

# Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar

Tania Moreira Braga

Pesquisadora do Cedeplar/UFMG

Bolsista Recém-Doutor FAPEMIG

Ana Paula Gonçalves de Freitas

Pesquisadora no Cedeplar/UFMG

Bolsista Apoio Técnico FAPEMIG

Gabriela de Souza Duarte

Assistente de pesquisa no Cedeplar/UFMG

Bolsa de iniciação científica CNPq

Júlio Carepa-Sousa

Assistente de pesquisa no Cedeplar/UFMG

Bolsista de iniciação científica CNPq

## Palavras-chave

índices e indicadores, desenvolvimento sustentável, qualidade de vida, qualidade ambiental, capacidade político-institucional.

**Classificação JEL** Q01, I31, I32.

## Key words

*indices and indicators, sustainable development, quality of life, environmental quality, political/institutional capacity.*

**JEL classification** Q01, I31, I32.

## Resumo

Este artigo apresenta metodologia de construção de índices de sustentabilidade local e a aplica para os municípios da região da bacia do rio Piracicaba (MG). A proposta metodológica apresentada combina medidas de qualidade do sistema ambiental microrregional; qualidade de vida no espaço urbano; pressão exercida pelas atividades antrópicas sobre as bases de reprodução no espaço e sobre o sistema ambiental microrregional; capacidade política e institucional de intervenção local. O rio e sua bacia hidrográfica são tomados como parâmetro principal de espacialização, integração e compatibilização de indicadores construídos com base em metodologias e visões disciplinares distintas. Localizada na bacia do Médio Rio Doce, a bacia do Piracicaba encontra-se na área de influência do Parque Estadual do Rio Doce. Possui um conjunto expressivo de atividades econômicas (siderurgia, celulose e mineração de ferro) com alto grau de impactos antrópicos, expressiva concentração urbana e massivos reflorestamentos por monocultura de eucalipto (carvão vegetal e celulose).

## Abstract

*This article presents methodology for the construction of indices of local sustainability, applied to the cities of the Piracicaba River Basin (Minas Gerais). The proposed methodology combines measures of quality of the microregional environmental system; the quality of life in urban areas; the pressure exerted by anthropic activities on reproduction bases in the area and on the microregional environmental system; political and institutional capacity for local intervention. The river and its water basin are used as the main parameters for spatialization, integration and compatibility of indicators constructed on the basis of distinct methodology and disciplinary viewpoints. Located in the mid Rio Doce river basin, the Piracicaba River basin is within the area of influence of the Rio Doce State Park. It comprises a significant assembly of economic activities (steel, cellulose, and iron ore mining) with a high degree of anthropic impact, considerable urban concentration, and massive reforestations through the monocultural plantation of eucalyptus trees (coal and cellulose).*

## 1\_ Introdução

Estudos sobre qualidade ambiental e desenvolvimento encontram o desafio frequente de lidar com a incerteza e a carência de informações sistematizadas. Grande parte das decisões tomadas por órgãos reguladores na área ambiental ocorre valendo-se de informações imprecisas e certezas fragilmente construídas. A natureza da relação entre meio ambiente e desenvolvimento é objeto de controvérsia e campo de incertezas. Nesse contexto, trabalhos empíricos capazes de criar indicadores confiáveis que possam embasar estudos e tomadas de decisão política são cruciais e urgentes.

O conceito de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, embora utilizado de forma ampla nas duas últimas décadas a ponto de se tornar referência obrigatória em debates acadêmicos, políticos e culturais, está longe de possuir significado consensual. É antes um conceito em permanente construção e reconstrução, um campo de batalha simbólico e uma poderosa ferramenta de *marketing* que uma referência consolidada de padrões de relação entre conservação ambiental e crescimento econômico.

O que há subjacente às diversas versões do que seria o desenvolvimento sustentável é uma aproximação das di-

mensões ambiental, social e econômica do meio ambiente, como parte de um jogo de poder em torno da apropriação do território e de seus recursos, que tem por objetivo legitimar ou deslegitimar discursos e práticas sociais.

Portanto, qualquer proposta séria de mensuração do fenômeno desenvolvimento sustentável deve iniciar pela declaração das matrizes discursivas que lhe servem de inspiração.

O conceito de sustentabilidade aqui adotado combina a definição adotada pelo Urban World Forum (2002)<sup>1</sup> com a terceira das matrizes discursivas de sustentabilidade urbana identificadas por Acserald (1999),<sup>2</sup> relacionando questões relativas à vulnerabilidade social, política e econômica de comunidades humanas à capacidade do meio ambiente em absorver os impactos

.....  
<sup>1</sup> While the priorities for local sustainability are overcoming poverty and equity, enhancing security and preventing environmental degradation, there is a need to pay more attention to social capital and cultural vitality in order to foster citizenship and civic engagement (Urban World Forum, 2002).

<sup>2</sup> Noção de sustentabilidade urbana centrada na reconstituição da legitimidade

.....  
 das políticas urbanas, que combina modelos de eficiência e equidade e remete a sustentabilidade à construção de pactos políticos capazes de reproduzir suas próprias condições de legitimidade e assim dar sustentação a políticas urbanas que possam adaptar a oferta de serviços urbanos às demandas qualitativas e quantitativas da população (Acserald, 1999).

das atividades antrópicas nele exercidas. Em nossa abordagem, um município é considerado mais ou menos sustentável à medida que é capaz de manter ou melhorar a saúde de seu sistema ambiental, minorar a degradação e o impacto antrópico, reduzir a desigualdade social e prover os habitantes de condições básicas de vida, bem como de um ambiente construído saudável e seguro, e ainda de construir pactos políticos que permitam enfrentar desafios presentes e futuros.

Ademais, para ser considerada sustentável, não é suficiente que confira a seus habitantes condições ambientais equilibradas, mas que o faça mantendo baixos níveis de externalidades negativas sobre outras regiões (próximas ou distantes) e sobre o futuro. Isso implica atentar não apenas para a escala local da sustentabilidade, mas também para a escala regional, constituída pelas relações com o entorno, e a escala global, constituída pelos impactos sobre questões globais como efeito estufa e por questões relativas aos impactos agregados sobre o planeta (McGranahan e Satterthwaite, 2002; Miller e Small, 2003).

Os indicadores de qualidade ambiental aqui construídos podem ser utilizados não apenas para a avaliação comparativa da qualidade de vida e do am-

biente entre as cidades nas regiões estudadas, como podem se constituir em ferramentas auxiliares no processo de planejamento de cidades e microrregiões, ao indicar as áreas de melhor ou pior performance relativa, apontar tendências e chamar a atenção para pontos fracos.

## **2\_ O desafio de mensurar**

Data do final da década de 1980 o surgimento de propostas de construção de indicadores ambientais. Tais propostas possuem em comum o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como à tomada de decisão por atores públicos e privados. Também buscam descrever a interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente e conferir ao conceito de sustentabilidade maior concretude e funcionalidade.

