



**ESCOLA NACIONAL DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS
MESTRADO EM ESTUDOS POPULACIONAIS E
PESQUISAS SOCIAIS. Área de concentração: estatística social.**

SÍNTESE QUE ORGANIZA O OLHAR: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses.

Wadih João Scandar Neto

Dissertação apresentada à Escola Nacional de Ciências Estatísticas como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais

Orientador: Paulo de Martino Jannuzzi

Co-Orientador: Pedro Luis do Nascimento Silva

Rio de Janeiro

Junho 2006

Síntese que organiza o olhar: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses.

Wadih João Scandar Neto

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais da Escola Nacional de Ciências Estatísticas como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais.

Aprovado por:

Paulo de Martino Jannuzzi, D. Sc.

Pedro Luis do Nascimento Silva, Ph. D.

Jane Souto de Oliveira, D. Sc.

Rogério de Aragão Bastos do Valle, D. Sc.

Rio de Janeiro
Junho 2006

Wadih João Scandar Neto

Síntese que organiza o olhar: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses.

Texto apresentado com requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas.

Orientador: Paulo de Martino Jannuzzi

Co-Orientador: Pedro Luis do Nascimento Silva

Rio de Janeiro
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

ESCOLA NACIONAL DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS POPULACIONAIS E PESQUISAS
SOCIAIS.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ESTATÍSTICA SOCIAL.

SCANDAR NETO, Wadih João.

SÍNTESE QUE ORGANIZA O OLHAR: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses.

viii, 110p., 1 CD-ROM. (ENCE, Pós-graduação, 2006)

Dissertação de mestrado – Escola Nacional de Ciências Estatísticas.

Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

Indicadores Sintéticos

Sistemas de Indicadores

Indicadores Municipais

Média

Componentes Principais

Análise Multicritério

DEDICATÓRIA

*A Isabel, minha companheira,
incentivadora e até revisora pela
paciência, insistência e principalmente
pelo carinho.*

AGRADECIMENTOS

- Ao meu orientador, e antes, colega e amigo, Paulo Jannuzzi, pelos caminhos apontados e pela paciência e insistência.
- Ao meu co-orientador Pedro Nascimento Silva pelas leituras atentas e preciosos avisos sobre caminhos nem sempre corretos.
- Ao meu diretor e amigo Guido Gelli pelo Rio, pela confiança e pela compreensão de que este aprofundamento teórico trouxe e trará grandes frutos no aprimoramento das nossas atividades.
- A todos meus colegas que compartilharam a dor e a delícia da construção da linha de trabalho sobre indicadores de desenvolvimento sustentável no IBGE.
- A todos os professores do programa de mestrado da ENCE pelos ensinamentos.
- Ao meu colega e amigo Flávio Bolliger, pelas discussões constantes e pela participação na idéia do *box-plot* dentro do gráfico de barras superpostas.
- À minha colega Denise Kronemberger pela ajuda com os mapas e pelo incentivo em discussões preliminares.
- A minha cunhada Glorinha pelas horas de conversa fiada ajudando-me a *recortar o objeto*.
- À minha colega Rosane Moreno pela cessão dos dados desagregados da estimativa da poluição industrial usados em sua dissertação.
- Aos meus colegas da Geografia Cláudio, Ivone, Marcelo, Maria Lúcia e Zé Antônio com os quais, numa conversa informal, no cafézinho, tive *insight* do nome.
- Ao meu amigo Domingos pelas *quintas sem lei* que me ajudaram a espairer nesta empreitada.
- A minha amiga e colega Wasmália pela confiança depositada no momento do ingresso.
- A minha amiga e colega Tereza Coni pelo incentivo para o primeiro passo.
- Ao meu pai Ruy e minha mãe Cida (*in memoriam*) pela vida e retidão de caráter que me orienta dentro dela.

RESUMO

Um novo paradigma sobre o desenvolvimento vem se consolidando neste início de milênio: o desenvolvimento sustentável. Trata-se de uma concepção sobre o grau de evolução de uma dada sociedade ou território que considera não somente a dimensão econômica, mas a dimensão social e a dimensão ambiental. Para comparar sociedades ou territórios quanto a seu estágio de desenvolvimento sob esta ótica é necessário responder à pergunta: como mensurar o desenvolvimento sustentável? A literatura mostra que, a partir de década de 1990, surgiram várias propostas de construção de indicadores de desenvolvimento sustentável. No bojo destas iniciativas pelo menos duas grandes correntes podem ser identificadas. Uma propõe a construção de **sistemas de indicadores** que enquadram os indicadores dentro de uma estrutura lógica que responde a um determinado marco conceitual, e outra que propõe a construção de **indicadores sintéticos**. Tendo como principal motivação aprofundar o conhecimento envolvido nesta oposição **sistemas de indicadores x indicadores sintéticos** esta dissertação buscou construir um índice de desenvolvimento sustentável para os municípios fluminenses, de tal forma que resulte em uma **síntese que organize o olhar** sobre os indicadores constitutivos do índice, facilitando a identificação de virtudes e fraquezas, auxiliando priorização das intervenções necessárias para modificação da realidade. Para tanto, buscou descrever e problematizar as etapas envolvidas nesta construção, tais como o delineamento conceitual, a adoção de um marco ordenador, a escolha dos indicadores primários, a transformação das variáveis e os métodos de aglutinação. Neste último ponto foram testadas a Média, Componentes Principais e Análise Multicritério sendo que a Média mostrou-se mais adequada. Consta ainda deste trabalho uma proposta de representação destes indicadores que alia gráficos e resultados numéricos, consolidada num apêndice constituído de um programa computacional que recupera as informações para os 91 municípios estudados e ainda fornece estatísticas para os indicadores originais e os índices sintéticos.

Palavras-Chave: Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Indicadores Sintéticos, Sistemas de Indicadores, Indicadores Municipais, Média, Componentes Principais, Análise Multicritério.

ABSTRACT

A new paradigm about the development has been consolidating in this beginning of millennium: the sustainable development. It is a concept about the degree of evolution of a given community or territory that considers not only the economic dimension, but the social and the environmental dimensions too. In order to compare communities or territories by their development stage through this point of view it is mandatory to answer the question: how to measure the sustainable development process? According to the literature, since the 90's, several proposals for construction of indicators of sustainable development were brought up. Among these initiatives at least two major groups can be identified. The first one proposes the structuring of indicators systems that organizes the indicators based on a logical framework that corresponds to a certain conceptual mark, and another that proposes the construction of synthetic indicators. The main motivation of this work is to make a deeper approach to the knowledge involved in this antagonism: indicators systems x synthetic indicators. So the goal was to build a sustainable development index for the municipalities of Rio de Janeiro State, in a way that it could result in a synthesis that organizes the overview on the original indicators of the index, facilitating the identification of virtues and weaknesses, supporting what should be considered a priority among the necessary interventions for effecting change of the current reality. In that sense, each stage of the elaboration of a synthetic indicator was described and discussed, such as the conceptual framework, the adoption of a framework, the original indicators selection, the transformations needed in the primary indicators variables and the methods used to summarize information. In this last point the Mean, Principal Components and Multicriteria Analysis were tested. The Mean was the one that appears to be more appropriate. This work also contains a new proposal of representation of these indicators which gathers charts and numeric results, consolidated in one appendix which is a software that recovers the information for the 91 municipalities of Rio de Janeiro and also provides statistics for the original indicators and the synthetic indicators generated.

KEY-WORDS: Sustainable Development Indicators, Synthetic Indicators, Indicator Systems, Municipal Indicators, Means, Principal Components, Multicriteria Analysis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O QUE É E COMO MENSURAR.....	6
2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A FORÇA DE UMA IDÉIA E A FRAGILIDADE DE UM CONCEITO.....	6
2.2. COMO É MENSURADO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL?.....	15
2.2.1. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS-Brasil.....	18
2.2.2. Índice de Desenvolvimento Humano – IDH e IDH-M.....	20
2.2.3. Índice DNA-Brasil.....	23
2.2.4. Índice de Sustentabilidade Ambiental - ISA	24
2.2.5. Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS	27
2.2.6. Índice de Qualidade dos Municípios – IQM – Carências.....	29
2.3. SISTEMAS DE INDICADORES OU INDICADORES SINTÉTICOS?.....	32
3. ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR SINTÉTICO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	37
3.1. O MARCO ORDENADOR	37
3.2. A SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIMÁRIOS.....	45
3.3. A TRANSFORMAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	52
3.3.1. A transformação por escore z ou padronização das variáveis.....	52
3.3.2. A transformação para valores entre zero e um (transformação 0-1).....	53
3.4. OS MÉTODOS DE AGLUTINAÇÃO	55
3.4.1. Média.....	56
3.4.2. Métodos de análise multivariada – Componentes Principais.....	57
3.4.3. Análise Multicritério	65
4. RESULTADOS DOS INDICADORES SINTÉTICOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, APLICADO AOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES.....	70
4.1. INDICADORES SINTÉTICOS OBTIDOS POR COMPONENTES PRINCIPAIS..	73
4.2. 4INDICADORES SINTÉTICOS OBTIDOS COM ANÁLISE MULTICRITÉRIO.	77
4.3. INDICADORES SINTÉTICOS OBTIDOS COM A MÉDIA.....	80
5. PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS: SÍNTESE QUE ORGANIZA O OLHAR.....	85
5.1. ALGUMAS PROPOSTAS DE REPRESENTAÇÃO DE INDICADORES SINTÉTICOS	85
5.2. A PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	94
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
APÊNDICE I – BANCO DE METADADOS.....	CD-ROM
APÊNDICE II – SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE DADOS.....	CD-ROM

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas para construção de um indicador sintético.	3
Figura 2 – Modelo de construção dos escores do ISA.....	26
Figura 4 – Representação gráfica da proposta de marco conceitual do Grupo Balaton.	39
Figura 5 – Representação gráfica do esquema Bossel.....	40
Figura 6 – Representação gráfica do modelo Monet.....	40
Figura 7 – Representação gráfica do modelo Sócio Ecológico Total, da CEPAL.	41
Figura 8 – Modelo do Banco de Metadados para os indicadores primários.....	50
Figura 9 – Representação esquemática de uma seqüência que utiliza a primeira Componente Principal como síntese de duas variáveis.....	59
Figura 10 – Representação geométrica da primeira componente principal para duas variáveis centradas na média.	61
Figura 11 – Representação da primeira Componente Principal para duas variáveis com correlação negativa.....	62
Figura 12 – Representação da função de preferência para o Critério Usual ou Verdadeiro Critério.	68
Figura 13 – Diagramas de caixa dos indicadores originais relativos ao tema Saneamento da Dimensão Ambiental.....	78
Figura 14 – Diagramas de caixa dos indicadores sintéticos do tema Saneamento, obtidos com Análise Multicritério, Média e Componentes Principais.	79
Figura 15 – Cartogramas do índice de desenvolvimento sustentável e dos índices temáticos da dimensão ambiental, social, econômica e institucional para os municípios do Rio de Janeiro.....	83
Figura 16 – Representação gráfica do Índice DNA Brasil - 2004.....	87
Figura 17 – Representação de quatro indicadores com os mesmos valores dispostos de forma radial, segundo três seqüências distintas e a respectivas áreas dos polígonos internos.	87
Figura 18 – Seqüência para representação dos indicadores em um quadrado.....	88
Figura 19 – Modelo do Perfil Municipal do Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil para o município de Angra dos Reis.	91
Figura 20 – Modelo de representação do perfil de um país adotado pelo ISA.....	93
Figura 21 – Esquema básico de representação gráfica de um indicador.	95
Figura 22 – Perfil gráfico dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para o município de Angra dos Reis.	96
Figura 23 – Perfil do Índice da dimensão ambiental.	98
Figura 24 – Diagrama de dispersão do Índice da Dimensão Social e do Índice de Desenvolvimento sustentável.....	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Taxonomia de indicadores de desenvolvimento.	16
Quadro 2 – Dimensões e indicadores utilizados no Índice DNA – Brasil.	24
Quadro 3 – Dimensões, temas e número de variáveis do Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA, 2005.	25
Quadro 4 – Indicadores utilizados no IQM – Carências, por tema segundo os níveis de necessidades humanas.	31
Quadro 5 – Marcos ordenadores recomendados pela CDS – ONU, usados nas publicações do IBGE e adotado no presente estudo.	44
Quadro 6 – Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para os municípios do Rio de Janeiro segundo dimensões e temas.	51
Quadro 7 – Esquema de agregação dos indicadores e respectivos códigos.	72
Quadro 8 – Perfil numérico dos Indicadores de desenvolvimento Sustentável para o município de Angra dos Reis.	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese das Variáveis Seleccionadas no IPRS e Estrutura de Peso Adotada , segundo Dimensões.	28
Tabela 2 – Coeficientes de correlação linear entre os indicadores sintéticos obtidos com o emprego da Média, de Componentes Principais e Análise Multicritério, segundo os Temas e Dimensões.	73
Tabela 3 – Alguns resultados da aplicação da técnica de Componentes Principais, segundo as etapas de aglutinação.	75
Tabela 4 – Coeficientes de determinação das regressões lineares dos indicadores originais com o IDS, segundo método de aglutinação.	81

1. INTRODUÇÃO.

Um novo paradigma sobre o desenvolvimento vem se consolidando neste início de milênio: o desenvolvimento sustentável. Trata-se de uma concepção sobre o grau de evolução de uma dada sociedade ou território que considera não somente a geração da riqueza, a dimensão econômica, mas as condições de apropriação da riqueza gerada, consubstanciada na dimensão social, e as relações entre sociedade e natureza, ou seja, a dimensão ambiental do desenvolvimento.

Comparar sociedades ou territórios quanto a seu estágio de desenvolvimento, principalmente quando o paradigma é o desenvolvimento sustentável, é um problema complexo e leva necessariamente a uma pergunta. Como mensurar o desenvolvimento sustentável? Esta é uma pergunta para a qual não se chegou a respostas definitivas, mas que vem sendo objeto de grandes esforços da comunidade científica e técnica em anos recentes.

Os esforços até agora empreendidos, neste sentido, chegam invariavelmente à proposição de um conjunto de indicadores necessários para este fim conhecidos como Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS.

Muitas são as definições possíveis para o termo *indicador*. Para este estudo, a definição a seguir, apresentada em recente encontro internacional sobre indicadores de desenvolvimento sustentável, é bastante útil.

Em geral, indicador é um signo, ou seja: ‘algo que representa alguma coisa para alguém’. Mais concretamente, um indicador é uma variável, ou seja: uma representação operativa de um atributo (característica, qualidade, propriedade) de um sistema. [Um indicador deve permitir:]

- Apreciar condições e tendências.
- Comparar lugares e situações.
- Avaliar condições e tendências em relação a metas e objetivos.
- Permitir um alerta precoce.
- Antecipar condições e tendências futuras.

(GALLOPIN, 2003. apud ROBLETO, 2004:9)

A partir de década de 1990 surgiram, tanto no cenário internacional como internamente ao país, várias propostas de construção de indicadores de desenvolvimento sustentável. No bojo destas iniciativas pelo menos duas grandes correntes podem ser identificadas.

A primeira delas preconiza que para avaliar o desenvolvimento de uma sociedade incorporando a ótica da sustentabilidade é necessária uma quantidade relativamente grande de indicadores, que devem ser organizados dentro de uma estrutura lógica que responda a um determinado marco conceitual, mas que não devem ou não podem ser reduzidos a um único número. Recomenda - se estruturar **sistemas de indicadores**, que permitam aos analistas do assunto uma visão ampla deste fenômeno, fazendo muitas vezes a analogia com o painel de navegação de um avião, onde vários instrumentos, medindo coisas diferentes, devam ser observados simultaneamente.

A segunda, também reconhecendo a necessidade de acompanhamento de um grande rol de indicadores, acredita ser possível, diante da necessidade de integrar as múltiplas dimensões que compõem o problema, construir **indicadores sintéticos**, justificando que a simples justaposição de indicadores não tem tanto poder de explicação ou, no mínimo, grande poder de comunicação auferido a um indicador sintético do tipo *índice*.

Aprofundar o conhecimento envolvido nesta oposição, **sistemas de indicadores x indicadores sintéticos**, foi a principal motivação para a realização deste estudo. Mais do que isto, investigar melhor o que realmente importa nesta discussão, ou seja, quais as vantagens e desvantagens da adoção de uma ou outra opção?

A maneira adotada nesta dissertação para efetuar a discussão entre estas duas estratégias de mensuração do desenvolvimento sustentável, foi construir um indicador sintético de desenvolvimento sustentável de maneira a comparar os municípios do Estado do Rio de Janeiro.

Esta opção tem forte inspiração numa reflexão sobre os escritos de Latour (2000) que analisa a informação como uma relação que se estabelece entre dois lugares, sob a condição de que entre os dois circule um veículo ao qual chama inscrição, que são reduções sucessivas da realidade necessárias para que se aumente o conhecimento sobre o fenômeno estudado, amplificando o poder de intervenção.

Procura-se com esta investigação responder á seguinte questão: É possível construir e representar um indicador sintético de desenvolvimento sustentável de forma tal a superar esta dicotomia entre indicador sintético e sistema de indicadores?

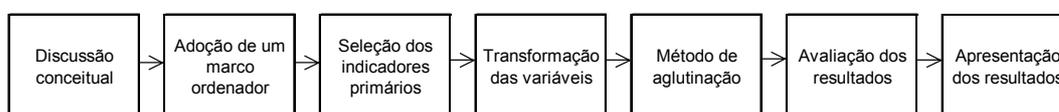
Detalhando um pouco mais, é possível que um processo de sintetizar, de resumir informações contidas em vários indicadores possa agregar mais informação sobre o fenômeno estudado, permitindo que se possa retornar à análise dos indicadores originais com um maior poder de interferência?

Em outros termos, é possível construir uma síntese que não se limite a ordenar as unidades territoriais em análise, mais contenha um grande poder descritivo do fenômeno estudado de forma que auxilie a avaliação conjunta de uma grande quantidade de indicadores?

Ou ainda, é possível construir uma **síntese que organize o olhar** sobre os indicadores constitutivos do sistema, facilitando a identificação de virtudes e fraquezas, auxiliando priorização das intervenções necessárias para modificação de uma realidade social?

Nesta dissertação, o caminho a ser percorrido junto com os leitores para cumprir esta tarefa, a construção de uma síntese que persiga os objetivos acima declarados, é equivalente a um roteiro para construção de um indicador sintético e está representado na figura 1 a seguir.

Figura 1 – Etapas para construção de um indicador sintético.



Cada uma das etapas será descrita e problematizada, mostrando-se que não existem alternativas únicas e, para cada passo, será explicitada e justificada a opção adotada na aplicação empírica que faz parte deste estudo. Assim, esta dissertação pode ser classificada primordialmente como uma discussão metodológica sobre a construção de indicadores sintéticos. Entretanto, os resultados obtidos em sua parte empírica permitem, com as devidas ressalvas, tirar conclusões comparativas sobre os municípios do Estado do Rio de Janeiro, sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

Seguindo a ordem apresentada na Figura 1, o capítulo 2 desta dissertação aprofunda a discussão conceitual sobre o termo *desenvolvimento sustentável*, partindo do substantivo que o compõe, *o desenvolvimento*. Tem como argumento central o fato de essa noção não poder ser perfeitamente compreendida dissociada de seu contexto histórico.

Inicia esta recuperação histórica no pós-guerra, quando o desenvolvimento e o crescimento econômico eram termos intercambiáveis. Aborda a sua redefinição, com a incorporação das questões sociais, principalmente influenciada pelo conjunto de objetivos e valores do Estado de Bem Estar e, a partir da década de 1970, mais fortemente a partir da conferência Rio-92, a ela é incorporada a dimensão ambiental. Apresenta a idéia de que tal expressão não pode se constituir num conceito, visto que para tal carece ainda de um corpo teórico coerente e articulado, mas que talvez expresse um ideal coletivo, ou até mesmo uma

utopia, no sentido de ser uma visão de futuro sobre a qual a sociedade, ou pelo menos uma parcela dela, funda seus projetos.

Ainda no capítulo 2, apresenta algumas iniciativas nacionais e internacionais de propostas de mensuração deste fenômeno. Detalha alguns sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável, selecionados segundo sua relevância ou o aporte de questões metodológicas, importantes para a proposta de um indicador sintético a ser desenvolvida. Em seguida é aprofundada a apresentação da dicotomia *sistema de indicadores x indicador sintético*. Discute - se conceitualmente a necessidade, ou não, de construção de um indicador sintético, suas vantagens e desvantagens. Nesta seção as proposições de Latour mencionadas anteriormente são apresentadas e discutidas.

O terceiro capítulo explicita as opções metodológicas adotadas na construção do indicador sintético, correspondente às etapas representadas entre a segunda e a quinta caixas na Figura 1. Apresenta alguns dos marcos ordenadores citados na literatura para organizar indicadores de desenvolvimento sustentável, discute a necessidade de transformação das variáveis e a escolha das transformações mais adequadas ao objetivo do estudo. Também neste capítulo são discutidos os principais critérios para seleção dos indicadores de desenvolvimento sustentável e apresentados os indicadores que serão usados no exercício empírico. Para complementar as informações sobre cada um dos 30 indicadores, esta dissertação traz, em seu apêndice I, um banco de metadados, no qual são descritos com detalhes os indicadores, sua justificativa para o desenvolvimento sustentável, fontes de dados e demais comentários que se fizerem necessários.

Na seqüência, ainda no capítulo 3, discute-se o método de aglutinação dos indicadores primários para construção de indicadores sintéticos. Três técnicas distintas são apresentadas para serem testadas neste estudo: a Média, método mais comumente utilizado; a técnica estatística de Componentes Principais, e o emprego de técnicas de Análise Multicritério.

No quarto capítulo, correspondente a sexta caixa da Figura 1, é feita uma avaliação do resultado obtido com a aplicação dos três diferentes procedimentos para aglutinação das variáveis e são apresentados os resultados dos indicadores sintéticos obtidos com o emprego da média, método que se mostrou mais adequado.

O quinto capítulo, representado pela última caixa da Figura 1, contém uma proposta de representação dos indicadores, em suas dimensões constitutivas, chegando às variáveis originais, mostrando a posição relativa de cada município em comparação com o conjunto de municípios do estado, bem como sua distância dos municípios mais bem posicionados. Partindo-se de uma avaliação das formas de representação de alguns outros indicadores

sintéticos, propõe-se uma combinação de gráficos, que facilita a análise da posição de um município em relação aos demais municípios do Estado, para os indicadores sintéticos e para cada um dos indicadores originais.

Finalmente, esta dissertação traz um segundo apêndice, em meio digital, constituído de um sistema computacional que recupera todas as informações para cada um dos 91 municípios analisados, permitindo a tabulação de todos os indicadores, a apresentação das sínteses gráfica e numérica propostas no capítulo 5, acrescido de ferramentas para análise de cada variável, produzindo informações numéricas sobre sua distribuição, bem como um diagrama de caixa (*Box-plot*), possibilitando ainda a avaliação da associação entre indicadores com a construção de gráficos de dispersão.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O QUE É E COMO MENSURAR.

Um esforço que deve ser feito por quem deseja mensurar qualquer fenômeno é buscar sua delimitação conceitual, principalmente quando se trata de um fenômeno social complexo como o desenvolvimento, e mais especificamente o desenvolvimento sustentável. É isto que a parte inicial deste capítulo procura fazer, uma breve recuperação histórica de concepções sobre o desenvolvimento, partindo do período pós segunda guerra, anos 1940-1950, chegando até o início dos anos 1990, quando os debates conceituais sobre o tema se intensificaram. A segunda parte fará uma revisão não exaustiva das principais experiências internacionais e nacionais de mensuração do desenvolvimento sustentável, selecionando-se as mais importantes para os desdobramentos seguintes da dissertação. Uma terceira seção ocupar-se-á do debate entre duas possíveis formas de estruturar indicadores: sistema de indicadores versus indicador sintético.

2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A FORÇA DE UMA IDÉIA E A FRAGILIDADE DE UM CONCEITO.

Esta expressão, desenvolvimento sustentável, é atualmente cada vez mais empregada, nas mais diversas situações, com significados nem sempre coincidentes. Ambientalistas a adotam para se referirem a um novo patamar de evolução da sociedade, aparecendo o respeito à natureza no seu foco; empresários empregam-na sempre que querem mostrar-se inseridos em uma ordem diferente, na qual a lógica do lucro não seria a única; formuladores de políticas públicas dela lançam mão para justificar o caráter abrangente de seus planos; pesquisadores das diferentes áreas do conhecimento empregam-na com os mais variados conteúdos, de acordo com suas formações e objetivos. Estariam todos estes atores, ao empregarem esse termo, falando a mesma coisa? Que significados podem estar por trás dessa expressão?

Todas as iniciativas no sentido de operacionalizar estas idéias para fins de mensuração, admitem, entre outras, a existência de três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental. Esta distinção não nasce do nada, tem história.

O substantivo desenvolvimento não fazia parte das preocupações da esfera pública até a segunda Guerra Mundial. Em seu lugar, a noção mais empregada era a de “progresso

material”. O processo de descolonização, acelerado pela doutrina da auto-determinação dos povos, e o desejo de ajudar os novos países independentes a atingirem os níveis de vida desfrutados pelas nações que já se haviam industrializado desde o século 19, levaram a então recém criada Organização das Nações Unidas (ONU) a assumir o desenvolvimento como um de seus principais objetivos (VEIGA 2003).

A oposição colonizador/colonizado é substituída pelo binômio desenvolvido/subdesenvolvido. Ao que antes era um abismo intransponível sucede-se um contínuo. É possível se passar de um estado ao outro? (ACSELRAD, 2003).

O desenvolvimento permaneceu muito tempo como sinônimo de crescimento econômico, ou seja, como a “transformação das estruturas produtivas, para torná-las mais eficientes e, dessa forma, mais apropriadas à geração de riqueza” (BARBIERI; LAGE, 2001:1). O termo desenvolvimento foi e ainda é muitas vezes empregado de forma intercambiável com progresso técnico, modernização, industrialização, ou seja, com o sentido de crescimento econômico.

Havia um grande otimismo quanto às possibilidades de solucionar quaisquer problemas decorrentes do desenvolvimento pela ampliação dos recursos científicos e tecnológicos. Por exemplo, qualquer problema de escassez de matérias primas, no presente ou no futuro, poderia ser solucionado, pois haveria sempre a possibilidade de substituição de insumos ou do processo produtivo. A escassez levaria a um aumento de preços, que por sua vez estimularia as atividades de pesquisa, levando a um melhor aproveitamento dos recursos, ou ao emprego de soluções alternativas. Esta visão sobre a solução de problemas advindos do crescimento econômico contínuo é conhecida como cornucopiana, em alusão à figura mitológica que simboliza a fortuna e a abundância eterna (BARBIERI; LAGE, 2001:2).

Uma conclusão decorrente dessa forma de pensar, transformada à época quase num consenso, é que o desenvolvimento já tem rumo definido – o espelho é formado pelos países do norte – e também é dada a forma de alcançá-lo, o crescimento a qualquer custo. Assim, eventuais problemas advindos desse processo, como as desigualdades sociais e regionais, seriam eliminados pelos efeitos do crescimento contínuo, ou seja, pelo transbordamento dos benefícios, concentrados no topo da pirâmide social, para os demais segmentos da sociedade. Advém daí a máxima “crescer primeiro para depois dividir”.

Como consequência dessa visão o indicador por excelência para mensurar o desenvolvimento de uma sociedade ou território seria o Produto Interno Bruto – PIB, cujo desenvolvimento metodológico ganhou grande impulso na ocasião.

Na década de 1960, tanto nos países centrais como nos periféricos, começam a se avolumar evidências de que o crescimento econômico, por si só, não é suficiente para garantir o ainda almejado “bem estar social”.

