



Indicadores de Sustentabilidade para o Manejo e Conservação do Solo e da Água

Ana Paula Turetta⁽¹⁾

(1) Pesquisadora da Embrapa Solos – Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. CEP:

22.240-000. anaturetta@cnps.embrapa.br

Resumo: O conceito de sustentabilidade é um dos mais desafiadores dos últimos tempos. Conciliar crescimento econômico, preservação ambiental e melhoria das condições de vida da população é um desafio crescente. No setor agrícola, a necessidade de atendimento à demanda por alimentos, energia e fibras em um mundo cada vez mais populoso causa uma forte pressão sobre os recursos naturais. A utilização de indicadores e índices para avaliação da sustentabilidade é um instrumento que, de forma simples, expressa uma mensagem complexa, resultante da interação de numerosos fatores. A escolha dos indicadores e o seu uso em sistemas integrados para avaliação da sustentabilidade deve estar associado ao conhecimento profundo do objeto de análise.

Palavras Chave: desenvolvimento sustentável, análise integrada da sustentabilidade.

Abstract: Sustainability may be regarded as one of the most challenging and, at the same time, most fuzzy contemporary paradigms. The challenge to combine economic growth, environmental preservation and life well being is increasing. Agriculture needs to deal with the population growth and the increase of food, fibers and agroenergy demand, which causes a strong impact on natural resources. Sustainability indicators and composite index are increasingly recognized as a useful tool for policy making and public communication in conveying information on countries and corporate performance in fields such as environment, economy, society, or technological improvement. By visualizing phenomena and highlighting trends, sustainability indicators simplify, quantify, analyze and communicate otherwise complex and complicated information. The indicators choice and their use in sustainability assessment tools should be associated with deep knowledge of the object in analysis.

Key Words: sustainability development, sustainability assessment tools.



1. O Conceito de Sustentabilidade

De acordo com Bosshard (2000), o conceito de sustentabilidade é um dos mais desafiadores dos últimos tempos. Foi nos anos 70 que esse conceito começou a ser utilizado, em algumas disciplinas bastante específicas. Quase duas décadas depois, com o relatório de Brundtland (WCED, 1987) o termo ganhou notoriedade e se expandiu para diferentes áreas da pesquisa, além de ter se projetado entre os tomadores de decisão no mundo inteiro.

O relatório de Brundtland (WCED, 1987) propõe o desenvolvimento sustentável como um processo de mudança onde a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento ecológico e a mudança institucional se harmonizam e estão de acordo com as necessidades das gerações atuais e futuras. Esse conceito de sustentabilidade deriva da visão de que os seres humanos estão consumindo o meio ambiente a um ritmo tão intenso (usando a natureza de forma “insustentável”) que brevemente resultará no esgotamento dos recursos naturais.

Com os anos, essa ideia cresceu para uma abordagem mais compreensível e prática. E na Conferência Mundial Rio 92 o termo sustentabilidade foi incorporado definitivamente na agenda global. Desde então, o desafio de conciliar o crescimento econômico, preservação ambiental e a melhoria das condições de vida da população está cada vez maior.

A agricultura também enfrenta o desafio de conciliar o atendimento à demanda por alimentos, energia e fibras em um mundo cada vez mais populoso, o que causa uma forte pressão sobre os recursos naturais. Frente à essa demanda, às restrições impostas pela legislação ambiental e à cobrança da sociedade por uma produção ambientalmente amigável, o produtor e os tomadores de decisão carecem de métodos capazes de acessar o quanto determinada atividade é ou não é sustentável e assim garantir meios de produção mais adequados.

