consequentemente, os ecossistemas não têm capacidade para suportar os níveis de atividade econômica e de energias verificados nos grandes centros urbanos, visto que a capacidade de carga do planeta está no limite (Cindin & Silva, 2004). Isso ocorre porque a pressão da carga humana em relação à capacidade de suporte do ambiente natural é desproporcional, isto é, as fontes naturais não conseguem repor os recursos ou assimilar os dejetos na mesma proporção que as atividades humanas têm degradado.

No intuito de mitigar esses problemas, estão sendo desenvolvidos instrumentos denominados sistemas de indicadores de sustentabilidade. Dentre as principais finalidades dessas ferramentas, pode-se citar a capacidade de avaliar os impactos provocados pela interferência humana no meio ambiente, prevenindo e controlando a degradação ambiental (Feitosa, Cândido & Firmo, 2010; Van Bellen, 2006).

A prevenção e o controle ocorrem na medida os indicadores transmitem um conjunto de observações sinalizadoras, as quais podem ser utilizadas na elaboração de políticas públicas (Polaz & Teixeira, 2008). Nessa perspectiva, Bell e Morse (2008) apontam os indicadores de sustentabilidade têm sido vislumbrados como mecanismos imprescindíveis na operacionalização da sustentabilidade.

Dentre uma diversidade de ferramentas de mensuração utilizadas, destaca-se o *Ecological Footprint Method* (Método da Pegada Ecológica), proposto por Wackernagel e Rees (1996). Tal método destaca-se pelo fato de ser uma ferramenta utilizada para medir, comunicar e comparar o desenvolvimento das nações por meio da avaliação da sustentabilidade ambiental.

Orientando-se pelas diretrizes da sustentabilidade parcial, defendida por Sachs (2008), entende-se sustentabilidade ambiental como sendo a atitude respeitosa dos seres humanos em relação à capacidade de autorregulação dos ecossistemas naturais. Para Pawłowski (2008), a sustentabilidade ambiental está vinculada à preservação da natureza e da paisagem. Complementando esse ponto de vista, Chavéz e Osorio (2006) afirmam que a sustentabilidade ambiental é a habilidade dos ecossistemas e geossistemas em garantirem a integridade de seus processos, ciclos e ritmos.

Dessa forma, a capacidade de renovação dos recursos demanda uma gestão ecológica pautada na prudência e na preservação da biodiversidade, a qual passa a ser condição necessária do desenvolvimento sustentável (Sachs, 2008).

Para efeito da avaliação da sustentabilidade ambiental, o método da pegada ecológica, pode ser vislumbrado como mecanismo eficiente, visto que contabiliza os fluxos de matéria prima e energia existentes em um determinado sistema, convertendo-os de forma adequada em áreas produtivas de terra ou de água (Wackernagel & Rees, 1996). Complementando esse entendimento, Dias (2002) expressa que o método da pegada ecológica possibilita determinar de forma quantitativa um diagnóstico dos resultados das atividades humanas desenvolvidas junto ao socioecossistema e os custos em termos de apropriações de áreas naturais, para manutenção do metabolismo da terra.

Considerando a problemática exposta, sobretudo, no que se refere à contribuição das zonas urbanas para o agravamento dos problemas ambientais, visualizou-se a oportunidade de se estudar a sustentabilidade ambiental no âmbito municipal, analisando conjuntamente as aplicações do Método da Pegada Ecológica em João Pessoa – PB e Campina Grande – PB.

Estes Municípios foram selecionados para o estudo porque ambos foram estudados sob a ótica do método da pegada ecológica, utilizando as mesmas categorias de análise, no mesmo horizonte temporal, além do que são semelhantes em termos de valores, hábitos, costumes da população, o que possibilita a comparação de resultados, sem consideráveis limitações. Ademais, apresentam considerável representatividade no que tange ao índice de desenvolvimento econômico do Estado da Paraíba.

João Pessoa, capital da Paraíba, é a terceira capital mais antiga do Brasil. O Município é notável pelo clima tropical, por ser a maior em economia (indústrias, comércio e serviços), tendo um PIB duas vezes maior que o de Campina Grande. Campina Grande, situada no agreste paraibano e localizada a 120 km da capital, é o segundo município em população, e exerce grande influência política e econômica sobre outros 57 municípios paraibanos.

Nesse contexto, o presente estudo visa responder o seguinte problema de pesquisa: qual, dentre os municípios paraibanos de João Pessoa e Campina Grande, apresenta-se ambientalmente (in)sustentável, sob a ótica do *Ecological Footprint Method*?

Para solucionar tal problema, este trabalho se propõe a analisar as pegadas ecológicas dos referidos Municípios, como forma de verificar se ambos são (in)sustentáveis, sob a ótica do *Ecological Footprint Method*. Para tanto, realizou-se uma pesquisa descritiva, de abordagem quantitativa, utilizando dados secundários. As categorias de análise consideradas para efeito da comparação entre os referidos Municípios foram: energia elétrica, água, combustível e resíduos sólidos.

Diante de tais considerações, o trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: em um primeiro momento, serão explanados os tópicos referentes aos sistemas de indicadores de sustentabilidade e *Ecological Footprint Method*. Em seguida serão explicitados os procedimentos metodológicos e a apresentação e análise dos resultados. Por fim, encontram-se apresentadas as considerações finais, seguidas das referências.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade

Os sistemas de indicadores de sustentabilidade possibilitam a aquisição e transformação de informações acerca de dado contexto, revelando significados mais amplos sobre os fenômenos aos quais se referem. Dessa maneira, os referidos instrumentos são essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e avaliação do desenvolvimento sustentável.