O pensamento gerado na Comissão Econômica para a América Latina – CEPAL e posteriormente de seus críticos, já colocam claramente a idéia de subdesenvolvimento em oposição à de desenvolvimento.

Os EUA, no final desses anos, enfrentava problemas de ordem fiscal e cambial-manifestação macroeconômica de uma crise social interna – racial, estudantil, cultural, pacifista, apesar do vertiginoso crescimento econômico verificado em período anterior (FIORI, 2001:33).

Estas questões eram identificadas, à época, como “problemas sociais”, como defeitos no processo de desenvolvimento que necessitariam intervenção do Estado para sua solução. Lembre-se que no período, vivia-se sobre um sistema de valores expresso pelas teorias keynesianas e do bem estar - o *Welfare State*. “Assumia-se, por conseguinte, a existência de um consenso em termos de objetivos e valores, reconhecendo-se o Estado como árbitro do bem-comum” (OLIVEIRA, 1979:6).

Por outro lado, constata-se o fato inegável, de que muitas economias periféricas cresceram, mas as desigualdades sociais permaneceram ou até se aprofundaram. A questão do desenvolvimento/subdesenvolvimento, centro/periferia foi uma das temáticas centrais do pensamento social, particularmente na América Latina.

A CEPAL desenvolveria vários trabalhos sobre essa temática, com especial interesse na comparação dos diferentes níveis de desenvolvimento e dos possíveis caminhos para superação do atraso histórico da periferia. O desenvolvimento da região passava a ser encarado não somente como um processo de industrialização, via substituição de importações, mas teria que enfrentar questões estruturais, principalmente de caráter distributivo, como a reforma agrária, os elevados níveis de pobreza, a altíssima concentração de renda, entre outros.

Observe-se, no entanto, que o econômico e o social, por muitas vezes, eram tratados como categorias separadas. Definia-se o social como o objetivo, ou meta a ser alcançada, e o econômico como o meio ou as condições para atingir aquelas metas. Em oposição a essa postura, alguns estudos procuraram resgatar a noção de sistema social como algo integrado. O econômico, o cultural, o religioso e o político emergiriam tratados como subsistemas ou campos particulares de relações sociais, numa perspectiva totalizadora que conferiria coerência e sentido ao tratamento desta questão (OLIVEIRA, 1979:7).

Neste período, por conta desta nova concepção de desenvolvimento, começam a se constituir os sistemas de indicadores sociais, abordando, entre outras, questões como saúde, educação, equidade, trabalho e rendimento, perdendo o PIB sua exclusividade. É interessante observar que alguns autores identificam no lançamento do IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – em 1990, publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD – a legitimação da distinção entre as noções de crescimento econômico e desenvolvimento, eclipsando assim o intenso esforço empreendido, desde os anos 1960, do que ficou conhecido então como “movimento dos indicadores sociais”.

Há certo consenso na literatura em colocar o ano de 1972 como crucial para a incorporação da questão ambiental no debate sobre o desenvolvimento. Começa a ganhar força a constatação de que a natureza, ou mais ainda, a agressão à natureza, pode impor limites a esse processo. Ou de outra forma, que os recursos naturais são escassos e não renováveis.

Neste mesmo ano, foi lançado o livro *Os limites do crescimento*, também conhecido como *Relatório Meadows* (MEADOWS, 1978), atribuído ao chamado Clube de Roma - uma associação de empresários e cientistas políticos, que além de patrocinar o estudo, empenhou-se na divulgação do Relatório. Este livro vendeu, só na Europa, 4 milhões de exemplares até o final dos anos 70, e 8 milhões até 1989. Este foi o primeiro grande contraponto, do ponto de vista ambiental, à idéia de que o crescimento contínuo da sociedade industrial não possuía limites.

Outro exemplo de posições contrárias ao crescimento pode ser dado pelo movimento conhecido como *Deep Ecology*, fundado pelo professor da Universidade de Oslo, Arne Naess, que apregoa que o Planeta tem gente demais e não deveria ter mais de 100 milhões de pessoas se o intuito for o de preservar a mesma variedade de culturas e o equilíbrio ecológico de 100 anos atrás (BARBIERI; LAGE, 2001:3).

Ainda no mesmo ano de 1972, realiza-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo. Trata-se de um importante marco para a redefinição do sentido do desenvolvimento e sua relação com o meio ambiente. Se os avanços para a teoria foram pequenos, no campo político foram razoáveis, pois talvez o seu maior mérito tenha sido colocar definitivamente esta relação na pauta dos debates. Logo após, em 1973, surge o termo ecodesenvolvimento, colocado como alternativa à concepção dominante de desenvolvimento. Entre outros aspectos, abordava prioritariamente a questão da educação, da participação, da preservação dos recursos naturais, juntamente com a satisfação das necessidades básicas (VAN BELLEN, 2002:2).

O termo desenvolvimento sustentável aparece pela primeira vez em 1980, na publicação *World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development*, elaborada pela International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – IUCN, com a cooperação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, World Wildlife Fund – WWF, Food and Agriculture Organization – FAO e United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Unesco (WORLD..., 1980). Este documento afirma que para que o desenvolvimento seja sustentável, deve-se considerar as dimensões sociais, ecológicas e econômicas, porém este é centrado na integridade ambiental (VAN BELLEN, 2002:3).

Entretanto, foi com a edição do chamado *Relatório Brundtland*, em 1987, que o foco do desenvolvimento sustentável desloca-se para o elemento humano. Este relatório publicado em português com o título de *Nosso Futuro Comum*, foi produzido pela Comissão das Nações Unidas para o Meio Ambiente, presidida pela Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, e traz a definição mais conhecida do termo desenvolvimento sustentável:

[...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações futuras [...] é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (NOSSO..., 1991:46).

O livro *Nosso Futuro Comum* é um documento intencionalmente político, mais do que um tratado científico, sua proposta mais forte reside nas transformações legais e institucionais nos níveis nacionais e internacionais. O documento foi, antes de tudo, um importante instrumento de politização da questão ambiental, relacionando-a com as questões de desigualdade e pobreza e com as políticas de comércio internacional. Ele introduz o pacto intergeracional, na medida em que expressa a preocupação com o atendimento das necessidades das gerações futuras, e também o intrageracional, manifestado nas preocupações com a equidade, o atendimento das necessidades básicas e a retomada do crescimento. Assim, distancia-se das posturas ecocêntricas representadas, por exemplo, pelo *Deep Ecology* e também das posturas cornucopianas, citadas anteriormente, ao manifestar a necessidade de preservação do meio ambiente para atendimento das gerações seguintes (BARBIERI; LAGE, 2001:4).

Mas foi na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente – Rio 92, que se consagrou o uso da expressão desenvolvimento sustentável. Seu

principal documento, a Agenda 21, se não trouxe avanços na sua conceituação, contribuiu sobremaneira para a generalização do seu emprego.

A tentativa de conceituação do termo desenvolvimento sustentável, presente no *Relatório Brundtland*, apesar de ser a mais difundida, está longe de ser a única. Van Bellen (2002:5) cita a existência de 160 diferentes definições. Para os interessados em mais detalhe Departamento Ambiental do Reino Unido publicou, em 1989, um relatório com o título *Blueprint for a Green Economy*, com um anexo onde constam várias definições do termo (PEARCE et al., 1989).

O substantivo “desenvolvimento” ganha definitivamente a companhia do adjetivo “sustentável”. Esta nova expressão, desenvolvimento sustentável, carrega consigo uma outra noção, de tão ou mais difícil delimitação conceitual, a sustentabilidade.

Alguns defensores de posturas mais ecocêntricas, em relação ao desenvolvimento sustentável, tomam emprestado noções da física ou da engenharia para delinear o significado deste termo. Definem, por exemplo, a sustentabilidade como um conceito preciso:

[...] explorar um recurso, [...] sem exceder sua taxa de reposição, no caso de um rebanho de ovelhas, sem comer os reprodutores. Se for um recurso natural renovável, sua exploração se situa abaixo dessa taxa, e se for não renovável, pelas expectativas de reciclagem ou substituição. (PARRA, 2002:14).

A partir do *Relatório Brundtland*, no entanto, elementos mais ligados às ciências humanas são relevados. Citamos o exemplo de Sachs (1993, *apud* LAGE; BARBIERI, 2001) que define cinco dimensões da sustentabilidade: a ecológica, a econômica, a social, a espacial e a cultural. A essas cinco, Lage e Barbieri acrescentam mais duas: a dimensão tecnológica e a dimensão política, conforme citação a seguir:

- a) Sustentabilidade na dimensão ecológica inclui a gestão integrada dos recursos naturais, manejo sustentável dos recursos, a preservação, a reciclagem e reutilização, o combate ao desperdício, a conservação de recursos finitos, mantendo-se numa ética ambiental mais solidária com a natureza e as gerações futuras.
- b) Sustentabilidade na dimensão econômica inclui a criação de mecanismos para um novo sistema produtivo, integrado e de base local, nos quais sejam estimuladas a diversidade e a complementaridade de atividades econômicas, gerando uma cadeia de iniciativas de modo que a agricultura, a indústria, o comércio e setor de serviços gerem melhorias nas condições de vida para todos os sistemas envolvidos, que sejam sociais ou naturais.
- c) Sustentabilidade na dimensão social, inclui o atendimento às necessidades essenciais de uma sociedade, como saúde, educação, habitação, infra-estrutura e saneamento básico e na garantia dos direitos fundamentais do ser humano, como também o trabalho de redução das desigualdades sociais, combatendo prioritariamente a pobreza. Desse modo, deve criar mecanismo para geração de trabalho e renda e inserção social [...] Para alcançar esse objetivo, deve apoiar-se na transferência de recursos exógenos e na mobilização de recursos endógenos, quer sejam públicos ou privados.
- d) Sustentabilidade na dimensão espacial, inclui a promoção de desconcentração de atividades econômicas do centro urbano, a ampliação da infra-estrutura e o

atendimento às necessidades da população nas áreas rurais, o fomento da instalação de empreendimentos que utilizem como insumos a produção local, constituindo assim uma cadeia produtiva que agrega valor à produção local e melhora a qualidade de vida da região.

e) Sustentabilidade na dimensão cultural inclui o desenvolvimento de projetos que contribuam para a preservação da diversidade cultural local, frente à cultura de massa, capacitando a sociedade com base em valores tradicionais e éticos, criando condições para a expressão da arte local e para transferência das tradições para as gerações futuras. Capacita a sociedade também no exercício da cidadania consciente para a construção de uma ética baseada em princípios de solidariedade e confiança mútua.

f) Sustentabilidade na dimensão tecnológica, inclui a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico local, o fomento de parcerias entre órgãos governamentais e não governamentais, universidades, mercado e sociedade civil, promovendo intercâmbio e a cooperação técnica e investindo na formação de recursos humanos locais.

g) Sustentabilidade na dimensão política inclui a criação de condições para a participação efetiva da sociedade civil, no planejamento e controle social das políticas públicas, a partir da disponibilização de uma base de informação desagregada, que permita uma análise mais apurada da economia e da realidade social local, provendo condições de êxito para a participação da sociedade nos projetos de desenvolvimento sustentável. Cabe ainda atuar também no desenvolvimento de uma filosofia, dentro da administração pública, voltada para os interesses da sociedade, de modo a eliminar qualquer prática clientelista ou distorcida sobre os conceitos de governabilidade. Contas equilibradas e responsabilidade com o patrimônio público fazem parte desta filosofia. (LAGE; BARBIERI, 2001: 3-4).

A citação, necessariamente longa, revela de forma relativamente concisa, as questões presentes na maior parte das considerações atuais sobre a sustentabilidade. Resumi-la representaria o risco de omitir pontos importantes, bem como reduzir a diversidade de idéias presentes na discussão do termo.

Hogan (1993) discutindo as inter-relações entre população/meio ambiente e desenvolvimento e o conceito de sustentabilidade, procura recolocar a noção de capacidade suporte no centro das atenções. Mesmo buscando uma definição mais abrangente de capacidade suporte como aquela que:

[...] inclui não apenas o abastecimento alimentício, mas outras necessidades básicas e não básicas [...] que leve em conta critérios culturais e que admita o aumento ou a redução da capacidade suporte pelo progresso tecnológico, pelo aumento da igualdade social, pelo aumento dos níveis de educação e saúde, por descobertas de novos recursos minerais ou por forças políticas e ideológicas. (HOGAN, 1993:70).

Procura conciliar no campo dos estudos demográficos o conceito de capacidade suporte, emprestado da biologia, com as preocupações sociais, econômicas, políticas, culturais e éticas advindas do novo paradigma de desenvolvimento.

Esta oposição entre as concepções de sustentabilidade mais diretamente derivadas das ciências naturais e a vista sob a ótica do desenvolvimento é importante, pois leva a que alguns

autores venham propor uma distinção entre indicadores de sustentabilidade, mais adequados à primeira concepção e mais comumente adotados em países do Norte, e indicadores de desenvolvimento sustentável (GALLOPIN apud ROBLETO, 2004).

Desenvolvimento sustentável, para alguns autores, não chega a se constituir num conceito, e sim numa uma idéia a ser perseguida pela sociedade na busca do progresso e da melhoria das condições de vida com respeito à natureza.

Para Hahn (2002) acima de tudo, é preciso ter claro que a sustentabilidade não é uma coisa a ser atingida, mas um processo contínuo, e para avançar em direção ao desenvolvimento sustentável para o qual são necessárias políticas criativas preocupadas com o longo prazo.

Já Acselrad e Leroy (2003) consideram que:

A questão ambiental, tal como levantada pelos movimentos sociais, interpela a noção de desenvolvimento predominante desde o pós-Guerra. A degradação do meio ambiente e as persistentes injustiças sociais são vistas como expressão do fracasso de um projeto desenvolvimentista dominante, fundado na expansão mundial das relações mercantis. A crise do desenvolvimento, é pois, a crise de integração homogeneizadora das sociedades periféricas ao capitalismo central. Sua superação supõe a formulação de um novo tipo de desenvolvimento, tendo por eixo o enfrentamento das causas que se encontram na raiz simultaneamente das injustiças sociais e da degradação ambiental. (ACSELRAD; LEROY, 2003:1-2).

Os autores julgam ainda que a crise social e ambiental, atualmente experimentada, abre espaço para este projeto novo, de construção da sustentabilidade democrática e que somente pode surgir quando a sociedade for chamada a se expressar e participar, tornando as camadas populares sujeitos políticos de seu ambiente material, social econômico e cultural.

Já Veiga (2003) é taxativo ao afirmar que:

[...] ‘desenvolvimento sustentável’ não é um conceito. Tanto quanto ‘justiça social’ também não é um conceito, e sim uma forte expressão utópica que veio para ficar. Ambas talvez só se tornem obsoletas se um dia o planeta puder transformar-se numa espécie de Jardim do Éden. Enquanto não for possível que isso aconteça a humanidade continuará a querer liberdade, igualdade, fraternidade e, antes de tudo, sua própria sobrevivência (VEIGA, 2003:1).

Para o autor “utopia” não deve ser entendido no seu sentido comum, ou seja, algo fantasioso ou quixotesco, ou ainda com o sentido apresentado nos dicionários como antônimo de “realidade” ou sinônimo de ilusão ou “sonho”. Citando Gorz, define sua visão de utopia em seu sentido filosófico contemporâneo como sendo: *“a visão de futuro sobre a qual uma civilização rege seus projetos, funda seus belos ideais e suas esperanças”* (GORZ apud VEIGA, 1993, tradução nossa).

Em livro recente, Veiga (2005) faz excelente revisão dos conceitos de desenvolvimento e de sustentabilidade que, por seus objetivos, é mais completa e abrangente do que a exposta acima, constituindo-se numa leitura obrigatória para os que desejam aprofundar-se nas questões conceituais que o tema enseja. Nela o autor explicita sua visão de desenvolvimento sustentável como uma utopia. Faz a ressalva que a noção de desenvolvimento fortemente ligada ao fenômeno do industrialismo, pode ser compreendida como uma utopia da sociedade moderna (VEIGA, 2005:193) que, entretanto, precisa ser superada por uma nova utopia para o século XXI, ainda por se delinear, cujo paradigma seria o desenvolvimento sustentável.

Procurou-se demonstrar com esta revisão que a noção de desenvolvimento sustentável não pode ser perfeitamente compreendida separada de seu contexto histórico. Desenvolvimento, no pós-guerra, não tem o mesmo significado que foi adotado nos anos 1970, devido, principalmente, à incorporação das questões sociais e mais fortemente a partir da década de 1990, após a conferência Rio-92, à incorporação da dimensão ambiental.

Assumimos, neste estudo, que desenvolvimento sustentável ainda não pode ser considerado um conceito, e talvez nunca venha a constituir-se como tal, com um corpo teórico coerente e articulado. A expressão, amplamente adotada em vários contextos, reflete um ideal coletivo, ou até mesmo uma utopia, no sentido de ser uma visão de futuro sobre a qual a sociedade, ou pelo menos uma parcela dela, funda seus projetos.

No entanto, a falta de um corpo teórico pronto e acabado não pode ser paralisante e muito menos um motivo para descartar-se a possibilidade de um tipo particular de desenvolvimento que leve em conta, além do crescimento econômico, a justiça social e o respeito à natureza. Tampouco pode ser um empecilho definitivo ao desenvolvimento de técnicas e métodos para mensurar este fenômeno.

O desafio à produção de indicadores de desenvolvimento sustentável está colocado. Quais são aqueles que melhor refletem esse conjunto de intenções? Iniciativas no âmbito dos Estados Nacionais, das organizações multilaterais, das organizações não governamentais - ONGs, das universidades, e demais instituições e atores sociais estão a pleno vapor e no bojo do esforço de operacionalização. Destas idéias, talvez possam surgir contribuições valiosas para a consolidação deste quadro teórico.

Sabe-se que o desenvolvimento de um corpo teórico-conceitual, normalmente, emana da acumulação e recorrência de uma coleção de estatísticas e informações, digamos, pioneiras ou tentativas. Foi assim, por exemplo, no desenvolvimento da demografia que hoje conta com uma sólida estruturação teórica (BOLLIGER; SCANDAR NETO, 2004:280).

A seqüência deste capítulo é uma breve revisão de algumas s iniciativas internacionais e nacionais de construção de indicadores de desenvolvimento sustentável.

2.2. COMO É MENSURADO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL?

Apesar da pouca clareza conceitual sobre a noção de desenvolvimento sustentável, mostrada na seção anterior, as iniciativas de mensuração deste fenômeno são inúmeras. Duas referências na literatura são fundamentais para o acompanhamento das principais iniciativas: um trabalho publicado pela CEPAL, que procura levantar o estado da arte dos indicadores de sustentabilidade ambiental e de desenvolvimento sustentável (QUIROGA, 2001); e o recente livro *Desenvolvimento Sustentável o desafio do século XXI* (VEIGA, 2005), que faz uma extensiva revisão conceitual e ainda relaciona alguns avanços recentes, no sentido de mensuração do desenvolvimento da sustentabilidade ambiental e da tentativa de fusão destas duas abordagens (VEIGA, 2005).

Quiroga (2001:23) propõe uma taxonomia de indicadores de sustentabilidade ambiental e de desenvolvimento sustentável, cujas chaves de classificação baseiam-se no enfoque metodológico, sistêmico ou comensuralista e no alcance da cobertura dos indicadores, sendo este geográfico e temático.

Para a autora, enfoque sistêmico engloba as modalidades de representação do fenômeno mediante a apresentação conjunta de uma lista de indicadores, eleitos mediante algum marco conceitual, sem que haja, no entanto, nenhuma iniciativa de congregá-los numa única cifra.

Ao contrário, o enfoque comensuralista procura resumir os diversos indicadores a um número único, seja através da conversão destes indicadores em moeda através de algum processo de valoração, denominados indicadores monetizados, seja pela agregação em índices ponderados das variáveis.

Desta forma propõe a subdivisão dos indicadores com enfoque sistêmico em indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável e aqueles com enfoque comensuralista em indicadores monetizados e do tipo índice.

Esta forma de classificar, bastante útil para dar um panorama geral das diversas iniciativas, tem um problema: as entradas não são unívocas, ou seja, nada impede que um

indicador do tipo comensuralista também seja subdividido em indicador de sustentabilidade ambiental ou de desenvolvimento sustentável.

Já Veiga (2005) não propõe explicitamente nenhuma taxonomia, no entanto, por força da organização de seu livro e da recuperação histórica que a obra contempla, subdivide os indicadores em indicadores de desenvolvimento, de sustentabilidade ambiental e aqueles que procuram sintetizar estas duas noções sob a rubrica de indicadores de desenvolvimento sustentável.

Baseado nestas duas referências bibliográficas, este estudo propõe uma nova forma de classificação destes indicadores, procurando conciliar as duas visões, apresentadas no Quadro 1.

O objetivo desta classificação é simplesmente traçar um quadro de referência, de modo a situar as iniciativas que serão descritas adiante (marcadas em negrito), cujo diálogo será constante no desenvolvimento ulterior deste estudo.

A distinção entre Sistemas de Indicadores e Indicadores Sintéticos, suas vantagens e desvantagens é relativamente complexa e suficientemente importante no contexto deste estudo e será tratada numa seção específica adiante.

Quadro 1 – Taxonomia de indicadores de desenvolvimento.

Enfoque Alcance	Sistemas de indicadores			Indicadores sintéticos (Índices)		
	Desenvolvimento	Sustentabilidade Ambiental	Desenvolvimento Sustentável	Desenvolvimento	Sustentabilidade Ambiental	Desenvolvimento Sustentável
Mundial	ODM - Objetivos do Milênio	GEO - Mundial			Índice Planeta Vivo	Pegada Ecológica
Nacional / Subnacional	Síntese de Indicadores Sociais	GEO - Brasil, Sistemas de indicadores ambientais do Canadá, Nova Zelândia, México, Panamá, OCDE	IDS - Brasil , México, Costa Rica, Argentina, Suécia, Finlândia, Reino Unido	IDH, DNA-Brasil	Environmental Sustainability Index - ESI	Índice de Bem-estar Econômico Sustentável, Índice de Bem-estar
Municipal	Indicadores Sociais Municipais			IDH-M, IQM - RJ, IPRS - SP, IDESE - RS		

Fonte: Elaboração própria, baseada em (QUIROGA, 2001 e VEIGA, 2005).

As referências e uma breve descrição para a maior parte dos indicadores listados no Quadro 1, podem ser encontradas nas duas obras citadas (QUIROGA, 2001 e VEIGA, 2005). Exceções ficam por conta de duas publicações regulares do IBGE: a *Síntese de Indicadores*

Sociais, com periodicidade anual, baseada principalmente nos resultados da Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios – PNAD e os *Indicadores Sociais Municipais*, cuja fonte principal é o Censo Demográfico.

No Quadro 1 há uma omissão intencional de uma outra categoria que pode ser chamada de indicadores sintéticos monetizados. No entanto, tais indicadores não serão objeto de apreciação neste estudo, por se constituírem em um campo de investigação específico conhecido como *economia ecológica*, que demandam conhecimentos e ferramentas próprias. Uma boa descrição bem como uma crítica consistente dos pressupostos e métodos usados neste tipo de abordagem pode ser encontrada em Veiga (2005:198-199).

Detalharemos a seguir algumas iniciativas de mensuração do desenvolvimento sustentável em função de sua relação com o estudo ou utilidade para a proposta a ser e apresentada no seguimento desta dissertação.

Os *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil*, publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, que seguem as recomendações emanadas da Comissão de Desenvolvimento Sustentável – CDS da Organização das Nações Unidas – ONU, constituem-se no esteio sobre o qual se fundamentam várias das opções de mensuração propostas.

Outra referência importante é o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, em sua versão original para países ou na versão adaptada para os municípios brasileiros, o IDH-M, que ganharam grande notoriedade com instrumentos de mensuração do desenvolvimento e são referências obrigatórias num trabalho desta natureza.

O Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA, (*Environmental Sustainability Index – ESI* no original em inglês), elaborado pelas universidades americanas de Yale e Columbia, e lançado em 2002 sob os auspícios do Fórum Econômico Mundial, é uma importante iniciativa de mensuração da sustentabilidade ambiental. Ademais, seus relatórios, mormente o da versão de 2005 tem uma farta documentação metodológica que serve como referência para elaboração de medidas semelhantes.

O Índice DNA-Brasil, lançado em 2004, é uma iniciativa da fundação SEMCO, fundação privada idealizadora do Instituto DNA-Brasil, e operacionalizada pela equipe do Núcleo de Estudos de Políticas Públicas – NEPP da Universidade de Campinas – UNICAMP. Este índice traz a novidade de estabelecer metas a serem atingidas pelos diversos indicadores de desenvolvimento e propõe esquemas de apresentação e aglutinação dos indicadores que serão objeto de uma análise crítica no desenvolvimento desta dissertação.

Descreveremos também duas outras formas de mensuração do desenvolvimento, cujo âmbito geográfico é o município, mesma escala para a qual este estudo propõe um sistema de indicadores: o Índice de Qualidade dos Municípios – Carências – IQM-Carências, elaborado pela Fundação CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro e o Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS, elaborado pela Fundação SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados, para os municípios do Estado de São Paulo.

2.2.1. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS-Brasil.

O IBGE publicou nos anos de 2002 e 2004 os *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil* (INDICADORES..., 2002, 2004). Esta iniciativa cuja motivação radica na realização da Cúpula Mundial do Meio Ambiente de 2002, na cidade de Joanesburgo, tem por principal objetivo oferecer à sociedade brasileira uma informação estruturada, voltada para a avaliação da trajetória do país em relação ao desenvolvimento sustentável e, em particular, à Agenda 21.

Esse trabalho veio contribuir com o esforço proposto pelas Nações Unidas, a um conjunto nações, para testar a metodologia da Comissão de Desenvolvimento Sustentável – CDS, sendo que maiores detalhes sobre o histórico deste esforço internacional, encontram-se em um relatório específico sobre o programa de trabalho de *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável* (COMMISSION..., 1998).

Esta Comissão, criada por ocasião da ECO-92, reuniu, ao longo da segunda metade dos anos 1990, governos nacionais, instituições acadêmicas, organizações não-governamentais, organizações do sistema das Nações Unidas e especialistas de todo o mundo num extenso programa de trabalho para concretizar as disposições explicitadas nos capítulos 8 e 40 da Agenda 21, que tratam da relação entre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões.

Em 1996, a CDS publicou o documento *Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies* (INDICATORS...,1996), conhecido como *Livro Azul*, que listava um conjunto de 134 indicadores, acompanhados por fichas metodológicas e diretrizes de utilização, especificamente selecionados para revelar o desenvolvimento da abordagem de sustentabilidade preconizada pela Agenda 21.

No ano de 1999, a CDS promoveu um encontro de especialistas em Barbados, para rever a listagem dos 134 indicadores, com o objetivo de firmar um conjunto menor dos mesmos nomeados de *core indicators*. Deste trabalho resultou a apresentação da lista de 57 indicadores de desenvolvimento sustentável, consagrada no *International Expert Meeting on Information for Decision – Making and Participation* realizado no Canadá em 2000 (INDICATORS...,2001).

Segundo os coordenadores da publicação do IBGE:

Esta lista serviu como referência para a organização dos trabalhos no IBGE. Esse encaminhamento tem muito de pragmático, porquanto seria bastante custoso e igualmente arbitrário iniciar por estabelecer uma lista própria e independente, teoricamente mais adequada, a partir das indicações de diferentes instituições especializadas (energia, rural, urbana, etc.), do estudo das opções estabelecidas em outros países, ou sugestões pontuais colhidas em diversos fóruns de discussão e interlocutores nacionais. Julgou-se que melhor seria jogar-se ao trabalho de levantamento das informações, preconizada por uma lista balizada e de certa forma independente e promover sua discussão e adequação à realidade brasileira, já contando com os resultados obtidos. (BOLLIGER; SCANDAR NETO, 2004:282).

