

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS: UMA APLICAÇÃO DO “BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE” À BACIA DO JURUMIRIM (ANGRA DOS REIS/RJ)

D. M.P. Kronemberger¹, C. N. Carvalho², J.C. Junior³

1 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Geografia. Avenida Chile, n.º 500 - 15º and., Centro, Rio de Janeiro/RJ. CEP: 20.031-170. E-mail: kronemberger@ibge.gov.br.

2 - Universidade Federal Fluminense. Instituto de Química. Departamento de Geoquímica. Outeiro de São João Batista, s/n - 5º and., Campus do Valonguinho, Centro, Niterói/RJ. CEP: 24.020-007. E-mail: cacilda@vm.uff.br.

3 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais. Avenida Chile, n.º 500 - 15º and., Centro, Rio de Janeiro/RJ. CEP: 20.031-170. E-mail: judicael@ibge.gov.br.

Recebido em 11/04, aceito para publicação em 03/2005

RESUMO

Este trabalho discute os resultados da aplicação da metodologia do Barômetro da Sustentabilidade (BS) na Bacia do Jurumirim (BJ), que tem 70 km² de área, e está localizada no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro. Ele objetivou agregar indicadores de desenvolvimento sustentável, em índices que representem, em seu conjunto, a posição de um local em relação às metas estabelecidas como referência de sustentabilidade, sob as óticas ecológica e humana. O BS, criado sob a chancela da IUCN, reúne indicadores, antes analisados separadamente, em índices temáticos e dimensionais, definindo ‘escalas de desempenho’ para cada indicador, de maneira objetiva e reproduzível. O BS possibilitou avaliar que a BJ encontra-se em situação intermediária em relação ao desenvolvimento sustentável. Também revelou que ela apresenta melhor desempenho nos aspectos ambientais do que nos sócio-econômicos, estando mais próxima da conservação ambiental do que da equidade social e do crescimento econômico.

ABSTRACT

This paper discusses the application of the Barometer of Sustainability (BS) in the Jurumirim Hydrographic Basin (BJ), a watershed 70 km² large, located in Angra dos Reis county, state of Rio de Janeiro. The main goal was to aggregate sustainable development indicators, to evaluate the position of a place in relation to sustainability reference goals, considering the ecological and human dimensions. BS has been created under the seal of IUCN; it congregates individual sustainability pointers in thematic and dimensional indices, defining ‘performance scales’ for each pointer, in an objective and reproducible way. BS made possible to evaluate that BJ fits an intermediate situation in relation to the sustainable development. It performs better in the environmental subjects than in the socio-economic ones, being closer to the environment conservation than to the social equity and the economic growth.

INTRODUÇÃO

Os indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS) vêm sendo construídos desde fins da década de 80 e, sobretudo, a partir da Rio-92, a segunda Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que reconheceu sua importância e sugeriu através da Agenda 21 que os países os desenvolvessem, para guiar as ações,

e monitorar o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável (DS). Os IDS analisam as condições ambientais, sociais, econômicas e institucionais de um determinado local, procurando dar conta do enfoque multidimensional do desenvolvimento sustentável. Fornecem as bases para o planejamento de ações e para a tomada de decisão, assim como podem contribuir para o aprendizado e as mudança de posturas

necessárias a esta nova ética (Tolba 1992; Carvalho *et al.*, 2001).

O objetivo deste trabalho foi aplicar a metodologia do Índice 'Barômetro da Sustentabilidade' (BS) na Bacia do Jurumirim (BJ), para subsidiar a tomada das decisões necessárias ao alcance do desenvolvimento local integrado e sustentável (DLIS). O BS é um método de avaliação da sustentabilidade, desenvolvido e testado por Prescott-Allen (1997, 2001), com o aval da *World Conservation Union* (IUCN) e do *International Development Research Center* (IDRC).

Ele foi escolhido para ser testado na BJ, entre diversos outros índices existentes, porque a metodologia para sua construção é simples e flexível, já que não existe um número fixo de indicadores na sua composição, e a escolha dos que serão usados é feita pelos analistas, de acordo com as características de cada local e a disponibilidade de informações sobre o mesmo. Também pode ser aplicado desde a escala local até a global, permitindo comparações entre diversos locais, ao longo de um horizonte temporal. Considerou-se também que, por ter a chancela da IUCN, ele reuniria melhores condições de ser testado em outras pequenas bacias hidrográficas, permitindo comparações na escala local. Além disso, foi uma maneira sistemática de combinar diversos indicadores, que, quando isolados, mostravam apenas a situação do tema que eles representam, enquanto o BS revela a situação do local, em relação ao desenvolvimento sustentável, de forma integrada, permitindo comparar o estado da comunidade com o estado do ambiente.

A ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Jurumirim (BJ) possui cerca de 70 km² totalmente inseridos no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Tem 70% de sua área coberta por Floresta Pluvial Tropical (Mata Atlântica) e um manguezal preservado. Nela está a maior planície de Angra dos Reis, o que pode facilitar a expansão urbana em um município que possui apenas 6% de área urbanizável. As rodovias BR-101 (Rio-Santos) e RJ-155 (Saturnino Braga), principais vias de acesso ao município, também

representam vetores de expansão urbana. A BJ possui um elevado potencial natural de erosão, devido às fortes declividades da "Serra do Mar" (3 25% em 65% da bacia), aos solos erodíveis, que ocupam 83% de sua área (argissolos vermelho-amarelos, neossolos litólicos, cambissolos háplicos), e a precipitação média anual elevada (2.000 mm), distribuída predominantemente nos meses de verão (normalmente acima de 200 mm mensais).

Na bacia, vivem, aproximadamente, 300 famílias e mil habitantes, a maioria residente na Vila da Serra d'Água, local onde se concentram o comércio e os serviços (escola, posto de saúde, associação de moradores).

As principais atividades econômicas da bacia são as agro-pastoris (bananais, criação de gado e culturas de subsistência), as extrativas (areia do rio Jurumirim e exploração de brita), o pequeno comércio (bares, pensão, padaria, mercado, móveis, casa de doces) e as pequenas indústrias (fábrica de blocos de cimento e tijolos e fábrica de gelo).

ESCOLHA DOS "Ids" PARA O BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE

A seleção dos indicadores para compor o BS foi feita entre todos os IDS da Bacia do Jurumirim, para os quais pode ser elaborada uma 'escala de desempenho', tendo sido escolhido um total de 19 indicadores, 3 ambientais, 12 sociais e 4 econômicos (Tabela 1).