As tentativas de construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade seguem três vertentes principais. A primeira delas, de vertente biocêntrica, consiste principalmente na busca por indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos de equilíbrio ecológico de ecossistemas. A segunda, de vertente econômica, consiste em avaliações monetárias do capital natural e do uso de recur-

tos naturais. Já a terceira vertente busca construir indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental que combinem aspectos do ecossistema natural a aspectos do sistema econômico e da qualidade de vida humana; em alguns casos, também são levados em consideração aspectos dos sistemas político, cultural e institucional. Os índices e indicadores aqui construídos fazem parte do esforço de pesquisa em torno da terceira vertente.

Os indicadores ambientais da terceira vertente são, via de regra, modelos de interação atividade antrópica/meio ambiente que podem ser classificados em três tipos principais: estado, pressão e resposta. Enquanto os indicadores de estado buscam descrever a situação presente, física ou biológica, dos sistemas naturais, os indicadores de pressão tentam medir/avaliar as pressões exercidas pelas atividades antrópicas sobre os sistemas naturais, e os chamados indicadores de resposta buscam avaliar a qualidade das políticas e acordos formulados para responder aos impactos antrópicos e minimizá-los (Herculano, 1998; ESI, 2002).

Em geral, os indicadores existentes incidem sobre o curto e o médio prazos,<sup>3</sup> a escala preferencial é o plano nacional e todos se defrontam com dificuldades relativas à obtenção de dados. A

carência de informações sistemáticas e a dificuldade de comparação de dados produzidos com base em diferentes fontes/metodologias são um problema sempre presente para aqueles que trabalham com indicadores ambientais.

O surgimento dos indicadores da terceira vertente só pode ser compreendido como parte de um processo de refinamento dos indicadores e índices de desenvolvimento. A utilização sistemática em escala mundial de indicadores para medir o desempenho econômico data do final da década de 1950, com a generalização do uso do PIB como indicador do progresso econômico de um país. Já na década de 1960 surgiram medidas que ampliam a mera concepção econômica retratada pelo PIB, com a utilização do PIB *per capita* como referencial em paralelo a alguns indicadores sociais como mortalidade infantil e taxa de analfabetismo.

Nos anos 1990, com o patente reconhecimento do caráter restritivo do PIB, surge o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH –, como ferramenta para mensurar o desenvolvimento econômico e humano, sintetizando quatro aspectos, quais sejam: expectativa de vida; taxa de alfabetização; escolaridade, e PIB *per capita*.

Embora imperfeito, por tentar captar em um único número uma realidade

.....  
<sup>3</sup> O ESI é uma destacada exceção, pois incorpora indicadores que traduzem a capacidade política/institucional de resposta a mudanças na condição de sustentabilidade no médio/longo prazos.

complexa sobre desenvolvimento humano e privações de necessidades básicas, o IDH atua como isca para alargar o interesse do público para aspectos do desenvolvimento não estritamente econômicos. O objetivo era construir uma medida com o mesmo nível de vulgaridade do PIB – um único número – que, no entanto, não fosse cego aos aspectos sociais do desenvolvimento, como é o PIB. Entretanto, tanto o IDH quanto suas versões aperfeiçoadas, os chamados índices de terceira geração,<sup>4</sup> por não inserirem questões ambientais, são inadequados como medida de desenvolvimento sustentável.

Índices sintéticos como o PIB e o IDH possuem a clara vantagem de comunicação ágil e grande impacto; isso não ocorre sem a perda de dimensões relevantes do fenômeno que se quer retratar, sem o obscurecimento de diferenças e desigualdades internas às unidades de análise e tampouco sem escudar-se em juízos de valor e escolhas arbitrárias de difícil entendimento para o público em geral. Entretanto, dada a força da mensagem que comunicam, índices sintéticos, ainda que imperfeitos, falam alto e claro (Índice Paulista, 2002).

No caso da busca por um índice sintético de desenvolvimento sustentável, o processo se torna ainda mais intrin-

cado em razão da impossibilidade de contar com um elenco restrito de variáveis, uma vez que a dimensão ambiental do desenvolvimento é composta por uma série de aspectos relativos à saúde e capacidade de suporte do ambiente, ao controle de fontes poluentes, à administração dos recursos naturais e à equidade inter e intragerações.

Dada a complexidade e a diversidade de questões envolvidas, não é possível compor um bom retrato do grau de sustentabilidade atingido por um país, região ou cidade, tomando por referência um pequeno número de variáveis. Mensurar a sustentabilidade requer a integração de um número considerável de informações advindas de uma pluralidade de disciplinas e áreas de conhecimento. Comunicar tal riqueza de informações de forma coerente ao público não especialista se torna um grande desafio, o qual se converte em expectativa pela produção de sistema de indicadores enxutos ou índices sintéticos, capazes de comunicar realidades complexas de forma resumida.

Dentre as tentativas recentes de construção de índices sintéticos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, destaca-se o *Environmental Sustainability Index* – ESI –, desenvolvido pela Universidades de Yale e de Columbia

.....  
<sup>4</sup> Dentre os chamados índices de terceira geração, podemos citar o ICV, construído para os municípios mineiros pela Fundação João Pinheiro; o IPRS, construído para os municípios paulistas pela Fundação Seade; o IDG (Índice de Desenvolvimento Ajustado a Gênero), o IPH (Índice de Pobreza Humana), também desenvolvidos pelo PNUD.

com o apoio do World Economic Forum. Com o objetivo de analisar e avaliar a sustentabilidade ambiental ao longo do tempo e identificar os determinantes do “sucesso ambiental” e da sustentabilidade no longo prazo, o ESI constrói um *ranking* de países valendo-se de um amplo, mas coerente e bem articulado, conjunto de indicadores relativos a desenvolvimento e meio ambiente, passíveis de comparação entre um número significativo de países. Também evidencia que a análise comparativa no âmbito ambiental pode identificar sucesso ou falhas de intervenções políticas e chama a atenção para a carência de informações ambientais de qualidade no âmbito mundial e para a urgência de investimentos em sistemas de monitoramento ambiental e produção de séries temporais de dados para parâmetros e variáveis chave.

A dificuldade na obtenção de dados é problema recorrente, tanto no que se refere à mera disponibilidade desses quanto à sua qualidade. A esse respeito, Esty e Porter (2002) afirmam ser necessária a construção de mecanismos que assegurem o controle de qualidade dos dados e proporcionem algum grau de padronização, eliminando o risco de produção extensiva de dados com baixa capacidade de informação.

Ao analisarmos diversas propostas de índices e indicadores de sustentabilidade, observamos outros problemas comuns aos indicadores até então construídos, tais como: ausência ou fragilidade da concepção conceitual, fragilidade dos critérios de escolha das variáveis representativas, falta de critérios claros de integração dos dados, baixa relevância dos dados utilizados. Em razão da falta de precisão em relação aos conceitos de sustentabilidade e qualidade ambiental, o processo de escolha dos dados e variáveis a ser utilizadas na mensuração dos referidos fenômenos é, por muitas vezes, obscuro, assim como o são as relações de causalidade que dão suporte aos sistemas de indicadores construídos. Grande parte dos assim denominados sistemas de indicadores são muitas vezes meras listas de dados e variáveis. Por se tratarem de iniciativas isoladas, em geral restritas a um contexto local, a comparabilidade dos indicadores e índices é geralmente baixa. A construção dos índices envolve ainda a complicação adicional de tornar comparáveis dados de diferentes fontes, produzidos com base em escalas distintas, com cobertura e distribuição espacial e temporal diversas, levando à busca de formas alternativas e aproximadas para imputar dados faltantes e construir *proxys* adequadas e representativas de informações inexistentes.