Os indicadores constantes da publicação do IBGE seguem a estruturação geral, proposta pela CDS-ONU, organizada em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional, subdividida em 15 temas. No entanto, a classificação em sub temas preconizada pela CDS não foi adotada na versão nacional.

Na edição de 2002 foram publicados 50 indicadores distribuídos em:

- 19 indicadores na dimensão social, envolvendo os temas: população, equidade, saúde, educação, habitação e segurança;
- 17 indicadores na dimensão ambiental abordando os temas: atmosfera, terra, oceanos mares e áreas costeiras, biodiversidade e saneamento;
- 10 indicadores na dimensão econômica, classificados nos temas: estrutura econômica e padrões de produção e consumo;
- 4 indicadores na dimensão institucional, alocados em: estrutura institucional e capacidade institucional.

Em 2004 esta coleção de indicadores foi revista e ampliada, totalizando 59 indicadores. Na dimensão ambiental, além dos indicadores apresentados na edição anterior, foram acrescentados mais 6, totalizando 23 indicadores sendo um novo tema incorporado: água doce.

A dimensão social, com 19 indicadores, teve uma mudança conceitual na estruturação dos temas, ou seja, a questão da equidade, anteriormente tratada como um tema, passou a ter

um tratamento transversal, sendo referido como desigualdades de gênero e de cor ou raça em vários temas. Em seu lugar foi introduzido o tema *trabalho e rendimento*.

A dimensão econômica continuou sendo constituída por dois temas: quadro econômico e padrões de produção e consumo sendo representada por 13 indicadores.

Por fim, a dimensão institucional também continuou com dois temas: quadro institucional e capacidade institucional, com 7 indicadores.

Uma comparação sintética de todos os indicadores das edições de 2002 e 2004, bem como das recomendações da CDS-ONU pode ser encontrada em Scandar Neto (2004: 46-47).

Estas publicações tornaram-se uma referência para a mensuração de desenvolvimento sustentável. Embora ponderando que, a maioria das estatísticas da publicação de 2002, referiam-se mais ao tema do desenvolvimento do que da sustentabilidade, Veiga (2005) reconhece a importância desta iniciativa conforme citação:

Foi a primeira vez que uma publicação desta natureza incluiu explicitamente a dimensão ambiental ao lado da social, da econômica e da institucional. Não se deve esquecer que os temas ambientais são mais recentes e por isso não contam com uma larga tradição da produção de estatísticas (VEIGA, 2005:174).

O autor também argumenta que os indicadores publicados pelo IBGE não podem (e talvez nem devam) ser agregados em algum indicador sintético (VEIGA, 2005:174). Apesar desta não ser a proposta declarada pelo IBGE, na edição de 2004 são incluídos dois instrumentos com a finalidade de facilitar aos leitores uma visão conjunta, propiciando uma reflexão mais sistêmica do conjunto dos indicadores, sugerindo assim, uma perspectiva mais integrada dos diferentes aspectos e dimensões que compõe o problema.

Trata-se da *matriz de relacionamentos*, que ilustra algumas das possíveis ligações existentes entre os diversos indicadores, e o *resumo gráfico*, que mostra, em conjunto, o principal gráfico de cada indicador numa mesma seqüência de apresentação.

2.2.2. Índice de Desenvolvimento Humano – IDH e IDH-M

No ano de 1990 o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD lançou *Relatório sobre o Desenvolvimento Humano*, no qual foi proposto, pela primeira vez, o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, cuja publicação é anual desde então.

Seu principal idealizador, Mahbud ul Haq, partiu da constatação de que não existiam alternativas à renda per capita, quando era necessário medir o desenvolvimento. Julgava

necessária “[...] uma medida tão simples como o PIB – uma única cifra –, mas que não seja tão cega aos aspectos sociais da vida humana” (HAQ apud VEIGA, 2005:84).

Amartya Sen, Prêmio Nobel de Economia de 1998, mesmo não concordando originalmente com a idéia que um único índice pudesse resumir a complexidade do desenvolvimento, em uma contribuição para o Relatório do PNUD de 1999 rendeu-se às evidências, admitindo: “Mahabud tinha inteira razão neste aspecto, e me felicito pelo fato de não termos tentado impedi-lo de procurar uma medida sumária” (SEN apud VEIGA, 2005:84).

Sen argumentava que o elevado poder da atração e comunicação do IDH estimularia seus usuários a também consultar o vasto sortimento de tabelas estatísticas e análises mais aprofundadas constantes nos relatórios anuais do PNUD.

O IDH é uma medida relativamente simples, pois leva em consideração três aspectos ou dimensões do desenvolvimento: uma vida longa e saudável - mensurada pela expectativa de vida ao nascer; o acesso ao conhecimento - medido pela taxa de alfabetização da população com 15 anos ou mais e pela taxa de matrícula bruta nos três níveis de ensino; um padrão de vida decente- medido pelo PIB de um país dividido pelo número de seus cidadãos e ajustado pela paridade do poder de compra (expressos em dólares PPC).

Antes do cálculo do IDH, são calculados índices parciais para cada dimensão, conforme descrição a seguir.

Os indicadores originais são transformados para variarem numa escala entre 0 e 1, obedecendo a determinados valores máximos e mínimos que, no caso da esperança de vida, variam entre 85 e 25 anos respectivamente.

Os indicadores do PIB per capita variam entre 40 000 e 100 dólares PPC (para os indicadores de educação não são definidos máximos e mínimos).

No caso dos indicadores de renda, os valores do PIB per capita sofrem uma transformação logarítmica antes da transformação para a escala 0 –1. Este procedimento é justificado pelo fato que, para se atingir determinado nível de desenvolvimento humano não são requeridos ingressos ilimitados de renda ou, de outra forma, o logaritmo é usado porque ele expressa melhor o fato de que um acréscimo de renda para os mais pobres é proporcionalmente mais relevante do que para os mais ricos. Ou seja, R\$ 10,00 a mais por mês para quem ganha R\$ 100,00, proporciona um maior retorno em bem-estar do que R\$ 10,00 para quem ganha R\$ 10.000,00.

O IDH é obtido pela média aritmética dos três índices parciais.¹

O PNUD, em associação com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, e Fundação João Pinheiro, adaptou o IDH, usado para comparar países, criando o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal o IDH-M, cuja atual versão está consolidada no Atlas do Desenvolvimento Humano (ATLAS..., 2003).

Para adaptação do IDH em IDH-M, como a alteração da unidade geográfica de análise de países, na versão original, para municípios, algumas adaptações metodológicas se fizeram necessárias. O modelo geral, com três dimensões, as transformações para construção dos índices parciais e a média para o índice final, foi mantido. As mudanças se deram na escolha dos indicadores originais conforme descrito abaixo.

Ao invés do PIB per capita, foi utilizada a renda per capita, dada pela soma dos rendimentos de todos os moradores do município, dividida pela população residente. Alega-se ser este o indicador mais adequado uma vez que parte da riqueza gerada no município, representada pelo PIB municipal, pode ser apropriada por pessoas residentes em outras localidades.

No tocante à educação, os indicadores usados são: a taxa de alfabetização das pessoas de 16 anos ou mais - com peso 2 na composição do índice parcial - índice semelhante ao usado na versão original. Ao invés da taxa bruta de matrículas, que poderia trazer distorções, pois alunos matriculados em uma cidade podem ser residentes de outra, emprega-se a taxa bruta de frequência escolar - dada pela divisão de todos os moradores do município que freqüentam salas de aula - independentemente da idade, pela população residente em idade escolar -7 a 22 anos - entrando este indicador com peso 1 no cômputo do índice da dimensão educação.

Quanto à dimensão longevidade, o indicador usado é o mesmo, ou seja, a esperança de vida ao nascer, sendo empregados, no entanto, métodos indiretos para sua estimativa, baseando-se somente em dados do Censo Demográfico de 2000, já que as estatísticas de registro civil, necessárias para esta este cálculo, são imprecisas.

Os limites de variação adotados são os mesmos do IDH, ou seja, 25 e 85 anos, para a esperança de vida e, 100 e 40 000 dólares PPC, convertidos para Reais de agosto de 2000, para a renda per capita.

¹ Detalhes sobre a metodologia de cálculo do IDH podem ser obtidos nos relatórios anuais do PNUD, mais especificamente no relatório de 2001 (UNDP, 2001:250).

2.2.3. Índice DNA-Brasil

Em 2004 o Núcleo de Estudos em Políticas Públicas – NEPP da Universidade de Campinas divulgou o Índice DNA-Brasil (ÍNDICE DNA..., 2004). Tal iniciativa contou com o apoio de uma ONG, o Instituto DNA-Brasil, e de técnicos de outras unidades da mesma universidade. É uma forma de mensuração do desenvolvimento que não procura avaliar a posição do país em relação a outros, mas comparar a situação atual com um projeto de desenvolvimento, num horizonte de tempo de 25 anos. Ou seja, compara a situação atual com uma situação desejável.

Para tanto se vale de 24 indicadores originais distribuídos em 7 temas: bem-estar econômico, competitividade econômica, condições sócio-ambientais, educação, saúde, proteção social básica e coesão social.

Vê-se que se trata de um indicador de desenvolvimento, que não pode ainda ser acrescido com o adjetivo *sustentável*, mas já incorpora a dimensão sócio-ambiental dentre os temas abordados, mesmo que representada somente por indicadores relativos ao saneamento.

A definição dos níveis de desenvolvimento desejáveis deu-se em um seminário patrocinado pelo Instituto DNA-Brasil, no qual participaram vários especialistas e pessoas destacadas da sociedade civil, em que foi ratificada uma proposta do NEPP/UNICAMP. O nível projetado dos indicadores, o desejável, coincide quase sempre com os níveis verificados na Espanha.

Para expressar os valores de cada indicador e aglutiná-los em um único índice foi adotada uma forma de representação gráfica de um círculo, como explicam seus autores:

Para expressar a situação e a comparação dos indicadores selecionados nas dimensões incluídas na composição do índice, foi definida uma forma geométrica. Para efeito de comparabilidade das situações, foi atribuído o valor um para cada indicador na situação desejável para o país e os respectivos valores atuais foram definidos proporcionalmente. O conjunto de pontos definidos pela situação brasileira atual conforma um polígono, de tal sorte que a área desse polígono comprada à área do polígono equivalente para a situação desejável indica nossa situação geral em relação ao Brasil que se pretende daqui a 25 anos.

Por aproximação, e para facilitar a visualização gráfica, utilizou-se a figura de um círculo, cuja fronteira representa a situação desejável SÍNTESE DNA...,2004: 8)

Esta forma de mensurar o desenvolvimento, diferentemente das demais aqui discutidas, estabelece uma meta, ou um *benchmark*, usando-se o termo na língua inglesa. Isto é, compara os valores atuais dos indicadores com um ponto de referência. Existem várias

técnicas estatísticas para este tipo de abordagem na construção de indicadores sintéticos, no entanto, devido à sua especificidade, estas não serão objeto de discussão nesta dissertação.²

O Quadro 2 a seguir mostra as os indicadores utilizados neste índice e as dimensões em que foram organizados.

Quadro 2 – Dimensões e indicadores utilizados no Índice DNA – Brasil.

Dimensões e indicadores
1 - Bem-estar econômico
1.1 - Renda per capita (poder de compra)
1.2 - Relação entre as remunerações médias de mulheres e homens
1.3 - Relação entre as remunerações médias de negros e brancos
1.4 - Taxa de ocupação formal
2 - Competitividade econômica
2.1 - Participação do Brasil nas exportações mundiais
2.2 - Participação dos produtos/setores de média e alta intensidade tecnológica na pauta de exportações
3 - Condições sócio-ambientais
3.1 - Instalações adequadas de esgotamento sanitário
3.2 - Destino adequado do lixo urbano
3.3 - Tratamento do esgoto sanitário
4 - Educação
4.1 - Taxa de escolarização líquida do ensino médio
4.2 - Concluintes do ensino média na idade adequada
4.3 - Desempenho dos alunos no PISA (Programa Internacional de Avaliação de estudantes)
5 - Saúde
5.1.a - Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP) - Homens
5.1.b - Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP) - Mulheres
5.2 - Mortalidade infantil
5.3a - Coeficiente de mortalidade por acidentes cardiovasculares (ACV) - Homens
5.3b - Coeficiente de mortalidade por acidentes cardiovasculares (ACV) - Mulheres
6 - Proteção social básica
6.1 - Cobertura previdenciária para maiores de 65 anos
6.2a - Financiamento da atenção à saúde per capita
6.2b - Financiamento público da atenção à saúde (%)
7 - Coesão social
7.1 - Distribuição da renda interpessoal
7.2 - Morte por homicídios em homens na faixa de 15 a 24 anos
7.3 - Percentual de adolescentes que são mães
7.4 - Justiça tributária

Fonte: Índice DNA – Brasil: Síntese.

2.2.4. Índice de Sustentabilidade Ambiental - ISA

Sob os auspícios do Fórum Econômico Mundial, um grupo de pesquisadores das universidades americanas de *Yale* e *Columbia*, lançou o Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA. Os esforços iniciaram-se no ano 2000, com a publicação da versão piloto e tiveram continuidade nos anos de 2001, 2002 e 2005 (ESTY et al., 2000, 2001 2002, 2005). Embora seus autores reconheçam que não se trata de um índice de desenvolvimento sustentável, pois

² Maiores informações podem ser encontradas em CHERCHYE; KUOSMANEN, 2002.

necessitaria ser complementado com informações sobre as dimensões econômica e social, trata-se da iniciativa mais abrangente para mensurar o componente ambiental, entendido não somente como o estado do meio ambiente, mas incorporando também medidas sobre aspectos da relação entre sociedade e natureza.

O ISA, em 2005, parte de 76 variáveis com as quais constrói 21 indicadores distribuídos em 5 temas ou dimensões, como pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 – Dimensões, temas e número de variáveis do Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA, 2005.

Dimensões e temas	Número de variáveis
Sistemas ambientais	
Qualidade do ar	4
Biodiversidade	5
Terra	2
Qualidade das águas	4
Quantidade de água	2
Redução de estresses ambientais	
Redução da poluição do ar	5
Redução de estresses em ecossistemas	2
Redução da pressão populacional	2
Redução do lixo e pressões de consumo	3
Redução de estresses sobre a água	4
Manejo de recursos naturais	5
Redução da vulnerabilidade humana	
Saúde e meio ambiente	3
Atendimento a necessidades humanas básicas	2
Redução da vulnerabilidade relacionada a desastres ambientais	2
Capacidade sócio-institucional	
Governança ambiental	12
Eco-eficiência	2
Capacidade de resposta do setor privado	5
Ciência e tecnologia	5
Responsabilidade global	
Participação em esforços multilaterais	3
Emissão de gases do efeito estufa	2
Redução das pressões ambientais trans-fronteiriças	2
Total	76

Fonte: ESTY, 2005.

Estas variáveis são de natureza diversa, passando desde a concentração de determinados poluentes ponderados pela população exposta, no caso do indicador de qualidade do ar, até o indicador sintético *Pegada Ecológica*, usado como variável primária do indicador sobre redução do lixo e pressões de consumo.

Para conferir a propriedade da comensurabilidade, ou seja, permitir que indicadores construídos em unidades e escalas tão distintas sejam aglutinados, o grupo adotou a transformação das variáveis segundo o escore z, cujas propriedades e implicações serão objeto de discussão mais detalhada mais adiante, no terceiro capítulo deste estudo.

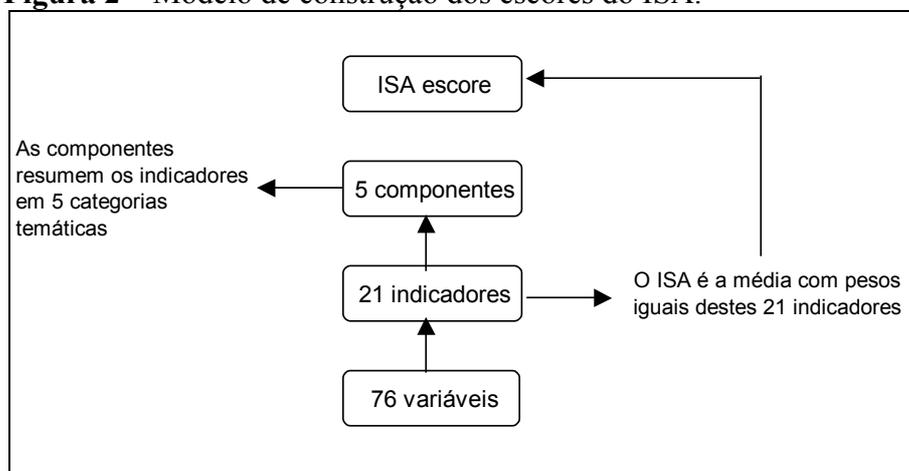
Ainda no que se refere à transformação das variáveis, são empregadas técnicas de truncamento para minimizar efeitos indesejáveis de valores extremos cujos detalhes também serão tratados no próximo capítulo.

A técnica empregada para agregação das variáveis é a soma ponderada com pesos iguais, ou seja, a média aritmética. Como estratégia de construção do indicador sintético, o ISA adota a agregação das variáveis dentro de cada um dos 21 indicadores e, em seguida, agrega estes 21 indicadores para obtenção do índice sintético.

Os 5 temas ou componentes são utilizados para organizar os indicadores segundo uma quadro de referência lógica, para os quais também são obtidos resumos parciais. No entanto, estes não são usados na composição final dos escores do ISA, como mostra a Figura 2 a seguir.

Os autores justificam o emprego desta estratégia pelo fato de que os 21 indicadores constituem-se em blocos fundamentais para conformar o conceito de sustentabilidade ambiental. Estes devem ser agregados no índice final, com iguais pesos, o que não ocorreria caso fossem agregados a partir dos índices temáticos, introduzindo-se uma ponderação implícita, já que os temas são formados por um número de indicadores que varia entre 3 e 6 (ESTY et al., 2005:12).

Figura 2 – Modelo de construção dos escores do ISA.



Fonte: ESTY et al., 2005:13

O índice foi construído com o intento de comparar o maior número possível de países. No entanto, caso em algum país, para os quais os dados foram compilados, houvesse um número menor do que 45 variáveis, o país seria descartado do ISA em 2005. Nos demais casos de ausência as variáveis foram imputadas. Porém, estes procedimentos de imputação não serão objeto de discussão nesta dissertação, mas estão bem documentados no relatório de apresentação do índice (ESTY et al., 2005:53-63). No total 146 países foram incluídos para o computo do ISA.

2.2.5. Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS

Em 2001 a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE, em associação com a Assembléia Legislativa do Estado, lançou o Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS (FÓRUM..., 2001a, 2001b, 2001c, 2001d, 2001e, 2001f). Esta é uma ação bastante inovadora do ponto de vista institucional, pois o IPRS foi instituído oficialmente através de uma iniciativa dos deputados estaduais paulistas, transformada em lei (SÃO PAULO, 2001) sendo tomado como referência para distribuição de parte dos recursos orçamentários do Estado, incorporado na Lei de Diretrizes Orçamentárias de São Paulo para 2006 (SÃO PAULO, 2005).

Do ponto de vista temático o IPRS não busca inovações, limitando-se aos três grandes eixos encontrados do IDH: as dimensões da saúde, educação e rendimento. Sua inovação reside na busca de contemplar não somente indicadores de resultados, mas também indicadores de esforços, dado que os resultados, ou pelo menos parte deles, podem estar relacionados a questões estruturais que fogem ao controle dos administradores locais, além da busca por indicadores que reflitam mudanças de mais curto prazo, diferentemente do IDH-M que utiliza dados censitários com periodicidade decenal.

As variáveis que compõem o IPRS em suas três dimensões, bem como os pesos de cada uma são relacionados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Síntese das Variáveis Seleccionadas no IPRS e Estrutura de Peso Adotada , segundo Dimensões.

Dimensões	Variáveis de Resultado	Variáveis de Esforço
Riqueza Municipal	Consumo de energia eléctrica residencial (44%) Consumo de energia eléctrica no comércio, agricultura e serviços (23%) Remuneração média dos empregados com carteira assinada (19%)	Valor adicionado per capita (14%)
Longevidade	Mortalidade infantil (30%) Mortalidade de adultos de 60 anos e mais (20%) Mortalidade de adultos de 15 a 39 anos (20%)	Mortalidade perinatal (30%)
Escolaridade	% dos jovens de 15 a 19 anos que concluíram o ensino fundamental (26%) % dos jovens de 20 a 24 anos que concluíram o ensino médio (25%) % de crianças de 10 a 14 anos alfabetizados (24%) % de jovens de 15 a 24 anos alfabetizados (24%)	% das matrículas de ensino fundamental oferecidas pela rede municipal (3%)

Fonte: FÓRUM SÃO PAULO SÉCULO 21 – Índice paulista de responsabilidade social – IPRS: os indicadores de responsabilidade social. p. 10.

Nota: Os valores entre parênteses correspondem ao peso de cada variável para gerar o indicador sintético da respectiva dimensão.

A fundação SEADE valeu-se de alguns procedimentos estatísticos para fazer a transformação das variáveis, como a utilização da transformação logarítmica para variáveis que apresentavam forte assimetria em sua distribuição como por exemplo o consumo de energia eléctrica nos setores do comércio, agricultura e serviços, o rendimento médio de emprego formal e o valor adicionado. Utilizou também procedimentos de imputação para algumas variáveis em municípios recentemente instalados e procedeu à padronização dos valores para uma escala que varia entre 0 e 100.

Quanto ao método de aglutinação na formação dos indicadores sintéticos de cada dimensão, o IPRS utiliza a técnica estatística de análise multivariada denominada Análise Fatorial. Reduz assim as diversas variáveis a um único fator, cujos pesos foram padronizados para somarem 100 e são apresentados na Tabela 1.

A fundação SEADE valendo-se da técnica estatística de Análise de Agrupamentos, classificou os municípios paulistas em cinco grupos de acordo com sua similaridade nas dimensões de escolaridade, longevidade riqueza municipal.

2.2.6. Índice de Qualidade dos Municípios – IQM – Carências

A Fundação CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, lançou um programa de trabalho de indicadores sobre a realidade dos municípios fluminenses conhecido como família IQM – Índices de Qualidade dos Municípios. Por sua característica de ser um indicador sintético, que considera simultaneamente vários aspectos da realidade social, destaca-se o IQM-Carências (ÍNDICE..., 2001), podendo ser classificado, neste estudo, como um indicador de desenvolvimento.

Partindo do conceito de carência como a falta ou o não acesso a direitos sociais, e tomando a constituição brasileira como definidora destes direitos, seus autores consideraram para o cálculo do Índice de Carências, indicadores dos seguintes temas: educação, saúde, habitação e saneamento, mercado de trabalho, comércio, segurança, transportes, comunicações, esporte, cultura e lazer, participação comunitária e descentralização administrativa.

Tendo como inspiração o modelo de “Hierarquia das Necessidades Humanas de Maslow” (ÍNDICE..., 2001:17), estrutura muito usada em estudos clássicos de Administração, a metodologia do IQM-Carências classifica as necessidades humanas em três níveis: o nível 1 que representa as necessidades básicas, que garantem uma sobrevivência com dignidade, ampliadas por aquelas decorrentes das novas possibilidades e exigências da vida moderna; o nível 2 que representa o aumento de oportunidades de ascensão social e o nível 3, que representa o auto-desenvolvimento e a auto-satisfação.

Para cada um dos temas enunciados anteriormente foram escolhidos para os três níveis de necessidade pelo menos um indicador em cada tema e em cada nível, totalizando 42 indicadores.

A maioria dos indicadores já foi selecionada de forma a representar um percentual, mas nos casos em que isto não ocorre, os indicadores foram padronizados para variarem nesta escala – 0 a 100 – permitindo sua leitura como um percentual, utilizando, quando desejável e possível, valores máximos e mínimos de referência.

A descrição completa dos indicadores e valores de referência utilizados pode ser encontrada em um anexo na própria publicação (ÍNDICE..., 2001:57-59).

Para aglutinação dos indicadores os autores arbitraram pesos a cada um dos níveis de necessidade. Assim, aos indicadores do primeiro nível – necessidades básicas – foi atribuído o peso 5; para os classificados no segundo nível – aumento de oportunidades de ascensão social

– atribuiu-se o peso 3 e para o terceiro nível – auto-desenvolvimento e auto-satisfação – o peso 1.

O IQM-Carências é obtido pela média ponderada dos indicadores e como o próprio nome sugere, trata-se de um índice de carências, cujo maior valor representa o município com mais problemas sociais. Portanto, para sua utilização na comparação com outros índices de desenvolvimento, é necessário o ajuste do sentido, subtraindo de 100 os valores calculados para cada município.

O Quadro 4 mostra o rol de indicadores utilizados no IQM – Carências, e seu enquadramento temático bem como nos níveis das necessidades humanas.

Quadro 4: Indicadores utilizados no IQM – Carências, por tema segundo os níveis de necessidades humanas.

Tema	Indicadores do primeiro nível	Indicadores do segundo nível	Indicadores do terceiro nível
EDUCAÇÃO	Alfabetização dos jovens	Instrução dos adultos	Instrução dos jovens
	Infra-estrutura das escolas	Dependências escolares	Ensino Superior, Mestrado ou Doutorado
SAÚDE	Mortalidade na infância	Mortalidade por doenças do aparelho circulatório	Mortalidade de idosos
	Nascimentos com pré-natal	Disponibilidade de leitos	Procedimentos Assistenciais de Alta Complexidade
HABITAÇÃO E SANEAMENTO	Déficit habitacional	Favelas	Conforto domiciliar
	Inadequação por infra-estrutura	Iluminação pública e pavimentação das vias urbanas	Regulação e controle de uso e ocupação do solo
MERCADO DE TRABALHO	Formalidade das relações de trabalho	Tempo de permanência no emprego	Qualidade da remuneração
RENDIMENTO DO TRABALHO	Rendimento do trabalho superior a 3 SM	Rendimento do trabalho superior a 5 SM	Rendimento do trabalho superior a 10 SM
COMÉRCIO	Comércio varejista de bens cotidianos ou freqüentes	Comércio varejista de bens pouco freqüentes	Comércio varejista de todos os bens
SEGURANÇA	Direito à vida	Direito à integridade física	Direito à propriedade
TRANSPORTES	Acessibilidade	Transporte público intermunicipal	Transporte particular
COMUNICAÇÕES	Telefone público	Telefone particular	Internet
ESPORTE, CULTURA E LAZER	Equipamentos esportivos, culturais e de informação	Informação e cultura	Lazer
PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA E DESCENTRALIZAÇÃO ADMINISTRATIVA	Conselhos municipais e órgãos de justiça: Educação, Saúde, Criança e Adolescentes e Emprego e Trabalho	Conselhos municipais: quatro conselhos principais paritários, deliberativos, administrem fundos, os seis conselhos restantes regulamentados e instalados	Conselhos municipais: dez conselhos regulamentados e instalados, paritários, deliberativos e administrem fundos

Fonte: Índice de qualidade dos municípios – carências, 2001.

2.3. SISTEMAS DE INDICADORES OU INDICADORES SINTÉTICOS?

O Quadro 1 mostrado anteriormente aborda, como uma primeira clivagem entre as iniciativas de mensuração do desenvolvimento sustentável, a constituição de um sistema de indicadores, ou seja, um conjunto de indicadores que devem ser analisados separadamente, mas cujo conjunto apontaria para uma evolução no sentido do desenvolvimento sustentável. Ou, ao contrário, a busca de uma medida única, através de algum processo de aglutinação dos indicadores individuais, que pudesse ser comparada no tempo e no espaço, denotando o estágio do desenvolvimento da região em análise.