Para cada área do conhecimento e, dentro dela, para cada situação em particular, existem limiares de sustentabilidade. Por exemplo, uma mesma atividade agrícola pode ser sustentável se desenvolvida em uma determinada área e não ser se desenvolvida em outra, devido às especificidades locais. A percepção de sustentabilidade também está intrinsecamente relacionada à escala de análise. Por isso, a primeira etapa para avaliação da sustentabilidade é entender o que é sustentável em cada estudo de caso. Nesse sentido, Bosshard (2000), orienta que devem ser considerados três elementos: (i) definição clara dos objetivos; (ii) conhecimento dos fatos; (iii) um conjunto apropriado de formas para diferenciar os objetivos dos fatos. A partir daí, o mesmo autor



propõe cinco critérios devem ser considerados na análise da sustentabilidade: (i) fatores abióticos; (ii) fatores bióticos; (iii) valores culturais; (iv) aspectos sociais; e (v) aspectos econômicos. Ou, de uma forma mais simples, estudos sobre sustentabilidade devem englobar pelo menos os três pilares: ambiental / ecológico, social e econômico.

2. Indicadores de Sustentabilidade

A utilização de indicadores e índices para avaliação da sustentabilidade cresceu muito nas últimas décadas, por ser um instrumento que, de forma simples, expressa uma mensagem complexa, resultante de numerosos fatores. (HARDI,1997). Este tipo de ferramenta metodológica permite transmitir a informação técnica numa forma sintética, preservando o significado original dos dados, utilizando apenas as variáveis que melhor espelham os objetivos desejados. (SMEETS; WETERINGS, 1999). Os indicadores ambientais servem para diagnosticar alterações no estado do ambiente devido às atividades humanas; enquanto indicadores de desenvolvimento sustentável apresentam como foco a integridade dos recursos naturais, frente ao programa de crescimento/desenvolvimento econômico aplicado em unidades territoriais locais, regionais ou nacionais. (ALFARO; OYAGUE, 1997 *apud* RUFINO, 2002). A facilidade de comunicação é uma característica que confere aos indicadores de sustentabilidade a capacidade de expressar de forma simples, concisa e confiável e de melhorar a percepção dos diferentes atores sobre os principais impactos do desenvolvimento e sua ligação com os problemas oriundos da relação entre a sociedade e o meio ambiente. (SMEETS; WETERINGS, 1999).

Indicadores de sustentabilidade e composição de índices são cada vez mais reconhecidos como uma ferramenta útil para a elaboração de políticas públicas e comunicação na transmissão de informações sobre os países e desempenho das empresas em domínios como o ambiente, economia, sociedade, ou tecnológica melhoria. Ao visualizar fenômenos e destacar as tendências, os indicadores de sustentabilidade simplificam, quantificam, analisam e comunicam de outra forma uma complexa e complicada de informação (SINGH et.al., 2007).

Os indicadores podem ser registrados por diferentes métodos. Uma vez que os métodos influenciam no resultado dessa avaliação, os mesmos devem ser bem definidos e adaptados à situação específica do projeto. Ou seja, é uma ferramenta flexível, desde que sejam mantidas os critérios dos três pilares mínimos para a análise de sustentabilidade: ambiental/ecológico, social e econômico. Por exemplo, Bosshard (2000) cita o exemplo de um sistema de avaliação da



disponibilidade de nutrientes no solo no interior de Zurique desenvolvido para o pagamento de subsídios aos agricultores. Nessa avaliação foi elaborada uma lista com algumas plantas importantes que foram consideradas como indicadores. Posteriormente, as propriedades foram comparadas entre si.

Alguns estudos foram realizados com o intuito de se gerar modelos para indicadores de sustentabilidade, como por exemplo, o modelo Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1998) e Índice de Desenvolvimento Sustentável –IDS Brasil (IBGE, 2002).

O modelo Pressão-Estado-Resposta desenvolvido pela OECD (1998), para o estudo de indicadores ambientais globais é bastante aceito e adotado internacionalmente. Baseia-se no conceito de causalidade: as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu estado. A sociedade responde a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais. Embora esse modelo possa sugerir uma interação linear entre atividades e ambiente, deve-se considerar que tais relações são complexas (LIRA; CÂNDIDO, 2008).

A partir dele são especificados três tipos de indicadores ambientais (Figura 1):

- indicadores da pressão ambiental - descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais;
- indicadores das condições ambientais ou de estado – referem-se à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele;
- indicadores das respostas sociais - são medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.



XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

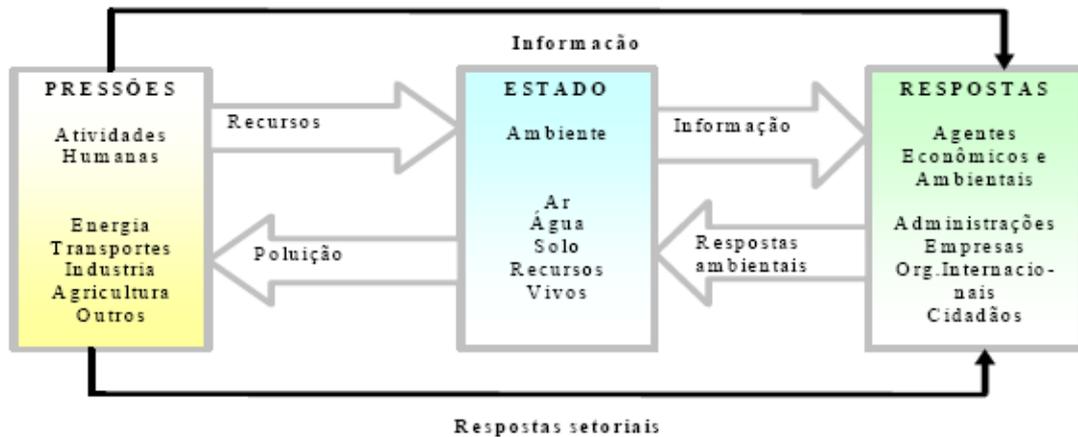


Figura 1: Modelo - Pressão – Estado-Resposta.

Fonte: OECD (1998, p.11).

Lira; Cândido (2008) destacam que nesse modelo as pressões sobre o ambiente são reduzidas àquelas causadas pela ação do homem, desconsiderando as provenientes da ação da natureza. Com objetivo de melhor integrar os aspectos ambientais às políticas setoriais, a OECD (1998) procurou agrupar os indicadores por temas e por setores. A classificação por temas é dividida em: mudança climática, diminuição da camada de ozônio, eutrofização, acidificação, contaminação tóxica, qualidade ambiental urbana, biodiversidade, paisagens culturais, resíduos, recursos hídricos, recursos florestais, recursos pesqueiros, degradação do solo (desertificação e erosão) e indicadores gerais. Os setores são classificados em transportes, energia e agricultura.

A metodologia desenvolvida pelo IBGE apresenta abrangência regional e está baseada no documento desenvolvido pela Comissão das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável Desenvolvimento (CSD) que publicou uma lista de cerca de 134 indicadores, que abrangem aspectos sociais, econômicos, ambientais e institucionais do desenvolvimento sustentável (CSD, 2001). O IBGE (2004) foi reduziu a lista para 57 indicadores, adaptados às particularidades do Brasil, tendo como suporte o modelo proposto pressão-estado-resposta (PER) adotado pela ONU, denominado DSR (Driving force- State-Response).

O conceito de desenvolvimento sustentável adotado pelo IBGE (2004) segue a mesma linha de pensamento da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da ONU (CSD, 2001), que considera o desenvolvimento sustentável como um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a



XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

6

mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras [...] é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

Este modelo contempla as quatro diretrizes sugeridas pela Agenda 21: equidade, eficiência, adaptabilidade, e atenção a gerações futuras, bem como trabalha quatro dimensões: Ambiental; Social; Econômico; e Institucional (LIRA; CÂNDIDO, 2008). A dimensão ambiental refere-se ao uso dos recursos naturais e à degradação ambiental, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente. A dimensão social corresponde à satisfação das necessidades humanas, à melhoria da qualidade de vida e à justiça social. Na dimensão econômica, é discutido desempenho macroeconômico e financeiro e dos impactos no consumo de recursos materiais e uso de energia primária. A dimensão institucional refere-se à orientação política, capacidade e esforço despendido para as mudanças requeridas a fim de uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável. O IBGE (2004) diz que esta dimensão aborda temas de difícil medição, necessitando assim, de mais estudos para o seu aprimoramento. A apresentação dos indicadores de sustentabilidade e suas respectivas dimensões são apresentados na figura 2:



XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Dimensão Ambiental

- Qualidade das águas
- Volume de águas tratada (1000m³/ano)
- Consumo médio per capita de água L/(hab*dia)
- Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)
- Acesso a esgotamento sanitário (%)
- Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico (%)

Dimensão Social:

- Esperança de vida ao nascer (anos)
- Taxa de mortalidade infantil (por 1000 nascidos vivos)
- Prevalência de desnutrição total
- Imunização contra doenças infecciosas infantis (%)
- Oferta de serviços básicos de saúde
- Taxa de escolarização (%)
- Taxa de alfabetização (%)
- Escolaridade
- Taxa de analfabetismo funcional (%)
- Famílias atendidas por transferência de benefícios sociais
- Adequação de moradia (%)
- Densidade inadequada de moradores por dormitório (%)
- Coeficiente de mortalidade por homicídios
- Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte

Dimensão Econômica:

- Produto interno bruto *per capita*
- Participação da indústria no Produto Interno Bruto
- Índice de Gine da distribuição do rendimento
- Renda *per capita*
- Renda proveniente de rendimentos do trabalho (%)
- Renda familiar *per capita* (%)
- Balança Comercial (US\$)

Dimensão Institucional:

- Despesas com Ciência e Tecnologia
- Despesas com educação
- Despesas com cultura
- Despesas com Assistência Social
- Despesas com esporte e lazer
- Despesas com urbanismo
- Despesas com habitação urbana
- Despesas com saneamento urbano
- Despesas com gestão ambiental
- Despesa total com saúde por habitante (R\$)
- Acesso a serviços de Telefonia Fixa
- Comparecimento nas eleições
- Número de Conselhos Municipais
- Acesso à justiça
- Transferências intergovernamentais da União

Figura 2: Lista de indicadores de sustentabilidade por dimensão de acordo com IBGE.

3. Avaliação integrada da sustentabilidade

Segundo Kates et al. (2001), um dos principais objetivos da avaliação integrada da sustentabilidade é oferecer aos tomadores de decisão uma avaliação global de determinada questão (atividade, área, bacia de drenagem, etc) sobre a integração sociedade (aspectos sócio-econômicos e institucionais) e natureza, em diferentes recortes temporais, a fim de auxiliá-los a determinar quais ações devem ou não devem ser tomadas em uma tentativa de tornar a sociedade sustentável.

Lancker e Nijkamp (2000) destacam que um determinado indicador individualmente não apresenta uma análise sobre a sustentabilidade, é apenas um valor de referência sobre determinado



item. Graymore et. al (2009) acrescentam que muitos quadros de avaliação de indicadores de sustentabilidade, tais como a Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994), reconhecem que existem interações entre os indicadores, mas não incorporam essas interações na ferramenta de avaliação. Dessa forma, esse modelo não leva em consideração as interações entre os indicadores e de seus diferentes impactos sobre a sustentabilidade. Os autores destacam ainda que é mais eficiente focar a análise em pequenos conjuntos de indicadores e em escalas mais finas para aumentar a confiabilidade, ao contrário do que ocorre nesses quadros de avaliação que são focados em um grande conjunto de indicadores desenvolvidos à escala nacional, e que os dados muitas vezes não estão disponíveis em escalas maiores (GRAYMORE, 2005; GRAYMORE et al., 2008).

Um dos problemas com as avaliações de sustentabilidade é como integrar as informações de vários indicadores e apresentar resultados sobre a sustentabilidade de determinado sistema. Nesse contexto desenvolvem-se os sistemas de avaliação de sustentabilidade que a avaliam de forma mais precisa e é mais eficiente para orientar a tomada de decisão sobre esse tema. Estes sistemas permitem organizar uma base de dados – cartográfica, indicadores, etc – que será utilizada para a tomada de decisão e resolução de problemas (PIETERSEN, 2006).