Os índices de sustentabilidade municipal aqui construídos fazem parte desse esforço acadêmico recente de construção de índices ambientais. Inspira-se, em especial, em duas fontes:

- i. o estudo sobre o ambiente, a população, a economia, a sociedade e a vida política realizados em pesquisa anterior desenvolvida pelo CEDEPLAR/UFMG e o ICB/UFMG, que deu origem ao livro *Biodiversidade, população e economia* (Paula, 1997);
- ii. o Environmental Sustainability Index (ESI, 2002).

Os índices aqui apresentados poderão ser utilizados não só para avaliar a qualidade de vida e do ambiente e auxiliar no processo de planejamento local em relação à integração entre meio ambiente e crescimento/desenvolvimento econômico, como também representam uma contribuição metodológica para o aperfeiçoamento dos sistemas de informação ambientais.

### **3\_ Índices de sustentabilidade municipal: concepção metodológica**

O sistema de índices de sustentabilidade municipal aqui apresentado é composto por quatro índices temáticos, a saber:

- i. qualidade do sistema ambiental local;
- ii. qualidade de vida humana;
- iii. pressão antrópica;
- iv. capacidade política e institucional.

Combinados, os quatro índices buscam mensurar a sustentabilidade municipal, conforme definida na página 13. O índice de qualidade do sistema ambiental mensura o grau de saúde do sistema ambiental do município. O índice de qualidade de vida humana mensura a capacidade do município em reduzir a desigualdade social, prover os habitantes de condições básicas de vida e de um ambiente construído saudável e seguro. Já o índice de pressão antrópica mensura o potencial de degradação e o grau de impacto antrópico no município. Finalmente, o índice de capacidade político-institucional mensura a robustez nesse quesito para o enfrentamento de desafios presentes e futuros. Dentre eles, o índice de pressão antrópica mede o inverso da sustentabilidade. Cabe ressaltar que, de maneira similar a outros indicadores de desenvolvimento sustentável e de desenvolvimento social, esse não consiste em proposta acabada, e sim em trabalho em permanente construção.

O índice de qualidade do sistema ambiental<sup>5</sup> mensura o grau de saúde do sistema ambiental através da qualidade de água do rio, visto como testemunha

.....  
<sup>5</sup> O índice de qualidade ambiental poderia ser construído com base em indicadores de qualidade do ar, o que não se deu por causa da impossibilidade de obtenção de dados confiáveis para a região estudada. Cabe ressaltar que a *proxy* escolhida (o Índice de Qualidade da Água) incorpora indicadores de biodiversidade aquática.

das condições ambientais de sua bacia e como depositário da degradação promovida pelas atividades humanas. O Índice de Qualidade das Águas (Barbosa, 1997) será tomado como *proxy* da qualidade do sistema ambiental local/regional. Construído para a área piloto para os anos 1990 no contexto da pesquisa *Biodiversidade, População e Economia* e para os anos 2000 no contexto da pesquisa PIE/PELD, combina aspectos da biodiversidade aquática e das características físico-químicas das águas com base nas medidas sistemáticas em pontos selecionados ao longo do rio Piracicaba e de seus principais afluentes. As variáveis físico-químicas que compõem o índice fornecem uma visão estática, um retrato momentâneo da drenagem de sua bacia, ao passo que as variáveis biológicas permitem identificar processos mais permanentes, na medida em que a sobrevivência e/ou o desenvolvimento de certos microorganismos vivos refletem as condições ambientais em seu leito por períodos mais dilatados (Paula, 1997, p. 262-263).

O índice de pressão antrópica avalia o potencial de impacto e degradação, por meio do grau de estresse exercido pela intervenção antrópica – urbanização e principais atividades econômicas – sobre o sistema ambiental local, com especial atenção para seu potencial poluidor, ritmo de crescimento e concentração es-

pacial. São três os indicadores que entram em sua composição: pressão urbana, pressão industrial e pressão agropecuária. Um indicador de pressão por atividades de mineração e extrativismo, de importância central na região estudada, não foi construído dada a não-obtenção de dados confiáveis.

O índice de qualidade de vida humana mensura aspectos relacionados a desenvolvimento humano e a qualidade do ambiente construído. As variáveis de desenvolvimento humano são as mesmas usadas no cálculo do IDH municipal, separadas em um indicador de qualidade de vida e outro de renda. Por sua vez, as variáveis de qualidade da habitação, serviços sanitários e segurança ambiental refletem a qualidade do ambiente construído no que se refere ao provimento de condições adequadas a uma vida humana saudável; já as variáveis de saúde ambiental exprimem a incidência de doenças causadas por fatores ambientais (ar e água).

Por fim, o índice de capacidade político institucional mensura a capacidade dos sistemas político, institucional, social e cultural locais de superar as principais barreiras e oferecer respostas aos desafios presentes e futuros de sustentabilidade.

Portanto, tomados em conjunto, os quatro índices estabelecem indicadores de



estado, pressão e resposta, que refletem condições presentes tanto na escala local quanto na escala regional. Indicadores capazes de refletir o papel dos municípios avaliados na sustentabilidade em escala global, tais como produção de gases de efeito estufa e avaliações de pegada ecológica, não foram incluídos pela impossibilidade de obtenção de dados.

Os indicadores e variáveis utilizados foram selecionados baseando-se em revisão bibliográfica,<sup>6</sup> das matrizes do projeto Biodiversidade, População e Economia (Paula, 1997) e de revisão crítica por especialistas, tendo como balizador a concepção de sustentabilidade local adotada na pesquisa. Os critérios considerados na escolha foram:

- \_ relevância, capacidade da variável em traduzir o fenômeno. Sempre que possível, utilizamos variáveis que medem diretamente o fenômeno, quanto não houve essa possibilidade, optou-se pela utilização de *proxy*;
- \_ aderência local, capacidade da variável (ou indicador) em captar fenômeno produzido ou passível de transformação no plano local;
- \_ disponibilidade, cobertura e atualidade dos dados;
- \_ capacidade da variável em permitir comparações temporais.

.....  
<sup>6</sup> Dentre os trabalhos consultados, o de maior significância foi ESI (2002). Também foram relevantes: Herculano (1998); Isla (1998); Taylor (1998); Ramieri e Cogo (1998); Sawyer (2000); Corrêa (2000); Belo Horizonte (2002); Fundação João Pinheiro (1996).

Embora o objetivo principal seja o de criar indicadores adequados à realidade da região estudada, um critério adicional utilizado na escolha das variáveis e dos indicadores foi a possibilidade de cálculo dos mesmos para outras localidades.

