

**UMA ABORDAGEM SOBRE A EVOLUÇÃO DA CONSTRUÇÃO
DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE****Mirian de Sousa Silva**¹**Luis Antônio Coimbra Borges**²**Elton Magno de Freitas**³

Resumo: Os indicadores de sustentabilidade têm sua aplicabilidade no fornecimento de informações para a tomada de decisões, tendo como referência as dimensões ambiental, social e econômica. Este artigo consiste em uma revisão de literatura no qual procura descrever as principais características empregadas na construção dos indicadores e analisar a evolução da construção das metodologias que deverão compor os indicadores de sustentabilidade ambiental. Uma das principais características dos indicadores é que suas dimensões ambiental, social e econômica devem ser avaliadas nos processos de tomada de decisão de forma integrada. Foram encontrados na literatura vários índices de sustentabilidade como: Síntese energética, Pegada Ecológica, Contabilidade de Fluxo de Material, Pressão-estado-resposta, Barômetro da Sustentabilidade, Índice de Desempenho Ambiental, Índice de Vulnerabilidade Ambiental, Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável, dentre outros. Apesar dessa variedade de índices, esses apresentam dificuldades relacionadas com a sua interpretação, sua seleção e sua utilização. Contudo, os indicadores de sustentabilidade, precisam ser incorporados ao cotidiano e ao planejamento das pessoas, gestores e organizações como poderosas ferramentas de decisão.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável, meio ambiente, políticas públicas.

¹ Engenheira Florestal, doutoranda em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Lavras. E-mail: mirianfloresta@gmail.com

² Engenheiro Florestal, professor adjunto do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras. E-mail: luis.borges@dcf.ufla.br>

³ Engenheiro Florestal, mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Lavras. E-mail: tommfreitas@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O termo “sustentabilidade” vem sendo empregado e discutido como princípio político na formulação e no planejamento de políticas públicas em países desenvolvidos e em desenvolvimento desde a publicação do Relatório de Brundtland (HAGSHENAS & VAZIRI, 2012; RAMETSTEINER et al, 2011). Conhecido também por Relatório “Nosso Futuro Comum”, esse foi publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 no qual definiu o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer suas próprias necessidades” (UNCED, 1992).

No entanto, desde o início da década de 80, o termo foi introduzido no livro “A Estratégia Mundial de Conservação” (IUCN et al, 1980). A partir daí o termo começou a ser utilizado e discutido nas suas três principais dimensões: econômica, social e ambiental com o objetivo de realizar uma grande mudança no conceito e abordagem do desenvolvimento humano, na busca de uma nova forma de desenvolvimento (HAGSHENAS & VAZIRI, 2012; SICHE et al, 2008).

Na tentativa de estabelecer a aplicação prática do conceito de desenvolvimento sustentável, torna-se necessário determinar indicadores, objetivos e metas que podem proporcionar a medida do desempenho de um sistema em termos de sustentabilidade (PEREIRA & ORTEGA, 2012).

O objetivo principal do desenvolvimento dos indicadores de sustentabilidade foi definido pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizada no Rio de Janeiro, em 1992. O desenvolvimento e a identificação dos indicadores têm a aplicabilidade de fornecer bases sólidas de informações para a tomada de decisões em todos os níveis e que possam contribuir para uma auto-regulação da sustentabilidade ambiental e sistemas integrados de desenvolvimento (UNCED, 1992,

citado por RAMETSTEINER et al, 2011). Indicadores de sustentabilidade, para qualquer sistema, são subsídios essenciais para os tomadores de decisão, especialmente hoje, quando o planeta está enfrentando problemas ambientais e sociais (PEREIRA & ORTEGA, 2012).

Os indicadores são uma forma de diminuir, capazes de resumir, concentrar e condensar a enorme complexidade do nosso ambiente dinâmico para uma gerenciável quantidade de informação significativa (WARHURST, 2002).

Segundo, Rametsteiner et al, (2011), os indicadores vão além da descrição das condições atuais ou tendências. Eles criam uma compreensão e discernimento sobre como o ser humano e /ou sistemas ambientais operam, eles sugerem a natureza da intensidade de ligações entre os diferentes componentes dos sistemas estudados e oferecem um melhor entendimento de como as ações afetam as diferentes dimensões da sustentabilidade: economia, meio ambiente e questões sociais.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo descrever as principais características empregadas na construção dos indicadores e analisar a evolução da construção das metodologias que deverão compor os indicadores de sustentabilidade ambiental.