A 'escala de desempenho local' (EDL), por analogia à escala do barômetro (EBS), é dividida em cinco intervalos, definidos por valores que representam condições variando de insustentável para sustentável. Tais valores são arbitrariamente definidos e representam metas a serem alcançadas ou padrões estabelecidos a nível mundial, nacional ou local. Assim, a escala pode ser utilizada para avaliar a situação do indicador em relação à meta ou padrão, e, se elaborada para diferentes períodos, auxilia o monitoramento dos avanços (ou retrocessos) em direção ao DLIS.

Os indicadores selecionados para o BS foram ordenados em níveis hierárquicos,

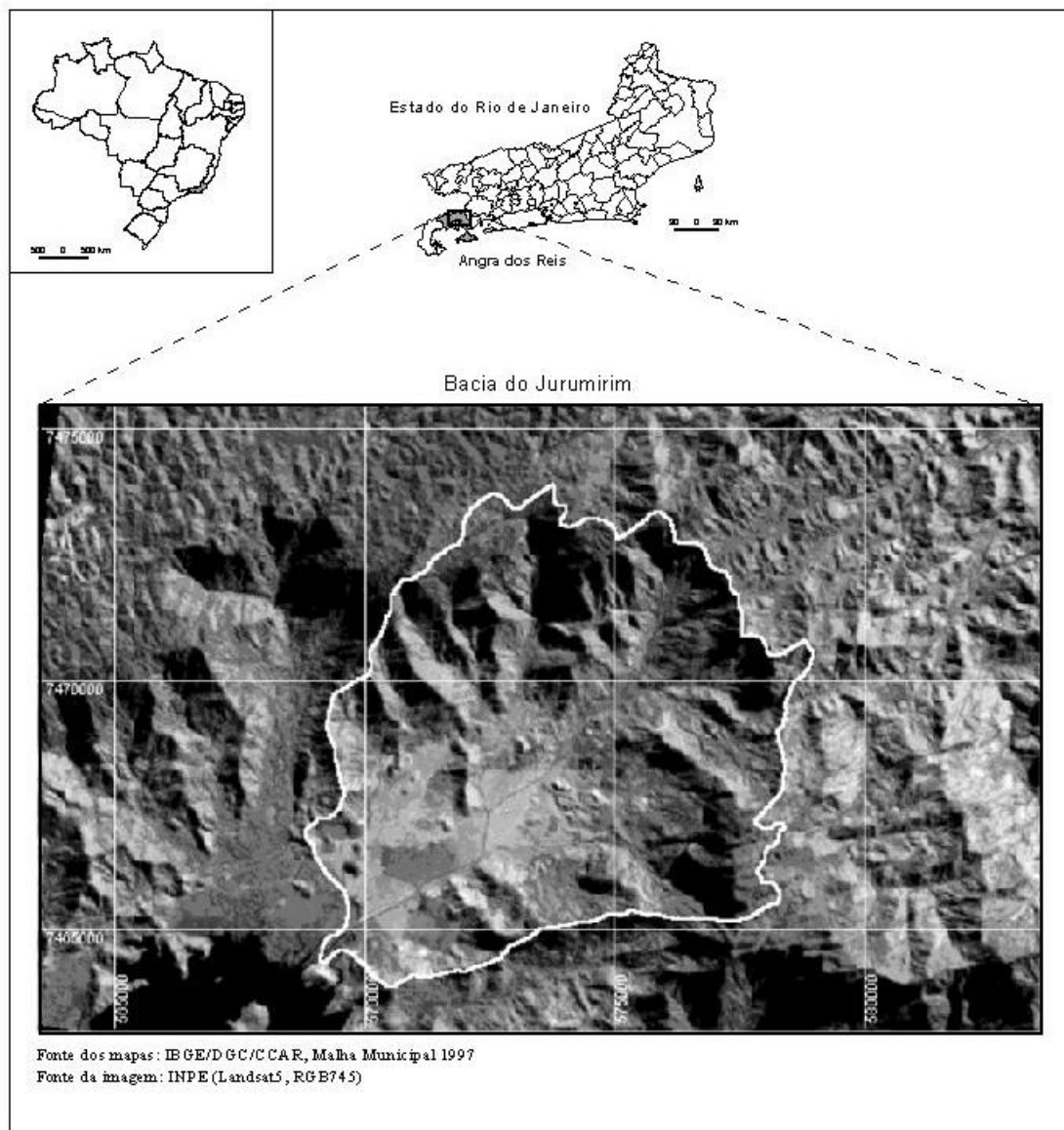


Figura 1 – Localização da Área de Estudo

baseando-se na sugestão da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável da ONU (apud Prescott-Allen, 2001), de forma que o sistema é representado pela Bacia do Jurumirim, os subsistemas são a Natureza e a Comunidade, as categorias são as dimensões ambiental, social e econômica, que se subdividem nos respectivos temas e nos indicadores locais propriamente ditos (Figura 2).

A coleta dos dados para a construção destes indicadores foi feita de diversas formas, como resumido na Tabela 1. Eles foram obtidos com apoio de instituições locais (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, de Angra dos Reis, Prefeitura Municipal e Posto de Saúde da Vila da Serra

d’Água), que cederam dados de seus arquivos, e/ou auxiliaram na aplicação de questionários na Vila da Serra d’Água. Também foram obtidos de pesquisas feitas no local para avaliar a qualidade bacteriológica e físico-química das águas do rio da Guarda (Oliveira, 2002; Souza, 2002), e definir o custo da cesta básica (Kronemberger, 2003). Os dados especializados foram tratados por técnicas de geoprocessamento, no *software* IDRISI32, a partir de mapas temáticos (uso do solo/cobertura vegetal, potencial natural de erosão laminar, erosão laminar atual e usos potenciais Kronemberger (2003). Todos os dados, após inspeção e cruzamentos, foram gerenciados no banco de dados Access e no programa Excel.