Graymore et. al (2009) apresentam um estudo de caso iniciado com um conjunto "global" de indicadores. Para a análise específica de uma determinada região, os autores aplicaram um "processo de filtragem" que pode ser observado na Figura 3. Dessa forma, dos 44 indicadores regionais apenas 19, distribuído nos 3 pilares da sustentabilidade, foram selecionados e analisados em ambiente SIG.

Uma outra metodologia para a avaliação da sustentabilidade é o Barômetro de Sustentabilidade desenvolvido pelo The World Conservation Union, IUCN e o The International Development Research Centre, IDRC. O Barômetro é uma ferramenta que trabalha as questões relativas ao desenvolvimento sustentável, em qualquer nível do sistema, do local ao global, destinando-se às agências governamentais e não governamentais, aos tomadores de decisão e às pessoas envolvidas com o assunto. (PRESCOTT ALLEN, 1997 *apud* BELLEN, 2005). Trata-se de uma metodologia que combina indicadores, através da utilização de escalas de desempenho para diferentes indicadores. Os indicadores escolhidos devem considerar o que seria desejável, aceitável ou inaceitável com respeito ao bem-estar humano e ao bem-estar ecológico.

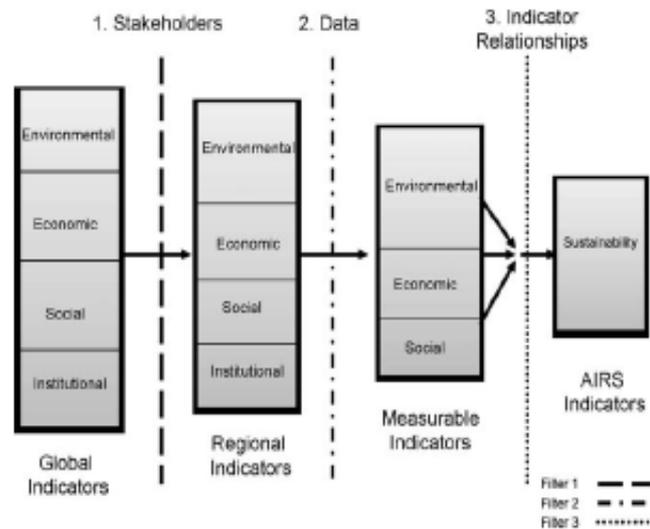


Figura 3: O processo de “filtragem” usado para o desenvolvimento de um sistema de análise integrada da sustentabilidade.

Fonte: Graymore et. al (2009)

Guimarães et.al. (2010) aplicaram a metodologia do barômetro para a análise da sustentabilidade da expansão da cana de açúcar em mato Grosso do Sul. Os autores destacam que a metodologia se mostrou robusta e capaz de apontar as diferenças entre as microregiões do estado e que a maior limitação foi a disponibilidade de indicadores de sustentabilidade. Os autores também destacam que dados econômicos e sociais são mais abundantes e acessíveis do que dados ambientais. Em geral, os dados ambientais são pesquisados por órgãos municipais de fiscalização e controle e encontram-se em banco de dados próprios. Alguns indicadores têm dados pesquisados por projetos específicos ou trabalhos acadêmicos, mas esses dados geralmente não estão disponibilizados em base de dados acessíveis.

No continente europeu alguns grandes projetos para análise da sustentabilidade foram desenvolvidos recentemente. Entre eles destacam-se o projeto “Matisse (EU – FP6)”, o projeto SENSOR (EU-FP6): Sustainability Impact Assessment: Tools for environmental, social and economic effects of multifunctional land use in European Regions e o projeto SEAMLESS-IF (EU-FP6): System for Environmental and Agricultural Modelling: Linking European Science and Society. No Brasil, destaca o sistema APOIA-NovoRural, que realiza a avaliação da sustentabilidade da propriedade rural (RODRIGUES et al. 2010).