2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Como as principais características dos indicadores Scipioni et al, (2009), aponta a descrição das diferentes dimensões da sustentabilidade com uma perspectiva integrada, a orientação dos indicadores na orientação de processos de decisão, a participação dos indicadores no apoio às políticas locais, a objetividade e relevância na construção dos indicadores, a coerência dos indicadores com as metas de desenvolvimento e a participação das partes interessadas na escolha dos indicadores.

Nas políticas públicas os indicadores podem ser importantes antes da preparação de uma nova política ou depois da execução das políticas (Figura 1), quando se processa

a sua avaliação, (Sustentabilidade ambiental: objetivo 7: garantir a sustentabilidade ambiental, 2004).



Figura 1: Importância dos indicadores nas políticas públicas. **Fonte:** Sustentabilidade ambiental: objetivo 7: garantir a sustentabilidade ambiental, 2004.

A fim de alcançar o progresso na sustentabilidade, a tendência dos indicadores de desenvolvimento sustentável precisa ser monitorada sistematicamente, medida, quantificada e interpretada (ZDAN, 2010).

Monitorar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável requer a identificação de indicadores operacionais que proporcionem unidades gerenciáveis de informações das condições econômicas, ambientais e sociais (BÖHRINGER & JOCHEM, 2007).

O efeito mais significativo de um indicador, especialmente no início de sua aplicação, pode ser simplesmente a de tornar um problema visível. A prioridade crescente dada a questões de sustentabilidade em muitos países sugere que esses indicadores podem pelo menos sensibilizar os tomadores de decisões e o público, expandindo a base

para a tomada de decisão. Além do mais, sempre que os indicadores são atualizados e relatados regularmente, eles fornecem sinais claros sobre o sucesso ou o fracasso de iniciativas de políticas nacionais e ações (DAHL, 2012).

Mas, infelizmente, a informação científica, como a que é veiculada por indicadores, normalmente não é suficiente para produzir uma mudança em qualquer decisão nacional ou comportamento individual. Conveniência política, o peso dos interesses de curto prazo, perspectivas e satisfações imediatas, muitas vezes pesam mais do que fatos científicos quando as prioridades são definidas ou escolhas feitas. A maioria dos indicadores presentes são verdadeiras medidas de dimensões de insustentabilidade econômica, social ou ambiental que deve ser minimizada para manter uma trajetória sustentável (DAHL, 2012).

3. DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIAS

A Comissão das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável desenvolveu uma estrutura de monitoramento da sustentabilidade composta por quatro dimensões: social, ambiental, econômica e institucional; 38 sub-indicadores de 15 indicadores principais apresentados na figura 2 (LABUSCHAGNEA et al, 2005).

