

RELAÇÃO PIB E MEIO AMBIENTE: ABORDAGEM DA PEGADA ECOLÓGICA

GDP AND ENVIRONMENT RELATION: FOOTPRINT APPROACH

Alice Aloísia da Cruz

Universidade de São Paulo – SP – Brasil

Elaine Aparecida Fernandes

Universidade Federal de Viçosa – MG – Brasil

RESUMO: A Pegada Ecológica representa as quantidades necessárias de terra e água para produzir os recursos e assimilar os resíduos gerados. Essa ferramenta contrasta o consumo dos recursos com a capacidade de suporte da natureza e mostra se, no longo prazo, esses impactos serão sustentáveis. Este artigo, por meio de uma análise discriminante, em países selecionados, investiga a relação existente entre a Pegada Ecológica e o PIB *per capita* real. Conclui-se que apesar de existirem países com PIB *per capita* alto e Pegada Ecológica abaixo da média, no geral, países com PIB *per capita* maior possuem um impacto ambiental maior. Portanto, para o ano de 2005, esse estudo suporta uma relação direta e positiva entre a produção total dos países e suas Pegadas Ecológicas.

Palavras-chave: Pegada Ecológica, Impacto ambiental e PIB *per capita* real

ABSTRACT: The Ecological Footprint represents the amount needed land and water to produce the resources and assimilate the waste generated by the population. In contrast the consumption of resources with the carrying capacity of nature and showing, in the long term, these impacts will be sustainable. This article by means of a discriminant analysis in selected countries, investigates the relationship between the variables chosen, the Ecological Footprint and per capita real GDP. And although there are countries with GDP per capita Ecological Footprint up and below average in general countries with per capita GDP increased tend to have a higher environmental impact, or ecological footprint than the average. Therefore, for the year 2005, this study supports a direct relationship between per capita real GDP and Ecological Footprint.

Key words: Ecological Footprint, Environmental and real GDP per capita.

INTRODUÇÃO

A atividade humana provoca sérios problemas ao meio ambiente. A geração de energia, agricultura e processos industriais são responsáveis por grande parte destes problemas. Quanto mais uma economia cresce, mais gera resíduos, que sempre retornam à natureza. Neste contexto, é extremamente importante conhecer e analisar a capacidade de absorção do ambiente natural e o quanto cada indivíduo, cada empresa, cada país contribui para pressionar o ecossistema, pois, a partir deste conhecimento, os agentes governamentais podem adotar medidas preventivas e paliativas de proteção ambiental.

Uma medida de pressão ambiental internacionalmente aceita é a Pegada Ecológica. Segundo Wackernagel e Rees (1996), idealizadores do termo, a Pegada

representa as quantidades de terra produtiva e água para produzir os recursos e assimilar os resíduos gerados pelos indivíduos. Assim, ela contrasta o consumo dos recursos com a capacidade de suporte da natureza, mostrando, se no longo prazo, esses impactos serão sustentáveis.

A relação Pegada Ecológica e Produto Interno Bruto torna-se bastante relevante já que a atividade produtiva afeta intensamente o ecossistema. O Produto Interno Bruto representa a soma de todos os serviços e bens produzidos num período, em valores monetários. Ele quantifica a atividade econômica de uma região. Sendo assim, o PIB mede a riqueza gerada em um determinado local, enquanto a Pegada Ecológica contabiliza o impacto ambiental para gerar essa riqueza. Portanto, o crescimento do PIB, na maioria das vezes, está associado com a degradação ambiental, pois o seu cálculo não engloba os prejuízos de ordem natural. Por exemplo, o desmatamento organizado na Amazônia substitui árvores por plantação de soja (os grãos gerados nos espaços em que havia a floresta entram como saldo positivo no Balanço de Pagamentos), entretanto, as perdas de biodiversidade e as consequências sobre o clima não representam um saldo negativo no Balanço de Pagamentos.

Diante do exposto, o presente trabalho busca, de forma geral, analisar a relação existente entre o PIB e a Pegada Ecológica para países selecionados no ano de 2005. Especificamente, pretende-se: a) fazer uma revisão histórica do surgimento de alguns indicadores importantes, dentre eles a Pegada Ecológica, que medem os efeitos antrópicos no meio ambiente, sintetizando as suas principais ideias; e b) determinar se o PIB diferencia grupos de países que geram maior ou menor impacto no meio ambiente.

Apesar de ser um assunto com forte repercussão internacional, pois vários relatórios de grupos ambientais (World Wildlife Fund, Greenpeace) e de setores governamentais relacionados a programas que visam estabelecer metas para uma economia sustentável utilizam esse instrumento, não se tem conhecimento de numerosos trabalhos científicos feitos nesta área, principalmente no que se refere a literatura nacional¹. Isto motivou o presente estudo que buscou contribuir um pouco mais para a literatura existente.

Este artigo contém, além desta introdução, mais cinco seções. A seção seguinte apresenta alguns indicadores de desenvolvimento sustentável assim como surgimento do conceito de Pegada Ecológica, seus princípios, fundamentos e condições. Mostra também diversos países que já empregam a Pegada, além de possíveis utilizações da metodologia para os Governos. A terceira seção resume a metodologia de análise e a quarta exibe a fonte de dados. A quinta discute os resultados da pesquisa. Por último, tem-se a seção seis com as considerações finais do estudo.

¹ Victor et. al. (2009), Ribeiro, Peixoto e Xavier (2007), Nascimento (2006) podem ser citados como exemplos.

INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Surgimento

O modelo de desenvolvimento econômico adotado no país, desde a colonização, foi baseado na exploração intensiva dos recursos naturais. Essa exploração ocorre a uma taxa superior à capacidade de regeneração natural, além de ocasionar um gerenciamento inadequado das matérias-primas e dos rejeitos deixados pelas indústrias. A concentração da população e das atividades econômicas sobre o mesmo espaço tem causado pressões sobre o meio ambiente e consequente alteração negativa da qualidade ambiental do país. As monoculturas extensivas têm se revelado um importante fator de degradação ambiental, pois além da erosão dos solos, contribuem para o assoreamento dos cursos d'água e deterioram a qualidade das águas dos córregos e rios (ROSS, 2001). Além disso, as atividades de mineração têm contribuído para a deterioração de ecossistemas locais, destruição da beleza cênica da paisagem e poluição dos cursos d'água.

A cultura cafeeira é um exemplo importante de degradação. Ela teve início no sistema de *plantation* com o uso de grandes extensões territoriais, monocultura e, inicialmente, mão-de-obra escrava. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de café, representando em torno de 30% a 40% da produção mundial (EMBRAPA CAFÉ, 2010). Ser o maior produtor trás algumas consequências importantes. Uma delas diz respeito aos problemas ambientais que surgem com o cultivo do produto. Esses problemas são extremamente relevantes e exigem soluções das entidades governamentais.