Nesse cenário, os sistemas de indicadores de sustentabilidade podem ser compreendidos como instrumentos capazes de operacionalizar a ideia do desenvolvimento sustentável, retirando-a de um universo teórico e aplicando-a na prática, no intuito de aclarar informações sobre as condições das várias dimensões que compõem o desenvolvimento sustentável (Andrade & Van Bellen, 2006; Van Bellen, 2006). Dessa forma, tais ferramentas são fundamentais no que tange à identificação e reconhecimento de problemas, bem como na elaboração, implementação e avaliação de políticas públicas capazes de mitigar as consequências da crise socioambiental e auxiliar no alcance da sustentabilidade (Guimarães & Feichas, 2009).

Na avaliação da sustentabilidade, os indicadores são importantes, sobretudo, porque ajudam a relatar as condições de sistemas complexos e interdependentes, bem como promovem a avaliação de desempenho dos sistemas de gestão e políticas aplicadas em uma localidade visando alcançar a sustentabilidade. Dessa maneira, os indicadores são instrumentos eficientes para despertar nas pessoas a atenção para alterações nos sistemas sociais econômicos e ambientais (McCool & Stankey, 2004). Como resultado, estas ferramentas de avaliação têm adquirido destaque na sua utilização, na medida em que são instrumentos capazes de traduzir as condições de um dado espaço geográfico de forma simples e objetiva.

Na literatura constata-se uma variedade de sistemas de indicadores de sustentabilidade, por exemplo: *Pressure State Response*, *Ecological Footprint Method*, *Tourism Ecological Footprint Method*, *Dashboard of Sustainability*, *Barometer of Sustainability*, *Barometer of Tourism Sustainability*, dentre outros.

Cada um desses instrumentos apresenta suas peculiaridades, de modo que a seleção de algum deles para aplicação em determinado espaço geográfico deve considerar os aspectos contextuais, isto é, as peculiaridades observadas na localidade como forma de se alcançar resultados

mais condizentes com a contingência estudada. Além disso, torna-se preponderante que o pesquisador possua um entendimento mais aprofundado acerca do sistema que pretende utilizar. No caso do presente estudo, a análise deteve-se ao método *Ecological Footprint Method*.

Ecological Footprint Method

O *Ecological Footprint Method* surgiu em 1996, por ocasião do lançamento do livro “*Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*”, proposto por William Rees e Mathis Wackernagel, com o intuito de mensurar o impacto que os indivíduos de uma determinada população causam sobre o sistema global para sustentar o seu estilo de vida.

O *Ecological Footprint Method* é um instrumento de contabilidade ambiental, que tem a finalidade de mostrar com maior clareza a relação entre uma unidade populacional e o ecossistema natural, a capacidade de renovação da natureza, bem como de suporte dos impactos ambientais decorrentes da produção de bens e serviços e dos detritos gerados pelas regiões, a fim de constatar a existência de *déficits* ou *superávits* ecológicos, em dado espaço geográfico (Li *et al.*, 2008; Van Bellen, 2006; Wackernagel & Rees, 1996).

Com entendimento similar, Dias (2002) assume que o Método da Pegada Ecológica tem por objetivo estimar os impactos antrópicos no meio natural, mostrar a quantidade de área produtiva de terra e de água utilizada para fornecer os produtos necessários ao abastecimento da população de uma cidade, estado, região, ou país, sendo esta área de terra produtiva, ao mesmo tempo responsável por assimilar os resíduos gerados por essa mesma população. Assim sendo, o modelo contrasta o consumo dos recursos decorrente das atividades desempenhadas pelo ser humano, com a capacidade de suporte da natureza, mostrando se os impactos antrópicos no ambiente global são sustentáveis em longo prazo (Gómez, Santos & Parisio, 2007; Gómez *et al.*, 2009).

A essência do método da Pegada Ecológica está na contabilização dos fluxos de matéria e energia presentes em certo sistema, o qual é transformado em áreas de terra ou de água produtiva que cada indivíduo necessita para produzir o que consome (Chambers, Simmons & Wackernagel, 2000; Wackernagel & Rees, 1996). De forma análoga, Feitosa, Vasconcelos e Cândido (2009) apontam que tal método avalia a extensão com que uma dada população faz uso do espaço produtivo, e como o afetam com a produção de bens e serviços e a geração de resíduos.

Como forma de determinar a área requerida para suprir as necessidades de um sistema populacional urbano, é necessário considerar além do número de indivíduos presentes na localidade, a dinâmica que há no sistema, ou seja, o nível de consumo, o desenvolvimento de tecnologias, a importação e exportação de produtos, a extinção de espécies concorrentes, a eficiência da produção e a gestão dos recursos naturais.

Apesar de o *Ecological Footprint Method* ter sido constantemente utilizado por pesquisadores e ambientalistas como um indicador de sustentabilidade ecológica de cidades ou países, sua metodologia pode ser aplicada em diversas escalas, tais como: organizacional, individual, familiar, regional, nacional ou mundial (Andrade & Van Bellen, 2006; Gómez, Santos & Parisio, 2007; Gómez *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2008). Em outras palavras, a aplicação do método pode ser realizada tanto em nível individual quanto populacional e seus resultados irão depender dos valores, costumes, características do dia-dia de cada indivíduo, seus padrões vida e de consumo. Estes fatores, por sua vez, influenciarão diretamente nos resultados provenientes da aplicação do método (Wackernagel & Rees, 1996).

Assim, o *Ecological Footprint Method* reflete dois aspectos importantes, quais sejam: como determinada população está se comportando em relação à sustentabilidade do planeta e quais as medidas podem ser sugeridas para que ocorra a conscientização em termos de consumo de bens e serviços (Furtado, Hourneaux Júnior & Hrdlicka, 2008). Dessa maneira, tal método procura fomentar nos indivíduos a consciência ambiental reforçando a visão de dependência do ser humano em relação à natureza (Silva, Correia & Cândido, 2010).