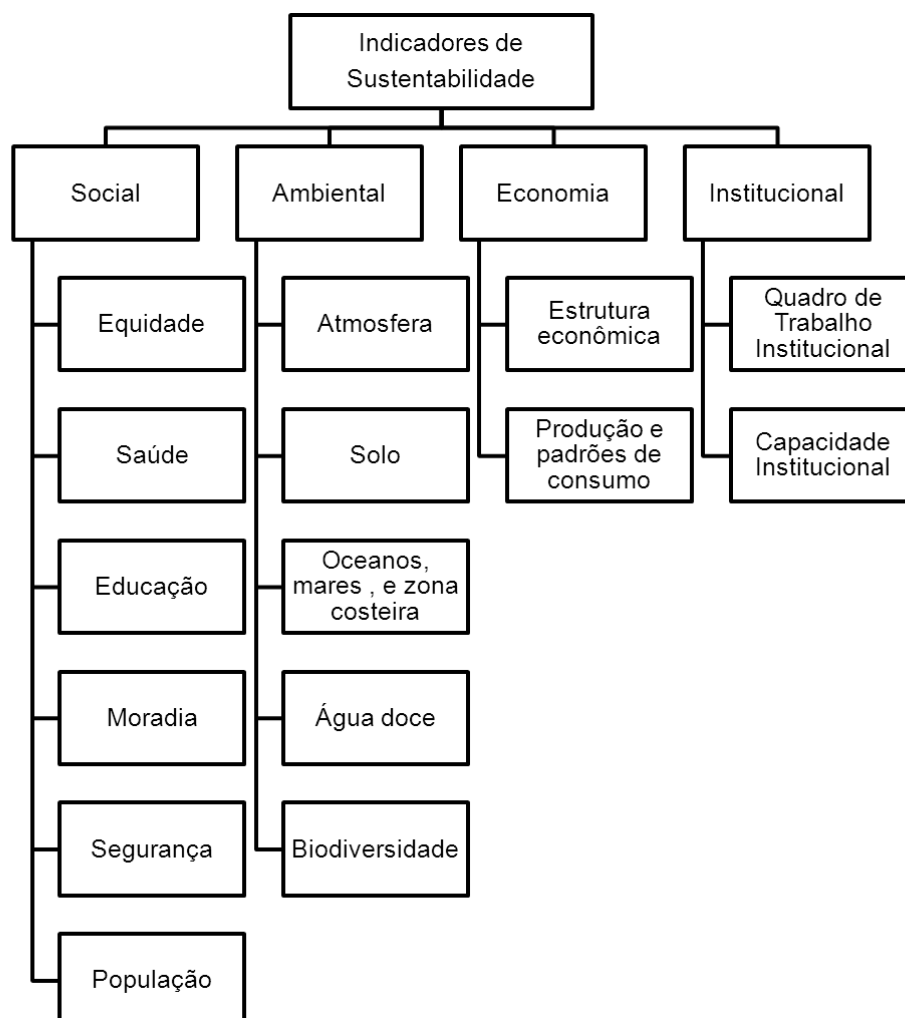


Figura 2: Conjunto de indicadores apresentados pela Comissão Nacional de Desenvolvimento Sustentável (UNCSD). **Fonte:** Labuschagne et al, 2005.

Outros conjuntos de indicadores foram citados por Labuschagne et al, (2005) como os formulados pelo *Institution of Chemical Engineers (IChemE)* e pelo Instituto *Wuppertal*.

Para a construção de um índice composto, o objetivo da política tem que ser claramente definido. Os componentes e sub-componentes têm de ser determinados com base na teoria, na análise empírica, no pragmatismo ou apelo intuitivo, ou alguma combinação desses métodos (BOOYSEN, 2002). Quando a análise empírica é usada

para as seleções, tanto técnicas estatísticas bivariadas e multivariadas podem ser utilizadas (SINGH et al, 2012).

Dewan (2006) elaborou duas metodologias fundamentais para a avaliação da Sustentabilidade: Método de Agregação Monetária e Indicadores Físicos. Sendo que o método de Agregação Monetária é empregado pelos economistas, enquanto os Indicadores Físicos por cientistas e pesquisadores.

Niccolucci et al, (2012), enfatiza que mais de um indicador é necessário para medir o compromisso dos países para com a sustentabilidade e que diversos instrumentos de política são necessários para lidar com as diferentes dimensões sobre as questões ambientais.

Métodos cientificamente sólidos para a normalização (para fazer dados comparáveis), ponderação (para especificar as "corretas" inter-relações), e agregação (para obter o "direito" funcional do relacionamento) são, obviamente, pré-requisito para a construção de índices de sustentabilidade significativos (BÖHRINGER & JOCHEM, 2007). Para Nardo et al, (2005), a normalização de dados implica em um julgamento de valor, como escalas diferentes não poderiam ser harmonizadas de uma forma significativa. A normalização é geralmente aplicada a duas únicas variáveis, a fim de torná-las comparáveis, ou seja, transformar as várias escalas variáveis em uma escala única. Os indicadores normalizados são então agregados utilizando fórmulas específicas. Se um indicador é mais "importante" do que outro, recebe um peso mais forte que o último no âmbito do processo de agregação (BÖHRINGER & JOCHEM, 2007).

De acordo com Ulgiati et al. (2006) na avaliação da sustentabilidade de maneira apropriada é aconselhado o uso de diferentes métodos com diferentes indicadores, em que cada metodologia é utilizada de acordo com suas regras específicas.