Vários problemas ambientais foram surgindo provenientes tanto da produção agrícola quanto da produção industrial ao longo do tempo. Um dos principais problemas observados é a emissão de gases que provocam o efeito estufa. Dentre esses gases, está o dióxido de carbono - CO₂. No Brasil, as principais fontes de emissão de CO₂ é exatamente a destruição da vegetação natural, através do desmatamento na Amazônia e queimadas no cerrado. Tais atividades respondem por mais de 75% das emissões brasileiras de gás carbônico, e coloca o país entre os dez maiores emissores mundiais de gases do efeito estufa para a atmosfera (IBGE, 2008). Embora tenha havido uma queda acentuada no número de queimadas em 2006 se comparado ao período 2002-2005, não se pode dizer que essa prática apresenta tendência de declínio no Brasil (IBGE, 2008).

As consequências das atividades humanas sobre o meio ambiente têm ocupado espaço importante na literatura econômica mundial e já existe uma preocupação com a sustentabilidade do desenvolvimento e, portanto, com a capacidade de sobrevivência das gerações futuras.

A origem do desenvolvimento sustentável reside na idéia do Ecodesenvolvimento de Sachs e Strong e foi consolidada no Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio-Ambiente e Desenvolvimento da ONU de 1987, conhecido como "*Our Common Future*" ou "*Relatório Brundtland*". Neste, é conceituado o termo desenvolvimento sustentável, o qual deveria responder às necessidades do

presente de forma equitativa, sem comprometer as possibilidades de sobrevivência e prosperidade das gerações futuras (BRUNDTLAND, 1987). Esse documento mostrava a interdependência entre questões econômicas, sociais e ambientais e que a análise isolada desses fatores simplesmente levaria a conclusões equivocadas. Apesar da abordagem ampla que definiu um nível mínimo de consumo, baseado nas necessidades básicas, o referido Relatório foi negligente quanto aos níveis máximos de consumo e de uso de energia praticados nos países industrializados.

No mesmo ano da publicação do Relatório de Brundtland, 1987, ocorreu a criação do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). O IPCC é um órgão das Nações Unidas responsável pela revisão da produção científica acerca das mudanças do clima. De suas análises, resultaram os Relatórios de Avaliação dos Impactos da Mudança Climática, feitos periodicamente. O IPCC é vinculado à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, CQNUMC², (ou em inglês, UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*), a qual constitui um acordo multilateral entre as Partes em nome de uma preocupação coletiva, os danos socioambientais causados pela humanidade. O acordo teve adesão de 192 países mais os da União Européia, os quais se dispuseram a cooperar com a formulação de uma estratégia global para a harmonia do sistema climático. Desse modo, a CQNUMC é responsável por monitorar e estimular ações governamentais para redução dos impactos ambientais negativos, causadores das mudanças climáticas.

A CQNUMC reconhece as desiguais responsabilidades dos países pela emissão de gases de efeito estufa (GEE), visto que estes têm período de permanência na atmosfera superior a cem anos. Por isso, as decisões da Convenção são subordinadas a tal questão sem se esquecer das possibilidades de emissão futura. O cálculo das emissões históricas de GEE, entre 1850 e 2002, comprova que 75,6% destas provêm dos países desenvolvidos e 24,4% dos em desenvolvimento. Mas, é preciso lembrar que se alguns países em desenvolvimento mantiverem seus níveis de crescimento econômico, seguindo o padrão histórico de emissão dos desenvolvidos³, terão contribuição equivalente à dos países desenvolvidos em poucos anos, em termos de quantidade de GEE acumulados na atmosfera (IPEA, 2010).

Diante do impacto causado pelo crescimento dos países desenvolvidos e com a possibilidade de maior crescimento dos países em desenvolvimento, a partir da década de 1990, as discussões sobre os efeitos da atividade humana no meio

² As partes se comprometem a atuar sobre a questão climática por meio de seu primeiro princípio: "As partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras, tendo como base a equidade, com responsabilidades comuns, porém diferenciadas e respectivas capacidades. Em função disso, os países mais desenvolvidos devem tomar iniciativa no combate à mudança do clima e seus efeitos." (Para mais informações, consultar IPEA, 2010).

³ Para evitar a manutenção do padrão histórico de emissão das nações desenvolvidas nas nações em desenvolvimento, discute-se a aplicação das Ações Nacionalmente Apropriadas de Mitigação (NAMAS, sigla em inglês); segundo as quais as Partes poderão estabelecer ações (que possam ser mensuradas e verificadas) de redução das emissões. Por meio dessas ações, os países desenvolvidos podem repassar tecnologia e recursos financeiros às nações em desenvolvimento para que realizem o NAMAS (IPEA, 2010).

ambiente se intensificaram. Em 1992, foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD - 1992), conhecida como Conferência da Terra ou Eco-92. Nessa Conferência, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima foi colocada para ser assinada pelos países interessados no acordo. Dessa Conferência, resultou a Agenda 21⁴ e a Declaração do Rio⁵, documentos que visavam implantar o paradigma do desenvolvimento sustentável, de acordo com o que havia sido proposto pelo Relatório Brundtland.

Nessa Conferência, apesar dos conflitos de interesses presentes, foi elaborado um programa de ação de longo prazo e amplo impacto internacional, a Agenda 21, no qual foram lançadas algumas bases para se praticar, em termos globais, o emergente conceito de desenvolvimento sustentável.

Os resultados da Eco-92 desdobraram-se, em termos de instrumentos de mensuração, a partir de agosto de 1994, com a realização da *Conference and Workshop on Indicators of Sustainability* – CWIS. Segundo Hart (1994), embora já existissem algumas iniciativas de concepção de metodologias para aplicação de instrumentos de mensuração, a CWIS possibilitou alguns avanços, entre os quais se destacaram: a) reconhecimento de diferentes definições de sustentabilidade; b) necessidade de uma metodologia adequada para o uso efetivo de indicadores de sustentabilidade e; c) constatação do interesse governamental e privado no tema.

Com a realização da CWIS, aumenta-se o interesse em se medir efetivamente o desenvolvimento sustentável. A medida mais comum de desenvolvimento é o PIB, e muitas são suas limitações (a dificuldade em se distinguir as classes sociais e ignorar se a utilização de recursos é prudente ou não) (REDCLIFT, 1992). Esta lacuna só pode ser preenchida por conhecimentos multidisciplinares. Em 1996, a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas publicou metodologias para diversos indicadores. Nos anos de 2002 e 2004, foram lançados os primeiros indicadores brasileiros de desenvolvimento sustentável pelo IBGE. Não existe ainda um único indicador que seja suficientemente descritivo quanto a sustentabilidade do desenvolvimento. As publicações compreendem sempre diversos indicadores para os diferentes aspectos observados. No entanto, foram desenvolvidas ferramentas que compilam os indicadores e avaliam o desenvolvimento sustentável, dentre elas três se destacam: o Painel de Sustentabilidade, o Barômetro de Sustentabilidade e o Método da Pegada Ecológica (utilizada no presente trabalho).