Em suma, o método da pegada ecológica pode ser vislumbrado como uma ferramenta eficiente quando o assunto é esclarecer o impacto que as atividades humanas ocasionam em dado espaço geográfico, em certo período, uma vez que a informação decorrente de sua aplicação é simples e de fácil entendimento, o que facilita a elaboração de políticas públicas e a tomada de decisões, assim como a formação de uma consciência ambiental por parte de toda sociedade. Corroborando este entendimento, Li *et al.* (2008) asseguram que a pegada ecológica tem sido largamente utilizada por muitos pesquisadores em decorrência de seu fácil entendimento, no que diz respeito ao resultado decorrente da sua aplicação.

Considerando a contribuição do método na definição de soluções rumo ao desenvolvimento sustentável, é relevante demonstrar os passos a serem seguidos para sua aplicação. Para Van Bellen (2006), o cálculo da área ocupada por determinada população varia em função do número de itens selecionados e a disponibilidade de dados sobre o consumo destes. Nessa perspectiva, o pesquisador é responsável pela escolha das categorias de consumo que demandam recursos intensivamente e, portanto, exercem maior pressão sobre meio ambiente.

Compreendidos os procedimentos para cálculo da Pegada Ecológica, a seguir encontram-se expostos os procedimentos metodológicos utilizados no presente estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, orientado para os centros urbanos de João Pessoa – PB e Campina Grande – PB. Quanto aos meios, foram

realizadas pesquisas bibliográfica (para a revisão de literatura) e documental (para construção e análise dos resultados), segundo Gil (2008). A partir desse tipo de pesquisa, foram também selecionados os dois trabalhos que tiveram seus resultados comparados.

Especificamente, foram confrontados os resultados dos estudos de Feitosa, Cândido e Firmo (2010) com os de Silva, Correia e Cândido (2010). As categorias de análise consideradas para efeito da comparação em ambas as investigações: energia elétrica, água, resíduos sólidos, combustíveis, assim como o saldo ecológico. A utilização das mesmas categorias de análise nas duas aplicações é um aspecto imprescindível em estudos comparativos.

Os procedimentos para os cálculos da pegada ecológica em ambos os municípios encontram-se sistemáticos e detalhados, conforme o Quadro 1. Cada categoria de consumo foi subdividida em outras subcategorias, no intuito de facilitar a obtenção de dados.

Quadro 1. Procedimentos para cálculo da pegada ecológica

Categories de Análise	Subcategorias de Análise	Procedimentos para Cálculo de Cada Subcategoria
ENERGIA ELÉTRICA	Residencial; Industrial; Comercial; Rural; Poder público; Iluminação pública; Serviço público.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Levantamento do total de habitantes; 2) Consumo total de energia elétrica pela população em kWh; 3) Converter o consumo de kWh para Gj, considerando que 01 kWh equivale a 0,0036 Gj; 4) Calcular o valor do <i>Ecological Footprint Method</i> em hectare da população EFM (ha) população, dividindo o consumo em gigaloules por 100. 5) Calcular o <i>Ecological Footprint Method</i> em hectare <i>per capita</i> - EFM/(ha) <i>per capita</i>, dividindo o resultado do EFM (ha) população pelo total de habitantes; 6) Calcular o <i>Ecological Footprint Method</i> em <i>Global Hectare</i> da população multiplicando o EFM (ha) da população, pelo Fator de Equivalência 1,37 atinente à biodiversidade global da terra de energia; 7) Calcular o <i>Ecological Footprint Method</i> em <i>Global Hectare per capita</i> dividindo-se o EFM (gha) população pelo total da população.
ÁGUA	Residencial; Industrial; Comercial; Poder público; Misto.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Levantamento do total de habitantes; 2) Consumo total de água pela população em m³; 3) Calcular o consumo em mgl, convertendo o consumo de água em m³ para mgl, considerando que 1 mgl corresponde a 1.000 m³; 4) Calcular o total de CO₂ emitido, transformando mgl em toneladas e assumindo que durante o processo de tratamento, encanamento e distribuição são liberados 0,37 t para cada mgl de água; 5) Calcular o EFM (ha) da população dividindo o total de CO₂ por um, pois, segundo o <i>Intergovernmental Painel on Climate Change – IPCC (2007)</i>, uma tonelada de CO₂ é absorvida por um hectare de terra; 6) Calcular o EFM/(ha) <i>per capita</i> dividindo o resultado do EFM (ha) população pelo total de habitantes; 7) Calcular o <i>Ecological Footprint Method Total</i> em <i>Global Hectare</i> dividindo-se o EFM (gha) população por 1,37 referente à produtividade da área de floresta; 8) Calcular o <i>Ecological Footprint Method</i> em <i>Global Hectare per capita</i> dividindo-se o EFM Total (gha) população pelo total da população.
RESÍDUOS SÓLIDOS		<ol style="list-style-type: none"> 1) Levantamento do total de habitantes; 2) Volume de resíduos produzidos pela população em toneladas (t); 3) Converter as toneladas de resíduos produzidos em toneladas de CO₂, admitindo que 0,00135 t de resíduos equivale a 0,00045 t de CO₂; 4) Calcular o EFM (ha) população dividindo o total de CO₂ por um, pois