4. Considerações finais

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu há mais de 20 anos, mas seus princípios ainda se apresentam como grande desafio mundial. O crescimento populacional imprime um ritmo cada mais intenso por alimento, energia e fibras, o que aumenta a pressão pelos recursos naturais.

Os modelos de sistema de indicadores de sustentabilidade disponibilizam informações importantes que servirão de base para construção e criação do conhecimento acerca do uso desses indicadores por parte dos tomadores de decisão de qualquer área do conhecimento, como por exemplo, as ciências agrárias. As condições da produção agrícola de determinado município, por exemplo, pode ser acessado a partir do uso de indicadores de sustentabilidade, que irão refletir além da questão ambiental, as condições sócio-econômicas do setor.

A busca por sistemas para avaliação da sustentabilidade está cada vez mais presente no mundo inteiro. São ferramentas importantes por disponibilizarem ao usuário um diagnóstico da sustentabilidade de determinada atividade em diferentes recortes espaciais e temporais. Essas ferramentas são estratégicas para os tomadores de decisão e deverão apresentar um grande desenvolvimento e consolidação nos próximos anos.

5. Referências Bibliográficas

- BELLEN, H. M. van. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2005. 256 p.
- BOSSHARD, A. A methodology and terminology of sustainability assessment and its perspectives for rural planning. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77: 29–41. 2000.
- CSD, 2001. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Commission on Sustainable Development, New York, USA. <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/indisd/indisd-mg2001.pdf>.
- GRAYMORE, M. The journey to sustainability: small regions, sustainable carrying capacity and sustainability assessment methods. Doctor of Philosophy. Australian School of Environmental Studies, Griffith University, Brisbane. 2005.



- GRAYMORE, M.L.M., SIPE, N.G., RICKSON, R.E. Regional sustainability: how useful are current tools of sustainability assessment at the regional scale? *Ecol. Econ.* 67: 362–371. 2008.
- GRAYMORE, M.L.M.; WALLIS, A.M.; RICHARDS, A.J. An Index of Regional Sustainability: A GIS-based multiple criteria analysis decision support system for progressing sustainability. *Ecological Complexity* 6: 453–462. 2009.
- GUIMARÃES, L.T.; TURETTA, A.P.D.; COUTINHO, H.L.C. Proposta de avaliação da sustentabilidade da expansão da área para o cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul. *Revista Sociedade e Natureza*. 2010. No prelo.
- HARDI, P. Measuring sustainable development: review of current practice. *Occasional Paper*, n. 17, nov. 1997.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Brasil, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Brasil, 2004.
- KATES, R.W., CLARK, W.C., CORELL, R., HALL, M.J., JAEGER, C.C., LOWE, I., McCARTHY, J.J., SCHELLNHUBER, H.J., BOLIN, B., DICKSON, N.M., et al. Sustainability science. *Science* 292: 641–642. 2001.
- LANCKER, E., NIJKAMP, P.. A policy scenario analysis of sustainable agricultural development options: a case study for Nepal. *Impact Assess. Project Appraisal* 18 (2): 111–124. 2000.
- LIRA, W.S.; CÂNDIDO, G.A. Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável. *Perspectivas contemporâneas*. 3: 32-45. 2008.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), Environmental indicators, Paris, 1994.
- PIETERSEN, K. Multiple criteria decision analysis (MCDA): a tool to support sustainable management of groundwater resources in South Africa. *Water SA* 32, 119–128. 2006.
- RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I.A.; BUSCHINELLI, C.C.A.; BARROS, I. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. [Environmental Impact Assessment Review](#) 30: 229-239. 2010.



XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

12

RUFINO R. C. Avaliação da qualidade ambiental do município de tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 113 f. 2002.

SINGH, R.K., MURTY, H.R., GUPTA, S.K., DIKSHIT, A.K. Development of Composite Sustainability Performance Index for steel industry. *Ecol. Ind.* 7: 565–588. 2008.

SMEETS E.; WETERINGS R. Environmental indicators: Typology and overview. EEA Technical report, Copenhagen, n. 25, 1999.

WCED. Our common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.