Os índices e sistemas de classificação são subjetivos, apesar da relativa objetividade dos métodos utilizados na avaliação da sustentabilidade (SINGH et al, 2012). As principais dificuldades em relação aos indicadores de sustentabilidade estão relacionadas com a interpretação, a seleção e a utilização (MOLDAN et al, 2012).

Na literatura encontramos vários métodos que têm sido utilizados com o objetivo de fornecer indicadores para avaliação da sustentabilidade, com foco em aspectos específicos, como por exemplos: Síntese energética, Pegada Ecológica, Contabilidade de Fluxo de Material, Pressão-estado-resposta, Barômetro da Sustentabilidade, dentre outros. Vačkář (2012), cita também o Índice de Desempenho Ambiental, Índice de Sustentabilidade Ambiental, Índice de Vulnerabilidade Ambiental, Índice de Bem-Estar do Ecossistema e Apropriação Humana da Produção Líquida Primária.

Como por exemplo, o método pressão-estado-resposta, baseia-se sobre o conceito de causa e efeito dos fenômenos. Definindo o impacto das atividades humanas que exercem “pressões” no meio ambiente e resulta em alteração na qualidade e quantidade de condições ambientais “o estado” (SINGH et al, 2012).

O barômetro da sustentabilidade foi desenvolvido com o objetivo de integrar os aspectos ambientais e sociais. É composto de duas partes: ecossistema e bem-estar para os aspectos ambientais e bem-estar humano para os aspectos sociais (PRESCOTT-ALLEN, 1995, citado por SINGH et al, 2012).

A pegada ecológica é considerada uma ferramenta de contabilidade ambiental que tem como objetivo calcular a área de terra necessária para a produção e para a manutenção de bens e serviços consumida por uma determinada comunidade (WACKERNAGEL & REES, 1996, citado por SINGH et al, 2012).

O método “Pegada Ecológica” tem sido amplamente empregado por muitos países e organizações (AMEKUDZI et al, 2009; ČUČEK et al, 2012; LAURENT et al, 2010; HERVA et al, 2008; HUANG et al, 2007; SENBEL et al, 2003; WACKERNAGEL et al, 2005) pelo fato de ter criado procedimentos matemáticos que tornaram possível estimar o consumo da sociedade e compará-lo com a quantidade de recursos úteis para seres humanos que o planeta pode produzir em um ano (biocapacidade). Além dos resultados finais serem expressos de uma maneira muito simples e intuitiva (SINGH et al, 2012).

Embora o método e o conceito tenham se tornado conhecidos e populares, a Pegada Ecológica recebeu muitas críticas. Conforme, Wiedmann & Lenzen (2007) o método encontrou inconsistência no processo de conversão de hectares para hectares

globais devido ao fato de que a Pegada Ecológica significa modular o rendimento de produção primária ao global, mas não se aplica o mesmo conceito para a produção secundária.

Venetoulis & Talberth (2008) argumentam que o uso de produtividades potenciais para calcular os coeficientes de equivalência não representa a verdadeira intensidade da pressão humana sobre os ecossistemas. Além da metodologia convencional da Pegada Ecológica excluir no cálculo as áreas consideradas como de baixa produtividade como tundra e desertos (SINGH et al, 2012).

Outra crítica é quanto ao reconhecimento do papel do oceano no sequestro de CO₂. Pois, apesar de serem regiões com baixa produção de biomassa útil, estas áreas executam funções essenciais para o planeta. Muitos ecossistemas que não são diretamente utilizados podem ter benefícios indiretos para a saúde humana como o fornecimento de serviços de biodiversidade ou ambiental (VAN DEN BERGH & VERBRUGGEN, 1999).

De acordo com uma revisão apresentada por Mori & Christodoulou (2012), o Índice de Desenvolvimento da Cidade, o Barômetro da Sustentabilidade, o Índice de Sustentabilidade Ambiental, o Índice de Vulnerabilidade Ambiental, o Índice Meio Ambiente Política, o Índice de Bem-Estar, o Índice de Desenvolvimento Humano, o Índice Planeta Vivo e o noturno sustentabilidade imagens de satélite (baseado em satélites de sustentabilidade), são criticados em relação à subjetividade da escolha das variáveis e à ponderação dos indicadores.