	<p>Domiciliar; Entulho; Caixa estacionária; Podas; Hospitalar.</p>	<p>uma tonelada de CO₂ é absorvida por um hectare de terra; 5) Calcular o EFM/(ha) <i>per capita</i> dividindo o resultado do EFM (ha) população pelo total de habitantes; 6) De acordo com Andrade (2006), a produção de CO₂ está atrelada a geração de CH₄. Sendo assim, no momento em que se produz um kg de CO₂ gera-se também um kg de CH₄. Dessa forma, para obter o EFM (ha) População Emissão CO₂+CH₄, multiplica-se o EFM (ha) da população por 2; Esse cálculo é realizado 7) Seguindo o critério anterior, o <i>Ecological Footprint Method</i> em hectare <i>per capita</i>, referente à emissão de CO₂+ CH₄, foi calculado através da multiplicação do EFM (ha) <i>per capita</i> referente à emissão de CO₂ por 02; 8) Para obter o EFM (gha) CO₂+CH₄, multiplica-se o EFM da população Emissão de CO₂+CH₄ por 1,37 referentes à Bioprodutividade Global da terra de energia; 9) Calcular o EFM (gha) <i>per capita</i> por meio da divisão do resultado do EFM (gha) Emissão CO₂+CH₄ pela população.</p>
<p>COMBUSTÍVEL</p>	<p>Álcool; Diesel; Gasolina; Gás Natural Veicular (GNV).</p>	<p>1) Levantamento do total de habitantes; 2) Consumo total de Combustível da população em litros; 3) Converter o consumo de combustível em litros para toneladas de CO₂, assumindo que para 01 (um) litro de gasolina queimando libera 0,00263 (t) de CO₂ (dióxido de carbono), 01 (um) litro de álcool emite 0,00252 (t), 01 (um) litro de diesel libera 0,00315 (t) e 01 (um) litro de Gás Natural Veicular (GNV) emite 0,00212 (t) de dióxido de carbono. Assim, ao multiplicar a quantidade de litros demandada pelos valores expressos anteriormente, obtêm-se o total de toneladas de CO₂ emitidos. 4) Calcular o EFM (ha) da população dividindo o total de CO₂ por um, pois, segundo o <i>Intergovernmental Painel on Climate Change – IPCC (2007)</i>, uma tonelada de CO₂ é absorvida por um hectare de terra; 5) Calcular o EFM (ha) <i>per capita</i>, dividindo o EFM (ha) da população pelo total de habitantes da cidade. 6) Obter o EFM Total (gha), multiplicando o EFM da população por 1,37, valor referente à produtividade global de terra; 7) Calcular o EFM (gha) <i>per capita</i>, foi efetivado pela da divisão do EFM Total (gha) pelo total de habitantes da cidade.</p>

Fonte: adaptado de Wackernagel e Rees (1996 como citado em Feitosa, Cândido & Firmo, 2010)

Após a efetivação de todos esses cálculos para cada subcategoria, foi possível identificar a pegada ecológica de cada categoria de análise e, seguida, a pegada ecológica total, a qual resultou do somatório das pegadas das categorias. Assim, por exemplo:

EFM da Categoria Energia Elétrica = somatório das subcategorias concernentes à referida categoria. Essa lógica de raciocínio é válida para todas as demais categorias.

Já o EFM Total = EFM da Categoria Energia Elétrica + EFM da Categoria Água + EFM da Categoria Resíduos Sólidos + EFM da Categoria Combustível.

A representação percentual de cada categoria no EFM Total foi obtida dividindo-se o EFM da Categoria pelo EFM Total. Cada valor percentual refere-se ao impacto de cada categoria no *Ecological Footprint Method Total*. A pegada ecológica total é um dos elementos utilizados na etapa seguinte, a qual se refere ao cálculo do saldo ecológico, o qual pode se configurar em *déficit* ou *superávit*.

Então, para se calcular o saldo ecológico são necessárias informações atinentes à pegada ecológica (demanda de recursos) e à biocapacidade total de dado espaço geográfico (oferta de

recursos). Para Gómez, Santos e Parisio (2007), a biocapacidade pode ser compreendida como a quantidade de área biologicamente produtiva disponível e a produtividade ou produção dessa área.

A biocapacidade total de uma localidade é oriunda da soma de todas as suas áreas bioprodutivas ou unidades de conservação. A diferença entre a Pegada Ecológica e a biocapacidade de dada localidade reflete o impacto do consumo humano nos recursos naturais e demonstra a extensão em que o meio ambiente está sendo usado. Assim: Saldo Ecológico = Pegada Ecológica – Biocapacidade. Nessa perspectiva, a biocapacidade pode ser vislumbrada nas unidades de conservação do espaço geográfico que está sendo estudado.

Os dados necessários ao cálculo da pegada ecológica devem ser padronizados, a fim de facilitar a comparação de estudos efetivados entre regiões e países. Uma vez aplicada, a metodologia irá refletir, em função do tamanho da pegada ecológica encontrada, os efeitos das variações regionais dos padrões de consumo, produtividade e modelo de gestão, ajudando a identificar e eliminar erros e contradições do sistema (Silva, Correia & Cândido, 2010).

A análise dos dados foi realizada a partir das inferências decorrentes da apreciação dos resultados quantitativos provenientes do cálculo da pegada ecológica dos dois municípios, como forma de analisar comparativamente a (in)sustentabilidade dos municípios. Assim, o procedimento analítico voltou sua atenção para o resultado do saldo ecológico, decorrente dos diversos cálculos para as categorias mencionadas.

Compreendidos os aspectos metodológicos da pesquisa, a seguir encontram-se retratadas a apresentação e a análise dos resultados.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados apresentados na Tabela 1 foram retirados de aplicações do *Ecological Footprint Method* nos Municípios de Campina Grande e João Pessoa. As aplicações apresentadas, seguiram a sequência de etapas já apresentadas na fundamentação teórica, especificamente no item *Ecological Footprint Method*.

A partir dos dados obtidos no levantamento, foi possível analisar comparativamente as pegadas ecológicas de Campina Grande e João Pessoa, como forma de identificar qual, dentre os municípios paraibanos citados, apresenta-se ambientalmente (in)sustentável, usando como ótica do *Ecological Footprint Method*.