Sempre que possível, utilizamos indicadores consolidados ou já existentes, como o caso do IDH Renda como indicador de renda, de uma combinação do IDH Longevidade e do IDH Educação com indicador de condições de vida, e do Índice de Qualidade da Água de autoria de Barbosa (1997) como indicador de qualidade da água. Utilizamos também a metodologia desenvolvida por Sawyer (2000) para calcular dois dos quatro indicadores de pressão agropecuária. A maior parte das variáveis selecionadas foi construída com base em dados disponíveis em fontes secundárias, mas algumas delas demandaram pesquisa de campo para levantamento de dados primários.

O Quadro 1 descreve a composição dos indicadores utilizados nos índices de qualidade de vida humana, pressão antrópica e capacidade político-institucional. O índice de qualidade do sistema ambiental foi obtido através de uma média dos Índices de Qualidade da Água nos períodos seca e chuva (Barbosa, 1997).

Quadro 1\_ Índices temáticos e indicadores

Índices temáticos	Indicadores	Composição dos indicadores
Qualidade de vida humana	Qualidade da habitação	Percentual de habitações subnormais
	Condições de vida	Índice de longevidade – IDH Índice de educação – IDH
	Renda	Índice de renda – IDH
	Saúde e segurança ambiental	Índice de mortos em acidentes de trânsito Índice de mortos por doenças respiratórias Índice de mortos por doenças parasitárias Índice de mortos homicídios
	Serviços sanitários	Índice de abastecimento de água Índice de instalação sanitária Índice de serviço de coleta de lixo
Pressão antrópica	Pressão urbana	Taxa de pressão populacional Densidade habitacional por cômodo Número de veículos <i>per capita</i> Consumo energético urbano
	Pressão industrial	Intensidade energética industrial
	Pressão agropecuária	Densidade de lavouras e pastagens no município Taxa de crescimento média de lavouras e pastagens nos 10 últimos Intensidade energética rural Proporção da área ocupada por matas e florestas plantadas e área ocupada por matas e florestas naturais nos estabelecimentos
	Cobertura vegetal	Cobertura vegetal
Capacidade institucional	Autonomia político-administrativa	Autonomia fiscal Endividamento público Peso eleitoral
	Gestão pública municipal	Funcionários com nível superior Informatização Conselhos de política urbana e descentralização Instrumentos de gestão urbana
	Gestão ambiental	Conselho de meio ambiente Número de unidades de conservação municipal
	Informação e participação	ONGs ambientalistas Participação político-eleitoral Imprensa escrita Imprensa falada

Fonte: Elaboração própria.

No que se refere à metodologia de cálculo, foram realizados quatro testes utilizando diferentes métodos de padronização e realizando experimentos de atribuição de pesos às variáveis, valendo-se do uso de técnicas de análise multivariada. A metodologia estatística aqui descrita é a final, a qual chegamos depois de avaliar prós e contras dos quatro testes metodológicos.

A adequação das variáveis foi testada baseando-se na análise das correlações entre elas. Aquelas que se mostraram redundantes ou pouco sensíveis foram retiradas do índice nessa etapa. Optamos por manter ambas as variáveis de alguns dos pares que apresentaram altas correlações, em razão de a permanência delas ser útil para estudos de causalidade realizados no âmbito da pesquisa.<sup>7</sup>

O passo seguinte foi identificar os valores extremos (*outliers*) e substituí-los pelos valores correspondentes aos limites superiores e inferiores dos percentis 2,5 e 97,5%, respectivamente.

Após corrigidos os valores extremos, padronizamos as variáveis pelo método z-score, de modo a permitir sua agregação ao converter todas as variáveis a uma escala numérica única e amenizar distorções causadas pelos valores

observados nos percentis mais extremos. Desta forma:

$$\xi = \frac{x - x_m}{\sigma}$$

Para algumas variáveis que apresentavam relação inversa ao que buscamos – quanto maior seu valor, melhor o indicador –, a padronização foi feita com base na fórmula inversa.

A atribuição de pesos para as variáveis através do método de análise multivariada foi descartada. Uma primeira razão para tal procedimento é a ausência de consenso científico sobre o peso específico das contribuições relativas de cada variável para o fenômeno sustentabilidade, aconselhando cautela no uso da atribuição de pesos.<sup>8</sup> Uma segunda razão, que confirmou empiricamente a cautela expressa na primeira razão, foi observarmos nos testes que algumas variáveis ganharam peso de sentido inverso ao esperado – como o peso positivo atribuído às variáveis mortalidade por doenças parasitárias e habitações subnormais – os quais refletem a detecção empírica de padrões não sustentáveis na região, e não uma falha na concepção teórica dos indicadores.

A análise multivariada de componentes principais foi utilizada para testar

.....  
<sup>7</sup> São eles: informação/participação e gestão ambiental; educação e saneamento; educação e veículos *per capita*; pressão residencial e veículos *per capita*.

<sup>8</sup> O mesmo critério foi utilizado no Environmental Sustainability Index – ESI (2002) para descartar a adoção de pesos.

a adequação da reunião das variáveis em indicadores específicos e para identificar a existência de indicadores redundantes. Na análise da adequação das variáveis a cada indicador, o valor acumulado para o primeiro e segundo componentes foi significativo em todos os casos, mostrando a adequação da escolha conceitual das variáveis pertinentes a cada indicador. Na avaliação de redundância dos indicadores, não foram obtidos componentes principais sensíveis, revelando ausência de redundância.

O indicador de qualidade da água, coletado pontualmente, foi espacializado atribuindo-se aos municípios pontos de coleta representativos, uma vez que os pontos de coleta foram escolhidos por sua capacidade de sintetizar a qualidade ambiental de sua bacia de drenagem – isto é, foi escolhido por ser o ponto de leitura do funil representado pela bacia hidrográfica (Paula, 1997). Isso significa que a cada município foram atribuídos os valores do ponto representativo da microbacia no qual é possível ler o efeito das principais atividades impactantes e dos principais depuradores naturais.

Após os testes, uma segunda padronização foi realizada, convertendo os indicadores em valores compreendidos entre zero e um, pelo método de máximos

e mínimos, de forma a tornar os resultados mais compreensíveis para o público em geral. Os índices temáticos foram então obtidos com base na média simples dos seus respectivos indicadores.<sup>9</sup>

#### **4\_ Aplicação para os municípios da bacia do Piracicaba (MG)**

A bacia do rio Piracicaba apresenta numerosas possibilidades para a análise e o estudo de questões relacionadas à sustentabilidade, dada a riqueza de suas características. Nela localiza-se uma importante área preservada do bioma de mata atlântica, o Parque Estadual do Rio Doce. Submetida a um intenso e rápido processo de urbanização, possui importante centros urbanos e uma região metropolitana, o Vale do Aço.