⁴ A Agenda 21 é um documento, formulado na CNUMAD (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento), também conhecida como Rio-92 ou ECO 92. A agenda é um instrumento que traça diretrizes para o planejamento e construção de sociedades sustentáveis no mundo inteiro, conciliando proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Desde então, cada nação deveria desenvolver uma Agenda 21 nacional, (a do Brasil foi concluída em 2002), e, posteriormente municipais, de acordo com as especificidades dos países e suas cidades.

⁵ Ainda na CNUMAD, em 1992, foi elaborada a Declaração do Rio, documento que reafirmava os princípios da Declaração de Estocolmo, redigida em Estocolmo - 1972 durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Desse modo, o objetivo era a criação de meios para cooperação mundial e em seus subníveis, sociedade e indivíduos, com o intuito de proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento, na compreensão de que a Terra é um organismo vivo, do qual todos dependem.

É importante ressaltar que estes sistemas de indicadores foram selecionados como os mais reconhecidos e promissores na atualidade por uma amostra internacional de especialistas que atuam em diferentes esferas da sociedade e que trabalham com o conceito de desenvolvimento sustentável.

A ferramenta Painel de Sustentabilidade mensura a sustentabilidade levando em consideração a combinação de indicadores que captam o estado da economia, do meio-ambiente, da sociedade e o papel das instituições. Para a análise dos fatores econômicos, indicadores como PIB, exportações, importações, investimento direto, infra-estrutura etc. podem ser utilizados. Dentre os indicadores ambientais, estão os níveis de qualidade da água, terra, ar, preservação da biodiversidade e utilização dos recursos. O bem-estar humano é medido por indicadores de saúde, educação, desemprego, pobreza, rendimentos, crime, negócios e atividades humanas. As instituições são de suma importância nesse mecanismo, pois cabe a elas fornecer suporte científico adequado, atualizar indicadores, desenvolver sistemas etc.

A partir dos indicadores, o Índice de Desenvolvimento Sustentável é obtido através da média dos mostradores. O Painel foi montado com a construção de um algoritmo de agregação e representação gráfica que reuniu inicialmente 46 indicadores para as três dimensões analisadas, utilizando-se uma base de dados com aproximadamente 100 nações conforme descrito em Bellen (2005).

Pode-se dizer que uma sociedade se aproxima do desenvolvimento sustentável quando seu bem-estar é alto e o estresse sobre o sistema ecológico é baixo. Nesse sentido, segundo Hardi et. al. (1997), é um grande desafio explorar e analisar um sistema holístico, pois, uma visão holística não requer apenas uma visão dos sistemas econômico, social e ecológico, mas também a interação entre esses sistemas.

A segunda ferramenta citada pelos especialistas internacionais é o Barômetro de Sustentabilidade. Segundo Prescott-Allen (2001), o Barômetro de Sustentabilidade, criado pela União de Conservação Mundial, tem o objetivo de medir e comunicar o bem-estar e o progresso de uma sociedade para a sustentabilidade. A partir da sua utilização, é possível extrair conclusões sobre as condições das localidades e os efeitos de interações pessoa-ecossistema.

O Barômetro é particularmente útil como uma ferramenta de comunicação. Devido a sua simplicidade, pode ser usado em quase todos os níveis (local, nacional, regional, continental e global). Este método avalia um conjunto de indicadores das dimensões social e ambiental, sendo a seleção e o peso desses determinados tanto por especialistas como por atores sociais. Os dados analisados são representados numa configuração bidimensional em que as categorias de bem-estar humano e de ecossistema são introduzidas em escalas relativas, que vão de 0 a 100, indicando uma situação variável de circunstâncias ruins e boas em relação à sustentabilidade. A localização do ponto definido por estes dois eixos, dentro do gráfico bidimensional, fornece uma medida de sustentabilidade ou não do sistema.

É importante observar que o Barômetro de Sustentabilidade trata dos escopos ambientais e sociais. Essas duas dimensões definem bem a sustentabilidade de um sistema, pois considera que o desenvolvimento sustentável

almeja uma utilização moderada dos recursos naturais para fins econômicos visando manter o bem-estar da sociedade.

Por fim, tem-se a Pegada Ecológica. Este indicador é analisado no presente trabalho e é caracterizado na seção seguinte.

Pegada Ecológica: Conceito, Princípios e Condições

Na relação entre demanda humana e natureza, a Pegada Ecológica é um importante instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. O seu conceito foi criado por Mathis Wackernagel e William Rees, da Universidade de British Columbia, no início dos anos de 1990 e, segundo os autores, ela utiliza áreas produtivas de terra e água necessárias para produzir os recursos e assimilar os resíduos gerados pelo indivíduo, cidade, nação ou setor econômico. A Pegada Ecológica contrasta o consumo dos recursos pelas atividades humanas com a capacidade de suporte da natureza e mostra se seus impactos no ambiente global são sustentáveis no longo prazo (Figura 1). Ela também possibilita que se estabeleçam *benchmarks*, sendo possível realizar comparações entre indivíduos e setores econômicos.

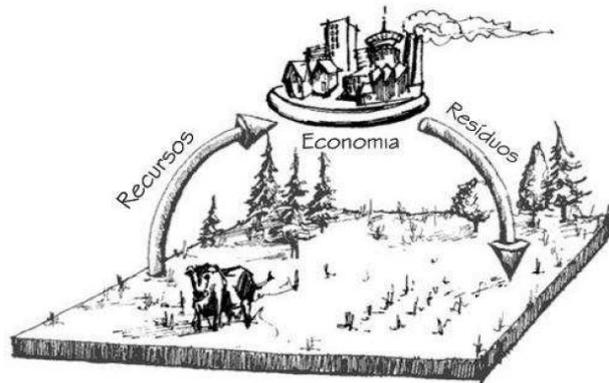


Figura 1. Relação recursos-economia-resíduos na Pegada Ecológica.

Fonte: WACKERNAGEL e REES (1996).

De forma geral, a Pegada Ecológica pode ser fundamentada em três princípios. O primeiro deles se refere a sustentabilidade; em seguida, tem-se a equidade; e, por último, o *overshoot*. O princípio da sustentabilidade visa satisfazer as necessidades humanas no presente e no futuro sem destruir a capacidade da natureza em regenerar e absorver os resíduos. Para que se avance em direção à sustentabilidade, é preciso que a carga humana esteja em consonância com a capacidade de suporte do ecossistema. Deste modo, é preciso que se adequem os níveis de consumo, os estilos de vida, a utilização dos recursos e a assimilação dos resíduos com as condições ecológicas, a fim de que não se consumam os produtos e os utilize mais rapidamente do que possam ser regenerados e/ou absorvidos.