Tabela 1 – Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Selecionados para o Barômetro da Sustentabilidade da Bacia do Jurumirim (BJ)

| Dimensão | Tema | Indicador | Fonte e Ano dos Dados Utilizados para a Construção dos IDS | |
|--|----------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| Ambiental | Uso do Solo Cobertura Vegetal | Área com Floresta Nativa (% da área da BJ) | Mapa de uso do solo/cobertura vegetal da BJ (Kronemberger, 2003) | |
| | | Área com uso agropecuário ¹ (% da área da BJ) | EMATER - Angra dos Reis (2000) | |
| | Qualidade das águas | Concentração de Coliformes Fecais no Rio da Guarda (NMP/100 ml) | Oliveira (2002) | |
| Social | Educação | Taxa de Escolarização de 7 a 14 anos ² (%) | Posto de Saúde da Serra D'Água (2000) | |
| | | Taxa de Evasão Escolar ³ (%) | PMAR/Secretaria de Educação (2000) | |
| | | Taxa de Alfabetização ⁴ (%) | Posto de Saúde da Serra D'Água (2000) | |
| | | Pessoas de Referência da Família com o Ensino Fundamental Completo (%) | Aplicação de 100 questionários na Vila da Serra D'Água (2001) | |
| | Saúde | Crianças com peso insuficiente ⁵ ao nascer (%) | Posto de Saúde da Serra D'Água (2000) | |
| | | Prevalência de desnutrição total ⁶ (%) | | |
| | | Taxa de Mortalidade Infantil (% ^o) | | |
| | Habitação | Domicílios Duráveis ⁷ (%) | | |
| | | Domicílios com Abastecimento de Água (%) | | |
| | | Domicílios com Lixo Coletado (%) | | |
| | | Domicílios com Eletricidade (%) | | |
| | | Densidade média de moradores por dormitório ⁸ | | |
| | Econômica | Trabalho | | Taxa de Desemprego ⁹ (%) |
| Rendimento Mediano Mensal Familiar (R\$) | | | | |
| Equidade | | Índice de Gini da Concentração de Terras (adimensional) | | EMATER - Angra dos Reis (2000) |
| | | Mulheres/100 Homens na Mão-de-Obra (n. ^o) | | Posto de Saúde da Serra D'Água (2000) |

Notas:

1 - pelo fato de ser um indicador ambiental, consideraram-se tanto as áreas em uso atual agropecuário, quanto aquelas que foram abertas, abandonadas, mas que ainda não sofreram regeneração natural da vegetação;

2 - proporção de pessoas de 7 a 14 anos de idade freqüentando a escola (ensino fundamental) em relação ao total da população do mesmo grupo etário;

3 - percentagem de alunos que abandonaram a escola durante um ano letivo em relação à matrícula total;

4 - percentual das pessoas de 15 anos e mais de idade que são alfabetizadas, ou seja, sabem ler e escrever um bilhete simples no idioma considerado;

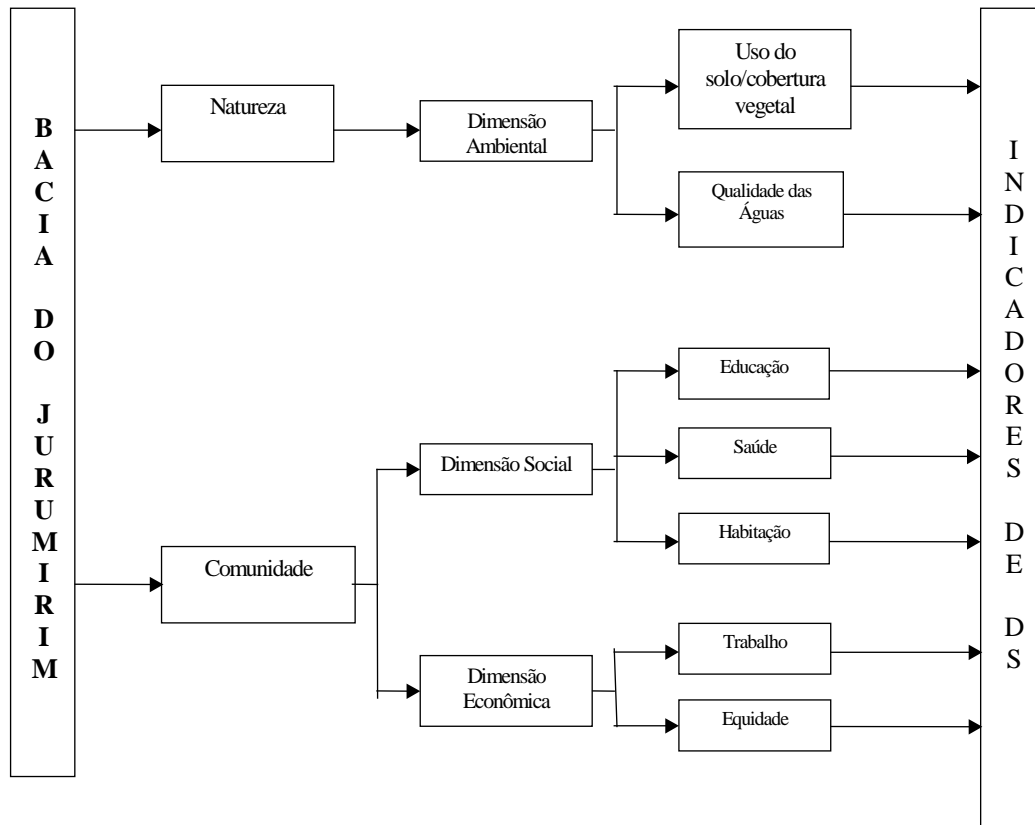
5 - peso insuficiente ao nascer = inferior a 2,5 kg;

6 - relação peso-idade considerado inaceitável, ou menor que 2 desvios abaixo da média da distribuição correspondente de crianças sãs (United Nations, 2001);

7 - domicílios construídos com material durável (Ex.: tijolo, adobe);

8 - densidade de moradores por dormitório = número de pessoas/(n.^o de cômodos - 2), onde 2 representa cozinha e banheiro;

9 - n.^o de desempregados x 100/PEA (População Economicamente Ativa).



| Sistema | Sub-sistemas | Dimensões | Temas | Indicadores |
|---------|--------------|-----------|-------|-------------|
|---------|--------------|-----------|-------|-------------|

Figura 2 – Estrutura Hierárquica para Ordenamento dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Jurumirim (Segundo CDS/ONU *apud* Prescott-Allen, 2001)

ELABORAÇÃO DA ESCALA DE DESEMPENHO DE CADA INDICADOR

A definição dos limites dos intervalos na ‘escala de desempenho local (EDL)’ de cada um dos indicadores locais busca interpretar o conceito de DLIS e vale-se da experiência acadêmica dos autores. Para minimizar subjetivismos, é necessário eleger valores de referência nacionais e/ou mundiais, pesquisados na literatura especializada, tais como indicadores de países com níveis diferentes de desenvolvimento humano e de renda, padrões definidos na legislação ambiental, metas estabelecidas nacional ou internacionalmente e metas fixadas para o local, os quais estão resumidos na coluna da direita da Tabela 2.