Tal controvérsia não é nova e nem se restringe a mensuração do desenvolvimento sustentável, sendo ainda objeto de discussão nos meios acadêmicos e institutos de estatísticas, principalmente no que se refere aos indicadores sociais em geral.

Um grupo de pesquisadores ligados à OCDE, em recente artigo (SALTELLI et. al.,2004,p.1), expõem com duas frases emblemáticas o cerne desta acalorada discussão:

- ‘Indicadores sintéticos são entidades confusas nas quais maçãs e pêras são somadas sem a presença de um modelo formal que as justifique.’
- ‘Indicadores sintéticos são o caminho para destilar a realidade, reduzindo-a a uma forma mais manejável.’(SALTELLI et. al.,2004,p.1, tradução nossa).³

Este artigo sumariza os principais argumentos favoráveis e contrários ao emprego de indicadores sintéticos e como argumentos contrários relacionam:

- Indicadores sintéticos podem emitir mensagens políticas na direção equivocada ou não robusta, se são pobremente construídos ou mal interpretados. Análises de sensibilidade podem ser usadas para testar a robustez de indicadores sintéticos.
- A ‘grande representação’ mostrada como resultado de um indicador sintético pode convidar políticos a tomar decisões simplistas. Indicadores sintéticos poderiam ser usados em combinação com os sub-indicadores para propiciar conclusões políticas mais sofisticadas.
- A construção de indicadores sintéticos envolve estágios nos quais julgamentos devem ser feitos: a seleção dos sub-indicadores, escolha do modelo, ponderações dos indicadores e tratamento de valores faltantes. Estes julgamentos devem ser transparentes e baseados em princípios estatísticos claros.
- Pode existir maior discordância entre ‘Estados Membros’[referindo-se aos membros da União Européia] com relação a indicadores sintéticos do que a indicadores individuais. A escolha dos indicadores individuais e de seus pesos pode se tornar alvo de disputa política.
- Indicadores sintéticos fazem crescer a quantidade necessária de dados porque são requeridos dados para cada um dos sub-indicadores e para uma análise estatística significativa. (SALTELLI et.al., 2004, p.3, tradução nossa)

³ Utilizo na tradução deste artigo o termo “indicadores sintéticos” para manter uma coerência com a terminologia usada no restante do trabalho, no entanto, o termo utilizado pelos autores no original, em inglês, é “Composite Indicators”, cuja tradução mais literal seria “Indicadores Compostos”.

Além das restrições acima enunciadas, Jannuzzi (2002), criticando o excesso na aplicação deste tipo de indicador, alerta para o risco de “reificação” do indicador sintético, ou seja, a substituição do conceito que se quer medir pela medida. Seria o caso de tomar o IDH, uma medida imperfeita, pois leva em conta somente poucos aspectos da vida social, como suficiente para dar conta de toda complexidade que envolve o conceito de desenvolvimento humano. Outro aporte interessante do autor diz respeito à perda de sentido de uma medida quando padronizada, por exemplo, em uma escala de zero a um. Exemplifica a crítica com o esforço representado pelo acréscimo de dois anos na escolaridade média de uma população, que pode ficar totalmente subsumido quando este indicador é mudado de sua escala original – anos – para outra qualquer (JANNUZZI, 2002:65).

Pontos de vista contrários ao uso de indicadores sintéticos são defendidos por Ryten (2000). O autor julga que as agências oficiais de estatística (AOE) não devem auferir seu “selo de legitimidade” publicando simples números que ainda careçam de uma sólida base teórica.

O autor baseia-se em algumas questões: a primeira delas é “quando é legítimo compilar um simples número para representar uma realidade social (ou econômica ou ambiental) complexa?” (RYTEN, 2000:2). Continua a desenvolver seu argumento discutindo o caso do PIB, agregado macroeconômico consagrado, para o qual existem as condições essenciais para sua aceitação tais como uma sólida teoria que o embasa, e consenso internacional sobre os procedimentos metodológicos para sua construção. Apesar de muitos aspectos como dessazonalização, deflação, paridade e poder de compra ainda serem objeto de muitas discussões, é uma necessidade quase absoluta a sua publicação para a tomada de decisões políticas (não se imagina um ministro da fazenda tomando decisões desconhecendo o comportamento do PIB).

A segunda questão é “quais são as circunstâncias que habilitam uma AOE a publicar ou deixar de publicar uma dada estatística?” (RYTEN, 2000:5). Exemplifica este ponto com uma discussão passada sobre a conveniência de uma AOE publicar um Índice de Preços ao Consumidor (IPC) ou se deveria regularmente publicar uma lista de preços de vários produtos padronizados, que é o que efetivamente é coletado.

Tal discussão hoje já é superada e não há dúvidas de que é missão de uma AOE publicar índices de preços. A principal razão enunciada para tal decisão é a relevância do índice, identificada como sendo a existência de um usuário e de um uso final para a cifra, ambos com autoridade suficiente para justificar os esforços da agência. Além desta característica, enumera como necessárias a robustez, propriedade segundo a qual uma medida

resumo não dá saltos bruscos com poucas alterações de suas partes constitutivas; a adequação, ou seja, a capacidade de um índice fornecer as resposta certas a uma dada questão, exemplificando este ponto com a inadequação de um IPC em responder sobre a inflação quando calculado sobre uma cesta de consumo defasada por mudanças de hábitos da sociedade.

As duas questões seguintes que concluem sua linha de raciocínio são mais diretamente dirigidas a um debate com o IDH. Pergunta se o IDH é um índice adequado, e responde que provavelmente não, e se construir um índice de desenvolvimento humano é uma alternativa desejável. Responde que provavelmente sim, porém com bases teóricas mais sólidas. Por fim conclui que as AOE devem resistir à idéia de resumir a um único número a questão do desenvolvimento humano, sendo preferível optar por um sistema de indicadores que pode ser acrescido conforme a necessidade.

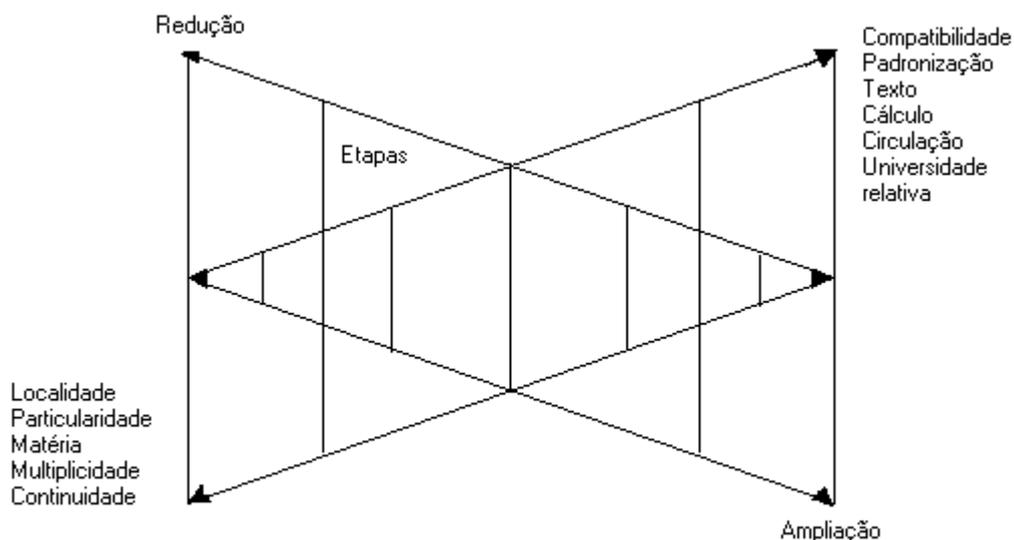
Já o artigo do grupo de pesquisadores europeus enuncia os seguintes argumentos favoráveis ao uso de indicadores sintéticos:

- Indicadores sintéticos podem ser usados para sumarizar questões complexas ou multidimensionais, com o intento de apoiar tomadores de decisão.
- Indicadores sintéticos fornecem uma grande representação. Podem ser mais fáceis de interpretar do que tentar encontrar uma tendência em muitos indicadores separados. Eles facilitam a tarefa de ordenar países segundo questões complexas.
- Indicadores sintéticos podem ajudar a atrair a atenção do público, fornecendo um número sumarizado com o qual se pode comparar a performance entre países e seus progressos do decorrer do tempo.
- Indicadores sintéticos podem ajudar a reduzir o tamanho de uma lista de indicadores ou incluir mais informação acerca de uma lista com um dado tamanho. (SALTELLI et. al., 2004, p.3, tradução nossa).

Aos argumentos acima pode ser acrescida uma reflexão sobre os escritos de Latour (2000) a respeito das relações entre as inscrições e os fenômenos na construção do conhecimento. O autor considera que a informação é uma relação que se estabelece entre dois lugares, sob a condição de que entre os dois circule um veículo ao qual chama de *inscrição* (LATOUR, 2000:22).

Para esclarecer melhor suas proposições Latour vale-se da imagem de dois triângulos superpostos – Figura 3- onde, a base do primeiro triângulo, seria formada pela situação real, pelo fenômeno que se deseja conhecer, cujas características são captadas por inscrições que podem sofrer reduções sucessivas, ser carregadas para outro lugar - um centro de cálculo, a base do segundo triângulo, onde tal inscrição, o ápice do primeiro triângulo, pode ser padronizada, comparada, amplificando o conhecimento sobre o fenômeno e ampliando, num movimento de retorno, o poder de interferência sobre o fenômeno que se deseja conhecer.

Figura 3 – Triângulo de Latour.



Fonte: LATOUR, 2000:24.

Pode-se usar a execução de um censo demográfico para exemplificar e esclarecer melhor as idéias de Latour, representadas na Figura 3.

No lado esquerdo, estaria a realidade social que se quer captar com a pesquisa, com toda sua complexidade, sua multiplicidade, suas particularidades. Esta realidade sofre reduções e é captada em *inscrições* - inicialmente milhões de questionários - que sofrem novas reduções, tornando-se bancos de dados, e mais reduções transformando-se em publicações ou tabelas, que podem ser reduzidas a um indicador, atingindo o ápice do primeiro triângulo no lado direito.

Neste lado estaria o *centro de cálculo*, a oficina de estatística. Aí estas cifras podem ser padronizadas, comparadas com outros países com padrões ou metas a serem atingidas, podem circular para outras esferas do poder político ou das universidades. Neste lado, esta inscrição se amplia, o conhecimento sobre a realidade e mais que isto o poder de interferência para mudar esta realidade, torna-se muito maior do que o olhar inicial direto sobre o fenômeno que se deseja conhecer.

Sob esta visão a realidade tem que ser necessariamente reduzida e transportada de seu local de origem, através das inscrições, para um centro de cálculo, para uma mesa de trabalho onde será analisada, comparada, classificada, de forma a aumentar o poder de interferência e o conhecimento.

Outro exemplo usado por Latour, para enfatizar a necessidade da redução em inscrições para o transporte dos aspectos relevantes da realidade de um local para outro, é a confecção de mapas ou cartas.

De nada adiantaria confeccionar um mapa em escala 1:1 já que este ocuparia exatamente o espaço do terreno ou território a que se propõe representar. É necessária a redução de forma padronizada para que as feições daquele território sejam apreendidas e que alguém à distância possa conhecê-lo e adquirir capacidade de intervenção.

É este sentido, o de redução que potencializa a informação, que anima a continuidade deste trabalho. Tendo em mente a controvérsia sobre o uso de indicadores sintéticos, mas sabendo de seu potencial, os capítulos que se seguem descrevem a construção de um indicador sintético de desenvolvimento sustentável para os municípios do Estado do Rio de Janeiro, passando pela discussão de todas as suas etapas: a escolha de um marco conceitual, a seleção dos indicadores originais a serem sintetizados, as transformações necessárias nestes indicadores originais, os métodos de aglutinação e a apresentação final dos resultados.

O que se busca é que, ao final, o indicador sintético e sua representação possam aumentar o conhecimento sobre a realidade dos municípios fluminenses, levando em conta uma diversidade grande de indicadores que avaliam o estado de desenvolvimento destes territórios sob o paradigma do desenvolvimento sustentável.

3. ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR SINTÉTICO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

Após a discussão conceitual a respeito da noção de desenvolvimento sustentável e das possíveis estratégias para mensuração do fenômeno, passando por uma revisão do estado da arte, apresentadas no capítulo 2, o presente capítulo deter-se-á na apresentação e discussão de passos metodológicos necessários para a construção de um indicador sintético de desenvolvimento sustentável, explicitando, entre algumas alternativas possíveis, quais foram àquelas adotadas na aplicação concreta de uma comparação do estágio de desenvolvimento dos municípios do Rio de Janeiro sob o paradigma do desenvolvimento sustentável.

Primeiramente será apresentada a conveniência de adotar-se um “marco ordenador” ou “marco conceitual” de forma a dar uma organização coerente ao conjunto de indicadores a serem sintetizados. Em seguida apresenta-se alguns procedimentos para a seleção dos indicadores primários passando-se à discussão da necessidade de transformar estas variáveis conferindo-lhes a propriedade de comensurabilidade, ou seja, a possibilidade de mensuração conjunta. Por fim, apresentam-se três possíveis métodos de aglutinação dos indicadores primários: a média aritmética não ponderada, o emprego da técnica de análise multivariada de componentes principais, e o uso da análise multicritério.

3.1. O MARCO ORDENADOR

É muito útil, ao se trabalhar com uma quantidade relativamente grande de indicadores para analisar um fenômeno, que estes estejam de alguma forma organizados para que ganhem maior coerência e interpretabilidade. Gilberto Gallopin, pesquisador da CEPAL que vem se dedicando ao assunto com bastante profundidade já há algum tempo, em recente encontro técnico daquela entidade para discutir com representantes dos países da América Latina e Caribe os avanços do projeto de avaliação do desenvolvimento sustentável na região, enumerou as seguintes vantagens de adotar algum marco ordenador para apresentação de indicadores:

- Organizar os indicadores de forma coerente
- Compatibilizar os indicadores
- Guiar a compilação dos dados
- Comunicar uma síntese aos tomadores de decisão
- Sugerir agrupamentos lógicos para integrar informações relacionadas
- Identificar lacunas de informações
- Distribuir a carga de geração dos dados e relatórios (GALLOPIN, 2003).

Um marco ordenador pode ser uma simples proposta de classificação dos indicadores segundo temas e sub temas, ou estar intimamente relacionado a uma concepção teórica específica sobre o fenômeno estudado, facilitando assim a interpretação destes indicadores dentro da lógica e dos paradigmas próprios desta concepção. Nesta situação, o marco ordenador como que ganha um novo *status*, passando a ser reconhecido como um “marco conceitual”.

A discussão sobre qual o melhor marco ordenador ou conceitual para escolher e/ou organizar os indicadores de desenvolvimento sustentável, tanto quanto a discussão sobre esta noção, também é muito incipiente sendo um processo em pleno andamento. Sua escolha depende da “visão de mundo”, corrente teórica ou perspectiva ideológica dos pesquisadores.

No mesmo encontro da CEPAL citado anteriormente, Gallopin (*apud* ROBLETO, 2004) enumerou algumas das principais propostas de marco conceitual, ou marco sistêmico, usadas na elaboração de indicadores de desenvolvimento sustentável, cujo resumo consta da publicação *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil – 2004* do IBGE.

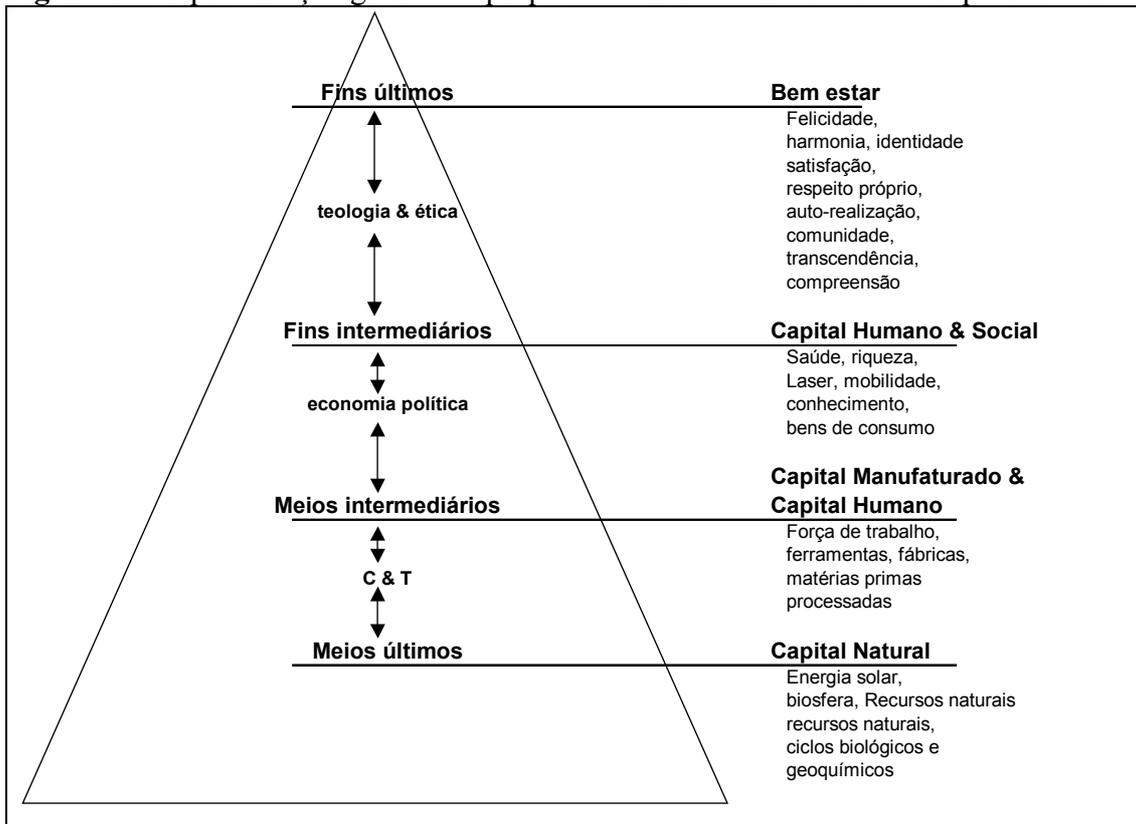
Fazer uma explanação detalhada destes marcos conceituais, avaliando suas semelhanças e diferenças, bem como suas potencialidades para a melhor compreensão e mensuração do desenvolvimento sustentável, demandaria, talvez, uma dissertação específica sobre o tema. Entretanto, para se ter uma noção da diversidade de propostas de marcos conceituais existentes, vale a pena reproduzir aqui alguns trechos da publicação do IBGE bem como do aporte dado por Gallopin, até como forma de difundir a literatura existente sobre o tema.

- A proposta do ‘Grupo Balaton’ (MEADOWS, 1998).

- A proposta do ‘Grupo Balaton’ (Donella Meadows e outros), baseado no ‘Triângulo de Daly’, [propõe] indicadores que mostrem: a) a capacidade com que as metas finais atingem a todos; b) a eficiência em que os meios decisivos se traduzem nas metas finais e c) a sustentabilidade do uso de meios decisivos (INDICADORES..., 2004:14).

O seguinte esquema é apresentado por Gallopin para representar esta proposta:

Figura 4 – Representação gráfica da proposta de marco conceitual do Grupo Balaton.



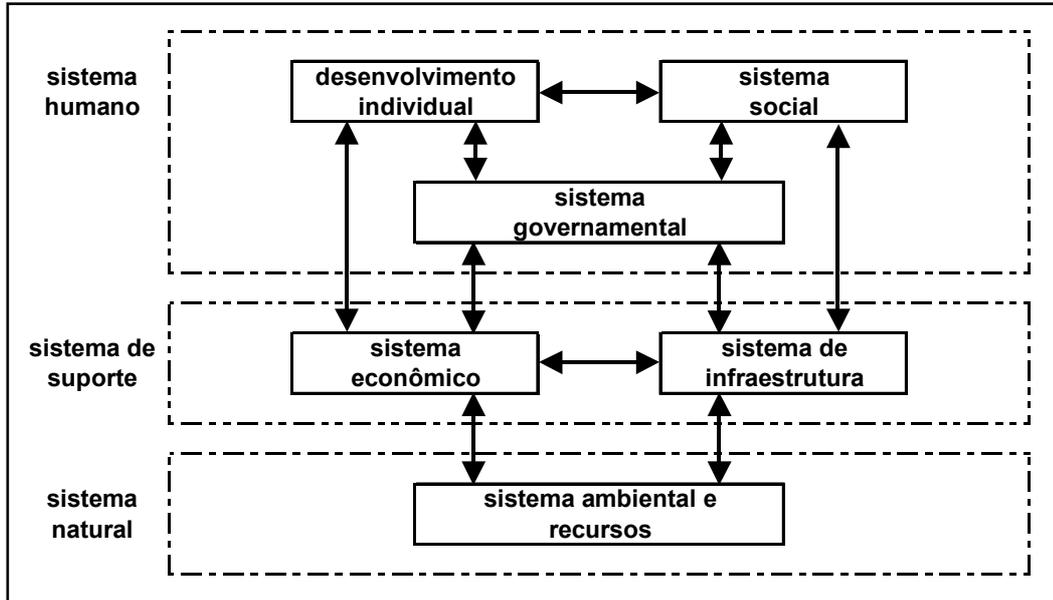
Fonte: GALLOPIN, 2003.

- O esquema Bossel (BOSSSEL, 1999)

- O esquema Bossel, que distingue seis subsistemas (de desenvolvimento individual, de infra-estrutura, de governo, econômico, social e ambiental) e utiliza a teoria de 'orientadores' (necessidades fundamentais do sistema), no qual os indicadores devem informar a viabilidade do sistema ou subsistema e como cada subsistema contribui para viabilidade dos outros subsistemas. (INDICADORES..., 2004:14)

Gallopín propõe a seguinte representação desta proposta:

Figura 5 – Representação gráfica do esquema Bossel.



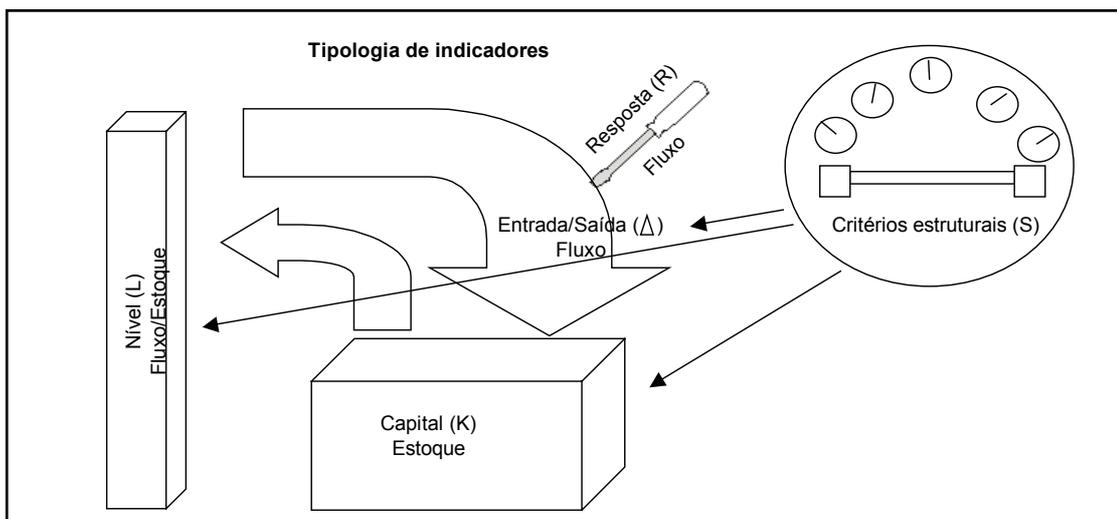
Fonte: GALLOPIN, 2003.

-O modelo Monet da Suíça (ALTWEGG; ROTH; SCHELLER, 2004)

- O modelo Monet da Suíça, que é um modelo de estoques e fluxos. As principais categorias são: a) grau de satisfação das necessidades; b) estado e variação dos recursos (capital); c) uso e modificação do capital (entradas/saídas); d) critérios de eficiência e desigualdade; e) respostas sociais e políticas. (INDICADORES..., 2004:14).

Sua representação gráfica é dada por:

Figura 6 – Representação gráfica do modelo Monet.

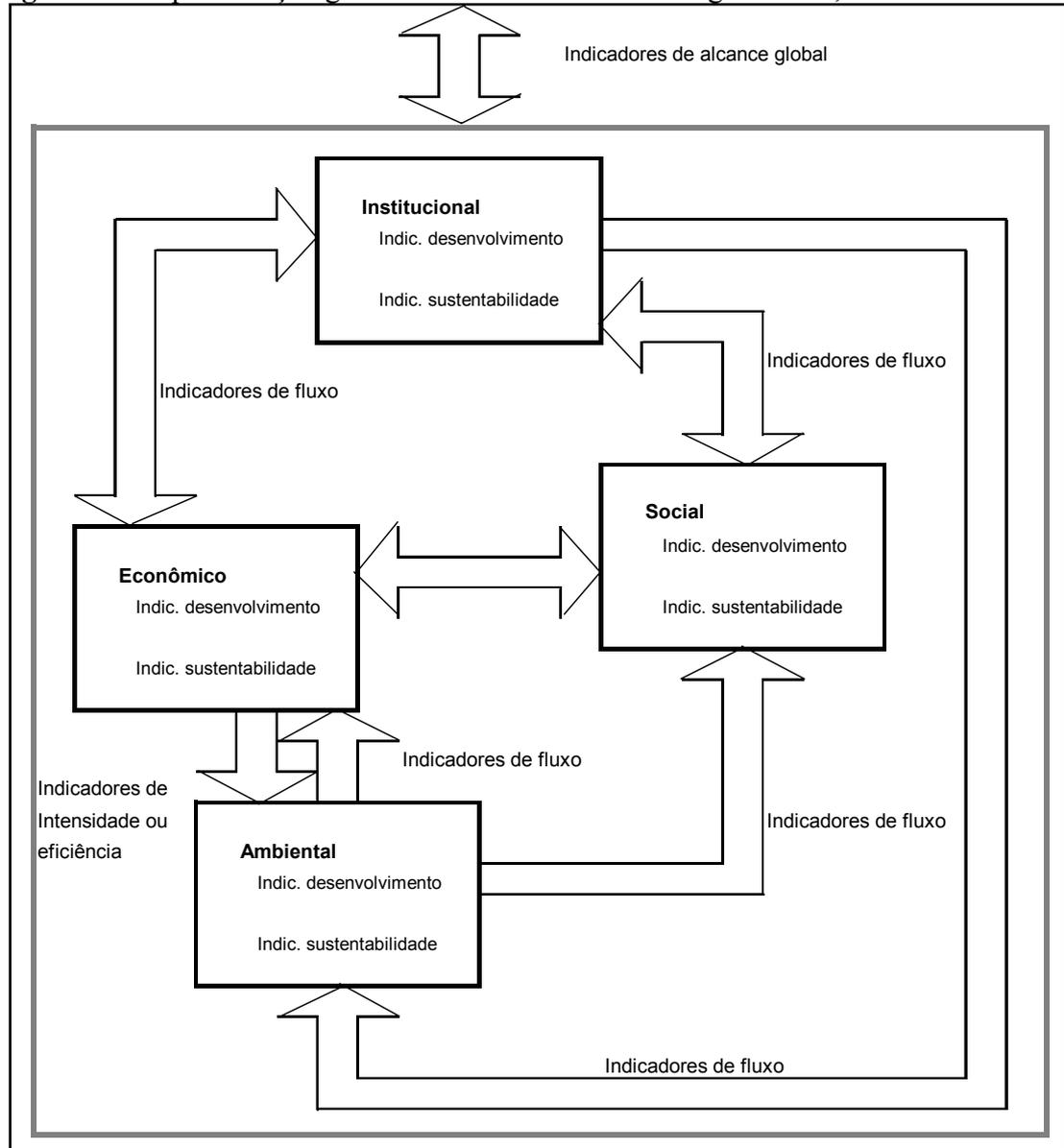


Fonte: GALLOPIN, 2003.