A sustentabilidade está intimamente ligada ao princípio da equidade, o que denota uma relação de interdependência entre esses dois princípios. Isso significa que não existem meios de haver sustentabilidade sem o princípio da igualdade concernente ao uso que se faz do meio ambiente por todos no cenário mundial. O princípio da equidade leva em consideração a equidade entre gerações ao longo do tempo (nesse sentido, a Pegada mensura a extensão com que a humanidade usa os recursos naturais em relação à capacidade de regeneração da natureza); a equidade nacional e internacional em tempos atuais, dentro e entre nações (para este caso, a Pegada mostra quem e quanto consomem); a equidade entre espécies (a Pegada mostra o quanto a humanidade domina a biosfera à custa de outras espécies).

O fato de se exceder no consumo dos fatores que a natureza propicia acaba por compor outro princípio da Pegada, o *overshoot*. Este se refere ao limite existente em relação a todas as energias e matérias. Ou seja, a partir de certo ponto, o crescimento material só pode ser adquirido à custa da não-regeneração do capital natural e da diminuição dos serviços para a manutenção da vida.

Alguns Governos consideram que sustentabilidade é incompatível com desenvolvimento. Isso é um grande equívoco já que é possível conciliar as duas coisas, pois se defende que, no futuro, países com reservas ecológicas suficientes para sustentar seu consumo e até mesmo exportar para outros países terão uma vantagem competitiva em relação a países que não possuem reservas ecológicas.

Diante disso, a Pegada Ecológica se torna também uma ferramenta para demonstrar aos governantes a necessidade de utilizar adequadamente os recursos naturais. Nesse sentido, os resultados do cálculo da Pegada Ecológica podem ser usados pelos Governos de várias formas:

- 1) Melhorar a compreensão do país sobre sua Pegada Ecológica e sua biocapacidade e isso se estende a:
 - Identificar recursos e dependências;
 - Reconhecer a capacidade de um recurso;
- 2) Explorar políticas de criação para:
 - Proteger os interesses naturais e alavancar as oportunidades existentes;
 - Conduzir a economia de acordo com os limites globais, incluindo o planejamento de baixar as emissões de carbono no futuro;
 - Adicionar inovações que mantenham ou melhorem a qualidade de vida e ao mesmo tempo reduzir a dependência da capacidade ecológica;
- 3) Aproveitar as oportunidades comerciais para:
 - Criar um comércio forte posicionado para as melhores exportações sabendo as reservas ecológicas que tem e que não tem;
 - Minimizar e priorizar a necessidade de recursos externos;
- 4) Criar uma base para fixação de metas e acompanhamento do progresso para possibilitar o desenvolvimento econômico sustentável e duradouro. Em particular, para orientar os investimentos em infra-estrutura que seja tanto eficiente no uso dos recursos naturais e resilientes se fornecerem uma destruição material;

5) Proporcionar uma medida complementar para o PIB que possa ajudar a conduzir a uma nova maneira de medir o progresso humano e o desenvolvimento.

A Pegada Ecológica mede as quantidades de terra e água necessárias para que se possa produzir ao mesmo tempo em que todos os resíduos gerados por essa produção sejam absorvidos. E diante disso, poderá ser feita uma comparação com a biocapacidade existente.

Criou-se o hectare global que representa um hectare com produtividade média global, devido às diferentes produtividades dos países.

O cálculo da Pegada Ecológica baseia-se em seis fundamentos:

- A maioria das pessoas ou atividades consome resíduos e os resíduos que são gerados podem ser monitorados;
- A maioria dos recursos e dos fluxos de resíduos pode ser mensurada em termos de área biologicamente produtiva necessária para mantê-los. Recursos e fluxos de resíduos que não podem ser medidos em termos de área biologicamente produtiva são excluídos da avaliação, levando a uma sistemática substituição da demanda total destes fluxos no lugar dos ecossistemas.
- Estimação em proporção da bioprodutividade de cada área, pois diferentes tipos de áreas podem ser convertidos em uma unidade comum de biocapacidade, o hectare global. Esta unidade é usada tanto para expressar a Pegada Ecológica como a biocapacidade.
- Porque um hectare global de demanda representa um uso particular que exclui qualquer outro uso monitorado pela Pegada e todos os hectares globais em um único ano representam à mesma capacidade de bioprodutividade que pode ser somada. Junto eles representam a demanda agregada ou Pegada Ecológica. Da mesma forma, a dimensão de cada hectare global pode ser dada de acordo com a sua capacidade e então ser somado para calcular a biocapacidade.
- Como ambos são expressos em hectares globais, a demanda humana, medida pelo cálculo da Pegada Ecológica, pode ser diretamente comparada com o nível global, regional, nacional ou local de biocapacidade.
- A área demandada pode exceder a área disponível. Se a demanda em um ecossistema particular exceder a capacidade regenerativa do ecossistema, as riquezas ecológicas serão reduzidas. Por exemplo, as pessoas podem demandar, temporariamente, as florestas e a pesca, mais rápido do que elas podem ser renovadas, mas as consequências são menores que as previstas no ecossistema. Quando a demanda humana excede a biocapacidade disponível, tem-se o *overshoot*.

Na verdade, o método da Pegada Ecológica quantifica os fluxos de energia e massa de uma economia ou atividade específica, convertidos em áreas correspondentes necessárias para suportar esses fluxos. O poder do método está no fato de que toda a exploração humana dos recursos e do meio ambiente é reduzida a uma única dimensão, áreas de terra e água para seu suporte.

No intuito de fornecer uma resposta quantitativa à questão de quanta capacidade regenerativa é requerida para manter um determinado fluxo de recurso, necessita-se fazer algumas considerações (LOH e WACKERNAGEL, 2004). A primeira delas diz respeito à possibilidade de monitorar as quantidades anuais

dos recursos consumidos e desperdícios gerados pela população (essas quantidades devem ser medidas em termos físicos - toneladas ou metros cúbicos).

A segunda condição diz que a maioria dos fluxos (recursos e desperdícios) pode ser medida em termos de área necessária para manter estes fluxos (existe relação entre processos bioprodutivos e superfícies que podem capturar a luz solar por fotossínteses). Atualmente, a maioria dos ecossistemas pode ser mapeada considerando este princípio. Fluxos de recursos e desperdícios que não podem ser medidos nestes termos são excluídos da avaliação (LOH e WACKERNAGEL, 2004).

A terceira condição diz que as diferentes zonas em hectares reais podem ser expressas em termos de áreas padronizadas com produtividade média (pela ponderação de cada área em proporção à sua produção potencial anual de produtos agrícolas), as diferentes zonas podem ser expressas em áreas padronizadas. Estas áreas padronizadas, chamadas "hectares globais" (gha), representam os hectares com potencial para produzir biomassa utilizável (cultivos) igual à média potencial mundial de um determinado ano.