Dentre as atividades econômicas desenvolvidas na bacia, destacam-se:

- i. siderurgia – com o maior parque siderúrgico do País composto pela Usiminas, Acesita e Cia. Belgo Mineira;
- ii. mineração de grande e pequena escala – Vale do Rio Doce em Itabira, garimpo de ouro em Santa Bárbara;
- iii. indústria de celulose – Cenibra;

.....  
<sup>9</sup> Analogamente ao critério de adoção da média não ponderada utilizado Environmental Sustainability Index – ESI (2002).

- iv. reflorestamento empresarial principalmente com a monocultura de eucaliptos;
- v. forte presença da pecuária diversificada em pequenas e grandes propriedades e de complexos agroindustriais.

Assim, a bacia do rio Piracicaba (MG) é um verdadeiro mosaico de problemas ambientais, uma vez que concentra, numa área relativamente pequena, um conjunto significativo de atividades econômicas altamente impactantes. Esse cenário é ainda agravado pelo processo de urbanização intensiva.

O Parque Estadual do Rio Doce, além de ser uma das maiores reservas de mata atlântica do Brasil, abriga a maior floresta tropical de Minas em seus 35.976ha e apresenta alta diversidade biológica e presença de espécies endêmicas (Paula, 1997).

A região de estudo é formada por 26 municípios, quais sejam: Antônio Dias, Barão de Cocais, Bela Vista de Minas, Belo Oriente, Bom Jesus do Amparo, Bom Jesus do Galho, Caratinga, Coronel Fabriciano, Córrego Novo, Dionísio, Entre Folhas, Iapu, Ipaba, Ipatinga, Itabira, Jaguarauçu, João Monlevade, Marliéria, Mesquita, Nova Era, Rio Piracicaba, Santa Bárbara, Santana do Paraíso, São Domin-

gos do Prata, São Gonçalo do Rio Abaixo e Timóteo.

Foram construídos dois blocos de índices, com datas-referência de 1991 e 2000.<sup>10</sup> Os índices de qualidade de vida humana, pressão antrópica e qualidade do sistema ambiental foram construídos para os dois períodos (utilizando os mesmos indicadores e variáveis). O índice de capacidade político institucional foi construído apenas para o período referência de 2000.

Os índices de qualidade de vida humana, pressão ambiental e capacidade político-institucional foram construídos para a totalidade dos municípios estudados.<sup>11</sup> O índice de qualidade do sistema ambiental foi construído para nove municípios no período referência 1991 e quatro municípios para o período referência 2000, em função de serem aqueles onde se localizaram os pontos de amostragem da água e biodiversidade aquática.

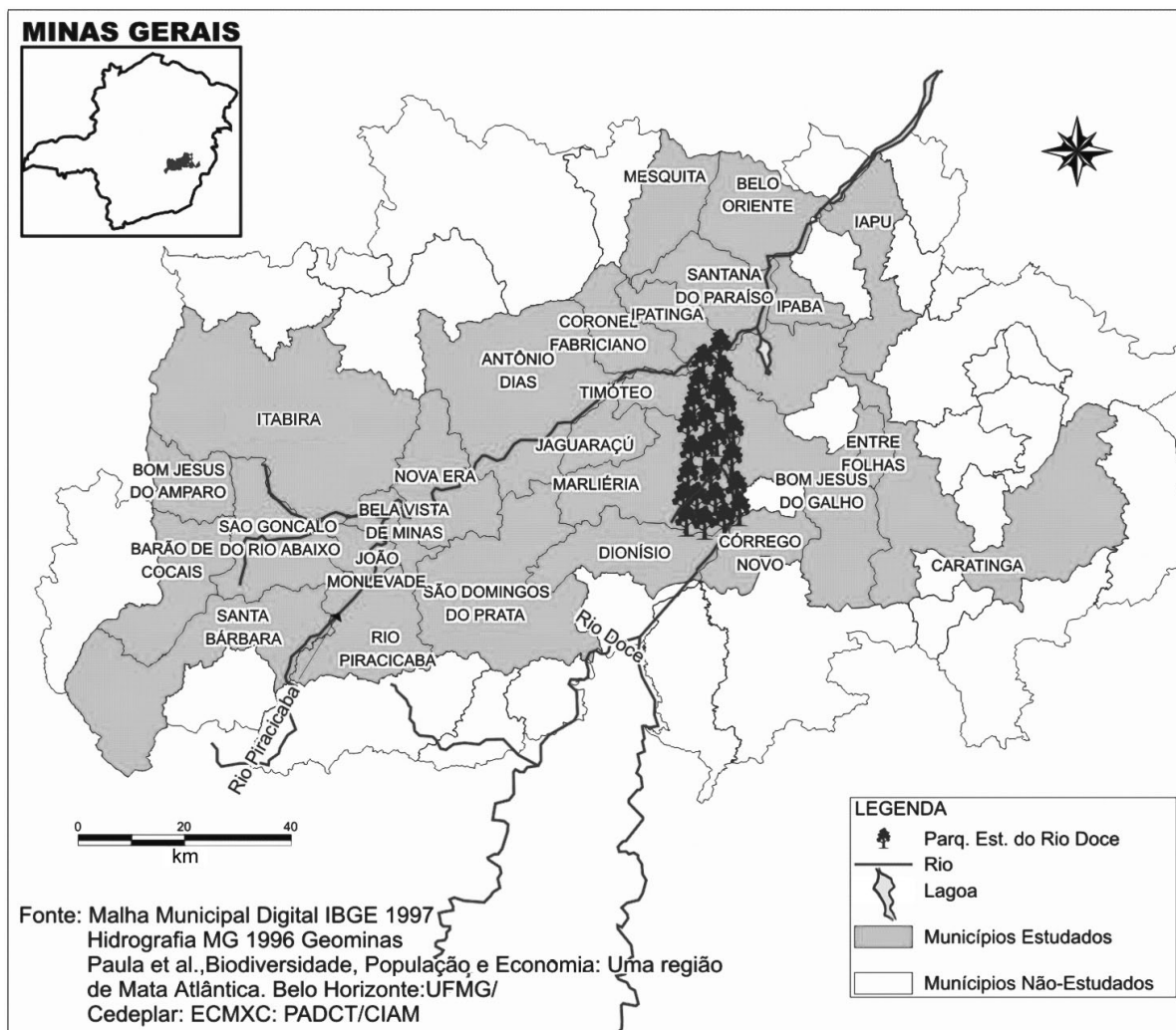
Os resultados obtidos no cálculo dos índices são apresentados nas Tabelas 1 e 2, agrupando os municípios através de análise de *cluster*.

O grupo 1 é o único com perfil bem definido, cuja composição permaneceu praticamente inalterada nos dois períodos analisados. Os demais grupos sofreram mudanças significativas de perfil e composição.

.....  
<sup>10</sup> Denominamos período referência, pois alguns dados foram coletados alguns anos antes ou após o ano de referência.

<sup>11</sup> O município de Barão de Cocais não teve o índice de impacto antrópico calculado para o ano de 1991, por problemas de qualidade dos dados. Observe-se também que alguns municípios não foram considerados na construção do índice de 1991, por terem sido criados após essa data.