Tabela 1. Comparação entre as Pegadas Ecológicas de Campina Grande e João Pessoa

Categorias de Análise	EFM (ha) da População de Campina Grande*	EFM (ha) da População de João Pessoa**	Percentual de cada Categoria no EFM Total de Campina Grande*	Percentual de cada Categoria no EFM Total de João Pessoa**
Energia Elétrica	20.135,48	40.558,71	4,68%	3,96%
Água	487,97	236.292,36	0,11%	23,05%

Resíduos Sólidos	100.860,00	279.894,00	23,41%	27,30%
Combustíveis	309.362,56	468.499,18	71,80%	45,69%
TOTAL	430.846,02	1.025.244,25	100%	100%

Fonte: Feitosa, Cândido e Firmo(2010)* e Silva, Correia e Cândido (2010)**

Em se tratando do consumo de energia elétrica, foram encontrados os seguintes resultados: em Campina Grande, o consumo referente a tal categoria corresponde a 4,68% do impacto negativo no ecossistema urbano. Por outro lado, em João Pessoa essa categoria de consumo equivale a 3,96% do impacto negativo.

Assim, ambos os resultados demonstraram a existência de um alto padrão de consumo das fontes energéticas tradicionais, refletindo, portanto, um quadro de insustentabilidade em relação à categoria energia elétrica em ambos os centros urbanos.

Um aspecto preocupante em relação a tais resultados está no fato de que os referidos Municípios comportam núcleos de pesquisa voltados para o estudo da problemática ambiental e possuem os cursos de engenharia referência no Brasil e no mundo (engenharia elétrica, por exemplo), os quais poderiam disseminar informações e realizar inovações que possibilitassem o uso de fontes alternativas de energia, por exemplo, energia eólica, solar.

Outro item que compõe este estudo comparativo trata-se da pegada ecológica referente ao consumo de água da população.

Levando-se em consideração o consumo de água, constatou-se que em Campina Grande a demanda por esse recurso natural representa 0,11% do impacto ambiental, enquanto em João Pessoa corresponde a 23,05%, implicando em uma diferença de 22,94% a mais da demanda de água em João Pessoa se comparada à de Campina Grande. Contrapondo-se os resultados dos dois municípios, observa-se que a população de Campina Grande apresenta um comportamento mais consciente no que diz respeito ao uso da água. Já em relação a João Pessoa, faz-se necessário desenvolver e aplicar políticas de conscientização dos consumidores no sentido de alertá-los acerca dos problemas provocados por desperdícios, almejando o equilíbrio do ecossistema e a sobrevivência das espécies. A conscientização dos indivíduos que ocupam esses espaços urbanos é imprescindível, pois a Paraíba é um dos estados do nordeste que mais sofre com a falta d'água.

Em se tratando dos resíduos sólidos gerados nos municípios investigados, verificou-se que a produção equivale a 23,41% da composição da pegada ecológica em Campina Grande e a 27,30% em João Pessoa. Novamente, a população de João Pessoa demonstra-se uma inconsciência superior a da população campinense, uma vez que apresenta um acréscimo de 3,89% na produção de resíduos. No entanto, é relevante considerar que os dois contextos são preocupantes, na medida em que afetam intensa e negativamente o ecossistema de tais localidades. Esses achados demonstram o intenso volume de lixo produzido nas referidas cidades, em decorrência da aceleração da relação

“extração-produção-consumo-descarte” por parte da população, a qual nesse aspecto não se mostra preocupada com o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente.

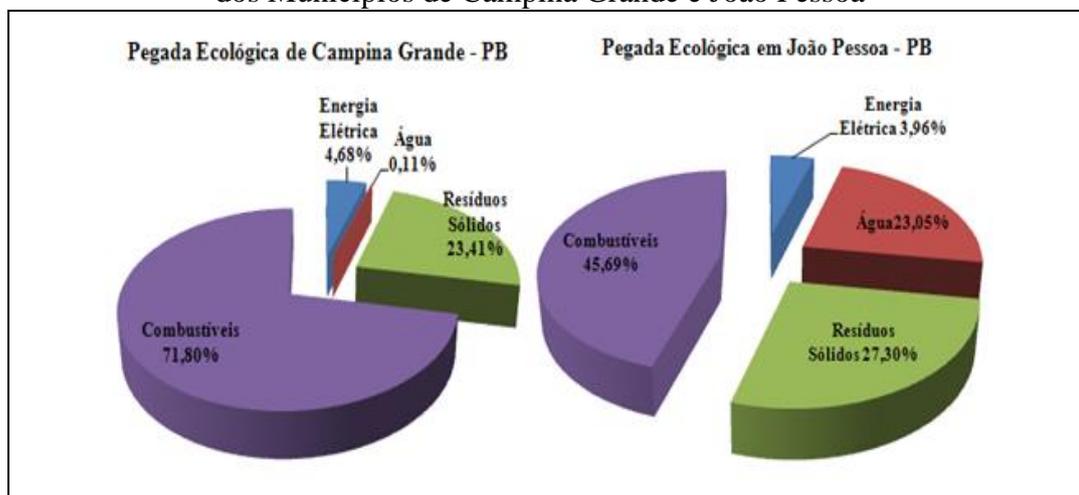
Atrelada à inconsciência de cada indivíduo, segue a irresponsabilidade de muitas empresas, e o descomprometimento dos governos, que muitas vezes expressam despreocupação com os problemas ambientais ocasionados pelo lixo, na medida em que lançam os dejetos recolhidos nas zonas urbanas em terrenos baldios, denominados lixões.

O último item que compõe a análise deste estudo comparativo trata-se da pegada ecológica referente à categoria combustível. Em relação a tal categoria, constata-se que o volume consumido em Campina Grande, representa o maior de todos os impactos no ecossistema, com um percentual de 71,80%. Em João Pessoa, por sua vez, a interferência do consumo de combustíveis no ecossistema foi da ordem de 45,69%, o que implica dizer que a pegada de transportes do centro urbano de Campina Grande ultrapassou a de João Pessoa em 26,11%.