A quarta suposição diz que as áreas equivalentes à demanda humana (Pegada) e à oferta da natureza (biocapacidade) podem ser diretamente comparadas (os componentes e as categorias são comensuráveis e facilmente comparáveis). Foi esta propriedade que converteu a Pegada ecológica em uma ferramenta didática e simples de comparação do impacto humano e da oferta da natureza.

Por último, tem-se que a área de demanda pode exceder a área ofertada (uma Pegada maior que a biocapacidade indica que a demanda excede a capacidade regenerativa do capital natural existente). Isto representa que o sistema, da forma como é administrado, é insustentável. Por exemplo, se produtos florestais são explorados a uma taxa que é o dobro da taxa de regeneração, sua Pegada é duas vezes o tamanho da floresta. Isto significa que essa exploração ocorre de forma insustentável. Loh e Wackernagel (2004) se referem a esta situação como "excesso ecológico". Já Hails et al. (2006) se referem ao "déficit ecológico". O caso contrário, em que há um saldo positivo, é chamado de "reserva ecológica". Muitos países compensam seus déficits ecológicos através da importação de biocapacidade de outros países.

Vários países adotam a Pegada Ecológica. Na Califórnia, EUA, o projeto "Time to Lighten Up" tem incentivado muitas cidades do país a aderir às iniciativas do Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais. Em 2003, Gales adotou a Pegada Ecológica como indicador de sua sustentabilidade. O governo suíço incorporou a Pegada no plano de desenvolvimento sustentável da nação. O Japão inclui a Pegada como uma medida no seu Plano Ambiental.

Além de sua utilidade para os governantes o cálculo da Pegada Ecológica das nações tem por objetivo:

- Proporcionar um sólido e transparente cálculo científico das demandas colocadas por diferentes nações em regenerar a capacidade da biosfera;
- Construir um método real e consistente que permita a comparação internacional das nações em demandas da capacidade regenerativa global;

- Produzir informação em um formato que seja útil para o desenvolvimento de políticas e estratégias para a vida dentro dos limites biofísicos;
- Criar núcleos de dados que possam ser utilizados como base para a análise da Pegada Ecológica das nações subdesenvolvidas, tais como estados, empresas ou produtos.

A unidade de medida da Pegada Ecológica é o "hectare global" (gha). Esta unidade corresponde a um hectare de espaço biologicamente produtivo com "produtividade média mundial". Este componente espacial faz da Pegada ecológica uma poderosa ferramenta pedagógica e comunicativa dos efeitos do consumo de recursos, aos usuários finais (COSTANZA, 2000). No hectare global, a produtividade é o potencial de alcançar a produção agrícola máxima a um nível específico de entradas.

A finalidade de se utilizar os hectares globais é permitir a comparação das duas partes que compõem o cálculo da Pegada Ecológica, a Pegada e a biocapacidade de diferentes regiões, os quais têm qualidades e características diferentes de áreas para cultivos, pastagem, florestas e zonas de pesca. O método utiliza dois fatores para converter cada uma das áreas biologicamente produtivas dos países, de hectares (ha) a hectares globais (gha): o fator de equivalência e o fator de rendimento.

a) Fator de equivalência: fatores de equivalência representam a produtividade potencial média global de um determinado espaço bioprodutivos em relação à produtividade média global de todas as áreas bioprodutivas. O fator de equivalência para a área de cultivo total, em 2001, foi 2,1 (MONFREDA et al. 2004). O fator de equivalência para o cultivo é derivado do índice de conveniência (SI) das "Global Agro-Ecological Zones – GAEZ (2000)". GAEZ é um modelo espacial (IIASA e FAO, 2000) de potenciais de produtividade agrícola. Assim, esse fator é a razão do SI específico do uso da terra pela média dos SI's. De forma geral, os fatores de equivalência definem a quantidade de hectares globais (gha) contidos em uma categoria de uso de terra (ha). Funcionam como um elemento redistributivo dos hectares reais em seu equivalente de hectares globais; por exemplo, o valor de fator de equivalência cultivos em 2001 foi 2,1, o que significa que cada hectare real cultivado equivale a 2,1 hectares globais.

b) Fator de rendimento: fator de rendimento está relacionado a quanto uma área bioprodutiva de uma determinada região é mais (ou menos) produtiva do que a média global da mesma área (MONFREDA et al., 2004). Cada país tem seus fatores de rendimento, que são calculados anualmente, um para cada tipo de área. Eles representam a razão entre a área que um país utiliza para produzir seus bens e a área que seria necessária para produzir os mesmos bens com as médias de produtividade mundial. Por exemplo, o fator de rendimento para áreas de cultivo no Brasil, é a razão entre a produtividade média brasileira e a mundial.

Porém, o Método da Pegada Ecológica é limitado em três pontos: alguns aspectos de sustentabilidade são excluídos, alguns aspectos de demanda são difíceis de quantificar e como qualquer método pode ocorrer erros na execução.

ESPECIFICAÇÃO DA FUNÇÃO DISCRIMINANTE

Esta seção trata da estimação da função discriminante, devendo-se especificar os grupos que são utilizados no estudo. São empregados dois grupos para a realização da análise discriminante. Estes são formados pelos países que possuem Pegada Ecológica abaixo e acima da média.

A análise discriminante permite elaborar uma "regra" (função) de discriminação de grupos, objetos, itens ou indivíduos com base em um número grande de variáveis. Seu principal objetivo é encontrar uma ou mais funções que sejam capazes de efetuar a discriminação entre os grupos. Sendo assim, a análise discriminante inicia-se a partir de grupos previamente definidos e investiga qual variável possui maior poder de discriminação entre os grupos (HAIR et al., 1995).

Além disso, é um método que cria uma ou mais variáveis Y que são uma combinação linear⁶ das variáveis que servem de base para a análise. Deste modo, Y_i é a função discriminante que assume a seguinte forma:

$$Y_i = \alpha_1 X_{1i} + \alpha_2 X_{2i} + \dots + \alpha_n X_{ni} \quad (1)$$

em que Y_i são os escores da variável Y (países que possuem Pegada Ecológica abaixo e acima da média); α_i , coeficientes ponderados cujos valores são estimados pelo método; e X_{ji} , variáveis que servem como discriminadoras entre os grupos de elementos, para os quais, os escores são computados. Idealmente, estes escores serão, razoavelmente, semelhantes para os membros do mesmo grupo. No presente estudo, a variável PIB real e a biocapacidade são utilizadas como discriminadora entre os grupos.

A função discriminante é estimada de forma a maximizar a separação entre os grupos (heterogeneidade) e a igualdade dentro de cada grupo (homogeneidade) a partir da equação:

$$|M^{-1}A - I\lambda| = 0 \quad (2)$$

em que M é a matriz intergrupos; A , matriz de dispersão intragrupos; λ , raízes características de $M^{-1}A$.

Deve-se destacar que essas funções são extraídas em ordem decrescente de importância, o que significa que a primeira função é a que extrai o máximo da variância intergrupos; a segunda extrai a variância remanescente e, assim, sucessivamente. Associada a cada função existe uma raiz característica que representa a porção da variância total intergrupos explicada pela função.