Mapa 1\_ Região de estudo



Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 1\_ Índices de Sustentabilidade Municipal – 1991**

<b>Municípios</b>	<b>Qualidade de vida humana</b>	<b>Pressão antrópica</b>	<b>Qualidade ambiental</b>	<b>Cluster</b>
Coronel Fabriciano	0,69	0,39	0,88	1
Ipatinga	0,73	0,68	0,00	1
Itabira	0,64	0,48	0,66	1
João Monlevade	0,83	0,76	0,64	1
Timóteo	0,81	0,58	0,88	1
Antônio Dias	0,42	0,23	–	2
Barão de Cocais	0,66	–	0,09	2
Bela Vista de Minas	0,51	0,31	–	2
Belo Oriente	0,53	0,40	1,00	2
Dionísio	0,57	0,27	–	2
Jaguaraçu	0,54	0,29	–	2
Mesquita	0,39	0,18	–	2
Rio Piracicaba	0,62	0,23	–	2
Santa Bárbara	0,67	0,41	0,93	2
São Gonçalo do Rio Abaixo	0,50	0,35	–	2
Bom Jesus do Amparo	0,33	0,39	–	3
Bom Jesus do Galho	0,35	0,35	–	3
Caratinga	0,41	0,22	–	3
Córrego Novo	0,49	0,39	–	3
Iapu	0,44	0,23	–	3
Marliéria	0,39	0,31	–	3
Nova Era	0,49	0,62	0,66	3
São Domingos do Prata	0,53	0,23	–	3

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2\_ Índices de Sustentabilidade Municipal – 2000

Município	Qualidade de vida humana	Pressão antrópica	Qualidade ambiental	Capacidade político-institucional	Cluster
Barão de Cocais	0,67	0,65	0,00	0,52	1
Ipatinga	0,64	0,66	0,22	0,87	1
Itabira	0,66	0,72	0,36	0,80	1
João Monlevade	0,85	0,65	–	0,72	1
Timóteo	0,68	0,67	–	0,80	1
Bela Vista de Minas	0,66	0,31	–	0,34	2
Caratinga	0,51	0,42	–	0,62	2
Coronel Fabriciano	0,67	0,35	–	0,53	2
Entre Folhas	0,53	0,44	–	0,43	2
Nova Era	0,76	0,53	–	0,47	2
Rio Piracicaba	0,66	0,46	–	0,37	2
Santa Bárbara	0,69	0,41	1,00	0,75	2
São Domingos do Prata	0,62	0,37	–	0,40	2
Bom Jesus do Amparo	0,44	0,45	–	0,38	3
Bom Jesus do Galho	0,36	0,33	–	0,32	3
Córrego Novo	0,45	0,24	–	0,26	3
Dionísio	0,44	0,42	–	0,34	3
Iapu	0,54	0,45	–	0,30	3
Ipaba	0,46	0,32	–	0,14	3
Jaguaraçu	0,48	0,44	–	0,27	3
Marliéria	0,60	0,51	–	0,31	3
Mesquita	0,37	0,32	–	0,16	3
Santana do Paraíso	0,50	0,64	–	0,19	3
São Gonçalo do Rio Abaixo	0,43	0,35	–	0,21	3
Antônio Dias	0,22	0,52	–	0,39	4
Belo Oriente	0,20	0,49	0,50	0,55	4

Fonte: Elaboração própria.



Caracterizado por alta qualidade de vida humana, alta pressão antrópica e boa capacidade político-institucional (para o período de 2000), o grupo 1 é composto pelos municípios industriais do setor minero-siderúrgico, que são também, com a exceção de Barão de Cocais, os mais populosos da região. A alteração ocorrida nesse grupo de 1991 para 2000 foi a entrada de Barão de Cocais, e a saída de Coronel Fabriciano. A referida mudança tornou o grupo mais homogêneo, uma vez que Coronel Fabriciano possui índice de pressão ambiental significativamente inferior aos demais componentes do grupo e não é sede de indústria do referido setor.<sup>12</sup>

Alterações relevantes ocorreram nos demais grupos em relação ao perfil do grupo. Em 1991, o grupo 2 se caracteriza por boa qualidade de vida e baixa pressão ambiental, enquanto em 2000 o grupo de mesma numeração se caracteriza por boa qualidade de vida, pressão ambiental moderada e boa capacidade político-institucional. Já o grupo 3 se caracteriza em 1991 por qualidade de vida baixa ou razoável e pressão ambiental moderada ou média, enquanto em 2000 o grupo de mesma numeração se caracteriza por qualidade de vida razoável, pressão ambiental moderada e baixa ca-

pacidade político-institucional. Ou seja, a qualidade de vida é o índice dominante na determinação dos grupos, mas a entrada do índice de capacidade político-institucional altera significativamente a composição dos grupos de 1991 para 2000. O grupo 4, que aparece apenas para o período de 2000, caracteriza-se por baixa qualidade de vida humana.

Portanto, a análise de *cluster* nos permite detectar com clareza e precisão apenas um padrão de desenvolvimento na região, aquele dos municípios que compõem o grupo 1. Tal padrão apresenta ganhos econômicos e sociais obtidos à custa de forte pressão sobre o ambiente local/regional, denotando visível insustentabilidade, a despeito de organização político-institucional considerável.

Para melhor caracterizar os padrões de desenvolvimento na região, exploramos as relações entre as diversas dimensões da sustentabilidade com base na construção de barômetro de sustentabilidade (Prescott-Allen, 1995). O barômetro consiste na plotagem de índices em dois eixos – o primeiro representa o sistema humano, e o segundo, o sistema natural. No barômetro aqui construído, o índice de qualidade de vida humana compõe o eixo do sistema humano, e o índice de pressão ambiental

.....  
<sup>12</sup> Cabe ressaltar que Coronel Fabriciano, integrante do núcleo do aglomerado urbano do Vale do Aço, embora não seja sede de indústria do setor siderúrgico, possui integração funcional muito forte com Ipatinga e Timóteo, o que justifica sua inclusão em 1991 no mesmo grupo que o de seus vizinhos.

compõe o eixo do sistema natural (indicando o estresse ou pressão ao qual o sistema natural encontra-se submetido). Optamos em utilizar o índice de pressão em lugar do índice de qualidade do

sistema ambiental, por causa de o segundo ter sido construído apenas para nove e cinco municípios (em 1991 e 2000, respectivamente), o que limita a riqueza das análises.

**Quadro 2\_ Barômetro de Sustentabilidade, qualidade vida humana/pressão antrópica – 1991**

		Qualidade de vida humana			
		Baixa (0 – 0,42)	Razoável (0,43 – 0,52)	Boa (0,53 – 0,64)	Alta (> 0,65)
Pressão Antrópica	Baixa (0 – 0,22)	Caratinga, Mesquita			
	Moderada (0,23 – 0,34)	Antônio Dias, Marliéria	Bela Vista de Minas, Iapu	Dionísio, Jaguarapu, Rio Piracicaba, São Domingos do Prata	
	Média (0,35 – 0,39)	Bom Jesus do Amparo, Bom Jesus do Galho	Córrego Novo, São Gonçalo do Rio Abaixo		Coronel Fabriciano
	Alta (> 0,40)		Nova Era	Belo Oriente, Itabira	Ipatinga, João Monlevade, Timóteo, Santa Bárbara

Fonte: Elaboração própria.