Em um estudo realizado por Böhringer & Jochem, (2007), esses apresentaram as principais características de onze índices (Quadro 1) de sustentabilidade que são amplamente utilizados em debates políticos sobre sustentabilidade.

Quadro 1: Índices de sustentabilidade ambiental apresentado por Böhringer & Jochem, 2007.

Índices

Índice Planeta Vivo ou LPI (*Living Planet Index*)
Pegada Ecológica ou EF (*Ecological Footprint*)
Índice de Desenvolvimento da Cidade ou CDI (*City Development Index*)
Índice de Desenvolvimento Humano ou HDI (*Human Development Index*)
Índice de Sustentabilidade Ambiental ou ESI (*Environmental Sustainability Index*)
Índice de Desempenho Ambiental ou EPI (*Environmental Performance Index*)
Índice de Vulnerabilidade Ambiental ou EVI (*Environmental Vulnerability Index*)
Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável ou ISEW (*Index of Sustainable Economic Welfare*)
Índice de Bem-Estar ou (*Well Being Index*)
Índice de Poupança Genuína ou GS (*Genuine Savings Index*)
Produto interno ajustado ambientalmente ou EDP (*Environmental Adjusted Domestic Product*)

Cabe destacar que muitos países adotam sistemáticas diferentes, de acordo com suas particularidades. O Brasil, por exemplo, combina vários métodos integrados para a construção dos seus indicadores. A instituição brasileira responsável pela construção destes indicadores é o IBGE. No entanto, outras instituições como o INMETRO, Institutos de Pesquisa, como o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), e a Fundação João Pinheiro, no estado de Minas Gerais, entre outras, ajudam na construção destes indicadores. Enfim, quanto mais detalhado o método e quanto mais experiente for o pesquisador, melhor e mais confiáveis serão os indicadores.

4. CONCLUSÕES

O processo de construção dos indicadores fundamenta-se na definição clara dos seus objetivos. Por meio da análise de diversos índices em suas diversas dimensões (ambiental, social, econômica e institucional), estes indicadores orientam a tomada de decisão. A avaliação da sustentabilidade se dá pelo uso de diferentes metodologias.

Os métodos de indicadores de sustentabilidade desenvolvidos apresentam dificuldades relacionadas com a sua interpretação, sua seleção e sua utilização. São criticados em relação à subjetividade da escolha das variáveis e à ponderação dos indicadores. As novas metodologias têm reduzido significativamente os erros decorrentes da subjetividade, gerando índices cada vez melhor elaborados.

Os indicadores de sustentabilidade são ferramentas poderosas na tomada de decisão e devem ser incorporados ao cotidiano e ao planejamento das pessoas, gestores e organizações como os indicadores econômicos.

REFERÊNCIAS

AMEKUDZI, A. A.; JOTIN KHISTY, C.; KHAYESI, M. Using the sustainability footprint model to assess development impacts of transportation systems. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v.43, N. 4, P.339-348, 2009.

BÖHRINGER, C.; JOCHEM, P. E. P. Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices. **Ecological Economics**, v.63, N. 1, P.1-8, 2007.

BOOYSEN, F. An overview and evaluation of composite indices of development. **Social Indicators Research**, v.59, N, P. 115-151, 2002.

ČUČEK, L.; KLEMEŠ, J. J.; KRAVANJA, Z. A Review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v.xxx, N, 2012.

DAHL, A. L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**, v.17, N., P. 14-19, 2012.

DEWAN, H. Sustainability Index: An Economics Perspective. **An Economic Perspective**, 2006.

HAGHSHENAS, H.; VAZIRI, M. Urban sustainable transportation indicators for global comparison. **Ecological Indicators**, v.15, N. 1, P.115-121, 2012.

HERVA, M.; FRANCO, A.; FERREIRO, S.; ALVAREZ, A.; ROCA, E. An approach for the application of the Ecological Footprint as environmental indicator in the textile sector. **J Hazard Mater**, v.156, N. 1-3, P.478-87, 2008.

HUANG, Q.; WANG, R.; REN, Z.; LI, J.; ZHANG, H. Regional ecological security assessment based on long periods of ecological footprint analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v.51, N. 1, P.24-41, 2007.

IUCN, UNEP, WWF. **The World Conservation Strategy**. WWF, Gland, Switzerland, 1980.