Para a aplicação de testes de significância às funções discriminantes lineares, os seguintes pressupostos devem ser observados:

⁶ Um dos motivos de se ter utilizado uma função linear consiste em sua forma simples e interpretação clara dos efeitos de cada variável independente. Para maiores detalhes ver Morrison (1969).

- a) As observações em cada grupo são escolhidas ao acaso;
- b) A probabilidade de um indivíduo desconhecido pertencer a um dos grupos é a mesma;
- c) As variáveis discriminantes têm distribuição normal;
- d) As matrizes de covariâncias dos grupos são iguais;
- e) As populações diferem quanto às médias.

FONTE DE DADOS

Os dados relacionados ao PIB *per capita* real, para o ano de 2005, foram retirados da PENN WORLD TABLE para os países selecionados⁷. Os valores do PIB *per capita* real foram obtidos pela soma do consumo, investimento, gastos do governo, as exportações, e subtraindo as importações em dado ano. Os componentes são obtidos por extrapolação dos valores em dólares para o ano de 1996 utilizando as taxas de crescimento nacional. É um índice de base fixa em que o ano de referência é 1996.

Já os dados referentes à biocapacidade e à Pegada Ecológica foram retirados de EWING et. al. (2008), que resume a Pegada e a biocapacidade para os países analisados no ano de 2005.

DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE PEGADA ECOLÓGICA E PIB

O cálculo da função discriminante para os grupos com Pegada Ecológica abaixo e acima da média é realizado com as variáveis PIB real *per capita*, Pegada Ecológica e biocapacidade dos países selecionados. Nesse caso, o número de grupos utilizados resume-se a dois: aqueles países que possuem Pegada Ecológica abaixo da média e os que a possuem acima da média.

A Tabela 1 mostra as variáveis que entraram no modelo.

Tabela 1. Variáveis que foram selecionadas pelo modelo

Variáveis	λ de Wilks	Teste F	Significância
Biocapacidade	0,561	25	0,000
PIB real	0,318	24	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

⁷ Os países selecionados para este estudo foram: Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Lituânia, Portugal, Romênia, Suécia, Estados Unidos, Japão China, Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e Venezuela.

Os resultados mostram que os valores λ de *Wilks* foram de 0,561 e 0,318 para a biocapacidade e para o PIB real respectivamente, significando que a função serve para separar os dois grupos, já que os valores de λ devem variar entre zero e um, e quanto menor for esse coeficiente, melhor será a função. De acordo com o Teste F, todas as variáveis são importantes para discriminar os grupos de quem possui maior Pegada Ecológica.

Os resultados encontrados para a função discriminante padronizada podem ser visualizados na Tabela 2. Os coeficientes são positivos indicando uma relação direta entre as variáveis selecionadas, isto significa que aumentos no PIB *per capita* real e na biocapacidade levarão a aumentos na Pegada Ecológica, para a maioria dos países selecionados. O resultado encontrado é esperado já que se sabe que a atividade econômica gera resíduos que não são absorvidos no processo produtivo. Parte destes resíduos é devolvida à natureza gerando sérios distúrbios ambientais como poluição hídrica, do solo, do ar, da água etc.

Tabela 2. Função discriminante padronizada

Variáveis	Coeficientes
PIB real	0,984
Biocapacidade	1,181
λ de Wilks	0,318

Fonte: Resultados da pesquisa.

Entretanto, nota-se que alguns países possuem um PIB extremamente alto e sua Pegada Ecológica está perto ou abaixo da média, que é igual a 4,7 para os 27 países selecionados (Tabela 3). Os principais exemplos são Bélgica (o quinto maior PIB *per capita*), Japão (o sétimo maior PIB *per capita*), Alemanha (o nono maior PIB *per capita*) e Espanha (o décimo maior PIB *per capita*).

Tabela 3. *Ranking* dos dez primeiros colocados em termos de PIB real *per capita*

Países	Pegada Ecológica	PIB real <i>per capita</i>
Estados Unidos	8,63	41870,41
Irlanda	5,9	38659,30
Áustria	5,2	33450,33
Dinamarca	6,5	32162,13
Bélgica	4,6	31750,13
Suécia	9,0	30657,46
Japão	3,3	29780,30
Finlândia	9,9	29761,46
Alemanha	4,6	29547,74
Espanha	4,1	29150,46

Fonte: Resultados da pesquisa.

Uma das explicações possíveis para este resultado pode estar relacionada a uma maior consciência ambiental nesses países. Entretanto, esta constatação não

implica, necessariamente, que a maior conscientização ambiental é resultado do maior PIB. No Japão, por exemplo, a cultura e os costumes são apontados como os principais responsáveis pela maior conscientização ambiental. Os japoneses são cautelosos em relação a poupar energia, reciclar lixos e não desperdiçar. Nesse país, o lixo deve ser rigorosamente separado, a água quente é aquecida por gás, a energia elétrica é limitada (é impossível ligar muitos aparelhos ao mesmo tempo). Em adição, em jardins e vasos sanitários é apenas utilizada água “reciclada” – imprópria para o consumo humano.

No que se refere ao comportamento do PIB *per capita* e Pegada Ecológica para os dez últimos países colocados em termos do Produto Interno Bruto, pode-se observar que a grande maioria possui Pegada Ecológica abaixo da média (Tabela 4). O Uruguai constitui-se em uma exceção, pois, mesmo estando entre os dez países de menor produto, obteve um valor extremamente alto para a sua Pegada. Os demais países mantiveram a relação esperada, ou seja, valores para o PIB menores com valores da Pegada também menores.

Tabela 4. *Ranking* dos dez últimos colocados em termos de PIB real para o ano de 2005

Países	Pegada Ecológica	PIB real <i>per capita</i>
Eslováquia	4,2	14733,91
Argentina	4,9	13603,17
Lituânia	3,7	12476,56
Uruguai	7,3	11156,95
Venezuela	2,9	10972,88
Brasil	3,3	9000,30
Bulgária	3,4	8609,57
Romênia	2,9	8211,24
China	2,0	6482,99
Paraguai	3,9	4590,96

Fonte: Resultados da pesquisa.

O Uruguai apesar de estar entre os dez últimos países em termos de valor do PIB, ele é um dos países que mais cresce na América Latina. O país tem sua economia baseada na exportação de produtos do setor agropecuário com grande exploração de seus recursos naturais. Nos últimos anos, houve uma intensificação do uso de agrotóxicos nos terrenos, aumentando a sua produtividade e também os danos ambientais causados. Além da questão produtiva, o aumento populacional nas costas do Sul do Uruguai vem provocando grande degradação nas águas do Rio da Prata, afetando diretamente a vida marinha. No que se refere à legislação ambiental, somente em janeiro de 1994 que foi aprovada a primeira lei para avaliar os impactos ambientais no país (PEREIRA, 2005).