**Quadro 3\_ Barômetro de Sustentabilidade, qualidade vida humana/pressão antrópica – 2000**

		Qualidade de vida humana			
		Baixa (0 – 0,43)	Razoável (0,44 – 0,52)	Boa (0,53 – 0,65)	Alta (> 0,66)
Pressão Antrópica	Baixa (0 – 0,34)	Bom Jesus do Galho, Mesquita	Córrego Novo, Ipaba		Bela Vista de Minas
	Moderada (0,35 – 0,44)	São Gonçalo do Rio Abaixo	Dionísio, Caratinga	São Domingos do Prata	Coronel Fabriciano, Santa Bárbara
	Média (0,44 – 0,52)	Antônio Dias, Belo Oriente	Bom Jesus do Amparo, Jaguarapu	Entre Folhas, Iapu, Marliéria	Rio Piracicaba
	Alta (> 0,53)		Santana do Paraíso	Ipatinga	Barão de Cocais, Itabira, João Monlevade, Nova Era, Timóteo

Fonte: Elaboração própria.

Salta aos olhos a insustentabilidade do padrão de desenvolvimento da região; 59% dos municípios em 1991, e 46% em 2000, foram classificados como insustentáveis. Como potencialmente insustentáveis, foram classificados 23% dos municípios em 1991, e 38% em 2000. A soma dos municípios classificados como sustentáveis e potencialmente sustentáveis não ultrapassa 18% dos municípios em 1991, e 16% em 2000.

Dentre os municípios que apresentaram melhoras de 1991 para 2000, destacam-se Santa Bárbara, que passou de insustentável para potencialmente sustentável; Coronel Fabriciano, que passou de potencialmente insustentável para potencialmente sustentável; e Bela Vista de Minas, que passou de potencialmente insustentável para sustentável. Bela Vista é um município pequeno, com baixa expressão econômica; Santa Bárbara é um município pequeno com expressão econômica mais que proporcional ao seu porte; Coronel Fabriciano é o terceiro maior em população da região, com expressão econômica menos que proporcional a seu porte.<sup>13</sup>

Isso indica que o potencial de melhora em relação à sustentabilidade na região não se encontra associada a um perfil municipal específico. Pesquisas de campo realizadas na região sugerem que, no caso

de Santa Bárbara, os avanços podem ser explicados por forte mobilização da sociedade civil em prol de questões socioambientais. No que diz respeito a Coronel Fabriciano, os avanços observados podem ser explicados pela diversificação do setor terciário local e conseqüente estabelecimento de relações funcionais de mão dupla com os municípios industriais vizinhos, através das quais Fabriciano deixa de ser município “dormitório” do Vale do Aço para adquirir papel mais positivo na dinâmica econômica local.

Dentre os municípios que apresentaram pioras de 1991 para 2000, destacam-se Rio Piracicaba e Jaguaraçu. O primeiro deles, município de pequeno porte (com aproximadamente 15 mil habitantes) e expressão econômica mais que proporcional,<sup>14</sup> obteve pequena melhora na qualidade de vida humana a custo de grande incremento na pressão antrópica. O segundo, município rural com população que mal se aproxima dos três mil habitantes, amargou pequena queda na qualidade de vida humana associada ao expressivo aumento na pressão antrópica.

Cabe realizar uma comparação entre os resultados percebidos via índices de pressão antrópica e qualidade do sistema ambiental, os quais representam, respectivamente, uma leitura indireta e uma leitura

<sup>13</sup> Aproximando-se dos 25 mil habitantes (7ª maior população da região), Santa Bárbara ocupa a 4ª posição em relação ao PIB municipal e a 6ª posição em relação à renda *per capita* na região. Com população se aproximando dos 100 mil habitantes (3ª maior da região), Coronel Fabriciano ocupa a 8ª posição em relação ao PIB municipal e a 4ª em relação à renda *per capita*.

<sup>14</sup> Com aproximadamente 15 mil habitantes, Rio Piracicaba ocupa a 6ª colocação regional em relação ao PIB municipal e a 7ª em relação à renda *per capita*.

ra direta da qualidade do ambiente. O primeiro índice é uma *proxy* do impacto, lida com base na intensidade da pressão exercida por atividades humanas em determinado ambiente. O segundo é uma leitura direta da qualidade ambiental efetiva na água do rio, considerando não apenas a leitura estática (através de indicadores físico-químicos), mas também uma leitura dinâmica (por meio dos indicadores biológicos). Observe-se que, quanto maior o índice de pressão antrópica, pior a qualidade do ambiente em questão.

Podemos observar que em 1991, para os municípios de Santa Bárbara, Belo Oriente, João Monlevade e Timóteo, ocor-

re melhora relativa de posição, quando se compara o resultado do índice de pressão antrópica com o resultado do índice de qualidade do sistema ambiental, indicando que, ao medir a qualidade do sistema ambiental no rio, o impacto ambiental é menor que o esperado em função do índice de pressão antrópica. Já os municípios de Coronel Fabriciano, Ipatinga e Itabira acusam piora relativa de posição em 1991, indicando que, ao medir a qualidade do sistema ambiental no rio, o impacto ambiental é maior que o esperado em função do índice da pressão antrópica. Para 2000, Barão de Cocais registra piora relativa de posição, ao contrário de Itabira.

**Tabela 3\_ Comparação índices de pressão antrópica e qualidade do sistema ambiental**

Municípios	Pressão antrópica 1991		Qualidade ambiental 1991		Pressão antrópica 2001		Qualidade ambiental 2000	
	índice	ordem	índice	ordem	índice	ordem	índice	ordem
Coronel Fabriciano	0,39	1	0,88	3	0,35		–	
Ipatinga	0,68	7	0,00	8	0,66	4	0,22	4
Itabira	0,48	4	0,66	5	0,72	5	0,36	3
João Monlevade	0,76	8	0,64	7	0,65		–	
Timóteo	0,58	5	0,88	4	0,67		–	
Barão de Cocais	–	–	0,09		0,65	3	0,00	5
Belo Oriente	0,40	2	1,00	1	0,49	2	0,50	2
Santa Bárbara	0,41	3	0,93	2	0,41	1	1,00	1
Nova Era	0,62	6	0,66	6	0,53		–	

Fonte: Elaboração própria.

## 5\_ Considerações finais

A construção dos índices de sustentabilidade municipal para a bacia do rio Piracicaba nos permite afirmar que nenhum dos municípios estudados apresenta padrão de desenvolvimento verdadeiramente sustentável, uma vez que todos eles demonstram desempenho inferior à média para alguns indicadores. Além disso, a existência de um *trade-off* entre desenvolvimento e qualidade ambiental é evidente. Por outro lado, a análise, com base no barômetro de sustentabilidade demonstra que alguns municípios estão obtendo sucesso em promover uma relação mais equilibrada entre o desenvolvimento econômico e a qualidade ambiental, o que sugere ser possível enfrentar e superar o referido *trade-off* e construir um padrão de desenvolvimento mais sustentável.