- O Sistema Sócio Ecológico Total, da CEPAL

- O Sistema Sócio Ecológico Total, da CEPAL, que distingue em quatro subsistemas fundamentais, as dimensões econômica, social, ambiental e institucional, compostos por indicadores de desempenho e sustentabilidade, e também propõe indicadores de fluxos entre os subsistemas. Coletivamente, os indicadores provêm informações sobre evolução do desempenho, da eficiência, da sustentabilidade e dos fluxos físicos e de informação entre os subsistemas. (INDICADORES..., 2004:14).

Figura 7 – Representação gráfica do modelo Sócio Ecológico Total, da CEPAL.



Fonte: GALLOPIN, 2003.

- O Modelo Sueco

O modelo proposto pelo Instituto de Estatísticas da Suécia (Statistics Sweden), organiza os indicadores segundo diretrizes para transição ao desenvolvimento sustentável. Classifica-os em quatro diretrizes que, de certa forma, emanam dos princípios da Agenda 21: i) **Eqüidade**, que evoca os aspectos distributivos do desenvolvimento; ii) **Eficiência**, que reúne os indicadores sobre o uso racional dos recursos; iii) **Adaptabilidade** que ilustram as ações e investimentos que, executados hoje, irão influenciar a situação nos anos seguintes; e iv) **Atenção às gerações futuras**, que enfocam o legado que será deixado às próximas gerações (INDICADORES..., 2004:15).

O marco ordenador conhecido como PER – Pressão – Estado – Resposta, e suas derivações, (Força Motriz – Estado – Resposta; Estado – Pressão – Impacto – Resposta; Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta) foi originalmente adotado pela OCDE para organizar suas estatísticas ambientais (OCDE, 2002). As primeiras recomendações da Comissão de Desenvolvimento Sustentável – CDS das Nações Unidas, adotavam esta organização, aliada à divisão segundo os capítulos da Agenda 21. Esta abordagem, bastante funcional quando aplicada a questões ambientais, mostrou-se de difícil aplicação para outros temas como o social e o econômico, principalmente por considerar-se que, na análise do desenvolvimento sustentável, a sociedade é parte integrante do sistema, e não uma entidade externa que exerce pressão ou é agente de respostas que amenizam as pressões.

A partir do ano 2001 a CDS passa a adotar em suas recomendações um marco ordenador mais simples, que divide o desenvolvimento sustentável em quatro dimensões, ambiental, social, econômica e institucional, e estas, por sua vez, são subdivididas em temas e sub temas (INDICATORS..., 2001).

O IBGE adotou este marco ordenador da CDS – ONU em suas duas publicações sobre desenvolvimento sustentável, simplificando-o mais ainda, eliminando os subtemas, e alterando-o, por exemplo, com a alocação do subtema saneamento, originalmente afeto ao tema saúde, dentro da dimensão social, que passou a ser tratado como um tema específico dentro da dimensão ambiental. Também o tema eqüidade foi renomeado para trabalho e rendimento, sendo a questão da eqüidade entre gêneros e raças tratada transversalmente em diversos indicadores da dimensão social.

O marco ordenador usado pelo IBGE nas publicações nacionais de indicadores de desenvolvimento sustentável foi o adotado para organizarmos os indicadores municipais que serão utilizados neste trabalho. Além da coerência com o trabalho nacional, tal ordenação mostra-se adequada para condução do estudo no contexto de carência de levantamentos

estatísticos básicos para vários temas. Esta carência não é específica da realidade brasileira, sendo reportada por Quiroga (2001:12) como um traço comum para os demais países da América Latina e devendo, portanto, ser um fator importante para a escolha de um marco ordenador. Algumas das abordagens metodológicas citadas acima, como o Sistema Sócio Ecológico Total, exigiriam uma coleção completa de indicadores primários para ganhar sentido. A abordagem simples das dimensões e temas permite que seja possível efetuar comparações no tempo e no espaço, mesmo na inexistência de indicadores que representem completamente um determinado tema, valendo-se somente das informações disponíveis. Este marco ordenador também permite que se incorpore a noção de desenvolvimento sustentável discutida no capítulo 2, tratando concomitantemente indicadores econômicos, sociais e ambientais, acrescidos da dimensão institucional.

O Quadro 5 a seguir mostra uma comparação entre os temas e sub temas preconizados no marco ordenador da CDS – ONU, os temas das publicações do IBGE de 2002 e 2004 e aqueles adotados neste estudo. As lacunas verificadas no presente trabalho devem-se fundamentalmente à ausência de estatísticas primárias, no âmbito municipal, como será visto na próxima seção.

Quadro 5 – Marcos ordenadores recomendados pela CDS – ONU, usados nas publicações do IBGE e adotado no presente estudo.

Dimensões	CDS – ONU	IDS - IBGE – 2002	IDS - IBGE - 2004	Este Estudo
	Temas e Sub temas	Temas	Temas	Temas
Social	Eqüidade Pobreza Eqüidade de gênero	Eqüidade	Trabalho e Rendimento	Trabalho e Rendimento
	Saúde Nutrição Mortalidade Saneamento Água potável Cuidados com a Saúde	Saúde	Saúde	Saúde
	Educação Nível educacional Alfabetização	Educação	Educação	Educação
	Habitação Condições habitacionais	Habitação	Habitação	Habitação
	Segurança Crimes	Segurança	Segurança	Violência
	População Dinâmica Populacional	População	População	
	Ambiental	Atmosfera Mudanças Climáticas Destruição da camada de Ozônio Qualidade do ar	Atmosfera	Atmosfera
Terra Agricultura Florestas Desertificação Urbanização		Terra	Terra	Terra
Oceanos mares e áreas costeiras Zona costeira Pesca		Oceanos mares e áreas costeiras	Oceanos mares e áreas costeiras	
Água Doce Quantidade de água Qualidade de água			Água Doce	
Biodiversidade Ecossistemas Espécies		Biodiversidade	Biodiversidade	
		Saneamento	Saneamento	Saneamento

(continua).

(continuação)

Dimensões	CDS – ONU	IDS - IBGE - 2002	IDS - IBGE - 2004	Este Estudo
	Temas e Sub temas	Temas	Temas	Temas
Econômica	Estrutura econômica Performance econômica Comércio Status financeiro	Estrutura econômica	Quadro Econômico	Quadro Econômico
	Padrões de produção e consumo Consumo de materiais Uso de energia Geração e manejo do lixo Transportes	Padrões de produção e consumo	Padrões de produção e consumo	Padrões de produção e consumo
Institucional	Quadro institucional Implementação estratégica do desenvolvimento sustentável Cooperação internacional	Estrutura Institucional	Quadro institucional	
	Capacidade institucional Acesso à informação Infra-estrutura de comunicação Ciência e Tecnologia Preparação e resposta a desastres	Capacidade institucional	Capacidade institucional	Capacidade institucional

Fontes: INDICATORS... (2001), INDICADORES... (2002), INDICADORES... (2004) e elaboração própria.

As lacunas observadas nos temas população, oceanos, mares e áreas costeiras, água doce, biodiversidade e quadro institucional devem-se à ausência de indicadores ou a sua inadequação para a escala adotada, o município, e serão melhor comentadas na próxima seção, na qual são discutidas as características específicas de cada indicador adotado ou dos indicadores cuja adoção mostrou-se inadequada.

3.2. A SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIMÁRIOS.

Dado o conceito que se deseja operacionalizar e feita a escolha do marco ordenador, a etapa seguinte para constituição de um sistema de indicadores para o acompanhamento de uma dada realidade social é a eleição de indicadores para compor este sistema.

Jannuzzi (2001) conceitua Indicador Social como:

[...] uma medida em geral quantitativa de significado social substantivo usado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico (para a pesquisa acadêmica) ou programático (para a formulação de políticas). É um recurso metodológico, empiricamente referido, que informa algo

sobre um aspecto da realidade social ou sobre as mudanças que estão se processando na mesma. (JANNUZZI, 2001:15)

Este trabalho toma esta definição em seu sentido amplo, não somente para os indicadores sociais (da dimensão social do desenvolvimento sustentável) como para os indicadores econômicos, entendidos como aqueles necessários à compreensão das relações sociais de produção e também para os indicadores ambientais, visto que seu emprego visa expressar aspectos das relações entre sociedade e natureza.

A tarefa de eleger os indicadores que vão compor o sistema não é trivial, pois não basta uma escolha intuitiva daqueles que “melhor retratariam” o fenômeno social em estudo. Novamente Jannuzzi (2001:26-31) dá grande contribuição ao enunciar doze propriedades ideais desejáveis de qualquer indicador social: relevância social; validade; confiabilidade; cobertura; sensibilidade; especificidade; inteligibilidade de sua construção; comunicabilidade; factibilidade para obtenção; periodicidade na atualização; desagregabilidade e historicidade.

O autor entende ser a relevância social da temática à qual o indicador se refere o atributo fundamental que justifica sua produção. Refere-se à pertinência do indicador, historicamente dada, sendo resultante da agenda de discussão política e social de cada sociedade.

A validade de um indicador revela a capacidade do mesmo refletir, de fato, o conceito abstrato a que se propõe medir. Corresponde ao grau de proximidade entre o conceito e a medida.

A confiabilidade de um indicador relaciona-se à qualidade do levantamento de dados usado para seu cálculo. Reflete a capacidade de um indicador apresentar cifras iguais, ou no mínimo semelhantes quando aplicado à mesma realidade social.

Dentre os atributos desejáveis de um indicador o autor também destaca a sua cobertura, ou seja, sua capacidade de ser reproduzido em vários espaços geográficos ou diferentes populações, o que possibilita sua comparação e extensão de seu emprego.

A sensibilidade de um indicador exprime sua capacidade de refletir mudanças significativas na realidade social que se propõe medir. Especificidade é a propriedade de retratar as alterações estritamente ligadas ao fenômeno social de interesse.

Inteligibilidade da construção de um indicador diz respeito à sua metodologia de obtenção, à transparência das técnicas e métodos usados na sua construção. Para o autor está intimamente relacionada com a comunicabilidade deste indicador, sua capacidade de ser “compreensível” para os demais atores envolvidos no seu emprego, isto é, a possibilidade destes entenderem os critérios objetivos utilizados, ainda que não concordem com eles.

A factibilidade para obtenção do indicador possui relação com os custos necessários à produção das informações necessárias à sua construção, está relacionada com sua periodicidade na atualização. É desejável que as informações necessárias à construção de um indicador sejam provenientes de levantamentos com periodicidade regular e conhecida para permitir sua comparabilidade no tempo.

A desagregabilidade é outra característica que deve ser levada em conta na escolha de um indicador e diz respeito à possibilidade de construção dos mesmos indicadores para espaços territoriais e grupos sociais específicos.

Deseja-se ainda que um indicador possua historicidade, ou seja, a possibilidade de construção de séries extensas e comparáveis permitindo o cotejamento da situação atual com a observada no passado e a possibilidade de continuidade para comparações futuras.

O autor enfatiza que é muito raro que um indicador possua concomitantemente e plenamente todas essas propriedades, cabendo ao analista, no momento da eleição de seus indicadores, avaliar as vantagens e desvantagens do emprego de uma ou outra possibilidade de medida do fenômeno social de interesse (JANNUZZI, 2001:31).

O estudo aprofundado de todas estas características para cada um dos indicadores a serem adotados num sistema é desejável. Entretanto, seria um trabalho de grande porte cuja efetivação extrapola os objetivos deste estudo acadêmico. Ademais, além dos aspectos técnicos e metodológicos engendrados e coerentemente com a concepção de desenvolvimento sustentável exposta no segundo capítulo, envolveria pessoas, procedimentos e instituições com legitimidade social suficiente para propor e obter o reconhecimento de um sistema de tal monta.

Não obstante, para a continuidade deste estudo, algumas decisões pragmáticas foram tomadas. A seleção dos indicadores não precisa partir da estaca zero, pode-se e deve-se, aproveitar as iniciativas existentes relatadas no segundo capítulo dessa dissertação. Assim sendo, foi esta a estratégia aqui seguida para a escolha dos indicadores a serem testados num sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável em escala municipal: adotar, como ponto de partida, o rol de indicadores constante na publicação – Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil – 2004, do IBGE.

Esta estratégia, à semelhança de qualquer outra, impõe pelo menos duas restrições ou dificuldades.

A primeira diz respeito à relativa escassez de estatísticas municipais sistemática e regularmente levantadas. Essa não é uma limitação restrita ao âmbito municipal e também é sentida para a produção de indicadores deste jaez com outros âmbitos, não sendo restrita à

realidade brasileira, conforme já referido por Quiroga (2001:12). Tal restrição induziu a que a data de referência dos dados usados nesse trabalho se situasse no ano 2000, ou em torno dele, ano de realização do Censo Demográfico, fonte da maioria das estatísticas empregadas.

A segunda dificuldade refere-se a adaptações feitas por conta da escala geográfica usada na análise, ou seja, adaptações decorrentes da transposição de um sistema de indicadores originalmente pensado para comparar países para uma unidade geográfica muito distinta como é o município.

Como exemplo, cita-se a adoção de indicadores de potencial de poluição industrial aliados ao tamanho da frota automotiva, tomados como aproximações indiretas do estado da poluição atmosférica, que deveria ser medida pela concentração de poluentes. Tal adaptação permite alguma comparação entre os municípios no tocante ao tema atmosfera, já que as medições diretas da poluição existem somente nos maiores municípios e áreas mais urbanizadas. O consumo de energia elétrica substituindo o consumo total de energia é outro exemplo de adaptação de escala, já que o indicador original é mensurado somente para unidades territoriais maiores, como países ou alguns estados. A taxa de investimento, que também não é mensurada de forma sistemática na esfera municipal, foi aproximada pela proporção da construção civil no total do PIB municipal, já que é esta a principal fonte de formação bruta de capital fixo na maior parte dos municípios.

Enquadra-se ainda nesta categoria de adaptações o abandono de alguns indicadores preconizados internacionalmente ou usados na publicação nacional, por refletirem fenômenos estritamente locais, inscritos intimamente ao espaço geográfico de ocorrência, não se prestando, assim, à comparação entre territórios. É o caso da ocorrência de resíduos radioativos e da balneabilidade das praias. Estes indicadores não foram incluídos em função do objetivo deste estudo, a comparação de municípios sob o paradigma do desenvolvimento sustentável, o que não significa que para estudos locais não devam ser levados em consideração. Não é concebível um estudo detalhado do estágio do desenvolvimento sustentável de Angra dos Reis sem levar em consideração a existência de uma usina nuclear naquele município, bem como um estudo sobre a cidade do Rio de Janeiro sem considerar a qualidade de suas praias para o banho.

Por força da continuidade do estudo, no qual se procura aprofundar os métodos de análise conjunta dos indicadores, três outras características foram consideradas na escolha do rol de indicadores.

Em primeiro lugar considerou-se a existência de dados para todos os municípios, evitando assim procedimentos de imputação, a exemplo do que foi adotado na construção do

ISA. Por este motivo, a falta de informação em inúmeros municípios, algumas variáveis, que têm como fonte a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB foram descartada, entre as quais o tratamento de esgoto, o destino do lixo e a coleta seletiva.

Outra restrição foi a utilização somente de indicadores que tenham um sentido claro para avaliação do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, descartou-se, por exemplo, o indicador sobre uso de fertilizantes, que pode ter uma interpretação ambígua, sendo favorável quando usado de forma adequada, porém, deletério para poluição de cursos d'água ou do solo se abusivamente empregados. Por razão semelhante o indicador de crescimento populacional não foi utilizado, já que o decréscimo da população pode ser um fenômeno desejável em regiões superpovoadas.

Por fim, procurou-se evitar, de antemão, indicadores redundantes, e por esta razão não se empregou o conceito de adequação de moradia do IDS – 2004 do IBGE, optando-se somente pelo indicador que expressa a densidade inadequada de moradores por cômodo usado como dormitório, conforme o IDS – 2002, pois os indicadores de saneamento básico já estão contemplados no tema Saneamento, dentro da dimensão ambiental. Foi também esta a razão para não se utilizar o indicador de uso agrossilvipastoril das terras já que, a menos de uma pequena parcela representada pela mancha urbana, seria uma informação complementar ao indicador que mostra a magnitude das áreas de vegetação natural remanescente.

Todas estas opções estão expressas num banco de metadados sobre cada indicador cujo modelo pode ser visto na Figura 8, abaixo, e cujo relatório completo encontra-se no Apêndice 1 desta dissertação.

Figura 8 – Modelo do Banco de Metadados para os indicadores primários.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled "Metadados" in "Modo formulário" (Form View). The form is designed for entering metadata for primary indicators. It includes the following fields and controls:

- id**: A text box for the indicator ID.
- codo**: A text box for the code.
- codt_1** and **codt2**: Text boxes for classification codes.
- nome**: A large text box for the indicator name.
- unidade de medida**: A text box for the unit of measurement.
- anoref**: A text box with a value of "0" for the reference number.
- Tema**: A text box for the theme.
- fontep** and **fonted**: Text boxes for source information.
- conceito**: A large text area for the concept description.
- importância para o DS**: A text area for the importance for the Data Source.
- sentido**: A group box containing two radio buttons: "positivo" (selected) and "negativo".
- transformação 1** and **transformação 2**: Text boxes for transformation rules.
- Dimensão**: A group box with four radio buttons: "Ambiental", "Social", "Econômica", and "Institucional".

At the bottom of the form, there is a navigation bar showing "Registro: 22 de 22" and a "NUM" button.

Fonte: Elaboração própria.

Ao fim e ao cabo, serão trabalhados 30 indicadores no seguimento deste estudo, conforme mostra o Quadro 6. Os valores de cada um dos indicadores para os 91 municípios existentes em 2000 no Rio de Janeiro estão disponíveis no Apêndice 2.

Quadro 6 - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para os municípios do Rio de Janeiro segundo dimensões e temas.

Dimensões	Temas	Indicadores
Social	Rendimento	Proporção da população com renda familiar per capita acima de 1/2 salário mínimo
		Rendimento médio mensal
		Taxa de ocupação
		Índice de gini do rendimento domiciliar per capita
		Razão entre a média dos rendimentos das mulheres/homens
	Razão entre a média dos rendimentos pretos e pardos/ brancos	
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil
		Esperança de vida ao nascer
		Número de leitos por mil habitantes
		Número de empregos médicos por mil habitantes
Número estabelecimentos de saúde por mil habitantes		
Educação	Número de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado - DRSAI, por cem mil habitantes	
	Taxa de escolarização das crianças 7 a 14 anos	
	Escolaridade de adultos	
Habitação	Taxa de alfabetização de adultos	
	Proporção de domicílios particulares permanentes com densidade de até 2 moradores por dormitório	
Violência	Coeficiente de mortalidade por homicídios	
	Mortalidade por acidentes de transporte	
Ambiental	Atmosfera	Frota de veículos automotores por cem habitantes
		Potencial de poluição industrial por 1000 habitantes
	Terra	Percentual de área de vegetação remanescente sobre área total
		Saneamento
Proporção de moradores em domicílios com acesso a coleta de lixo doméstico		
Econômica	Padrões de produção e consumo	Proporção de moradores em domicílios com acesso a esgotamento sanitário
		Consumo de energia elétrica por unidade de PIB
Institucional	Capacidade institucional	PIB per capita
		Proporção do setor da construção civil sobre o total do PIB
Institucional	Capacidade institucional	Consumo de energia elétrica per capita
		Proporção de domicílios com possibilidade de acesso à Internet
Institucional	Capacidade institucional	Número de terminais telefônicos instaladas por cem habitantes

Fonte: Elaboração própria.

A observação conjunta da lista de indicadores, aliada à apreciação do Quadro 3 com o marco ordenador, comparado às recomendações internacionais e aos indicadores nacionais revela, no tocante à dimensão social, uma boa cobertura, no sentido de que quase a totalidade dos temas e indicadores possuem um equivalente no nível municipal. Já no que se refere às demais dimensões, isto não se verifica.

A dimensão ambiental é coberta por indicadores dos temas atmosfera com dois indicadores, terra com somente um e saneamento, tema melhor representado com indicadores sobre acesso a serviços, mas com lacunas no que diz respeito ao destino ou tratamento dos resíduos e esgoto. Nota-se a inexistência de indicadores para representar questões relativas à biodiversidade, água doce e oceanos e áreas costeiras.

A dimensão econômica está representada por somente quatro indicadores, havendo importantes lacunas no que diz respeito a padrões de produção e consumo; a dimensão institucional está pobremente representada por somente dois indicadores que, embora sejam uma aplicação direta das recomendações internacionais de indicadores neste campo da ação humana, são claramente insuficientes para bem representar os requerimentos necessários para uma completa avaliação do desenvolvimento sustentável.

Pode-se dizer que estes 30 indicadores são necessários à avaliação do desenvolvimento sustentável, pelo menos, os possíveis, porém não são suficientes. Esta situação pode e deve ser suprida, no futuro, com a continuidade de estudos para adequação conceitual de indicadores para esta escala de análise e pelo aprimoramento do sistema estatístico nacional, passando a levantar sistematicamente as informações básicas para este fim. A constatação destas lacunas não se constitui, no entanto, em empecilho para a continuidade do estudo, pelo contrário, é intenção mostrar que, apesar destas limitações, pode-se construir sistemas de indicadores e até mesmo indicadores sintéticos úteis para comparar o estágio de desenvolvimento de municípios sob o paradigma do desenvolvimento sustentável.

3.3. A TRANSFORMAÇÃO DAS VARIÁVEIS.

Para construção de um indicador sintético esta é uma etapa importante a se considerar - conferir a propriedade da comensurabilidade, ou seja, como medir duas ou mais grandezas na mesma unidade. Embora não seja o único, este é o principal objetivo de se transformar os indicadores primários: colocá-los em uma mesma escala. Como medir conjuntamente a Esperança de Vida, medida em anos, com a Taxa de Mortalidade Infantil, dada em óbitos por mil habitantes, com o rendimento médio mensurado em reais? Várias são as possibilidades e nesta seção discutir-se-á basicamente duas: Padronização pelo score z e transformação das variáveis para valores entre 0 (zero) e 1 (um). Adicionalmente serão traçados comentários sobre dois outros procedimentos bastante adotados na construção de indicadores sintéticos, mas cujo objetivo transcende a simples busca da comensurabilidade, quais sejam: a transformação logarítmica e o truncamento.

3.3.1. A transformação por score z ou padronização das variáveis.

Trata-se de um procedimento bastante conhecido e aplicado em estatística que consiste em substituir cada valor observado pela distância verificada entre a observação e a média de todas as observações, medida em unidades de Desvio Padrão.

Se X representa uma variável qualquer o valor do score z para uma i -ésima observação de X é dado por:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

onde:

z_i = Valor do escore z da i -ésima observação da variável X ;

x_i = Valor assumido pela i -ésima observação da variável X ;

\bar{x} = Média da variável X ;

s = Desvio padrão da variável X .

Adicionalmente busca-se com uma transformação ajustar o sentido das variáveis, ou seja, que os menores valores representem as piores situações verificadas na prática. Dessa forma para variáveis que originalmente não obedecem este sentido, como é o caso da Taxa de Mortalidade Infantil, na qual maiores valores representam situações piores, faz-se a seguinte adaptação:

$$z_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s}$$

Com esse procedimento obtêm-se a média de z sempre igual a 0 (zero) e o desvio padrão sempre igual a 1 (um). Foi essa propriedade do escore z a principal causa de não termos adotado no estudo empírico que se segue. Ao igualar as variâncias de escores correspondentes a distintas variáveis, prejudica-se a aplicação do critério para arbitrar o sinal dos pesos na aplicação da técnica de Componentes Principais, fato que será visto com mais detalhes na próxima seção.

Outro componente que contribuiu para não adoção desta transformação é o fato de que ela produz números negativos. Não que haja qualquer impedimento teórico para o uso de números negativos, no entanto, a interpretação dos indicadores envolvendo números negativos, principalmente por atores nem sempre acostumados à linguagem matemática, tende a ser menos intuitiva do que a interpretação de resultados todos positivos.

Registre-se que a transformação por escore z é adotada na construção do *ISA* das Universidades de Yale e Columbia, como mencionado no capítulo 2 desta dissertação.

3.3.2. A transformação para valores entre zero e um (transformação 0-1).

Outro procedimento bastante usual que evita os efeitos de unificação das variâncias e de geração de escores negativos é a transformação de todas as observações para valores situados entre zero e um.

Para tanto, para cada variável, atribui-se o valor 0 (zero) para o menor valor observado, e 1 (um) para o maior.

Para uma variável X qualquer, o valor da variável transformada 0-1 para a i -ésima observação é dado por:

$$v_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

Onde:

v_i = Valor transformado da i -ésima observação da variável X ;

x_{\min} = Valor mínimo da Variável X ;

x_{\max} = Valor máximo da Variável X ;

Analogamente ao exposto para o escore z , para corrigir o sentido da variável faz-se

$$v_i = 1 - \left(\frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \right) = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}.$$

Além da transformação para conferir comensurabilidade aos indicadores primários, outros procedimentos são mencionados na literatura sobre o tema. Um deles é o truncamento, adaptação própria para o termo “*Wisorization*” mencionado no relatório do ISA (ESTY et al., 2005:64). Este procedimento consiste em estabelecer determinados limites, superiores e inferiores, para variação dos indicadores e imputar estes limites para os valores que os excedam. Dessa forma procura-se limitar a influência de valores extremos nas análises.

No caso do ISA foram adotados os percentis 2,5 para a cauda inferior e 97,5 para a superior. Alega-se que tal procedimento previne que poucos valores extremos afetem demasiadamente o algoritmo de agregação. Os autores do ISA justificam que a observação de valores extremos é decorrência da qualidade duvidosa de seus dados primários (ESTY et al., 2005:64). O IDH e o IPRS também usam procedimentos semelhantes de ajuste de valores extremos.

É certo que tanto a média quanto a covariância entre variáveis (base dos métodos de aglutinação a serem posteriormente testados) são altamente influenciadas por valores extremos. Por outro lado não existem motivos para desconfiar da qualidade dos dados primários usados neste estudo. A existência destes valores extremos deve ser atribuída muito mais a uma estrutura muito desigual entre os municípios do Rio de Janeiro. Considerando ainda que o propósito inicial deste estudo para construção de um indicador sintético também é descritivo, não se justifica de antemão aplicar nenhum procedimento de alteração dos valores extremos, imputando-lhes automaticamente algum valor mais “bem comportado”. O resultado

final, entretanto, poderá recomendar que este ou algum outro procedimento deste tipo venha a ser adotado para facilitar a interpretação.

Também é mencionado na literatura, especificamente na metodologia do IPRS e do ISA, o emprego da transformação logarítmica. Tal transformação é necessária se, em alguma etapa da aplicação, for requerida a suposição de que a distribuição dos dados se aproxima da distribuição Normal. No caso do ISA os procedimentos de imputação assim o requerem.

No IPRS, aparentemente, tal transformação não seria necessária. A única indicação da necessidade de tal procedimento constante na documentação, é a de que foi testado, mas não ficou claro se foi adotado o método da máxima verossimilhança para estimar o Fator no modelo de Análise Fatorial. Neste caso é requerido que a distribuição dos dados seja conhecida, e que provavelmente no pacote estatístico empregado (SPSS), que esta seja a distribuição Normal. Cabe lembrar que para tal finalidade outras transformações poderiam ser empregadas como, por exemplo, a transformação *Box-Cox* (JOHNSON; WICHERN, 2002:195).