A Figura 2 ilustra a distribuição geográfica dos 27 países selecionados para a análise. A cor roxa mostra aqueles países que tiveram Pegada Ecológica acima da média e a cor verde apresenta aqueles que tiveram a Pegada abaixo da média.

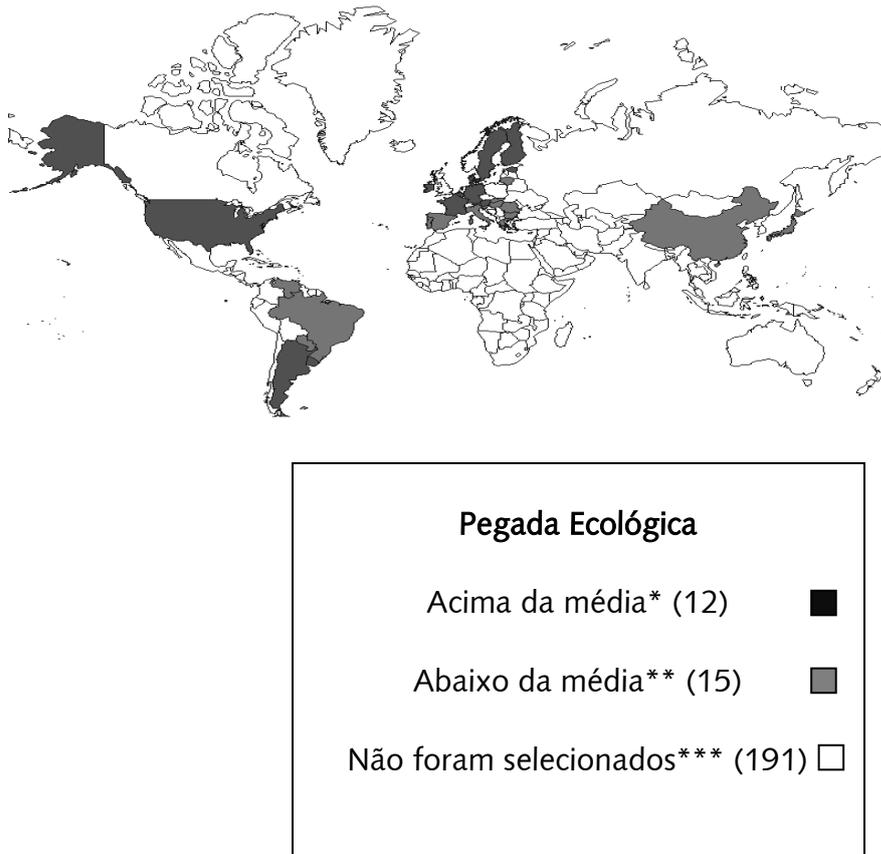


Figura 2. Distribuição geográfica da Pegada Ecológica.

Fonte: Elaborada pela autora, através dos dados de EWING et. al. (2008).

* Pegada Ecológica acima da média indica maior degradação ambiental

** Pegada Ecológica abaixo da média indica menor degradação ambiental

A Pegada Ecológica da China, juntamente com a Romênia e o Brasil, apresentou o menor valor para a amostra selecionada. A mudança climática, que agrava sobremaneira a Pegada, é preocupante para a China, entretanto, a crescente migração do campo para as cidades talvez seja um fator ainda mais preocupante para os líderes chineses, já que isso aumenta extremamente a demanda por energia. Só em 2009, a China formulou vários projetos eólicos, solares, nucleares para transporte em massa e queima eficiente de carvão. Isso demonstra que o país pretende atender a essa nova demanda utilizando fontes nacionais e mais limpas de energia. Na verdade, os chineses desejam liderar a nova revolução verde denominada de Tecnologia Energética.

O Brasil, por sua vez, destaca-se, na América do Sul, como um dos países mais representativos em termos de PIB. Por meio da Figura 2, observa-se que este país também se destaca em termos do valor da Pegada Ecológica (3,3), que foi inferior a média dos países com sua importância econômica. Uma possível explicação para isso é o fato do Brasil ter uma matriz energética que utiliza pouco mais de 50% de combustíveis fósseis, enquanto a média mundial está acima de 85% (ABRAMOVAY, 2010). Outro fator importante é o seu avanço em termos de

políticas ambientais. Desde 1981, quando foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente com a função principal de comandar um amplo Sistema Nacional de Meio Ambiente, buscou-se desenvolver aparelhos que regulamentam a implantação de qualquer iniciativa econômica. Licenciamentos ambientais são exemplos importantes destes aparelhos.

Outro país que se destaca em termos de PIB e Pegada Ecológica são os Estados Unidos. Este país, juntamente com a Finlândia e Suécia, possui o maior PIB *per capita* real e também a maior Pegada Ecológica do Planeta. A relação entre PIB e Pegada Ecológica neste caso é esperada, já que quanto mais se produz, mais geram-se resíduos que serão devolvidos a natureza.

Diante do exposto, constata-se que não existe uma relação definitiva entre PIB e impacto ambiental. Ora esta relação é positiva, ora é negativa. Sendo assim, a conscientização ambiental pode ser o grande fator relevante nesta discussão. Deve-se considerar ainda que conscientização e nível de riqueza nem sempre estão interligados. Talvez, os fatores mais importantes nesta relação estejam atrelados aos costumes, a cultura e a educação ambiental⁸⁸.

Mesmo que a relação entre PIB e Pegada não seja bem definida no que se refere ao seu sentido, observa-se que o PIB é uma variável importante para discriminar países que possuem Pegadas acima e abaixo da média. Sendo assim, nos próximos anos, tem-se que repensar esta relação e, a partir daí, verificar se a continuidade do crescimento desmedido (baseado na exploração predatória da natureza) é adequada em um cenário em que os recursos escassos são os naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São visíveis os desequilíbrios causados pela intervenção do homem no meio ambiente, sobretudo no que se refere à sua atividade produtiva. É por isso que a relação entre PIB e danos ambientais tornou-se tão importante na atualidade. Esta relação foi objeto de análise do presente estudo e a Pegada Ecológica na produção representou o impacto ambiental causado pelo homem à medida que realiza produção.

Com base na análise dos resultados, observou-se que o PIB foi uma variável importante para discriminar os grupos de países que possuem Pegada Ecológica abaixo e acima da média. Quanto maior o PIB, maior o dano ambiental causado pelos países selecionados, pois esta variável discrimina em favor da Pegada Ecológica acima da média. Neste contexto, torna-se necessário que as economias, principalmente aquelas mais desenvolvidas, iniciem uma discussão a respeito da possibilidade de uma condição estacionária (se não decrescente) para a sua produção. Países em desenvolvimento como o Brasil ainda precisam de

⁸⁸ A versão da Curva de Kuznets ambiental não é confirmada no presente estudo, pois nem sempre países com o PIB mais alto são aqueles que estão gerando menor impacto no meio ambiente. E quando a evidência existe, as explicações estão mais associadas a costumes e a própria cultura que ao PIB. Para maiores detalhes sobre a Curva de Kuznets Ambiental ver Grossman e Krueger (1995).

crescimento, entretanto, eles não devem privilegiar apenas a forma de crescimento quantitativa, sem nenhum respeito ao meio ambiente, mas também a qualitativa, observando as diferenças entre setores, insumos de produção, tecnologias, pessoas etc.