Esse resultado demanda cuidados, notadamente, porque a emissão de gases estufas na atmosfera afeta negativamente o meio ambiente e compromete a sobrevivência das várias espécies existentes no planeta.

Como forma de proporcionar melhor visualização no que diz respeito à apresentação desses resultados, na Figura 1 estão ilustrados os percentuais referentes a cada categoria de consumo nos dois municípios estudados.

Figura 1. Percentual de cada categoria de consumo na pegada ecológica total dos Municípios de Campina Grande e João Pessoa



Fonte: Feitosa, Cândido e Firmo(2010) e Silva, Correia e Cândido (2010)

A partir da Figura 1, é possível verificar o percentual de cada categoria de consumo na pegada ecológica total dos Municípios de Campina Grande e João Pessoa. Ademais, é possível visualizar a clareza e objetividade dos resultados gerados pela aplicação do *Ecological Footprint Method*. Os dados apresentados são de fácil compreensão, o que torna essa ferramenta de avaliação uma das mais utilizadas pelos pesquisadores da sustentabilidade na atualidade.

Uma vez efetivadas as apresentações e análises a respeito de cada categoria de consumo, o estágio seguinte refere-se ao cálculo do saldo ecológico, o qual pode ser visualizado quando se faz a relação entre o total consumido pela população nas categorias analisadas e o total de área verde que a cidade disponibiliza. Dessa forma, para se calcular o saldo ecológico faz-se necessário, além das pegadas ecológicas das cidades, as biocapacidades destas.

Para tanto, considerou-se que as unidades de conservação encontradas nos municípios compõem a biocapacidade local. Assim, em relação à biocapacidade de Campina Grande e João Pessoa, foram obtidos os resultados ilustrados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Unidades de Conservação em Campina Grande

Unidades de Conservação existentes em Campina Grande – PB	
Nome	Área (ha)
Parque Estadual do Poeta	419,51
Reserva do Louzeiro	300
Reserva do Riacho das Piabas	240
TOTAL	959,51

Fonte: adaptado de Feitosa, Cândido e Firmo (2010)

De acordo com a Tabela 2 a biocapacidade de Campina Grande equivale a 959,51 hectares, sendo formada por três reservas ambientais, quais sejam: Parque Estadual do Poeta, Reserva do Louzeiro e a Reserva do Riacho das Piabas. É importante salientar que as reservas do Louzeiro e do Riacho das Piabas estão passando por um intenso processo de devastação, o que implica em uma futura redução da biocapacidade de Campina Grande.

Já em se tratando da biocapacidade de João Pessoa, foram encontrados os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Unidades de Conservação em João Pessoa

Unidades de Conservação existentes em João Pessoa – PB	
Nome	Área (ha)
Mata do Buraquinho	471
Parque Estadual do Jacarapé	380
Parque Estadual do Aratú	341
Jardim Botânico Benjamim Maranhão	329,4
Mata do Triunfo	150
Parque Arruda Câmara	43
TOTAL	1.714,4

Fonte: adaptado de Silva, Correia e Cândido(2010)

Conforme a Tabela 3 a biocapacidade de João Pessoa equivale a 1.714,4 hectares e é formada pelas seguintes reservas ambientais, a saber: Mata do Buraquinho, Parque Estadual do Jacarapé, Parque Estadual do Aratú, Jardim Botânico Benjamim Maranhão, Mata do Triunfo, Parque Arruda Câmara. Cada Unidade de Conservação recebe o manejo ambiental apropriado para garantir suas características naturais, ou seja, manter a variedade natural, conservar os recursos genéticos e hídricos, beneficiar a pesquisa científica, gerir os recursos florestais, proporcionar a educação ambiental, o lazer, assegurar a qualidade ambiental e o crescimento econômico regional.

Identificadas as bioprodutividades dos dois municípios estudados, o estágio seguinte refere-se ao cálculo do saldo ecológico, o qual é obtido a partir da diferença entre o *Ecological Footprint Method* de cada categoria analisada nos municípios e a biocapacidade presente nos mesmos. O resultado final desta operação revela o total da pressão imposta pelas ações antrópicas no meio ambiente.

De posse dessas informações, isto é, do EFM total da população em hectares (pegada ecológica) e da biocapacidade, é possível calcular o saldo ecológico, efetuando a diferença entre o EFM total da população em hectares e a biocapacidade presente, a qual deve ser também em hectares. Desse modo, para Campina Grande foi encontrado um *déficit* ecológico de 429.886,69 hectares ($430.846,02 - 959,51 = 429.886,69$). Já no caso de João Pessoa, constatou-se um *déficit* ecológico de 1.023.529,85 hectares ($1.025.244,25 - 1.714,4 = 1.023.529,85$). Esses resultados expressam que a pressão imposta pelas atividades humanas nas cidades de Campina Grande e João Pessoa, é maior do que os ecossistemas de ambas podem suportar. Se comparada a Campina Grande, a situação de João Pessoa demanda ainda mais cuidados, pois esta última cidade possui significativa bioprodutividade, mas em contrapartida apresenta uma pegada ecológica significativamente elevada.

Contraopondo o *déficit* ecológico com a biocapacidade da localidade, observa-se que, no caso de Campina Grande seria necessário um total de área 449,03 ($430.846,02 \div 959,51 = 449,03$) vezes maior para suportar o metabolismo da cidade. Por outro lado, o metabolismo da cidade de João Pessoa requer uma área 597 ($1.025.244,25 \div 1.714,4 = 597$) vezes maior que o seu território para suportar o consumo da população e a geração de resíduos por parte desta.