A partir destes valores de referência, são definidos os limites dos intervalos da ‘escala de desempenho (EDL)’ para cada indicador local, os quais têm correspondência com os valores de 0 a 100 da ‘escala do barômetro (EBS)’,

apontando condições que variam de insustentável para sustentável, conforme apresentado na Tabela 3. Esta mesma tabela também mostra que, para alguns indicadores, foram determinados os limites de todos os intervalos da EDL (ex. taxa de alfabetização), enquanto para outros, apenas alguns. Isto aconteceu, p. ex., com a taxa de mortalidade infantil, a taxa de escolarização e a de evasão escolar, onde não se representam valores de situações consideradas fora de um contexto de DLIS.

Para alguns indicadores, o menor e o maior valor apontam, respectivamente, o pior e o melhor desempenho para o DLIS (ex. ‘domicílios construídos com materiais duráveis’), enquanto para outros, o maior valor representa a pior situação (ex. ‘concentração de coliformes fecais’). A última coluna da Tabela 3 apresenta os intervalos de valores que indicam as condições ambientais e sócio-econômicas conceituadas neste trabalho como sustentáveis.

Tabela 2 – Valores de Referência para a Construção da Escala de Desempenho de Cada Indicador Local – Bacia do Jurumirim (BJ) (Angra dos Reis, RJ)

| Dimensão | Tema | Indicador | Valores de Referência para a Escala de Desempenho |
|-----------|-------------------------------|--|--|
| Ambiental | Uso do Solo Cobertura Vegetal | Área com Floresta Nativa (% da área da BJ) | 70% de cobertura vegetal pode ser considerada uma proteção adequada ao solo e 40% uma proteção razoável, segundo Morgan (1986); na BJ, a proteção adequada seria 60% de cobertura, porque esta proporção da bacia tem potencial natural de erosão (PNE) classificado como alto e muito alto (valor obtido a partir do 'mapa do PNE') e tais áreas devem, portanto, estar protegidas (Kronemberger, 2003) |
| | | Área com uso agropecuário (% da área da BJ) | 26% da Bacia do Jurumirim têm potencial para uso agropecuário: obtido a partir do 'mapa de usos potenciais' (Kronemberger, 2003) |
| | Qualidade das águas | Concentração de Coliformes Fecais no Rio da Guarda (NMP/100 ml) | Número mais provável de coliformes fecais (N.M.P por 100 ml) aceitável para cada classe de uso da água, pesquisados na Resolução CONAMA n.º 20 - Lei n.º 6.513/73 (Paraná, 1990) |
| Social | Educação | Taxa de Escolarização de 7 a 14 anos (%) | 96 (Brasil); 88 (Alagoas); 98 (Roraima) (IBGE, 2001b) |
| | | Taxa de Evasão Escolar (%) | Meta: taxa = 0 (estabelecida neste trabalho) |
| | | Taxa de Alfabetização (%) | Meta de 100% estabelecida neste trabalho; 88 (Brasil) (IBGE, 2004); 91 (México), 97 (Argentina), 96 (Chile) (PNUD, 2002) |
| | | Pessoas de Referência da Família com o Ensino Fundamental Completo (%) | Meta = 100% (Constituição Federal de 1988) |
| | Saúde | Crianças com peso insuficiente ao nascer (%) | Meta da OMS: 10% com peso insuficiente (United Nations, 2001) 4% (Suécia, Luxemburgo), 7% (Argentina), 26% (Índia), 30% (Bangladesh) (PNUD, 2002) |
| | | Prevalência de desnutrição total (%) | Meta da OMS: 10% com desnutrição (United Nations, 2001); 1% (EUA, Croácia, Chile), 48% (Bangladesh) (PNUD, 2002) |
| | | Taxa de Mortalidade Infantil (%°) | Meta da OMS: <50 %° para 2005; <35 %° para 2015 (United Nations, 2001); 3 (Suécia, Suíça), 180 (Serra Leoa), 56 (mundo), 7 (alto IDH), 46 (médio IDH), 99 (baixo IDH), 6 (alta renda), 31 (média renda), 80 (baixa renda) (PNUD, 2002); 30 (Brasil), 66 (Alagoas), 18 (Rio Grande do Sul) (IBGE, 2001a) |
| | Habitação | Domicílios Duráveis (%) | Meta de 100% estabelecida neste trabalho |
| | | Domicílios com Abastecimento de Água (%) | Meta da OMS: cobertura de 100% para 2025 (United Nations, 2001) |
| | | Domicílios com Lixo Coletado (%) | Meta de 100% estabelecida neste trabalho |
| | | Domicílios com Eletricidade (%) | Meta de 100% estabelecida neste trabalho |
| | | Densidade média de moradores por dormitório | Densidade inadequada = mais de 3 moradores por dormitório (FJP, 2001) |
| Econômica | Trabalho | Taxa de Desemprego (%) | 2% (Islândia); 16% (Espanha); 7% (OECD) (UNDP, 2001); 4 (EUA); 12 (França); 6 a 8 % (Brasil - 1999); 8% (média Brasil em 1999) (IBGE, 2001c) |
| | | Rendimento Mediano Mensal Familiar (R\$) | Custo familiar com alimentação* na BJ = R\$270,00 somado às despesas com transporte, vestuário, materiais de limpeza, higiene pessoal, impostos e taxas = R\$230,00, totalizando R\$500,00 (IBGE, 1999) |
| | Equidade | Índice de Gini da Concentração de Terras (adimensional) | Varia de 0 (perfeita igualdade) a 1 (desigualdade máxima) (United Nations, 2001) |
| | | Mulheres/100 Homens na Mão-de-Obra (n.º) | 71 (Brasil), 88 (Acre), 62 (Mato Grosso e Amapá) (IBGE, 2000) |

Notas: IDH = índice de desenvolvimento humano; OMS = Organização Mundial de Saúde; * o custo familiar com alimentação foi calculado por multiplicação do valor médio da cesta básica da BJ por três, considerando que uma família média possui 4 pessoas, sendo 2 adultos e 2 crianças (que se alimentam como 1 adulto). Os treze produtos e suas respectivas quantidades são estabelecidos com base no Decreto Lei n.º 399 e utilizados pelo DIEESE (1993; 2001) na pesquisa da Cesta Básica Nacional.