No que se refere especificamente ao Brasil, a sua economia pode se tornar um exemplo internacional na relação entre crescimento e meio ambiente. Apesar de sua Pegada Ecológica está abaixo da média, é necessário que, assim como na União Europeia, no Japão e na China, a inovação industrial brasileira tenha como objetivo fundamental a preocupação em restringir ao mínimo o uso de materiais e energia por unidade de produto. Para isso, torna-se necessário um rastreamento maior não só das emissões de gases de efeito estufa, mas dos impactos da produção material sobre a biodiversidade. É essencial também rastrear não apenas a Pegada de carbono, mas rastrear a Pegada de água e dos demais materiais usados na produção.

Além disso, deve ser dada maior atenção a questões relacionadas à Amazônia. Existem maneiras sustentáveis de explorar seus recursos. Não se pode simplesmente utilizá-la como um local de extração de minérios ou de produção de energia; muito menos, tratá-la como a solução para a produção de *commodities* em grande escala. O país precisa ofertar *commodities*, mas isso deve ser feito paralelamente à transição da economia atual para uma economia de baixo carbono, baseada no conhecimento da natureza. Segundo Abramovay (2010), necessita-se potencializar uniões de empresas que estimulem a preservação dos serviços ecossistêmicos básicos, além de torná-los fonte de inovação tecnológica e de ganhos econômicos. Para que isto ocorra, é importante que fique claro que o aumento da produção de qualidade e da produtividade em qualquer lugar do mundo não pode estar relacionado com maior degradação e geração descontrolada de resíduos.

Para amenizar os problemas ambientais, o primeiro passo é o reconhecimento por parte dos agentes públicos e privados de que este problema existe e que precisa ser sanado. Isso não é tarefa simples, pois, iniciativas para esse tipo de solução, que envolvam o meio ambiente, alteram o padrão de produção (baseado em processos intensivos em energias não renováveis) que vem sendo construído e estimulado ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. **Economia de baixo carbono: o desafio brasileiro. 2010.** Disponível em 01/12/2010: <http://www.ces.fgvsp.br/gvces/index.php?page=Noticia&id=199374>.

BELLEN, H.M. van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Rio de Janeiro: FGV Editora, 2005. 256 p.

BRUNDTLAND, Harlem. **Our common future**. 1987. Disponível em: http://www.regjeringen.no/upload/SMK/Vedlegg/Taler%20og%20artikler%20av%20tidligere%20statsministre/Gro%20Harlem%20Brundtland/1987/Presentation_of_Our_Common_Future_to_UNEP.pdf. Acesso em 12/12/2010.

COSTANZA, R. The dynamics of the Ecological Footprint concept. **Ecological Economics** 32, 341-345. 2000.

EMBRAPA CAFÉ. **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil Relatório de Realização e Síntese do Conteúdo Apresentado**. 2010. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/index.php/start-download/documentos/929-documentos-6-vi-simposio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasil-relatorio-de-realizacao-e-sintese-do-conteudo-apresentado>. Acesso em 05/12/2010.

EWING, B; GOLDFINGER, S; WACKERNAGEL, M; STECHBART, M; RIZK, S. M; REED, A; KITZES, J. **The Ecological Footprint Atlas 2008**. Oakland: Global Footprint Network. 2008.

GROSSMAN, G; KRUEGER, A. Economic Growth and the Environment. **Quarterly Journal of Economics**, v.110, n.2, p.353-377, 1995.

HARDI, P., BARG, S. **Measuring Sustainable Development: Review of Current Practice**. Winnipeg: IISD, 1997.

HAIR JR., J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W. **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

HART, S. How green production might sustain the world. **Journal of the Northwest Environmental**, 1994, 10: 4-14.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2002**. IBGE – Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. (Estudos & Pesquisas – Informação Geográfica, n. 2).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2008 Brasil**. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/ids/ids2008.pdf>. Acesso em: 03/09/2008.

IIASA e FAO. **Global Agro-Ecological Zones (GAEZ)**. 2000 CD-ROM. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. 2000.

LOH, J.; WACKERNAGEL, M. Living planet report. 2004. **World Wide Fund for Nature International (WWF), UNEP World Conservation Monitoring Centre, Global Footprint Network**, Gland, Switzerland. 2004.

MONFREDA, C.; WACKERNAGEL, M.; DEUMLING, D. **Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments**. Land Use Policy 21 (2004): 231-246. 2004.

MORRISON, D.G. On Interpretation in Discriminant Analysis. **Journal of Marketing Research** 6 (May), pp. 156-163, 1969.

NASCIMENTO, K. **O PIB e a contabilidade do intangível**. Revista Brasileira de desenvolvimento sustentável, ano 7, número 26, 2006.

PENN WORLD TABLE. **Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania**. Disponível em http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt63/pwt63_form.php. Acesso em 19/11/2009.

PRESCOTT-ALLEN, R. **The Barometer of Sustainability**, IUCN, 2001 a. Disponível em: www.iucn.org/themes/eval/english/barom.htm. Acesso em: 07/12/2009.

REDCLIFT, M. **Sustainable Development – exploring the contradictions**. Londres: Richard Clay Ltd, 1992.

RIBEIRO, M.F. PEIXOTO, J.A.A. XAVIER, L.S. **Estudo do indicador de sustentabilidade Pegada Ecológica: uma abordagem teórico-empírica**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Paraná, outubro de 2007.

ROSS, J.L.S. **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

VICTOR, H.P. JÚNIOR, W. C. S. **Pegada Ecológica do Brasileiro – Aprimoramento Metodológico**. **Anais do 15º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do Instituto Tecnológico da Aeronáutica**, São José dos Campos, outubro de 2009.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our Ecological Footprint: reducing human impact on the Earth**. 6. ed. Canada: New Society Publishers, p.160. 1996.

Submetido em 13/11/2012.

Aprovado em: 05/04/2013.

Alice Aloísia da Cruz

Mestranda em Economia Aplicada pela ESALQ – USP.

Endereço: Av. Pádua Dias, 11. CEP: 13418-900 – Piracicaba, SP - Brasil

E-Mail: alicealcruz@hotmail.com

Elaine Aparecida Fernandes

Doutora Em Economia Aplicada e Professora do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa.

Endereço: Av. P.H. Rolfs, S/N, Campus Universitário. CEP: 36570-000 - Viçosa, Mg - Brasil

E-Mail: eafernandes@ufv.br