O sistema de Índices de Sustentabilidade Municipal mostrou-se uma ferramenta útil na avaliação ambiental dos padrões de desenvolvimento e na comparação entre municípios. Indicou ser também factível a construção de um sistema coerente e coeso partindo de dados produzidos em diferentes escalas, coletados em diferentes períodos e diversos em cobertura e atualização.

No que se refere às possibilidades de generalização de sua aplicação, pesqui-

sas em desenvolvimento no Cedeplar, com a aplicação de um sistema semelhante de índices para o contexto específico de regiões metropolitanas, e um piloto desenvolvido em conjunto pela equipe do Cedeplar e pesquisadores da Universidade de Columbia (EUA) para a aplicação desse sistema à região metropolitana de Nova Iorque, indicam ser possível sua aplicação a realidades distintas com pequenas modificações nas variáveis utilizadas.

Com o objetivo de subsidiar futuras discussões metodológicas sobre a construção de índices de sustentabilidade no nível local ou regional, apresentamos agora uma avaliação dos indicadores aqui utilizados, tomando por base os três primeiros critérios descritos na página 19 e inspirada na metodologia de avaliação utilizada em ESI (2002).

A relevância e a aderência local dos indicadores foram avaliadas em ordem crescente. Foram consideradas variáveis de relevância e aderência local alta aquelas que refletem perfeitamente o fenômeno avaliado naquela determinada localização (município). As variáveis que apresentam relevância e aderência local média são aquelas que não refletem o fenômeno e a área analisada perfeitamente, e que talvez possam ser substituídas por outras variáveis ou ser mantidas pela im-

possibilidade de substituí-las por outras mais eficientes. As variáveis de baixa relevância e aderência local devem ter sua inclusão no indicador discutida e substituída por variáveis com maior poder de explicação. Quanto aos dados, eles foram avaliados segundo sua disponibilidade, cobertura e atualidade. Os dados considerados ricos são aqueles de fácil obten-

ção e periodicidade contínua e ampla. Os considerados suficientes são aqueles que embora não disponíveis com periodicidade constante, podem ser produzidos com base em outros dados de periodicidade mais adequada. Os dados considerados pobres são aqueles cuja obtenção é de extrema dificuldade, sendo necessária muitas vezes a realização de pesquisas de campo.

#### Quadro 4\_ Avaliação dos Indicadores

Indicador	Relevância	Aderência local	Dados
Qualidade da água	alta	média	pobre
Qualidade da habitação	alta	alta	rico
Condições de vida	alta	alta	rico
Renda	alta	alta	rico
Saúde e segurança ambiental	média	média	suficiente
Serviços sanitários	alta	alta	rico
Pressão urbana	alta	média	suficiente
Pressão industrial	alta	média	suficiente
Pressão agropecuária	alta	alta	suficiente
Cobertura vegetal	alta	média	suficiente
Autonomia político-administrativa	média	alta	rico
Gestão pública municipal	média	alta	pobre
Gestão ambiental	alta	alta	pobre
Informação e participação	média	média	pobre

Fonte: Elaboração própria.

## Referências bibliográficas

ACSERALD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. Campinas, n. 1, maio 1999.

BARBOSA, F. (Coord.). Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. In: PAULA, João A. *et al. Biodiversidade, população e economia: uma região de mata atlântica*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar; ECMXC; PADCT/CIAMB, 1997.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. *IQVU: Índice de Qualidade de Vida Urbana*. Disponível em: <<http://www.pbh.gov.br/smpl/iqvu/iqvu.htm>>. Acesso em: 9 jan. 2002.

CORRÊA Antônio José L. *et al. Estrutura espacial intra-urbana e qualidade de vida na região metropolitana de Belém*. Belém; 2000. Mimeografado.

ESI, 2002. 2002 Environmental Sustainability Index – an initiative of the global leaders of tomorrow environmental task force. (In collaboration with: Yale Center for Environmental Law and Policy Yale University and Center for International Earth Science Information Network Columbia University). Disponível em: <<http://www.ciesin.columbia.edu>>.

ESTY, D.; PORTER, M. National Environmental Performance: measurements and determinants. In: ESTY, D.; CORNELIUS, P. *Environmental Performance Measurement: the global report 2001-2002*. Oxford Press, 2002.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Condições de vida nos municípios de Minas Gerais: 1970, 1980 e 1991*. Belo Horizonte: FJP, 1996.

HERCULANO, S. A qualidade de vida e seus indicadores. *Ambiente & Sociedade*, v. 1, n. 2, 1. sem. 1998.

ÍNDICE PAULISTA de Responsabilidade Social. São Paulo: Fundação Seade, 2002.

ISLA, Mar. *A review of the urban indicators experience and a proposal to overcome current situation*. The application to the municipalities of the Barcelona province. (Paper to World Congress of Environmental and Resource Economists). Isola de San Giorgio, Venice, Italy: June 25-27, 1998.

MCGRANAHAN, G.; SATTERTHWAITE, D. The environmental dimensions of sustainable development for cities. *Geography*, v. 87, n. 3, 2002.

MILLER, R. B.; SMALL, C. Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy. *Environmental Science & Policy*, v. 6, 2003.

PAULA, João A. *et al. Biodiversidade, população e economia: uma região de mata atlântica*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar; ECMXC; PADCT/CIAMB, 1997.

PRESCOTT-ALLEN, R. *Barometer of sustainability: a method of assessing progress toward sustainable societies*. Victoria: Padata, 1995.

RAMIERI, Emiliano; COGO, Valentina. *Indicators of sustainable development for the city and the lagoon of Venice*. (Paper to World Congress of Environmental and Resource Economists). Isola de San Giorgio, Venice, Italy: June 25-27, 1998.

SAWYER, Donald. *Índice de Pressão Antrópica (IPA) – Atualização Metodológica*. Brasília, 2000. Mimeografado.

TAYLOR, Derek. *Using sustainability indicators to implement local Agenda 21*. (Paper to World Congress of Environmental and Resource Economists). Isola de San Giorgio, Venice, Italy: June 25-27, 1998.

URBAN WORLD FORUM, 2002. *Reports on dialogues II - sustainable urbanization*. Disponível em: <<http://www.unchs.org/uf/aai.html>>. Acesso em: 13 jun. 2002.

.....  
 :  
 : *As pesquisas que resultaram na*  
 : *redação deste artigo são apoiadas*  
 : *pela FAPEMIG e pelo*  
 : *programa PIE/PELD-CNPq.*  
 :  
 :  
 :  
 :  
 :  
 :  
 : **E-mail de contato dos autores:**  
 : tania@cedeplar.ufmg.br  
 : anap@cedeplar.ufmg.br  
 : gaduarte@cedeplar.ufmg.br  
 : jcarepa@cedeplar.ufmg.br  
 : .....