Para a aplicação empírica deste estudo não foi empregada nenhuma transformação deste tipo, pois a suposição de normalidade não é requerida em nenhuma etapa. A transformação aqui adotada é aquela que padroniza todas as variáveis no intervalo de variação entre 0 (zero) e 1 (um), conferindo assim a propriedade de comensurabilidade, permitindo a aplicação de métodos de aglutinação que serão vistos na próxima seção.

3.4. OS MÉTODOS DE AGLUTINAÇÃO

Muitas são as opções de aglutinação de indicadores para construção de um indicador sintético. Por opção, este estudo limitar-se-á à análise de três: a média aritmética; a técnica de análise multivariada de Componentes Principais e a Análise Multicritério.

A média aritmética é o método mais empregado nas iniciativas de construção de um indicador composto aqui tomadas como referência, como o IDH e o ISA. Métodos de análise multivariada com o emprego de Componentes Principais são usados na construção do IPRS. Justifica-se o emprego da Análise Multicritério, uma técnica relativamente nova, ainda não aplicada em nenhuma das iniciativas tomadas como referência, pelo fato de que, da maneira como será aqui abordada, equivale ao uso de uma técnica que leva em conta o posto de cada indivíduo em cada indicador original, e não seu valor, sendo este, a meu juízo, um teste

importante na avaliação de métodos de aglutinação. Em seguida é feita uma breve discussão sobre cada um dos três métodos a serem testados.

3.4.1. Média

O ISA, o IDH e outras iniciativas de construção de indicadores sintéticos usam a média aritmética como o método para aglutinar os indicadores originais. Em todos os casos citados, o principal argumento para adoção deste método é sua simplicidade de operação e facilidade de comunicação para não especialistas.

Entretanto, na descrição metodológica do ISA, os argumentos favoráveis ao uso da média são mais detalhadamente explorados. Seus autores mencionam a possibilidade, e chegam a avaliar o impacto do emprego de outros métodos para aglutinação e ponderação dos indicadores, na construção da síntese (soma ponderada, média geométrica ponderada, análise multicritério). No entanto, ao fim e ao cabo, continuam justificando sua opção pelo método da soma ponderada com pesos iguais, que é o mesmo que usar a média aritmética, com argumentos na linha da simplicidade, como pode ser visto no trecho escolhido abaixo:

Quando o objetivo é desenhar o melhor índice possível, considerações sobre as técnicas estatísticas mais avançadas disponíveis são importantes. Por outro lado, se a transparência e o fácil entendimento por não especialistas é igualmente importante, a estrutura lógica do ISA representa uma alternativa útil e válida (ESTY et al., 2005:65, tradução nossa).

Os autores continuam explorando a possibilidade de ponderação dos indicadores, citando o método dos mínimos quadrados, base dos modelos de regressão linear, que tem o inconveniente de atribuir demasiada influência para as maiores observações. Mencionam também o emprego de Componentes Principais e Análise Fatorial como possíveis métodos estatísticos para estimar os pesos, mas ainda assim vêm com restrições o emprego de tais métodos, como visto no trecho selecionado:

Pesos determinados estatisticamente têm a vantagem de aplicar uma ponderação mais neutra e dependente dos dados. Entretanto, pesos determinados estatisticamente nem sempre refletem as prioridades dos tomadores de decisão ou as restrições orçamentárias que limitam escolhas livres entre um rol de opções políticas. (ESTY et al, 2005:66, tradução nossa)

Exploram ainda a possibilidade de atribuição de pesos de forma subjetiva, com o concurso de vários especialistas, e concluem sua argumentação pelo uso de pesos iguais

baseados na premissa de que, diante das várias opções para atribuições de pesos, não existem mecanismos objetivos para determinar a importância relativa dos vários aspectos da sustentabilidade ambiental.

3.4.2. Métodos de análise multivariada – Componentes Principais.

Da mesma forma como fizemos na análise do emprego da média, começaremos a explanação do emprego de técnicas da análise multivariada, tecendo alguns comentários sobre a opção tomada no IPRS, que usou a Análise Fatorial como forma de aglutinação. Sua documentação diz o seguinte:

Os indicadores sintéticos de riqueza, longevidade e escolaridade foram obtidos por meio da análise fatorial (factor analysis), técnica estatística de análise multivariada que se aplica à identificação de fatores que apontem objetivamente para a agregação de um conjunto de medidas. Ao contrário de um indicador criado por uma composição de variáveis arbitrada pelo pesquisador, os fatores derivados da análise fatorial são dimensões abstratas, cabendo ao pesquisador verificar se tais fatores podem ser interpretados de forma coerente com a natureza dos fenômenos ou processos estudados.

As análises fatoriais foram efetuadas com as variáveis padronizadas para cada dimensão e com os dados do ano mais recente, [...], com extração por Componentes Principais e Máxima Verossimilhança com a resultante de um único fator. (FÓRUM..., 2001f:18).

Análise fatorial é uma técnica de modelagem de dados da seguinte forma:

Seja \mathbf{X} um vetor observável de variáveis aleatórias com p componentes, esperança $\boldsymbol{\mu}$ e matriz de covariância $\boldsymbol{\Sigma}$. Segundo o modelo de análise fatorial, \mathbf{X} depende linearmente de algumas variáveis aleatórias não observáveis F_1, F_2, \dots, F_m . Essas variáveis são chamadas fatores comuns e p fontes de variação adicionais $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ são chamadas erros ou fatores específicos.

O modelo pode ser descrito como:

$$X_1 - \mu_1 = l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1$$

$$X_2 - \mu_2 = l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2$$

...

$$X_p - \mu_p = l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p$$

ou

$$\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu} = \mathbf{LF} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

Hipóteses do modelo:

$$E(\mathbf{F}) = \mathbf{0}; \text{Cov}(\mathbf{F}) = E(\mathbf{F}\mathbf{F}^t) = \mathbf{I}$$

$$E(\boldsymbol{\varepsilon}) = \mathbf{0}; \text{Cov}(\boldsymbol{\varepsilon}) = E(\boldsymbol{\varepsilon}\boldsymbol{\varepsilon}^t) = \boldsymbol{\Psi}$$

onde

$$\boldsymbol{\Psi} = \begin{bmatrix} \varphi_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \varphi_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \varphi_p \end{bmatrix}$$

e \mathbf{F} e $\boldsymbol{\varepsilon}$ são independentes, logo

$$\text{Cov}(\boldsymbol{\varepsilon}, \mathbf{F}) = E(\boldsymbol{\varepsilon}\mathbf{F}^t) = \mathbf{0}$$

A matriz de fatores \mathbf{F} deve ser estimada a partir da matriz de covariâncias amostrais \mathbf{S} caso seja usado o método das Componentes Principais. No caso do método da Máxima Verossimilhança uma suposição adicional é que a distribuição das variáveis aleatórias do vetor \mathbf{X} é conhecida, sendo usualmente empregada a distribuição normal multivariada $N(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma})$ caso em que também serão estimados a partir do vetor de médias amostrais $\bar{\mathbf{x}}$ e de \mathbf{S} .

Um dos principais problemas da análise fatorial é determinar a dimensão de m menor do que p , ou seja, qual o número de fatores que deve ser usado para representar adequadamente o vetor \mathbf{X} .

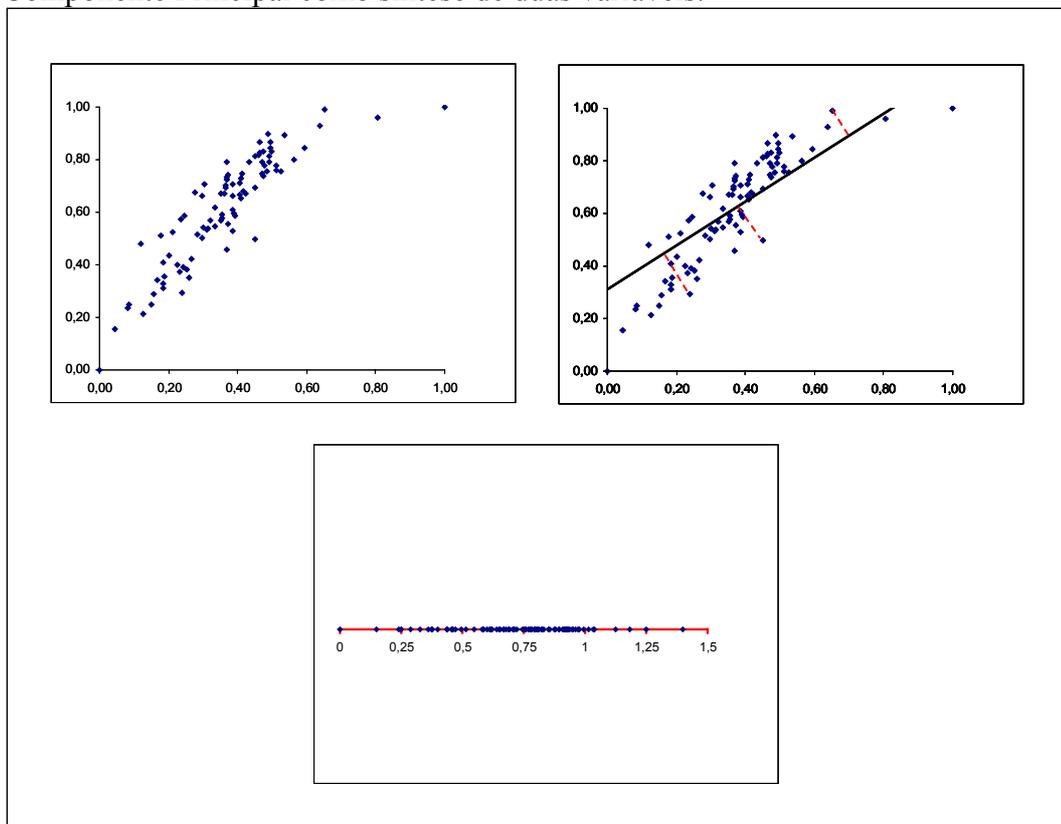
Vê-se que a abordagem da análise fatorial implica numa modelagem, com alguns pressupostos que necessariamente devem ser testados para avaliação da adequação do modelo, com o requisito adicional de normalidade multivariada dos dados no caso de estimação por Máxima Verossimilhança. Além disso, o número de fatores para construção de um indicador sintético já é dado a priori, sendo igual a um.

Por esses motivos julga-se mais adequado usar a abordagem de Componentes Principais para a construção de um indicador sintético, que no caso deste método de estimação para análise fatorial reproduz resultados numéricos idênticos, mas tem uma justificativa conceitual que requer menos pressupostos, dependendo somente da matriz de covariâncias.

Construir um indicador sintético significa reduzir a uma única cifra, da melhor maneira possível, toda a diversidade de situações revelada de maneira multivariada. Conhecendo-se a técnica de Componentes Principais, surge uma idéia intuitiva de que a primeira Componente Principal pode ser o melhor resumo possível. Seu emprego possibilitaria a menor perda de poder explicativo ou poder de discriminação dos dados originais e leva em conta a existência de correlação entre as variáveis analisadas.

Vejam os que sustentam essa idéia intuitiva. A Figura 9 representa, de forma esquemática, os passos para resumir duas variáveis em uma única dimensão usando a primeira Componente Principal. Dada uma nuvem de pontos que representam cada uma das observações, traça-se uma reta na direção da maior variabilidade destes pontos, a primeira Componente Principal. Faz-se então a projeção ortogonal de cada ponto sobre esta reta, e a posição desta projeção – o escore de cada observação será o valor assumido pelo novo indicador resumido a uma única dimensão.

Figura 9 – Representação esquemática de uma seqüência que utiliza a primeira Componente Principal como síntese de duas variáveis.



Fonte: Elaboração própria.

Do ponto de vista formal, algebricamente, Componentes Principais são combinações lineares particulares de p variáveis aleatórias X_1, X_2, \dots, X_p . Seja $\mathbf{X}^t = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ com matriz de covariância Σ , cujos valores próprios são: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Considere as combinações lineares:

$$Y_1 = \mathbf{l}_1^t \mathbf{X} = l_{11}X_1 + l_{12}X_2 + \dots + l_{1p}X_p$$

$$Y_2 = \mathbf{l}_2^t \mathbf{X} = l_{21}X_1 + l_{22}X_2 + \dots + l_{2p}X_p$$

...

$$Y_p = \mathbf{l}_p^t \mathbf{X} = l_{p1}X_1 + l_{p2}X_2 + \dots + l_{pp}X_p$$

Então:

$$\text{Var}(Y_j) = \mathbf{l}_j^t \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{l}_j \quad j = 1, \dots, p$$

$$\text{cov}(Y_j, Y_k) = \mathbf{l}_j^t \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{l}_k \quad j, k = 1, 2, \dots, p$$

Componentes Principais são combinações lineares de X_1, X_2, \dots, X_p não correlacionadas. A primeira Componente Principal (Y_1) é a combinação linear que maximiza $\text{Var}(Y_j) = \mathbf{l}_1^t \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{l}_1$. Como se trata de um problema indeterminado introduz-se a restrição de que $\mathbf{l}_1^t \mathbf{l}_1 = \mathbf{1}$.

1ª C.P.= combinação linear $\mathbf{l}_1^t \mathbf{X}$ que maximiza $\text{Var}(\mathbf{l}_1^t \mathbf{X})$ sujeita a $\mathbf{l}_1^t \mathbf{l}_1 = \mathbf{1}$

2ª C.P.= combinação linear $\mathbf{l}_2^t \mathbf{X}$ que maximiza $\text{Var}(\mathbf{l}_2^t \mathbf{X})$ sujeita a $\mathbf{l}_2^t \mathbf{l}_2 = \mathbf{1}$ e $\text{cov}(\mathbf{l}_1^t \mathbf{X}, \mathbf{l}_2^t \mathbf{X}) = 0$

i-ésima C.P.= combinação linear $\mathbf{l}_i^t \mathbf{X}$ que maximiza $\text{Var}(\mathbf{l}_i^t \mathbf{X})$ sujeita a $\mathbf{l}_i^t \mathbf{l}_i = \mathbf{1}$ e $\text{cov}(\mathbf{l}_i^t \mathbf{X}, \mathbf{l}_k^t \mathbf{X}) = 0, i < k$

Resultado:

Sejam $(\lambda_1, \mathbf{e}_1), (\lambda_2, \mathbf{e}_2), \dots, (\lambda_p, \mathbf{e}_p)$ os pares de valor-vetor próprios de $\boldsymbol{\Sigma}$, onde

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0.$$

A i-ésima Componente Principal é dada por:

$$Y_i = \mathbf{e}_i^t \mathbf{X} = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \quad i = 1, 2, \dots, p$$

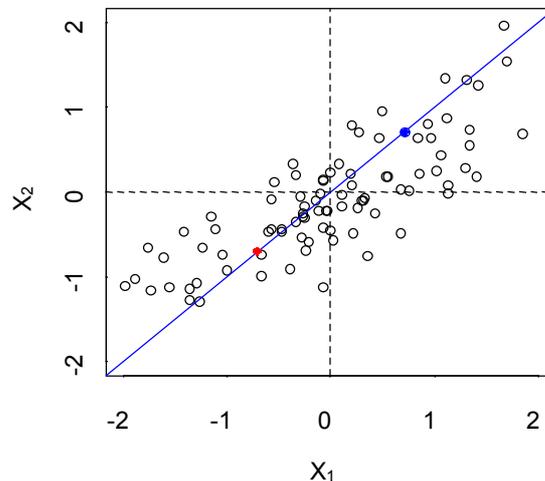
Com essa escolha:

$$\text{Var}(Y_i) = \mathbf{e}_i^t \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{e}_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = \mathbf{e}_i^t \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{e}_k \quad i \neq k$$

Geometricamente as Componentes Principais representam a seleção de novo sistema de coordenadas obtido por rotação do sistema original com X_1, X_2, \dots, X_p como eixos coordenados, sendo os novos eixos direções com variabilidade ordenada da maior para a menor.

Figura 10 – Representação geométrica da primeira componente principal para duas variáveis centradas na média.



Fonte: Elaboração própria.

O valor assumido por cada ponto na primeira Componente Principal corresponde, no exemplo acima onde as variáveis X_1 e X_2 são centradas na média, ao comprimento do vetor formado pela projeção ortogonal do ponto a origem em uma reta que passa pela origem e pela estimativa do auto vetor associado ao maior auto valor e_1' .

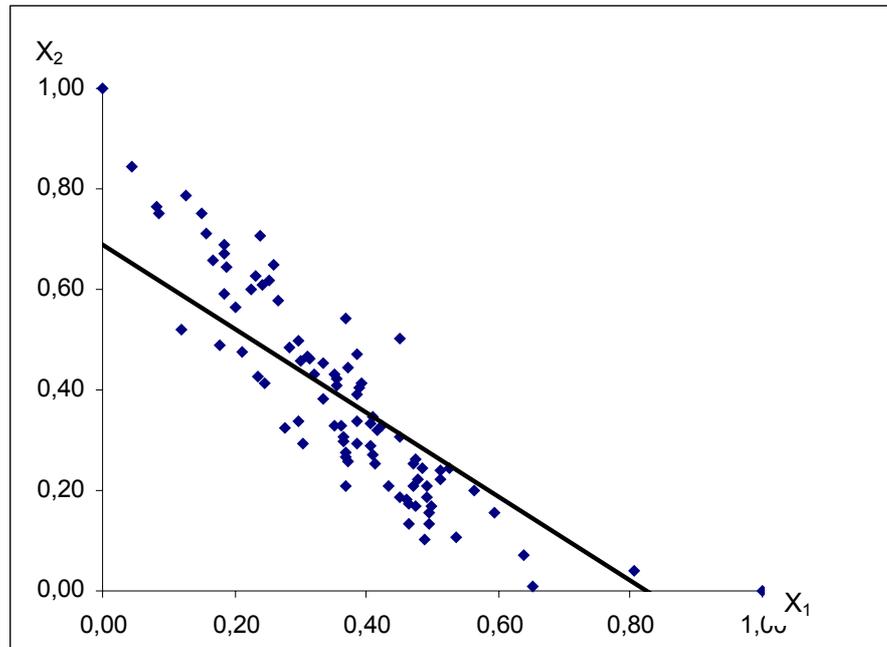
Os valores do indicador sintético para resumir X_1 e X_2 correspondem aos valores dos escores estimados para a primeira CP. Privilegia-se assim a variável com maior variabilidade que tem maior peso da determinação do valor do índice. Justifica-se esta opção com o fato de que a variável de maior variabilidade discrimina (separa) melhor os pontos do que a outra. Com tal procedimento se estaria garantindo que as distâncias entre os pontos encontradas em uma única dimensão sejam as que melhor representam as distâncias verificadas no plano bi-dimensional (ou no espaço multidimensional quando se extrapola esse raciocínio para uma situação com p variáveis).

Se o problema de qual direção projetar os pontos que resulta na melhor representação da distância entre eles pode ser resolvido usando-se a primeira Componente Principal, o mesmo não pode ser dito para o sentido dos pontos de forma a poder classificá-los.

A Figura 11 ilustra a reta da primeira Componente Principal para duas variáveis com correlação negativa. Ressalte-se que, para nosso problema específico – a mensuração do desenvolvimento sustentável - é bastante plausível encontrarmos indicadores com correlação

negativa. Somente como exemplo, parece bastante crível, dentro de nosso atual padrão de desenvolvimento, que municípios com boa performance em indicadores econômicos tenham um fraco desempenho na área ambiental.

Figura 11 – Representação da primeira Componente Principal para duas variáveis com correlação negativa.



Fonte: Elaboração própria.

Se reta que define a primeira Componente Principal, que maximiza a variância tem definição única, como mostrado na Figura 11, o mesmo não se pode dizer dos escores, os valores que cada ponto vai assumir quando projetado na reta. Embora as distâncias entre os pontos sejam fixas a ordenação não é. Neste exemplo, esta ordenação pode iniciar na esquerda, situação na qual, os valores da variável X_1 seriam menores e da X_2 maiores, ou iniciar na direita e, neste caso, os valores de X_1 seriam maiores e de X_2 menores.

Isto se deve ao fato que a determinação do vetor próprio associado a um valor próprio de uma matriz quadrada não tem solução única por definição.

Lembrando a definição de vetor próprio:

Seja uma \mathbf{A} matriz quadrada de dimensão $k \times k$ e seja λ um auto valor ou valor próprio de \mathbf{A} . Se $\mathbf{x}_{(k \times 1)}$ é um vetor diferente de zero ($\mathbf{x} \neq \mathbf{0}$) tal que $\mathbf{Ax} = \lambda\mathbf{x}$ então \mathbf{x} é chamado auto vetor ou vetor próprio de \mathbf{A} associado ao auto valor λ .

Vê-se que esta é uma equação indeterminada, se \mathbf{x} existe, qualquer múltiplo de \mathbf{x} também é solução da equação acima. Uma prática usual é determinar um auto vetor de tal

forma que tenha comprimento igual à unidade. Isto é, se $\mathbf{Ax} = \lambda\mathbf{x}$, toma-se $\mathbf{e} = \mathbf{x}/\sqrt{\mathbf{x}'\mathbf{x}}$ como o auto vetor correspondente a λ .

Como a restrição é de que o resultado seja um vetor de tamanho unitário, e tamanho do vetor é uma medida absoluta, se todos os elementos do auto vetor e forem multiplicados por -1 essa restrição continuará sendo verificada, pois para o primeiro auto vetor temos:

$$\sqrt{\sum (e_{i1})^2} = \sqrt{\sum (-e_{i1})^2} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, p$$

ou

$$\sqrt{\mathbf{e}'\mathbf{e}} = \sqrt{\mathbf{e}^*\mathbf{e}^*} \quad \text{sendo } \mathbf{e}^* = -\mathbf{e}$$

Mostra-se assim que multiplicar a solução \mathbf{e} por -1 também é solução para o auto vetor. De fato alguns programas de computador fazem o alerta de que a atribuição de sinais no cômputo do auto vetor é arbitrária como, por exemplo, o texto de ajuda (o *Help*) da função *eigen* no programa estatístico R:

[...]Recall that the eigenvectors are only defined up to a constant: even when the length is specified they are still only defined up to a scalar of modulus one (the sign for real matrices).

Ou ainda a ajuda da função *princomp* que faz a Análise de Componentes Principais no mesmo programa:

[...]The signs of the columns of the loadings⁴ and scores are arbitrary, and so may differ between different programs for PCA, and even between different builds of R.

Esta ambigüidade dos sinais dos pesos, própria do método, pode não fazer diferença para as aplicações habituais da técnica de Componentes Principais cujo objetivo é descrever os dados originais em um número menor de dimensões, e facilitar a descoberta de relações entre as variáveis que ficam ocultas quando os dados são examinados com o número original de dimensões. Entretanto, para a classificação dos dados através de um indicador sintético, a inversão de sinais resulta em muita dificuldade de interpretação podendo até inviabilizar a utilização da técnica como constatada por Braga *et al.* na passagem a seguir:

⁴ *Loadings* são as cargas ou pesos a serem aplicados a cada variável para obtenção escores das Componentes Principais. Estes pesos correspondem aos auto vetores estimados para a matriz de covariâncias (ou correlação) das variáveis originais.

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. 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 (BRAGA et al.; 2003:13).

Desta feita, para que se possa interpretar corretamente um índice sintético gerado com o uso da primeira Componente Principal é necessário arbitrar os sinais dos pesos. O que segue é uma proposta de critério para tomada dessa decisão.

Compara-se a soma do valor absoluto de todos os elementos negativos com a soma dos elementos positivos do vetor próprio correspondente ao maior valor próprio da matriz de covariâncias dos indicadores a serem aglutinados. Aquela que for maior deve manter o sinal positivo, ou seja, se a soma do módulo dos elementos negativos for maior, multiplica-se todo o vetor por -1 .

Com essa opção acompanha-se a lógica geral do emprego da primeira Componente Principal, como resumo univariado dos dados, que dá maior peso às variáveis com maior variabilidade. Resulta que as variáveis cujo conjunto tenha maior peso na composição da primeira Componente Principal tenham correlação positiva com a combinação linear resultante, já que esta correlação é dada por:

$$r_{y_1, x_k} = \frac{e_{1k} \sqrt{\lambda_1}}{\sqrt{\sigma_{kk}}}, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

Sendo σ_{kk} a variância da k -ésima variável, representada na diagonal da matriz do covariâncias.

Cabe aqui um comentário para retomar uma constatação apresentada na seção em que se discutiu a transformação das variáveis. No teste prático da aplicação deste critério ocorreram situações em que somente duas variáveis, com correlação negativa, deveriam ser aglutinadas. Ao utilizar-se a transformação pelo escore z , igualava-se as variâncias resultando numa matriz de covariâncias (idêntica à matriz de correlações) cujos dois elementos do primeiro vetor próprio são iguais em módulo. Ficava assim impossível arbitrar o sinal segundo este critério. Este foi um dos motivos que colaborou para que fosse abandonada esta opção de transformação.

Os resultados empíricos do uso de Componentes Principais, com a aplicação deste critério de arbitragem do sentido, serão apresentados na seção de avaliação dos resultados no capítulo 4.

3.4.3. Análise Multicritério

Os dois métodos anteriores produzem ordenações diferentes dos municípios no que tange à comparação de seu desenvolvimento sob o paradigma da sustentabilidade. Dessa forma, procurou-se um terceiro método cujo foco fosse justamente a ordenação das observações, até como forma de comparar e avaliar os resultados produzidos com o emprego da média e de Componentes Principais. Adicionalmente, procurou-se utilizar algum método que levasse em consideração o posto de cada variável e não exatamente o seu valor. Por esta razão optou-se neste estudo por uma aplicação específica de técnicas de Análise Multicritério. Esta decisão foi facilitada pelo acesso às versões beta da ferramenta computacional PRADIN – Programa de Apoio à tomada de Decisões baseado em Indicadores⁵, que implementa tais procedimentos.

A Análise Multicritério tem origem nas técnicas de Pesquisa Operacional, diferindo destas basicamente por não se limitar a uma única função a ser otimizada. Surgem na década de 1970 os primeiros métodos de Apoio Multicritério a Decisões – AMD, com o intuito de enfrentar situações nas quais um decisor, atuando com racionalidade, deveria resolver um problema em que vários objetivos, nem sempre bem conformados e por vezes até conflitantes, deveriam ser alcançados simultaneamente (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004:2).

Para compreensão das técnicas alguns conceitos e notações necessitam ser explicitados.

Decisor ou **Sujeito de Decisão** ou **Agente de Decisão** ou **Tomador de Decisão**: indivíduo ou conjunto de indivíduos que, direta ou indiretamente, proporciona o juízo de valor final, a ser usado no momento de avaliar as alternativas existentes com o objetivo de identificar a melhor escolha. O decisor é um elemento do modelo e sempre se supõe sua existência seja este real ou irreal (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004:8-9).

⁵ O PRADIN – Programa de Apoio à tomada de Decisões baseado em Indicadores é um módulo do Sistema de Indicadores para apoio à Decisão em Políticas Públicas desenvolvido pela SEI-BA – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia e pela ANIPES – Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística.

Conjunto de Escolha ou **Conjunto de Alternativas**: conjunto de opções com que um decisor se depara a ser denominado A . Para os fins deste estudo serão considerados somente os conjuntos finitos de alternativas, desta forma, presume-se que estas sejam diferentes, exaustivas e excludentes (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004:9).