Diante do exposto, constata-se, sob a ótica do *Ecological Footprint Method*, que ambos os municípios apresentaram-se ambientalmente insustentáveis, tendo em vista que impõem uma pressão maior do que o sistema ecológico pode suportar. Todavia, é necessário destacar que a insustentabilidade do município de Campina Grande é menor que a de João Pessoa, o que demonstra um quadro mais grave em João Pessoa e, portanto, a necessidade de redefinição de políticas públicas em caráter de urgência nesta localidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentados os resultados, observa-se que o objetivo geral foi atingido, na medida em que se identificou que ambos os municípios estudados encontram-se ambientalmente insustentáveis, sob a ótica do *Ecological Footprint Method*. Essa insustentabilidade ambiental refletida nas categorias energia elétrica, água, resíduos sólidos e combustíveis, demonstra que as populações dos

municípios estudados apresentam um padrão de consumo superior ao que o ecossistema natural pode suportar.

Esse achado corrobora a falta de consciência dos habitantes desses municípios no que tange aos problemas de ordem ambiental. Essa falta de consciência pode ser resultante das características culturais, da falta de informação, da ineficiência da gestão pública, da atuação irresponsável de muitos empreendimentos, e, sobretudo, de um sistema educacional ineficiente que, em sua quase totalidade, não prioriza, desde a educação de base até o ensino superior, temas relativos à crise ambiental, aos problemas dela decorrentes, bem como às formas de solucioná-la ou mitigá-la.

Em suma, entende-se que esse *déficit* ecológico decorre de uma falta de atuação integrada, articulada entre os diversos atores sociais (governos, empresas, organizações não governamentais, associações, instituições de ensino etc.) e a sociedade civil, no intuito de buscar mecanismos que possibilitem a preservação dos recursos naturais nos referidos municípios.

No caso de João Pessoa, os problemas ambientais são ainda mais intensos que os de Campina Grande, pois apesar de possuir uma biocapacidade considerável, a capital paraibana demonstrou notável *déficit* ecológico. Isso se torna preocupante, visto que se trata de um município que tem potencial informacional e intelectual suficiente para evitar e mitigar problemas dessa natureza. Campina Grande, apesar de ter expressado um *déficit* inferior ao de João Pessoa, também está em situação de alerta, sobretudo, porque é uma cidade pólo educacional, a qual desenvolve pesquisas concernentes à degradação ambiental.

Nesses termos, é possível que informações decorrentes das investigações realizadas em ambos os municípios não estejam sendo devidamente repassadas à sociedade. É imprescindível que os resultados dos projetos de pesquisa “saíam da gaveta” e sejam compartilhados também com os demais atores sociais, caso contrário de nada servirão. Para tanto, verifica-se a necessidade de uma atuação mais intensa dos governos no sentido de canalizar recursos para essas ações.

Os habitantes desses municípios devem entender que o atual modelo de crescimento é suicida e, caso não ocorram reduções nos níveis extração, produção, consumo e descarte de bens e materiais, a sobrevivência dessa e das futuras gerações estará comprometida.

Portanto, alertam-se governos, empresas, comunidades, dentre outros atores sociais, no sentido de ajudar a sociedade, por meio da divulgação de informações decorrentes da aplicação de sistemas de indicadores de sustentabilidade, como é o caso do *Ecological Footprint Method*, o qual é uma ferramenta eficiente na mensuração da sustentabilidade em uma perspectiva ambiental, e consequentemente pode ser utilizada na redefinição das políticas públicas municipais.

Esse instrumento de avaliação contribui para a conscientização da população dos municípios, na medida em que disponibiliza de forma clara e precisa informações de fácil compreensão pelos diversos tipos de públicos. Como a informação resultante de sua aplicação pode

ser facilmente entendida pela população, então é possível a conscientização e tomada de decisão em nível individual, ou seja, cada pessoa torna-se responsável pelas suas ações e decisões.

Apoiando a tomada de decisão da população, as empresas, o governo e os representantes sociais devem “liderar pelo exemplo” fazendo refletir o seu discurso nas suas ações e, além disso, agir fomentando ainda mais a conscientização da população, a partir da realização de ações que demonstrem à sociedade a importância da preservação da natureza.

Algumas dessas ações, por exemplo, são: palestras públicas com a divulgação de informações resultantes das aplicações da pegada ecológica, uso da mídia para disseminação dessas informações, campanhas para reaproveitamento de alimentos e reciclagem do lixo, a coleta seletiva, a inserção da educação ambiental como disciplina obrigatória em todos os níveis de ensino, formação de parcerias entre governo e empresas fornecedoras de água e energia, para que as informações sejam impressas nas contas mensais de água e energia etc.

Considerando a efetividade da metodologia apresentada, sugere-se para futuros estudos, a aplicação do *Ecological Footprint Method* em outros municípios paraibanos e, se possível, em todo estado da Paraíba como forma de verificar o impacto que a população do estado está provocando no ecossistema global. Investigações dessa natureza poderão fomentar em outros estados o estudo das questões de ordem ambiental, o que vem a ser um aspecto positivo.

Em termos de limitações, observa-se o uso de apenas quatro categorias de análise, assim como o fato de estar sendo considerada a ótica dos pesquisadores para seleção das mesmas. Os investigadores consideraram que as categorias energia elétrica, água, resíduos sólidos e combustíveis são as que mais impactam o ecossistema natural dos referidos municípios. Nesses termos, sugere-se a incorporação de outras categorias, como forma de ampliar e aprofundar os resultados decorrentes de outras aplicações.

REFERÊNCIAS

- Andrade, B. B., & Van Bellen, H. M. (2006). Turismo e Sustentabilidade no Município de Florianópolis: Uma aplicação a partir do Método da Pegada Ecológica. *Anais... Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração*, Salvador, BA, Brasil, 30.
- Bell, S., & Morse, S. (2008). *Sustainability Indicators: Measuring the immensurable?* (2ª ed.). London: Sterling, VA.
- Chambers, N., Simmons, C., & Wackernagel, M. (2000). *Sharing Nature's Interest: Ecological footprints as an indicator of sustainability*. London: Earthscan Publications Ltd, p.185.
- Cindin, R. C. P. J., & Silva, R. S. (2004). Pegada Ecológica: instrumentos de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural, *Estudos Geográficos*, Rio Claro, 2(1), 113-13.
- Dias, G. F. (2002). *Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana*. São Paulo: Gaia.