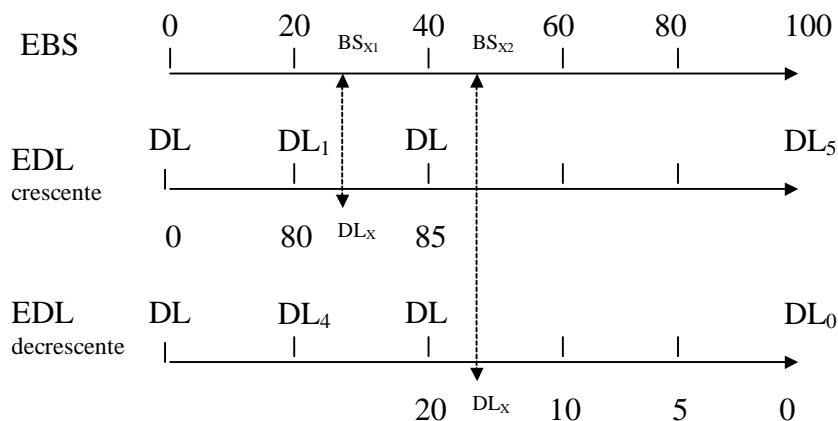
Tabela 3 – Escala de Desempenho Local (EDL) de cada Indicador de Desenvolvimento Sustentável Local e sua Associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade (EBS).

| INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (IDS) | IDS LOCAL | ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE (EBS) | | | | |
|--|--|---|---|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| | | 0 <= 20 | 20 <= 40 | 40 <=60 | 60 <= 80 | 80 <=100 |
| | | Ruim (insustentável) | Pobre (potencialmente insustentável) | Médio (intermediário) | Bom (potencialmente sustentável) | Muito Bom (sustentável) |
| ESCALA DE DESEMPENHO DO INDICADOR LOCAL (EDL) | | | | | | |
| Área com Floresta Nativa (%) | 70 | - | - | - | 40 - <65 | 65 - 100 |
| Área com uso Agropecuário (%) | 26 | 100 - >65 | 65 - >45 | 45 - >35 | 35 - >30 | 30 - 0 |
| Concentração de Coliformes Fecais no Rio da Guarda (NMP/100 ml) | 170 montante da Vila 12.000 jusante da Vila | 20.000 - 4.000 | - | - | 1.000- >200 | 200 - 0 |
| Taxa de Escolarização (%) | 96 | - | - | >50 - 80 | >80 - 95 | >95 - 100 |
| Taxa de Evasão Escolar (%) | 8 | 100 - 80 | - | - | 10 - >5 | 5 - 0 |
| Taxa de Alfabetização (%) | 82 | 0 - <80 | 80 - <85 | 85 - <90 | 90 - <95 | 95 - 100 |
| Pessoas de Referência da Família com o Ensino Fundamental Completo (%) | 15 | 0 - 20 | >20 - 40 | >40 - 60 | >60 - 80 | >80 - 100 |
| Crianças com peso Insuficiente ao Nascer (%) | 11 | 100 - >40 | 40 - >20 | 20 - >10 | 10 - >5 | 5 - 0 |
| Prevalência de desnutrição total (%) | 19 | 100 - >50 | 50 - >25 | 25 - >10 | 10 - >5 | 5 - 0 |
| Taxa de Mortalidade Infantil (%º) | 0 | - | - | - | - | 35 - 0 |
| Domicílios Duráveis (%) | 97 | 0 - 50 | - | - | - | 95 - 100 |
| Domicílios com Abastecimento de Água (%) | 100 | 0 - 50 | >50 - 70 | >70 - 85 | >85 - 95 | >95 - 100 |
| Domicílios com Lixo Coletado (%) | 76 | 0 - 50 | >50 - 70 | >70 - 85 | >85 - 95 | >95 - 100 |
| Domicílios com Eletricidade (%) | 97 | 0 - 50 | >50 - 70 | >70 - 85 | >85 - 95 | >95 - 100 |
| Densidade média de moradores/dormitório | 2 | | | 3 | 2 | 1 |
| Taxa de Desemprego (%) | 10 | | | 15 - >12 | 12->5 | 5 - 0 |
| Rendimento Mediano Mensal Familiar (R\$) | 460 | 0 - <135 | 135 - <270 | 270 - 500 | - | - |
| Índice de Gini da Concentração de Terras (adimensional) | 0,77 | 1 | - | - | - | 0 |
| Mulheres/100 Homens na Mão-de-Obra (n.º) | 37 | 0 - 20 | >20 - 40 | >40 - 60 | >60 - 80 | >80 - 100 |

Atribuição de Grau (BS_x) ao Indicador Local (DL_x) na Escala do Barômetro da Sustentabilidade (EBS)

Após a elaboração da escala de desempenho local (EDL), como mostrado na Tabela 3, é feita a transposição do valor numérico do indicador local (DL_x) para a escala do barômetro da sustentabilidade (EBS), através de interpolação linear simples. A título de exemplo, a Figura 3 ilustra a transposição de escalas, e a relação entre DL_x e BS_x , seja a escala EDL crescente ou decrescente.

Após os cálculos dos graus, os indicadores foram agregados hierarquicamente através de média aritmética, do nível mais baixo para o mais elevado, ou seja, do indicador para o tema, do tema para a dimensão e da dimensão para o subsistema (natureza e comunidade), conforme estrutura apresentada na Figura 2. Como os indicadores foram considerados igualmente importantes, neste trabalho receberam pesos iguais. Discute-se, no entanto, a aplicação de pesos diferentes, na análise de sensibilidade do BS sob este aspecto.



Cálculo do grau de DL_x na escala EBS:

$$BS_x = \left\{ \left[\frac{(DL_A - DL_x) \times (BS_A - BS_P)}{(DL_A - DL_P)} \right] \times (-1) \right\} + BS_A$$

Onde: A = limite anterior do intervalo que contem X.

P = limite posterior do intervalo que contem X.

Figura 3 – Operação de Cálculo do Grau do Indicador Local na Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A combinação dos indicadores em temas forneceu 7 índices temáticos (Tabela 4). Da mesma forma, há 3 índices para as respectivas dimensões do DLIS (social, econômica e ambiental). Por fim, para o nível de subsistema há dois resultados: o “índice de bem-estar humano” e o “índice de bem-estar ecológico”, que, representados em gráfico bidimensional, especificam a situação de sustentabilidade local (Figura 4).

Segundo o ‘BS’, a situação da Bacia do Jurumirim (BJ) é intermediária em relação ao DLIS, ou seja, ela não é sustentável nem insustentável, e tampouco está próxima da sustentabilidade. O baixo nível de escolaridade da população adulta, o baixo desempenho dos aspectos econômicos e a poluição do rio da Guarda a jusante da Vila da Serra d’Água são os principais aspectos que contribuem para este resultado, sobretudo a dimensão econômica, que é insustentável.