Atributos e Critérios: conjunto de eixos de avaliação a partir dos quais é possível fazer comparações entre as alternativas. Os atributos são características que representam propriedades ou capacidades das alternativas para satisfazer a necessidades ou desejos, embora em diferentes intensidades ou quantidades. Ao acrescentar-se aos atributos informações sobre as preferências do decisor, de maneira a formar um conjunto de regras pelo qual é possível se afirmar algo sobre um par de alternativas qualquer em relação ao atributo em questão, diz-se que este conjunto de regras representa um critério de decisão. Um critério torna explícitas e operativas as preferências de um decisor quanto às alternativas para um determinado atributo.

Dessa maneira pode-se interpretar o conceito de critério como uma função $u_j(x_i)$ com a qual se pode comparar um par de alternativas refletindo a preferência do decisor quanto a um atributo. Pode ser visto então como um modelo, segundo o qual é possível fundamentar uma proposição do tipo:

$$x_1, x_2 \in A$$

$$u_j(x_1) > u_j(x_2) \Leftrightarrow x_1 \mathbf{P}_j x_2$$

Sendo x_1 e x_2 um par de alternativas pertencente ao conjunto de alternativas A , \mathbf{P}_j representa uma relação binária que expressa que “ x_1 é preferível a x_2 em relação ao atributo j ” (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004:10).

As técnicas de Análise Multicritério, em essência, podem ser descritas como um problema de otimização com diferentes funções objetivo simultâneas. É praticamente impossível que todas as funções objetivo atinjam seu ótimo ao mesmo tempo. É comum que uma solução seja melhor em alguns objetivos, e superada por outras soluções nos demais objetivos. Neste caso escolhe-se a melhor alternativa dentro de um conjunto considerado satisfatório. Muitas são as opções metodológicas para esta escolha oferecidas pelo conjunto de técnicas agrupadas sob o nome de Análise Multicritério ou Apoio Multicritério à decisão.

Estas metodologias podem divididas em dois grandes ramos: o ramo contínuo nas quais as alternativas podem assumir um número infinito de valores; e o ramo discreto no qual o conjunto de alternativas é formado por um número finito e geralmente pequeno de alternativas.

Dentro do ramo discreto destacam-se duas grandes escolas: a escola americana e a escola francesa.

As técnicas também são classificadas de acordo com o tipo de problema de decisão a que se propõe solucionar:

- Problemas do tipo $\alpha(P\alpha)$: selecionar a “melhor” alternativa ou as melhores alternativas.
- Problemas do tipo $\beta(P\beta)$: aceitar alternativas que parecem “boas” e descartar as que parecem ruins.
- Problemas do tipo $\gamma(P\gamma)$: gerar uma ordenação das alternativas.
- Problemas do tipo $\delta(P\delta)$: gerar uma descrição das alternativas.

Por opção, neste estudo é usado somente o método *Prométhée II – Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*, que situa-se no campo da Decisão Multicritério, pertencente ao campo da Decisão Multicritério Discreta - DMD, na escola francesa e procura resolver problemas do tipo $\gamma(P\gamma)$, qual seja, dispor as alternativas em ordem de prioridade.

O nome *Prométhée* designa uma família de métodos que utiliza comparações binárias entre as alternativas, comparando os seus desempenhos critério a critério, verificando a afirmação $A_i P A_k$, qual seja, a alternativa i é preferível à alternativa k , segundo uma dada função de preferência.

Para compreensão do método, será usado o exemplo concreto da comparação dos municípios do Rio de Janeiro (as alternativas), segundo os indicadores de desenvolvimento sustentável (os critérios).

O primeiro passo é calcular para cada par de alternativas as diferenças δ_{ik} em cada critério em que $x_i S x_k$, sendo que S representa uma relação de superação, qual seja, a alternativa x_i supera a alternativa x_k ,

$$\delta_{ik} = |u(x_i) - u(x_k)|.$$

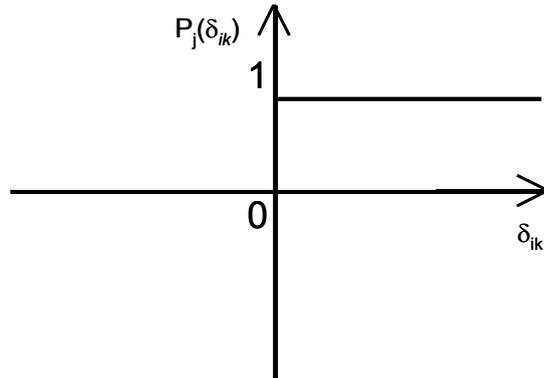
δ_{ik} representa a diferença de desempenho da alternativa x_i com a alternativa x_k , relativa ao critério j .

Em seguida deve-se avaliar a função de preferência para cada diferença δ_{ik} . Na aplicação deste estudo, a função de preferência adotada utiliza o chamado Verdadeiro Critério ou Critério usual, e é dada por:

$$P_j(\delta_{ik}) = \begin{cases} 0 & \text{se } \delta_{ik} = 0 \quad (\text{indiferença}) \\ 1 & \text{se } \delta_{ik} > 0 \quad (\text{preferência estrita}) \end{cases}$$

Com a representação gráfica:

Figura 12 – Representação da função de preferência para o Critério Usual ou Verdadeiro Critério.



Fonte: Gomes; Araya; Carignano. (2004:127).

O passo seguinte consiste em calcular o índice de preferência (s_{ik}) da alternativa x_i comparada à alternativa x_k .

$$s_{ik} = \frac{\sum_j w_j P_j(\delta_{ik})}{\sum_j w_j}$$

w_j representa o peso de cada critério, uma das possibilidades do método. Como na aplicação não foi utilizada ponderação dos indicadores primários, a fórmula acima resume-se a $s_{ik} = \sum_j P_j(\delta_{ik})$.

Na seqüência deve-se calcular os fluxos de superação positivos (ϕ_i^+) e negativos (ϕ_i^-) que expressam como a alternativa x_i supera e, ao mesmo tempo, é superada pelas demais alternativas.

$\phi_i^+ = \sum_k s_{ik}$ expressa como a alternativa x_i supera as demais alternativas.

$\phi_i^- = \sum_k s_{ki}$ expressa como a alternativa x_i é superada pelas demais alternativas.

Por fim calcula-se o fluxo de superação líquido (ϕ_i), obtido pela diferença entre os fluxos positivos e negativos.

$$\phi_i = \frac{\phi_i^+ - \phi_i^-}{m - 1}, \text{ sendo } m \text{ o número total de alternativas.}$$

É esta medida que, classificada em ordem decrescente, fornece uma ordenação total das alternativas e é utilizada como síntese dos indicadores primários.

O uso desta técnica, com o critério usual e sem pesos (pesos iguais) equivale ao emprego de uma técnica que considera somente o posto dos municípios em cada indicador primário e não seu valor.

Entretanto, aplicações de técnicas de Análise Muticritério não precisam se limitar a esta opção. Podem ser incorporados pesos distintos para cada indicador, limites de indiferença e limites de preferência estrita, que representam margens de diferença entre as alternativas para considerá-las efetivamente distintas, e ainda o emprego de outras funções de preferência, não binárias, funções contínuas que além da avaliação de superação de uma alternativa por outra, levem em consideração a magnitude desta superação, as distâncias entre elas.

Os resultados da aplicação destes três métodos de aglutinação: a Média, Componentes Principais e Análise Multicritério, bem como a avaliação de suas vantagens e desvantagens serão apresentados no próximo capítulo.

4. RESULTADOS DOS INDICADORES SINTÉTICOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, APLICADOS AOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES.

Após a discussão, no capítulo 2, da noção de desenvolvimento sustentável e no capítulo 3 dos possíveis caminhos para sua mensuração e da opção pela construção de um indicador sintético com a apresentação das opções metodológicas adotadas para este fim, o presente capítulo discute os resultados concretos obtidos na aplicação destas alternativas aos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

Para cada indicador os valores assumidos em cada um dos 91 municípios analisados⁶ são apresentados no Apêndice 2. Nesta seção é feita uma avaliação dos resultados obtidos pela aplicação dos distintos métodos de aglutinação de variáveis, a Média, Componentes Principais e Análise Multicritério, buscando-se evidências de superioridade, ou melhor adequação, de algum dos métodos sobre os demais.

Usa-se aqui o termo “melhor adequação” porque não se considera que, intrinsecamente, um método seja superior ao outro, simplesmente eles são diferentes. Entretanto, não é possível, como resultado final, permanecer com três índices obtidos a partir de três distintas metodologias para a aglutinação dos indicadores primários. É preciso escolher um e, para tanto, arbitrar critérios que podem ser distintos segundo o objetivo para o qual o índice é construído.

Neste estudo, o objetivo da construção do índice, declarado no primeiro capítulo, é produzir uma *síntese que organize o olhar*, ou seja, ressaltar o papel descritivo que esta construção pode ter de modo que facilite a análise de um problema com múltiplas facetas, ou ainda, reduzir as informações de uma dada realidade social para potencializar o conhecimento adquirido sobre a mesma. É com este enfoque que os três métodos serão avaliados.

⁶ No ano de 2000, referência para a maior parte dos indicadores originais usados, o município de Mesquita não havia ainda sido instalado, de sorte que, ao todo, são 91 municípios analisados.

No entanto, antes de se fazer a avaliação dos métodos de aglutinação, é necessário que seja explicitada a opção de agregação em etapas adotada em todos os exercícios empíricos que se seguem. Também perseguindo o objetivo anteriormente enunciado, adotou-se um esquema de aglutinação de tal forma que, numa primeira etapa, os 30 indicadores originais são aglutinados em 11 indicadores temáticos, sendo cinco temas relativos à dimensão social do desenvolvimento, três temas da dimensão ambiental, dois temas econômicos e um institucional. Em uma segunda etapa, estes indicadores temáticos são aglutinados em quatro indicadores sintéticos das dimensões e posteriormente sintetizados em um único Índice de Desenvolvimento Sustentável.

É sabido que este procedimento introduz uma ponderação implícita nos indicadores sintéticos, devido ao número diferente de indicadores em cada tema e ao número diferente de temas em cada dimensão. Assim, os indicadores originais têm uma importância relativa igual, para compor os indicadores temáticos bem como os temas também têm importância igual na composição dos indicadores das dimensões e as dimensões também a tem, na composição do índice de desenvolvimento sustentável.

Privilegia-se assim o marco conceitual escolhido, segundo o qual o desenvolvimento sustentável deve levar em consideração igualmente, as dimensões social, ambiental econômica e institucional, sendo estas sub-divididas em temas. Esta opção torna-se particularmente interessante num contexto de escassez de estatísticas básicas para representar adequadamente todos os aspectos envolvidos na mensuração do fenômeno social estudado. Caso a opção fosse outra, agregar os 30 indicadores originais diretamente em um único índice, a dimensão social, pelo fato de ter um número maior de indicadores, pesaria mais na composição final do indicador sintético. Este maior peso refletiria simplesmente uma melhor estruturação do sistema estatístico nacional para produzir indicadores desta natureza, não expressando uma opção consciente sobre uma dada visão de sociedade consubstanciada no marco conceitual.

Ademais, esta opção de agregação em etapas confere uma facilidade adicional para interpretação dos resultados, aspecto que será mais bem discutido no quinto capítulo desta dissertação.

Para operacionalizar esta opção, em cada etapa, os indicadores sintéticos resultantes foram novamente transformados na escala de variação entre 0 e 1, mesmo procedimento adotado nos indicadores originais, conferindo-lhes a propriedade de comensurabilidade.

O Quadro 7, a seguir, mostra as etapas e os respectivos indicadores aglutinados no esquema de agregação adotado. Os códigos e as cores apresentadas no Quadro 7 são importantes, pois serão utilizados repetidamente na sequência deste estudo.

Quadro 7 – Esquema de agregação dos indicadores e respectivos códigos.

Indicadores primários	cód.	Indicadores temáticos	Indicadores das dimensões	Indicador Final
Proporção da população com renda familiar per capita acima de 1/2 salário mínimo	sr.1	Rendimento I.sr	Social I.s	Desenvolvimento Sustentável IDS
Rendimento médio mensal	sr.2			
Taxa de ocupação	sr.3			
Índice de gini do rendimento domiciliar per capita	sr.4			
Razão entre a média dos rendimentos da mulheres/homens	sr.5			
Razão entre a média dos rendimentos pretos e pardos/ brancos	sr.6			
Taxa de mortalidade infantil	ss.1	Saúde I.ss		
Esperança de vida ao nascer	ss.2			
Número de leitos por mil habitantes	ss.3			
Número de empregos médicos por mil habitantes	ss.4			
Número estabelecimentos de saúde por mil habitantes	ss.5			
Número de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado - DRSAI, por cem mil habitantes	ss.6			
Taxa de escolarização das crianças 7 a 14 anos	se.1	Educação I.se		
Escolaridade de adultos	se.2			
Taxa de alfabetização de adultos	se.3			
Proporção de domicílios particulares permanentes com densidade de até 2 moradores por dormitório	sh.1	Habituação I.sh		
Coefficiente de mortalidade por homicídios	sv.1	Violência I.sh		
Mortalidade por acidentes de transporte	sv.2			
Frota de veículos automotores por cem habitantes	aa.1	Atmosfera I.aa	Ambiental I.a	
Potencial de poluição industrial por 1000 habitantes	aa.2			
Percentual de área de vegetação remanescente sobre área total	at.1	Terra I.at		
Proporção de moradores em domicílios com acesso a sistema de abastecimento de água	as.1	Saneamento I.as		
Proporção de moradores em domicílios com acesso a coleta de lixo doméstico	as.2			
Proporção de moradores em domicílios com acesso a esgotamento sanitário	as.3			
PIB per capita	eq.1	Quadro Econômico I.eq	Econômica I.e	
Proporção do setor da construção civil sobre o total do PIB	eq.2			
Consumo de energia elétrica per capita	ep.1	Padrões de produção e consumo I.ep		
Consumo de energia elétrica por unidade de PIB	ep.2			
Proporção de domicílios com possibilidade de acesso à Internet	ic.1	Capacidade institucional I.ic	Institucional I.i	
Número de terminais telefônicos instaladas por cem habitantes	ic.2			

Fonte: Elaboração própria

Uma primeira constatação ao analisarmos os resultados obtidos pelos três métodos de aglutinação é que a correlação linear entre os indicadores sintéticos é sempre positiva e, em geral tem valores altos, como mostrados na Tabela 2. Este é um resultado positivo, pois indica que seja qual for o método usado, os municípios mais bem posicionados e aqueles com pior desempenho são, em geral, os mesmos, com algumas mudanças de posição.

Esta evidência tem importância na medida em que não permite descartar nenhum dos três métodos de aglutinação por apresentar algum resultado empírico estapafúrdio ou inesperado.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação linear entre os indicadores sintéticos obtidos com o emprego da Média, de Componentes Principais e Análise Multicritério, segundo os Temas e Dimensões.

Tema / Dimensão	Correlações		
	Média - Componrtes Principais	Média - Análise Multicritério	Componentes Principais - Análise Multicritério
Rendimento - sr	0,769	0,743	0,344
Saúde - ss	0,750	0,328	0,075
Educação - se	0,980	0,975	0,963
habitação - sh ⁽¹⁾	1,000	0,947	0,947
Segurança - sv	0,780	0,889	0,527
Atmosfera - aa	0,847	0,755	0,728
Terra - at ⁽¹⁾	1,000	0,949	0,949
Saneamento - as	1,000	0,956	0,955
Quadro Econômico - eq	0,544	0,746	0,475
Padrões de Produção e Consumo - ep	0,998	0,677	0,654
Capacidade Institucional - ic	0,996	0,836	0,847
Social - s	0,769	0,787	0,489
Ambiental - a	0,711	0,826	0,641
Econômica - e	0,644	1,000	1,000
Institucional - i ⁽¹⁾	1,000	0,828	0,840
Desenvolvimento Sustentável - ids	0,593	0,833	0,540

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ⁽¹⁾ Somente um indicador, não há aglutinação.

Em seguida serão apresentados alguns aspectos dos resultados dos indicadores sintéticos obtidos com o emprego de Componentes Principais e da Análise Multicritério, analisando-se sua adequação para atingir o objetivo anteriormente enunciado. No tocante aos resultados obtidos com a Média, além dos aspectos metodológicos que corroboraram para que este fosse o método adotado, será apresentada a distribuição espacial de alguns indicadores sintéticos para o conjunto dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

4.1. INDICADORES SINTÉTICOS OBTIDOS POR COMPONENTES PRINCIPAIS.

A Tabela 3 contém alguns resultados da aplicação da técnica de análise multivariada de Componentes Principais na construção dos indicadores sintéticos de desenvolvimento sustentável para os municípios fluminenses. Constam da Tabela 3 os pesos da primeira componente principal, tomada como indicador sintético, que correspondem aos elementos do auto vetor associado ao maior auto valor da matriz de covariâncias dos indicadores a serem

aglutinados. Estes pesos tiveram seus sinais arbitrados segundo a proposta constante no capítulo 3 desta dissertação. Apresenta também os pesos padronizados de forma a que sua soma corresponda à unidade, artifício usado para facilitar sua interpretação.

A Tabela 3 mostra ainda a correlação entre os indicadores aglutinados e o indicador sintético resultante, bem como a proporção da variância total que pode ser explicada pela primeira componente principal.

Tabela 3 – Alguns resultados da aplicação da técnica de Componentes Principais, segundo as etapas de aglutinação.

Etapas de aglutinação	Código das variáveis	Pesos \hat{e}_1	Pesos Padronizados	Correlação $r_{\hat{y}_1, x_k}$	% da variância explicada pela 1ª C.P.
Primeira etapa	sr1	-0,149	-0,224	-0,233	35,09
	sr2	0,014	0,021	0,030	
	sr3	0,571	0,859	0,748	
	sr4	0,494	0,743	0,710	
	sr5	0,299	0,450	0,418	
	sr6	-0,564	-0,848	-0,713	
	ss1	0,584	0,302	0,886	32,38
	ss2	0,618	0,319	0,889	
	ss3	0,000	0,000	0,027	
	ss4	0,000	0,000	0,194	
	ss5	0,355	0,183	0,392	
	ss6	0,378	0,195	0,443	
	se1	0,339	0,205	0,462	65,41
	se2	0,563	0,340	0,934	
	se3	0,754	0,455	0,951	
	sh1	-	-	-	-
	sv1	0,988	1,185	0,996	74,42
	sv2	-0,154	-0,185	-0,256	
	aa1	0,999	1,000	1,000	68,33
	aa2	0,000	0,000	0,060	
	at1	-	-	-	-
	as1	0,552	0,319	0,788	72,91
	as2	0,622	0,360	0,885	
	as3	0,555	0,321	0,893	
eq1	-0,294	-0,444	-0,351	59,89	
eq2	0,956	1,444	0,970		
ep1	0,795	0,567	0,930	78,75	
pe2	0,607	0,433	0,827		
ic1	0,511	0,373	0,866	89,49	
ic2	0,860	0,627	0,980		
Segunda etapa	lcp.sr	0,555	0,333	0,837	55,64
	lcp.ss	0,215	0,129	0,418	
	lcp.se	-0,201	-0,121	-0,403	
	lcp.sh	0,497	0,298	0,831	
	lcp.sv	0,599	0,360	0,859	
	lcp.aa	-0,161	-0,195	-0,229	44,54
	lcp.at	0,985	1,195	0,990	
	lcp.as	0,000	0,000	0,075	
	lcp.eq	0,935	0,725	0,960	62,87
	lcp.ep	0,355	0,275	0,443	
lcp.ic	-	-	-	-	
Terceira etapa	lcp.s	0,473	0,330	0,502	37,49
	lcp.a	0,879	0,614	0,900	
	lcp.e	0,019	0,013	0,031	
	lcp.i	0,061	0,043	0,090	

Fonte: Elaboração própria.

Observando-se na primeira etapa as proporções da variância total explicada pela primeira componente principal, constata-se que, nos casos em que o número de variáveis a serem aglutinadas é pequeno, estas proporções são elevadas, cerca de 60% ou mais, caso contrário, estas proporções se situam em torno de 33%. Na segunda etapa esta relação entre o aumento do número de variáveis e diminuição da proporção da variância explicada não se verifica e na dimensão ambiental a proporção da variância explicada pelo indicador sintético é relativamente baixa (45%). Na etapa final de aglutinação esta proporção cai para algo próximo de 37%.

Embora se saiba que não existe nenhuma outra combinação linear das variáveis originais que, sozinha, explique uma parcela maior da variância total do que a primeira componente principal, os resultados mostram que, em muitos casos, esta parcela é baixa.

Outro fato que chama a atenção na tabela acima é a ocorrência de pesos negativos. Isto revela a existência de correlações negativas entre os indicadores originais e também entre os índices temáticos resultantes da aglutinação destes indicadores. Esta possibilidade já foi comentada no capítulo 3 e aqui aparece em casos concretos.

Nem todos os temas têm um comportamento de fácil interpretação como o tema educação, no qual os três indicadores, taxa de escolarização de crianças (se1), escolaridade de adultos (se2) e taxa de alfabetização de adultos (se3) têm correlação positiva entre si, e a contribuição (o peso) de cada indicador para a formação do índice temático é de aproximadamente 21%, 34% e 45% respectivamente.

No caso do tema emprego e rendimento, a variável que indica a proporção de moradores que com rendimento familiar mensal acima de $\frac{1}{2}$ salário mínimo (sr1), bem como a que indica a razão entre a média dos rendimentos de pretos e pardos/ brancos (sr6), têm correlação negativa com o indicador temático de emprego e renda, sendo que a segunda (sr6), tem um peso alto na conformação do índice temático.

A ocorrência de pesos negativos para aglutinação de indicadores definidos normativamente, segundo um dado marco conceitual, pode levar a resultados incoerentes. Por exemplo, suponha-se que um determinado município **A** tenha o valor de todos os indicadores do tema trabalho e rendimento semelhantes aos verificados no município **B**, com exceção da razão entre os rendimentos médios de pretos e pardos em relação aos brancos, cujo valor é maior em **A**. Ao se aplicar a ponderação com peso negativo para este indicador o escore resultante do indicador sintético seria mais baixo no município **A**, resultado oposto ao esperado.

O indicador formado pela razão entre o rendimento médio das pessoas que se declaram pretas ou pardas versus o rendimento médio daquelas que se declaram brancas, coerentemente com a noção de desenvolvimento sustentável como uma “utopia”, uma visão sobre o futuro de uma sociedade que se deseja mais eqüitativa, reflete o desejo de maior igualdade entre grupos sociais distintos, seja pelo pagamento igual para trabalho igual, seja pela igualdade oportunidade ou acesso a postos de trabalho de melhor remuneração⁷. Assim sendo é incoerente que algum município com melhores resultados neste indicador, obtenha um escore menor no índice sintético somente porque, atualmente, onde os rendimentos são mais baixos e a desocupação maior esta razão é mais alta. É possível argumentar que o indicador está mal definido, que deveria ter outra formulação ou até mesmo ser retirado do rol de indicadores, mas dado que foi normativamente assim definido, não é razoável que tenha peso negativo.

Não se quer com estes argumentos desqualificar a aplicação desta técnica, cujo emprego revela aspectos interessantes do fenômeno, mas sugerir que seria mais interessante empregar a técnica de Análise de Componentes Principais para estudos mais aprofundados das relações entre as variáveis baseados em sua estrutura de covariâncias. Pode-se assim, utilizar todo o potencial de interpretação possibilitado pela Análise de Componentes Principais, como a redução a mais de uma dimensão, empregando recursos gráficos mais sofisticados, por exemplo, o *Biplot*, gráfico que distribui os pontos num plano formado pelas duas primeiras componentes principais e, é de grande utilidade na interpretação das relações entre as variáveis.

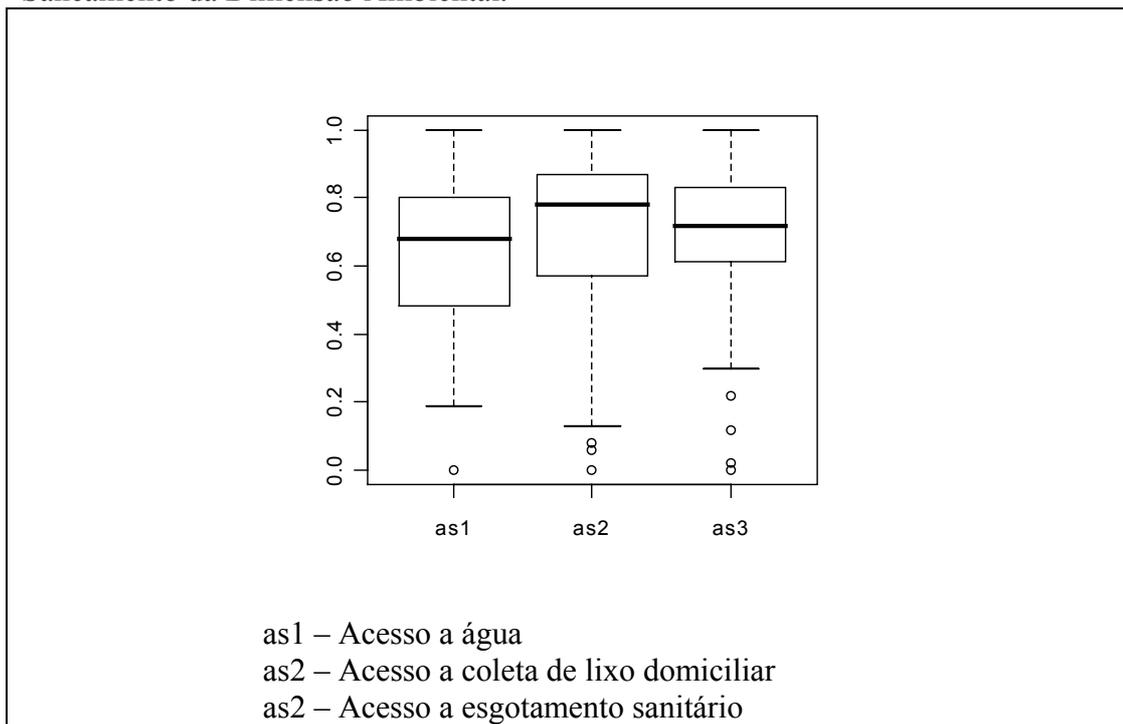
Para o propósito de construção de um indicador sintético com um grande poder descritivo, objeto deste estudo, a ocorrência dos pesos negativos com o uso de componentes principais é um fator limitante que deve ser levado em conta na escolha do melhor método de aglutinação.

⁷ Este indicador, analogamente ao indicador da razão entre os rendimentos médios de mulheres e homens, foi definido seguindo literalmente as recomendações da CDS-ONU. Dadas as características atuais da sociedade brasileira e da fluminense em particular, esta definição não traz grandes problemas já que os valores observados são inferiores a um em todos os municípios, de forma que valores maiores denotam sempre situações mais favoráveis. Proposições alternativas para o caso de isto não acontecer são encontradas no apêndice I desta dissertação.