- Feitosa, M. J. S., Vasconcelos, A. C. F., & Cândido, G. A. (2009). Avaliação do consumo consciente através do Ecological Footprint Method: um estudo exploratório com estudantes universitários. *Anais... Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, Resende, RJ, Brasil, 4.
- Feitosa, M. J. S., Cândido, G. A., & Firmo, L. A. (2010). Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: uma aplicação do *Ecological Footprint Method* no município de Campina Grande (PB), *Ambiência (UNICENTRO)*, Guarapuava, 6(3), 22-40.
- Furtado, J. S., Hourneaux Júnior, F., & Hrdlicka, H. (2008). Avanços e Percalços no Cálculo da Pegada Ecológica Municipal: um estudo de caso. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo, 2(1), 73-88.
- GIL, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de pesquisa Social*. São Paulo. Atlas.
- Gómez, C. R. P., Santos, J. F., & Parisio, D. C. A. (2007). *Ecological Footprint Method* como ferramenta para avaliar o perfil do consumo consciente. *Anais... Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, Curitiba, PR, Brasil, 8.
- Gómez, C. R. P., Parisio, D. C. A., Castillo, L. A. G., & Santos, J. F. (2009). *Ecological Footprint Method* como ferramenta para avaliar o perfil do consumo consciente. *Revista Alcance – Eletrônica*, Biguaçu, 16(3), 320-338.
- Guimarães, R. P., & Feichas, S. A. Q. (2009). Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade, *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, 12(2), 307-323.
- Li, G. J., Wang, Q., Gu, X. W., Liu, J. X., Ding, Y., & Liang, G. Y. (2008). Application of the componential method for ecological footprint calculation of a Chinese university campus. *Ecological Indicators*, EUA, 8, 75-78.
- McCool, S. F.; Stankey, G. H. (2004). Indicators of Sustainability: Challenges and Opportunities at the Interface of science and Policy. *Environmental Management*, New York, 33(3), 234-305.
- Pawłowski, A. (2008). How Many Dimensions Does Sustainable Development Have? *SustainableDevelopment, Uppsala*, 16, 81–90.
- Polaz, C. N. M., & Teixeira, B. A. N. (2008). Indicadores de sustentabilidade como ferramenta para a gestão municipal de resíduos sólidos. *Anais... Encontro Nacional da Anppas*, Distrito Federal, GO, Brasil, 4
- SACHS, I. (2008). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável* (3ª ed.). Rio de Janeiro: Garamond.
- Silva, A. M., Correia, A. M. M., & Cândido, G. A. (2010). Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa. In Cândido, G. A. (Org.). *Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande: Editora da UFCG.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: reducing human impact on the earth*. Canadá: New Society Publishers.
- Van Bellen, H. M. (2006). *Indicadores de Sustentabilidade: uma análise corporativa*. Rio de Janeiro: FGV.

MUNICIPAL ECOLOGICAL FOOTPRINT: AN ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL (IN)SUSTAINABILITY OF THE MUNICIPALITIES OF JOÃO PESSOA AND CAMPINA GRANDE

ABSTRACT

The urban centers clearly show how human interferes in nature. Faced these considerations, this study aims to answer the following problem: What, among the Paraíba municipalities of João Pessoa and Campina Grande presents environmentally (un)sustainable, in light of Ecological footprint Method? To solve this problem, this paper aims to analyze the ecological footprint of these municipalities in light of the Ecological Footprint Method. Methodologically, this article can be characterized as an exploratory and descriptive research, quantitative approach, using secondary data. The results show that both municipalities had ecological deficits, and are therefore environmentally unsustainable. However, compared to Campina Grande, João Pessoa's situation shows significantly unfavorable, because this city had an ecological deficit greater than 597 times the carrying capacity of its ecosystem. Thus, is necessary the emergency in redefinition of public policies at this location.

Keywords: Ecological Footprint Method; Environmental sustainable; Municipalities.

CIUDAD ECOLÓGICA HUELLA: UN ANÁLISIS DE (IN)SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE MUNICIPIOS DE JOÃO PESSOA Y CAMPINA GRANDE

RESUMEN

Los centros urbanos demuestran cómo el hombre interfiere con la naturaleza. Esta interferencia puede ser observada desde la aplicación de sistemas de indicadores de sostenibilidad, como la Huella Ecológica método, propuesto por Wackernagel y Rees. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el presente estudio tiene como objetivo responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál de Paraíba João Pessoa y Campina Grande, presenta el medio ambiente (in) sostenible desde el punto de vista del método de la Huella Ecológica? Para resolver este problema, este trabajo tiene como objetivo analizar las huellas ecológicas de estos municipios, desde la perspectiva de Ecological Footprint Method. En términos metodológicos, el artículo comprende un enfoque cuantitativo descriptivo, utilizando datos secundarios, y llevó a cabo en la forma de un estudio de caso múltiple. Los resultados muestran que ambos países tenían déficit ecológico, y por lo tanto ambientalmente insostenible. Sin embargo, en comparación con Campina Grande, situación João Pessoa muestra significativamente desfavorable porque esta ciudad ha presentado un 597 veces mayor que la capacidad de carga de su déficit ecológico de los ecosistemas. Por lo tanto, sugerimos que la redefinición de las políticas públicas de forma urgente en esa localidad.

Palabras clave: Ecological Footprint Method; La sostenibilidad ambiental; Municipios.