Mesmo que o bem-estar ecológico chegasse a 100%, a situação da BJ continuaria na faixa “intermediária”, mas, bastaria que o bem-estar humano melhorasse em 5 pontos (de 56 para 61), para que a BJ passasse para a faixa de “quase sustentável”, mesmo sem nenhuma alteração, ou até com alguma piora, do bem-estar ecológico. O que o BS mostra é que melhorias na sustentabilidade da BJ só serão alcançadas com elevação dos padrões sociais e econômicos, principalmente geração de renda e elevação do nível educacional, que, na verdade, são fatores interdependentes. Com o valor de bem-estar humano atual na BJ, o máximo de nível de DLIS que se pode atingir é o “intermediário”, enquanto que, com o bem-estar ecológico da BJ, o máximo que pode ser atingido é o nível “quase sustentável”.

Estes resultados são importantes para enfatizar que, melhorando os aspectos sócio-econômicos, a BJ se aproximará da sustentabilidade (Figura 4), mas, por outro lado, permanecerá a mesma, no curto prazo, se forem feitos investimentos somente na área ambiental

Tabela 4 - Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas, Dimensões e Subsistemas na Escala do Barômetro da Sustentabilidade na Bacia do Jurumirim.

| INDICADORES (IDS) | GRAUS | TEMAS | DIMENSÕES | SUBSISTEMAS |
|--|-------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Área com Floresta Nativa (%) | 83 | Uso do Solo/ Cobertura Vegetal 83 ⁽¹⁾ | Ambiental 65 ⁽²⁾ | Natureza 65 ⁽³⁾ |
| Área com Agropecuária (%) | 83 | | | |
| Concentração de Coliformes Fecais (NMP/100 ml) no Rio da Guarda (montante da Vila da Serra d'Água) | 83 | Qualidade das Águas 46 ⁽¹⁾ | | |
| Concentração de Coliformes Fecais (NMP/100 ml) no Rio da Guarda (jusante da Vila da Serra d'Água) | 10 | | | |
| Taxa de Escolarização (%) | 84 | Educação 49 ⁽¹⁾ | Social 66 ⁽²⁾ | Comunidade 56 ⁽³⁾ |
| Taxa de Evasão Escolar (%) | 68 | | | |
| Taxa de Alfabetização (%) | 28 | | | |
| Pessoas de Referência da Família com o Ensino Fundamental Completo (%) | 15 | | | |
| Crianças com peso Insuficiente ao Nascer (%) | 58 | Saúde 69 ⁽¹⁾ | | |
| Prevalência de desnutrição total | 48 | | | |
| Taxa de Mortalidade Infantil (% ^o) | 100 | | | |
| Domicílios Duráveis (%) | 88 | Habitação 81 ⁽¹⁾ | | |
| Domicílios com Abastecimento de Água (%) | 100 | | | |
| Domicílios com Lixo Coletado (%) | 48 | | | |
| Domicílios com Eletricidade (%) | 88 | | | |
| Densidade média de moradores/dormitório | 80 | | | |
| Taxa de Desemprego (%) | 66 | Trabalho 62 ⁽¹⁾ | Econômica 46 ⁽²⁾ | |
| Rendimento Mediano Mensal Familiar (R\$) | 57 | | | |
| Mulheres/100 Homens na Mão-de-Obra (n. ^o) | 37 | Eqüidade 30 ⁽¹⁾ | | |
| Índice de Gini da Concentração de Terras (adimensional) | 23 | | | |

Notas: (1) média aritmética dos graus dos indicadores; (2) média aritmética dos graus dos temas; (3) média aritmética dos graus das dimensões.

(p. ex., o saneamento básico da Vila da Serra d'Água). Assim, a aplicação do BS tem também como resultado a divulgação sintetizada de informações importantes, à comunidade e outros decisores, facilitando ações integradas, que atendam todas as dimensões do DLIS.

O tema habitação apresentou o melhor desempenho da dimensão social, tendo sido classificado como sustentável, porque 97% dos domicílios foram construídos com material durável (tijolo/adobe), a mesma proporção possui eletricidade e todos são abastecidos com água, enquanto o pior desempenho coube ao lixo, coletado em apenas 76% das residências. Possivelmente, os resultados deste tema sofreriam alterações, se estivessem disponíveis indicadores da deficiência urbanística da Vila da

Serra d'Água (ocupação irregular nas margens do rio da Guarda e da rodovia RJ-155, iluminação precária e falta de calçamento de ruas), a baixa qualidade da maioria das residências (pequenas, escuras, paredes remendadas, telhados desarranjados e mobiliário improvisado), além do baixo percentual de domicílios com instalações sanitárias apropriadas. Entretanto, pode-se argumentar que estes aspectos habitacionais estão representados na dimensão econômica do BS, que penaliza a BJ, com os indicadores de baixa renda. Assim, a flexibilidade quanto à quantidade e ao tipo de indicadores utilizados na construção do BS é, ao mesmo tempo, vantagem e desvantagem. Ela permitiu construir índices para a Bacia do Jurumirim com os indicadores disponíveis, que, embora não suficientes para dar conta da