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C.; VAN ERCK, R. P. G. Assessing the sustainability performances of industries. **Journal of Cleaner Production**, v.13, N. 4, P.373-385, 2005.

LAURENT, A.; OLSEN, S. I.; HAUSCHILD, M. Z. Carbon footprint as environmental performance indicator for the manufacturing industry. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v.59, N. 1, P.37-40, 2010.

MOLDAN, B.; JANOUŠKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v.17, N. 4-13, 2012.

MORI, K.; CHRISTODOULOU, A. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). **Environmental Impact Assessment Review**, v.32, N. 1, P.94-106, 2012.

NARDO, M., SAISANA, M., SALTELLI, A., TARANTOLA, S. Tools for Composite Indicators Building. **Institute for the Protection and Security of the Citizen Econometrics and Statistical Support to Antifraud Unit I-21020 Ispra (VA) Italy**, 2005.

NICCOLUCCI, V.; TIEZZI, E.; PULSELLI, F. M.; CAPINERI, C. Biocapacity vs Ecological Footprint of world regions: A geopolitical interpretation. **Ecological Indicators**, v.16, N. 23-30, 2012.

PEREIRA, L.; ORTEGA, E. A modified footprint method: The case study of Brazil. **Ecological Indicators**, v.16, N. 113-127, 2012.

RAMETSTEINER, E.; PÜLZL, H.; ALKAN-OLSSON, J.; FREDERIKSEN, P. Sustainability indicator development—Science or political negotiation? **Ecological Indicators**, v.11, N. 1, P.61-70, 2011.

SCIPIONI, A.; MAZZI, A.; MASON, M.; MANZARDO, A. The Dashboard of Sustainability to measure the local urban sustainable development: The case study of Padua Municipality. **Ecological Indicators**, v.9, N. 2, P.364-380, 2009.

SENBEL, M.; MCDANIELS, T.; DOWLATABADI, H. The ecological footprint: a non-monetary metric of human consumption applied to North America. **Global Environmental Change**, v.13, N. 2, P.83-100, 2003.

SICHE, J. R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the energy performance indices. **Ecological Economics**, v.66, N. 4, P.628-637, 2008.

SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; GUPTA, S. K.; DIKSHIT, A. K. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v.15, N. 1, P.281-299, 2012.

Sustentabilidade ambiental: objetivo 7: garantir a sustentabilidade ambiental. UNB, PUCMinas, IDHS, PNUD. Belo Horizonte. **Coleção de estudos temáticos sobre os objetivos de desenvolvimento do milênio da rede de laboratórios acadêmicos para acompanhamento dos objetivos de desenvolvimento do milênio**, 308p, 2004.

ULGIATI, S.; RAUGEI, M.; BARGIGLI, S. Overcoming the inadequacy of single-criterion approaches to Life Cycle Assessment. **Ecological Modelling**, v.190, N. 3-4, P.432-442, 2006.

UNCED. **Agenda 21, Programme of Action for Sustainable Development, adopted at the United Nations Conference on Environment and Development**, Rio de Janeiro, Brazil, 1992.

VAČKÁŘ, D. Ecological Footprint, environmental performance and biodiversity: A cross-national comparison. **Ecological Indicators**, v.16, N. 40-46, 2012.

VAN DEN BERGH, J. C. J. M., VERBRUGGEN, H. Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint'. **Ecological Economics**, v.29, N. 61-72, 1999.

VENETOULIS, J.; TALBERTH, J. Refining the ecological footprint. **Environment, Development and Sustainability**, v.10, N. 4, P.441-469, 2008.

WACKERNAGEL, M., MONFREDA, C., MORAN, D., WERMER, P., GOLDFINGER, S., DEUMLING, D., MURRAY, M. National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method. **Global Footprint Network**, 2005.

WARHURST, A., 2002. Sustainability Indicators and Sustainability Performance Management. **Mining, Minerals and Sustainable Development**, 2002.

WIEDMANN, T.; LENZEN, M. On the conversion between local and global hectares in Ecological Footprint analysis. **Ecological Economics**, v.60, N. 4, P.673-677, 2007.

ZDAN, T., HARDI, P. Assessing Sustainable Development: Principles in Practice. **International Institute for Sustainable Development**. 2010.