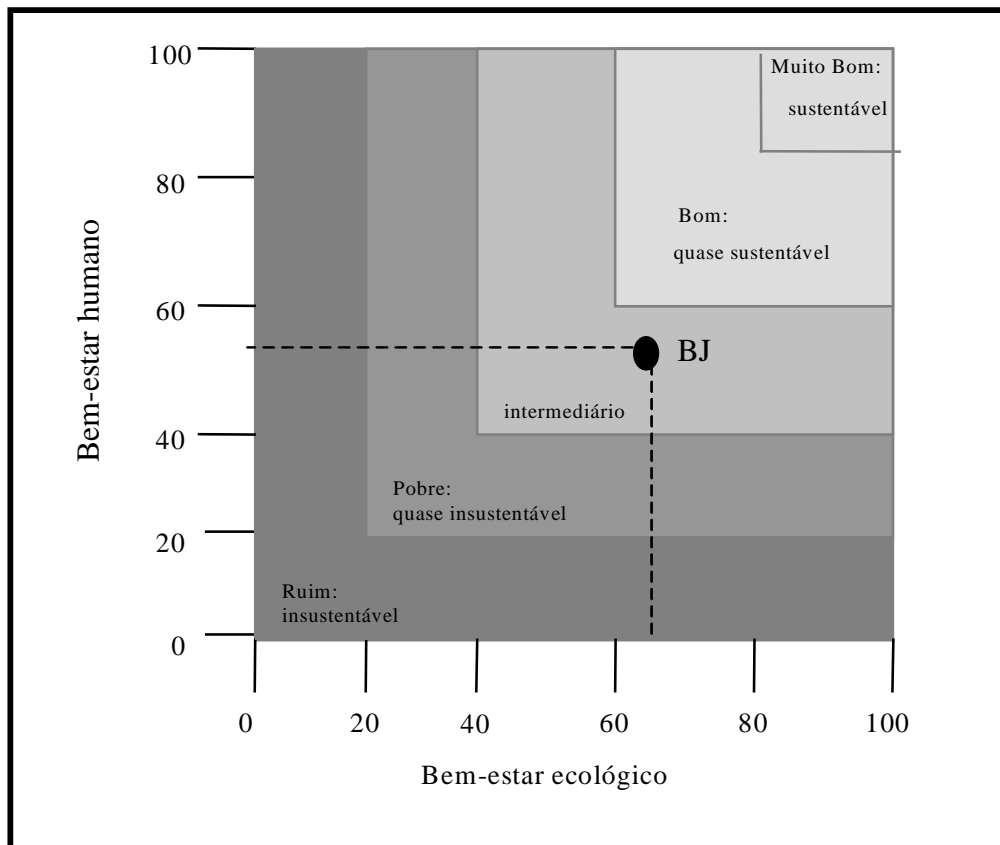


Figura 4 – Posição da Bacia do Jurumirim (BJ) no Barômetro da Sustentabilidade. Elaborado segundo Prescott-Allen (2001).

complexidade do assunto (DLIS), puderam, através da análise integrada, avaliar a situação de sustentabilidade da bacia.

O tema equidade apresentou o pior desempenho, classificado como potencialmente insustentável, porque a participação das mulheres no mercado de trabalho é pequena, se comparada à dos homens. O Índice de Gini, calculado para a distribuição de terras, aproxima-se do valor 1, expressando grande desigualdade, e representando, portanto, uma situação crítica para o DLIS.

A taxa de mortalidade infantil foi o melhor indicador de seu tema, porque não foram registradas mortes de crianças menores de 1 ano de idade no ano de 2000; assim, a BJ foi classificada pelo BS como sendo sustentável na área de saúde. Cabe lembrar, entretanto, que, na BJ, foram registrados somente 27 nascidos vivos no ano de 2000, e a amostra normalmente utilizada para o cálculo desta taxa é de 1.000 nascidos vivos. Uma das soluções para o problema do pequeno tamanho da amostra seria usar taxas médias móveis de 10 ou 50 anos,

quando existem dados, o que também é uma restrição das observações em escala local.

Ao trabalhar com valores médios e com pesos iguais, o BS dilui o efeito de indicadores isolados, mostrando, mais uma vez, a necessidade de critérios específicos de análise. Um exemplo deste fato é o tema ‘qualidade das águas’: a ‘concentração de coliformes fecais’ no rio da Guarda, a jusante da Vila da Serra d’Água, apresentou o pior desempenho entre todos os indicadores do BS, apontando insustentabilidade; contudo, ao agregá-lo com o valor de montante da vila, que é sustentável, o resultado passou a revelar uma situação intermediária em relação ao DLIS. Outro exemplo seria a ‘educação’, também ‘intermediária’, porque os indicadores da população jovem estão bons (sustentáveis), enquanto os da população adulta são ruins, como o nível de escolaridade das pessoas de referência da família, que é insustentável. Este é, novamente, um problema de tamanho de amostra, pois quanto maior o número de IDs disponíveis para a agregação, melhor seria sua representatividade nos índices.

Vale ressaltar que a taxa de escolarização de 7 a 14 anos, faixa etária correspondente ao ensino fundamental, indica que a maioria das crianças da bacia está estudando, fator positivo para a viabilização do DLIS, pois estarão mais bem preparadas para o mercado de trabalho. Entretanto, existe hoje um passivo a ser equalizado, já que a maioria de seus pais (85%) não conseguiu completar o ensino básico.

Caso se atribuisse peso dois a sete dos indicadores (escolaridade, alfabetização, mortalidade infantil, domicílios com abastecimento de água, rendimento familiar, área com vegetação primária, concentração de coliformes a jusante), os resultados não se alterariam para a maioria dos índices do BS. Ou seja, apesar dos graus terem, obviamente, se alterado, a classificação ‘potencialmente sustentável’, assim permaneceu, mostrando a robustez do BS. As únicas exceções ocorreram para o tema qualidade das águas, que passou de ‘intermediário’ para ‘quase insustentável’, e a dimensão ambiental, que se deslocou do setor ‘potencialmente sustentável’ para o ‘intermediário’.

Da mesma forma que a atribuição de pesos diferentes para os indicadores altera os valores dos seus graus, e pode, ou não, alterar sua posição na escala de desempenho, a maneira como eles são agrupados em temas, também influencia os resultados. Todavia, uma análise de sensibilidade a essas alterações auxilia a encontrar a melhor forma de retratar a realidade local. Esta robustez do BS, característica de indicadores complexos, facilita sua aplicação para comparar regiões assemelháveis, mas coloca mais responsabilidade na escolha e análise dos IDS, que devem ser sensíveis o suficiente para representar a situação do local sob a ótica ambiental e humana.

A divulgação dos resultados do BS pode ter implicações para o DLIS. Para exemplificar, a grande diferença entre os valores de montante e de jusante do indicador ‘concentração de coliformes fecais no rio da Guarda’ corrobora a principal reivindicação da comunidade, que é o esgotamento sanitário do rio da Guarda. Satisfazer esta demanda representaria um ganho na qualidade de vida da comunidade, da mesma

forma que, sentindo-se valorizada, ela poderia engajar-se em outros projetos de DLIS. Divulgando apenas o valor de jusante, o que significa considerar a qualidade das águas ruim, a dimensão ambiental passa a ser classificada como ‘intermediária’. Ao eliminar o valor de jusante, aceitando a qualidade das águas como sendo “ótima”, a dimensão ambiental passa a ser sustentável, porém, a situação da bacia permanece inalterada. Neste caso, o valor médio, ou mediano, parece ser a opção mais adequada para divulgar os resultados do BS, pois se enfatiza que a dimensão ambiental também necessita melhorias, sabendo-se que o rio apresenta, a jusante, coliformes fecais acima do permitido pela legislação, o que tem inviabilizado seu uso para o lazer da comunidade ou dos possíveis futuros turistas.

CONCLUSÕES

Construir indicadores para bacias hidrográficas requer um esforço adicional, porque os dados geralmente não se encontram desagregados para esta unidade de trabalho. Por outro lado, bacias hidrográficas possuem características favoráveis a uma abordagem holística, necessária à elaboração de planos para viabilizar o desenvolvimento local sustentável. Isto facilita reunir e relacionar grande número de variáveis envolvidas nos processos físicos e sócio-econômicos, tornando as bacias hidrográficas uma das principais unidades de planejamento e gestão ambiental.

A aplicação da metodologia do ‘BS’ em escala local foi vantajosa em seus diversos aspectos. A definição das ‘escalas de desempenho’ para cada indicador, atribuindo-lhe valores que representam condições de insustentáveis a sustentáveis, permitiu analisar o significado de cada indicador para o desenvolvimento sustentável e, da mesma forma, a sua “distância” em relação à meta estabelecida, ou a um valor padrão, tomado como referência, ou considerado sustentável.

O BS possibilitou reunir indicadores, antes analisados separadamente, em índices temáticos e dimensionais, e avaliar que a BJ encontra-se em situação intermediária em relação ao desenvolvimento sustentável. Também

revelou que ela apresenta melhor desempenho nos aspectos ambientais do que nos sócio-econômicos, estando mais próxima da conservação ambiental do que da equidade social e do crescimento econômico, grandes objetivos do DLIS. Caso se queira alcançá-lo, os maiores investimentos deverão ser feitos na área sócio-econômica.

Foi possível observar a robustez esperada de indicadores complexos que agregam indicadores individuais, como acontece com o BS. Esta pode ser uma vantagem do método, para comparações entre locais. Entretanto, observou-se também que os critérios de escolha dos IDSs são primordiais para a sensibilidade do BS, que, na escala local, depende muito da disponibilidade de dados.

O processo de construção do BS, desde a escolha dos IDS até a agregação final dos temas, resulta também na divulgação sintetizada de informações importantes, à comunidade e

outros decisores. Sob este aspecto, o BS pode ser, em si mesmo, um alavancador do progresso em direção ao DLIS. Ele facilita a percepção geral de que as ações devem ser integradas, atuando em todas as dimensões do DLIS: na BJ, p. ex., conclui-se que seria mais proveitoso para avançar em direção ao DLIS, investir prioritariamente nos aspectos sociais e econômicos, embora sem desprezar as melhorias ambientais, que, neste caso, são também fortes demandas da comunidade. Estas demandas poderiam ser melhor refletidas no BS, se convenientemente ponderadas.

Idealmente, o BS deveria ser aplicado em diferentes momentos, para avaliar o progresso da BJ em direção ao desenvolvimento sustentável. A metodologia, sistematicamente aplicada, pode também ser um importante instrumento de comparação entre níveis de DLIS, em outras bacias hidrográficas, ou localidades similares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, C.N; KRONEMBERGER, D.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, R. (2001) The quest for sustainable development in a local context: the case study of Jurumirim Hydrographic Basin, Angra dos Reis County, Rio de Janeiro State, Brazil. Open Meeting of the Human Dimensions of the Global Environmental Change Research Community. Rio de Janeiro, Outubro 6-8, 2001. Anais: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/openmeeting>.
- CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988. Disponível em: <<http://www.culturabrasil.pro.br/constituicao.htm>>. Acesso em 23/02/05.
- DIEESE. (1993) Cesta Básica Nacional: metodologia, [online]. DIEESE. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/rel/rac/cesta.html>>. Acesso em 01/12/01.
- _____. (2001) Cesta Básica Nacional, [online]. DIEESE. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/rel/rac/cesta.html>>. Acesso em 01/12/01.
- FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. (2001) Déficit habitacional no Brasil 2000. Fundação João Pinheiro. 203 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (1999) Pesquisa de Orçamentos Familiares 1995 – 1996. IBGE, 3 v. Vol. 1: Despesas, Recebimentos e Características das Famílias, Domicílios, Pessoas e Locais de Compra. 274 p.
- _____. (2000) Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1999. IBGE, 69 p.
- _____. (2001a) Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000. IBGE, 419 p.
- _____. (2001b) Síntese de Indicadores Sociais 2000. IBGE, 369 p.
- _____. (2001c) Ajustamento Sazonal da Taxa de Desemprego Aberto: pesquisa mensal de emprego, maio 1982 - dezembro 2000. IBGE/ Dep. de Emprego e Rendimento, 42 p. (Estatísticas Básicas. Série Retrospectivas. n. 8).
- _____. (2004) Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2004. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. 393 p. (Estudos e pesquisas. Informação Geográfica n. 4).

- KRONEMBERGER, D.M.P. (2003) A Viabilidade do Desenvolvimento Sustentável na Escala Local: o caso da Bacia do Jurumirim (Angra dos Reis, RJ). Tese de Doutorado. Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 274 p.
- MORGAN, R.P.C. (1986) Soil Erosion and Conservation. Longman, 298 p.
- OLIVEIRA, L.B. (2002) Determinação do Índice Colimétrico e da Resistência Antimicrobiana de *Escherichia coli* Isolada no Rio da Guarda, Angra dos Reis, RJ. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 79 p.
- PARANÁ. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente. Coordenadoria de Estudos e Defesa do Meio Ambiente. (1990) Coletânea de Legislação Ambiental Federal e Estadual. Imprensa Oficial do estado do Paraná, 536 p.
- PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. (2002) Relatório do Desenvolvimento Humano 2002. PNUD, 277 p.
- PRESCOTT-ALLEN, R. (1997) Barometer of Sustainability: measuring and communicating wellbeing and sustainable development. *In*: IUCN. An Approach to Assessing Progress Toward Sustainability: tools and training series. Vol. 2. IUCN/IDRC.
- _____. (2001) The Barometer of Sustainability, [online]. IUCN. Disponível em: <<http://www.iucn.org/themes/eval/english/barom.htm>>. Acesso em 07/12/01.
- UNITED NATIONS. (2001) Indicators for Sustainable Development, [online]. United Nations: Depto. of Economic and Social Affairs. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/isdms2001/table_4.htm>. Acesso em 02/02/03.
- Tolba, M. K. (1992) A commitment to the future - sustainable development and environmental protection. Nairobi, UNEP - United Nations Environment Programme. 111p.
- SOUZA, R.C. de. (2002) Hidrogeoquímica e qualidade das águas do Rio da Guarda, Angra dos Reis, RJ. Dissertação de Mestrado, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 99 p.