4.2. INDICADORES SINTÉTICOS OBTIDOS COM ANÁLISE MULTICRITÉRIO.

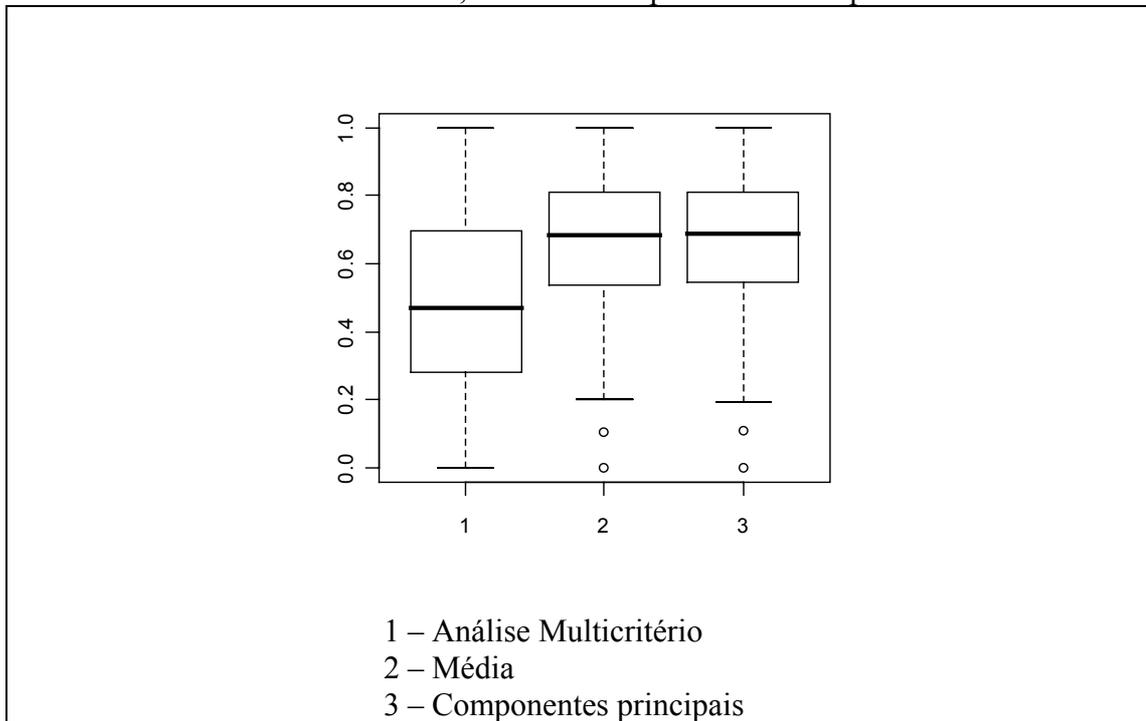
A maneira particular de emprego da Análise Multicritério, descrita no capítulo 3, resulta em um determinado comportamento da forma da distribuição dos indicadores sintéticos, como mostrado nas Figuras 13 e 14, a seguir. Com estes gráficos procura-se comparar a forma da distribuição para alguns indicadores selecionados, já transformados na escala 0 – 1, com a forma da distribuição dos indicadores sintéticos obtidos com os três distintos métodos: Análise Multicritério, a Média e Componentes Principais.

Figura 13 – Diagramas de caixa dos indicadores originais relativos ao tema Saneamento da Dimensão Ambiental.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 14 – Diagramas de caixa dos indicadores sintéticos do tema Saneamento, obtidos com Análise Multicritério, Média e Componentes Principais.



Fonte: Elaboração própria.

Embora somente estes três indicadores tenham sido escolhidos como exemplo, este é um comportamento que se repete para todos os demais, ou seja, a forma da distribuição do índice sintético obtido com Análise Multicritério se aproxima de uma distribuição Normal, enquanto os indicadores originais apresentam forte assimetria. Essa situação não se verifica com os indicadores sintéticos obtidos com a Média e Componentes Principais, cuja distribuição também é assimétrica.

Esta mudança na forma da distribuição dos indicadores sintéticos ocorre devido à forma específica como a técnica de Análise Multicritério foi aplicada, empregando-se o método *PRÓMETHÉE II*, com o critério usual e sem pesos, pois tal procedimento utiliza relações binárias, atribuindo o valor 1, em caso de superação de uma alternativa por outra e 0 caso contrário, o que torna homogêneas as distâncias entre elas.

Reconhecendo que este uso da Análise Multicritério é bastante adequado para ordenar as alternativas, afinal ele foi criado e pensado para isto, seu emprego na construção de um indicador sintético com as características desejadas neste estudo apresenta uma séria limitação. Se o objetivo desta síntese, além de produzir um ordenamento, é também ter um caráter descritivo, espera-se que distribuições dos indicadores originais e dos indicadores

sintéticos tenham formas parecidas, ou mais especificamente, se os indicadores originais têm distribuição assimétrica, espera-se que a síntese também assim se apresente.

É razoável supor que tal limitação pode ser superada com o emprego de outras funções de preferência, funções contínuas, que levem em consideração as distâncias entre as alternativas. Esta possibilidade não será explorada neste estudo sendo recomendada sua investigação em estudos futuros.

4.3. INDICADORES SINTÉTICOS OBTIDOS COM A MÉDIA.

Além dos resultados dos indicadores sintéticos obtidos com a média não apresentarem as duas limitações descritas anteriormente, pesos negativos e distorção da distribuição, uma terceira evidência se mostrou favorável à adoção desta foram de aglutinação, qual seja, o indicador sintético obtido com a média tem uma maior associação com os indicadores originais quando comparado aos outros dois métodos.

Justifica-se esta afirmação pelo fato de que é propriedade desejável de um indicador sintético que ele carregue o máximo de informação possível das variáveis que o originaram. Em outras palavras, deseja-se que a associação entre o indicador sintético e o conjunto de variáveis que o originou seja a maior possível, ou ainda, um indicador sintético é tanto melhor quanto maior for a associação verificada entre ele e as variáveis que o originaram.

Para operacionalizar esta comparação é necessário escolher uma medida de associação. O coeficiente de correlação linear de Pearson, medida mais comumente usada, tem o inconveniente de produzir números negativos, o que dificulta a avaliação conjunta dos resultados. Como alternativa a essa limitação, optou-se por construir vários modelos de regressão linear simples, tendo o indicador sintético de desenvolvimento sustentável como variável preditora e cada um dos indicadores originais como variável resposta, como mostrado a seguir.

$$I_j = \beta_0 + \beta_1 IDS + \xi_j \quad j = 1, \dots, 30$$

Sendo

$$I_j = \text{j-ésimo indicador original}$$

Na realidade se constroem 30 modelos para cada um dos métodos de aglutinação, e toma-se, então, os coeficientes de determinação dos modelos, o R^2 , como a medida de

associação entre os indicadores originais e o indicador sintético mais agregado. A Tabela 4 mostra os resultados obtidos.

Tabela 4 – Coeficientes de determinação das regressões lineares dos indicadores originais com o IDS, segundo método de aglutinação.

Indicadores originais	R ²		
	segundo os métodos de aglutinação		
	Média	Análise Multicritério	Componentes Principais
sr1	0,3718	0,2367	0,0278
sr2	0,3272	0,1633	0,0221
sr3	0,0106	0,0182	0,1360
sr4	0,0452	0,0441	0,0846
sr5	0,0001	0,0010	0,0154
sr6	0,1447	0,1008	0,0718
ss1	0,1227	0,0584	0,0379
ss2	0,1434	0,0687	0,0433
ss3	0,0152	0,0307	0,0036
ss4	0,0349	0,0043	0,0100
ss5	0,0048	0,0054	0,0525
ss6	0,0436	0,0312	0,0915
se1	0,0462	0,0174	0,0000
se2	0,3362	0,2222	0,0005
se3	0,1653	0,1114	0,0134
sh1	0,1788	0,0774	0,1910
sv1	0,0203	0,0330	0,1946
sv2	0,0420	0,1207	0,0032
aa1	0,1560	0,0523	0,1007
aa2	0,0316	0,0095	0,0001
at1	0,2166	0,2036	0,7841
as1	0,0965	0,0871	0,0042
as2	0,2761	0,2188	0,0026
as3	0,0880	0,0499	0,0301
eq1	0,0243	0,0007	0,0082
eq2	0,1153	0,0769	0,0030
ep1	0,0038	0,0097	0,0001
pe2	0,0357	0,0389	0,0027
ic1	0,3838	0,1978	0,0345
ic2	0,2967	0,1708	0,0020
Média dos R ²	0,1259	0,0820	0,0657

Fonte: Elaboração própria.

Como a média dos R² para os modelos que usam o IDS obtido com a Média é superior à dos modelos que empregam Análise Multicritério que, por sua vez, é superior à dos que usam Componentes Principais, pode-se inferir que, dado este critério, o uso da Média é o método de aglutinação mais adequado.

Hagerty e Land (2004), analisando o problema da concordância entre índices obtidos com ponderações diferentes, propõem que o vetor de pesos que minimiza a máxima discordância possível entre estes índices é o vetor de pesos iguais equivalente ao inverso do

número das distintas ponderações, ou seja, a ponderação obtida com o emprego da média (HAGERTY; LAND, 2004:19). Embora tratando de um problema distinto do aqui analisado, este artigo fornece pistas interessantes no sentido de corroborar a preferência pelo emprego da média como método de aglutinação das variáveis na construção de um indicador sintético.

A seqüência de mapas a seguir mostra o resultado de cinco indicadores sintéticos para os municípios fluminenses obtidos com o emprego da média, o índice de desenvolvimento sustentável e os índices temáticos das dimensões ambiental, social, econômica e institucional.

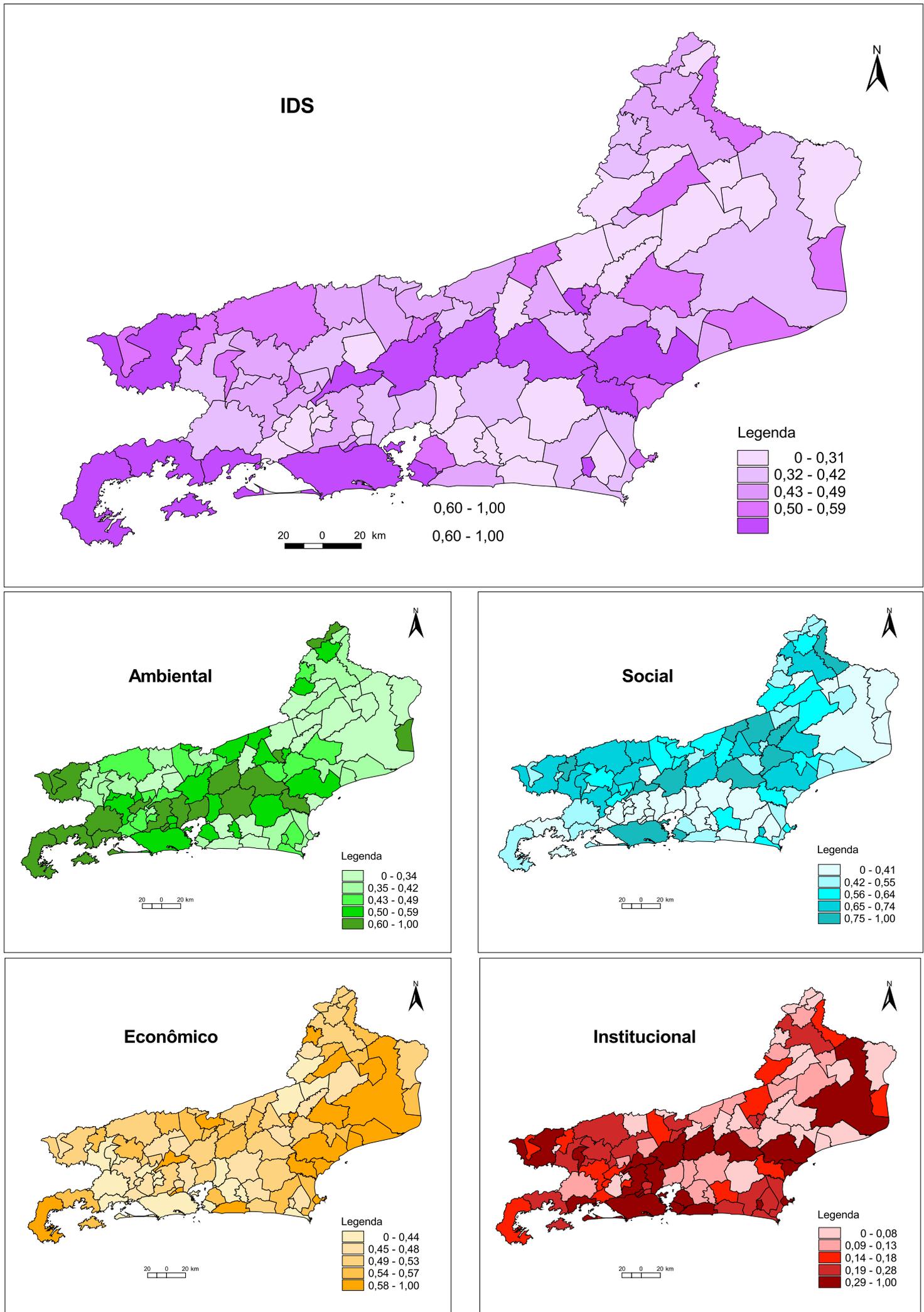
Observando-se o indicador mais agregado, o IDS, alguns padrões podem ser percebidos. Os dois grandes municípios da Região Metropolitana (Rio de Janeiro e Niterói) estão posicionados na melhor faixa, acompanhados de municípios da Região Serrana, dos municípios litorâneos no sul e os do Vale do Paraíba, mais próximos à fronteira com São Paulo. No outro extremo, nas duas piores faixas, temos os demais municípios da Região Metropolitana, incluindo a Baixada Fluminense e a maior parte dos municípios do Norte Fluminense.

Ao atentar para a representação das dimensões constitutivas do IDS, chama a atenção o fato de que alguns padrões espaciais ficam bastante alterados. Na dimensão Ambiental, alguns municípios da Baixada Fluminense ficam bem posicionados. Isto se deve à limitação dos próprios indicadores originais, onde o acesso domiciliar ao saneamento é computado e não a qualidade ambiental, seja do tratamento do esgoto ou a disposição adequada do lixo. Os motivos para esta limitação foram abordados no capítulo 3.

Na dimensão social o posicionamento dos municípios do litoral sul do Estado diverge do observado no IDS, situando-se nas duas faixas mais baixas para o indicador sintético da dimensão. Verifica-se que os índices dos temas saúde e habitação são baixos na região, do tema educação é baixo em Parati e o do tema trabalho e rendimento é baixo em Angra dos Reis.

Na dimensão econômica o que diverge da classificação do IDS é o posicionamento dos municípios beneficiados com *royalties* do petróleo extraído na Bacia de Campos. Sua boa classificação nos indicadores desta dimensão não se traduz em bom posicionamento nos índices sociais.

A dimensão institucional não apresenta nenhum padrão regional muito destoante do que se observa no indicador sintético mais agregado. Entretanto, sua análise é bastante prejudicada pela pequena quantidade de indicadores originais que a compõe, limitação também já mencionada no capítulo 3.



Este *olhar* para o Estado do Rio de Janeiro revela aspectos importantes do comportamento dos indicadores sintéticos no território. No entanto, para uma análise mais consistente dos padrões espaciais mostrados pela representação das quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, seria bastante útil o emprego da técnica estatística de Análise de Agrupamentos. Porém, para manter coerência com o restante do estudo, seria necessário testar várias opções de utilização desta técnica como, por exemplo, a utilização dos indicadores originais, dos temáticos ou das dimensões, assim como a experimentação de vários métodos para formação dos grupos, podendo variar o tipo de medida de distância a ser adotado. Este estudo extrapolaria os limites assumidos nesta dissertação, ficando assim como uma proposta para que futuros estudos sejam realizados com a intenção de aprofundar o emprego desta ferramenta analítica.

Entretanto, a maior contribuição desta dissertação será discutida no próximo capítulo, no qual uma forma de representação dos indicadores que facilita a análise temática dentro de cada município é apresentada.

5. PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS: SÍNTESE QUE ORGANIZA O OLHAR.

Neste capítulo é apresentada a proposta de representação dos indicadores. Trata-se de um ponto de chegada, intimamente ligado ao objetivo original da dissertação, qual seja, apropriar-se dos resultados da aglutinação de indicadores de um modo específico, possibilitando que a síntese resultante cumpra a função de organizar o olhar, ou seja, representar estes indicadores sintéticos de maneira tal que se possa partir de uma visão mais genérica, agregada, retornar aos indicadores originais e às suas dimensões constitutivas, com mais informações do que a obtida ao observar-se cada uma das partes isoladamente, de modo segmentado, fragmentado, não sistemático. Em outras palavras, trata-se de conferir um caráter descritivo multivariado ao processo de síntese de indicadores e não somente ordenar os municípios segundo uma determinada hierarquia.

5.1. ALGUMAS PROPOSTAS DE REPRESENTAÇÃO DE INDICADORES SINTÉTICOS

A proposta de representação dos indicadores de desenvolvimento sustentável parte de uma análise crítica dos esquemas de representação adotados pelos outros indicadores de desenvolvimento com os quais este estudo dialoga: O DNA – Brasil, o IDH – M e o ISA, aproveitando o que existe de bom em cada um deles.

O maior mérito do DNA – Brasil, no tocante à apresentação de indicadores de desenvolvimento, é sua tentativa de, num único gráfico, representar todos os indicadores primários envolvidos no cômputo da síntese, permitindo assim uma visão panorâmica do fenômeno, revelando suas múltiplas facetas. Entretanto sua opção de representação apresenta problemas, como descrito a seguir.

A proposta de aglutinação dos indicadores primários pode ser resumida da seguinte forma:

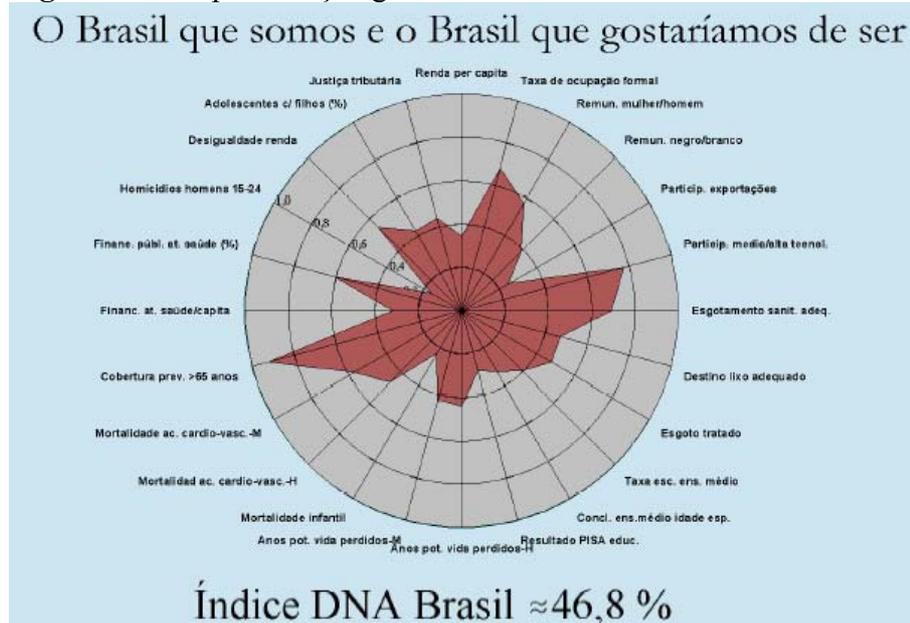
Para expressar a situação e a comparação dos indicadores selecionados nas dimensões incluídas na composição do índice, foi definida uma forma geométrica. Para efeito de comparabilidade das situações, foi atribuído o valor um para cada

indicador na situação desejável para o país e os respectivos valores atuais foram definidos proporcionalmente. O conjunto de pontos definidos pela situação brasileira atual conforma um polígono, de tal sorte que a área desse polígono comprada à área do polígono equivalente para a situação desejável indica nossa situação geral em relação ao Brasil que se pretende daqui a 25 anos.

Por aproximação, e para facilitar a visualização gráfica, utilizou-se a figura de um círculo, cuja fronteira representa a situação desejável [...] (ÍNDICE DNA...,2004:8)

A representação gráfica do Índice DNA Brasil é mostrada a seguir.

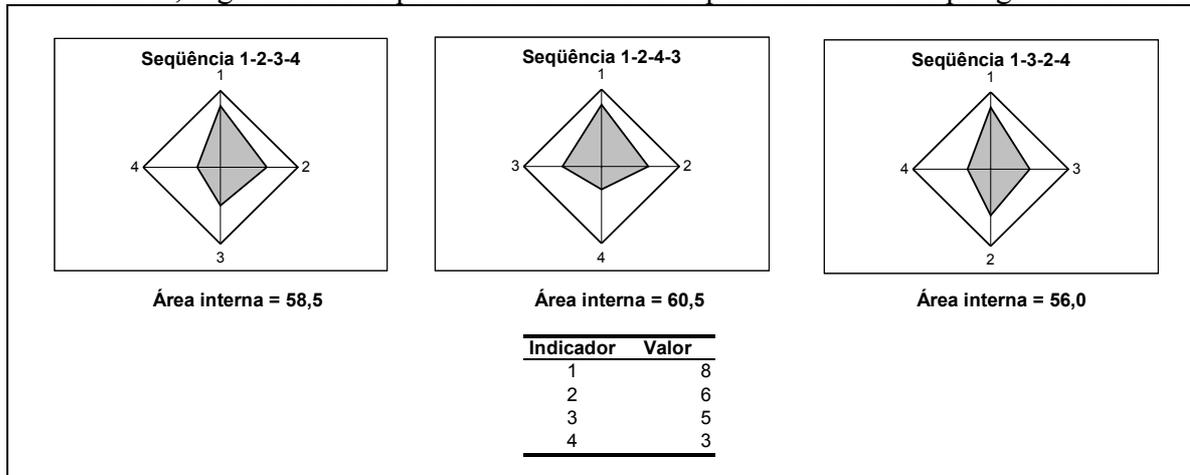
Figura 16 – Representação gráfica do Índice DNA Brasil - 2004



O problema desta opção para expressar o indicador sintético, a comparação da área interna com a área dada pelo círculo todo, é justamente, a figura geométrica escolhida, um polígono que gera triângulos na área interna cujas superfícies devem ser somadas.

O exemplo hipotético abaixo apresenta quatro indicadores representados em três seqüências distintas.

Figura 17 – Representação de quatro indicadores com os mesmos valores dispostos de forma radial, segundo três seqüências distintas e a respectivas áreas dos polígonos internos.



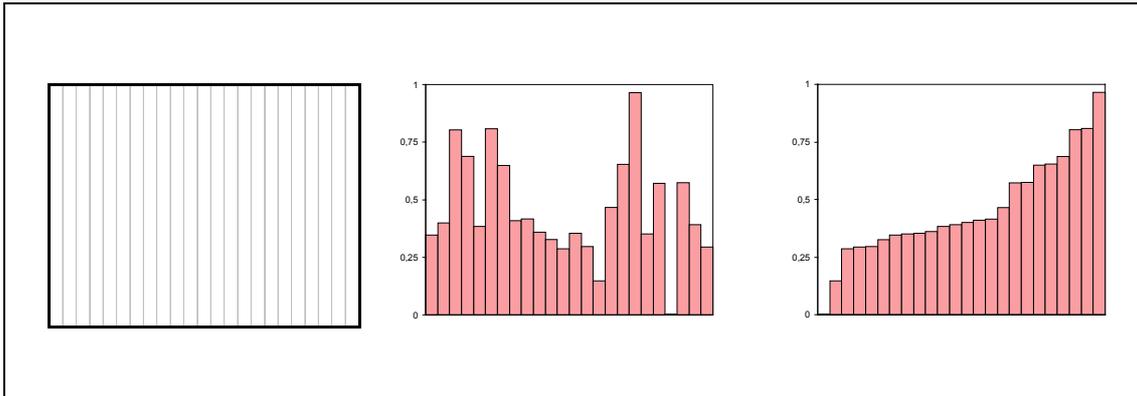
Fonte: Elaboração Própria

Pelo exemplo é possível perceber que a seqüência em que os indicadores são dispostos, determina a área do polígono. O mesmo ocorre com a proposta de aglutinação das variáveis do Índice DNA Brasil, seu valor depende da disposição dos indicadores, e essa disposição é arbitrária.

Como forma de contornar essa limitação, e aprofundar a análise dessa forma de aglutinação, apresenta-se aqui uma alternativa de síntese e representação dos indicadores do DNA Brasil.

Ao invés de adotar-se a figura geométrica de um círculo para representar o conjunto de indicadores, pode-se adotar um quadrado de lado igual a um. Em seguida divide-se este quadrado em 24 retângulos iguais e paralelos. A área de cada um destes retângulos representa um indicador primário da situação que se deseja. Para representar a situação atual, demarca-se em cada retângulo um outro, cujo lado corresponde ao valor atual do indicador, calculado proporcionalmente ao valor um da situação desejada, analogamente à proposta original. A soma das áreas desses retângulos, ou a relação com a área do quadrado inicial, que é igual a um, representa a síntese de todos os indicadores que, desta forma, podem ser dispostos em qualquer ordem sem que seu valor se altere, como mostrado na representação gráfica a seguir:

Figura 18 – Seqüência para representação dos indicadores em um quadrado.



Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se que este procedimento equivale a se construir um gráfico de barras, sobejamente conhecido, e mais, no cálculo do indicador sintético para n indicadores primários teríamos:

$$Ind = \frac{1}{n}x_1 + \dots + \frac{1}{n}x_n = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^n x_i = \bar{x}$$

Vê-se que o valor do indicador sintético, a relação entre soma das áreas de cada indicador primário na situação atual e a área total na situação desejada, na hipótese de representação por um quadrado de lado um e não por um círculo de raio um, é exatamente igual à média aritmética destes indicadores primários transformados numa escala de variação entre zero e um.

Não se deseja com essa crítica desqualificar o Índice DNA Brasil, cujas vantagens foram relatadas no capítulo 1 desse trabalho. Pretende-se somente problematizar seu modelo de aglutinação e representação, cuja reprodução depende de que seja obedecida rigidamente a ordem dos indicadores inicialmente arbitrada, limitação que poderia ser facilmente contornada com a escolha de outra figura geométrica, como a que foi aqui sugerida.

Pretende-se também mostrar um esquema de interpretação que pode ser dado a um indicador sintético, no caso deste ter sido construído com o uso da média. Além da simplicidade desta forma de resumir dados, de ter propriedades conhecidas e estudadas, o uso da média também possibilita o emprego de ferramentas gráficas mais simples para sua representação, como é o caso do gráfico de barras.

O Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, elaborado pelo PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, em parceria com o IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas e com a Fundação João Pinheiro, é um pacote informacional, distribuído gratuitamente pela internet, que congrega uma grande gama de opções para

representar os indicadores, tendo como carro chefe a confecção de cartogramas ou como são denominados, mapas temáticos, como destacado pelo nome do produto (ATLAS...,2003).

Sem dúvida um cartograma, como mostrado no capítulo anterior, é uma forma bastante útil de representar a ocorrência de um fenômeno desta natureza. A representação de um indicador distribuído no espaço permite comparações de um dado município com os demais, seja do Estado todo, seja de uma região específica. Permite também, com o acréscimo de outras informações, localizar eixos de desenvolvimento, por exemplo, ao longo de corredores de transporte ou da rede hidrográfica. Sua maior limitação, no entanto, é que podem ser representadas poucas ou, no caso específico deste produto, somente uma variável a cada cartograma. Dessa forma para representar todos os indicadores constitutivos do Índice de Desenvolvimento Sustentável deste estudo seriam necessários 47 mapas temáticos (30 indicadores originais, 12 temáticos, 4 das dimensões e o indicador sintético final).

O Atlas também constrói tabelas com o valor dos indicadores para os municípios, que podem ser acompanhadas das estimativas das seguintes medidas: máximo, mediana, mínimo, amplitude, média, desvio padrão, curtose e assimetria. Apresenta ainda outras formas de resumo de dados como a tabulação dos indicadores organizados em ordem segundo os maiores e menores valores, a representação da distribuição dos indicadores na forma de um histograma, a possibilidade de exploração das relações entre as variáveis, duas a duas, com a construção de um diagrama de dispersão, no qual consta a representação de uma reta de regressão, acompanhada das estimativas do intercepto, inclinação, correlação linear e coeficiente da regressão.

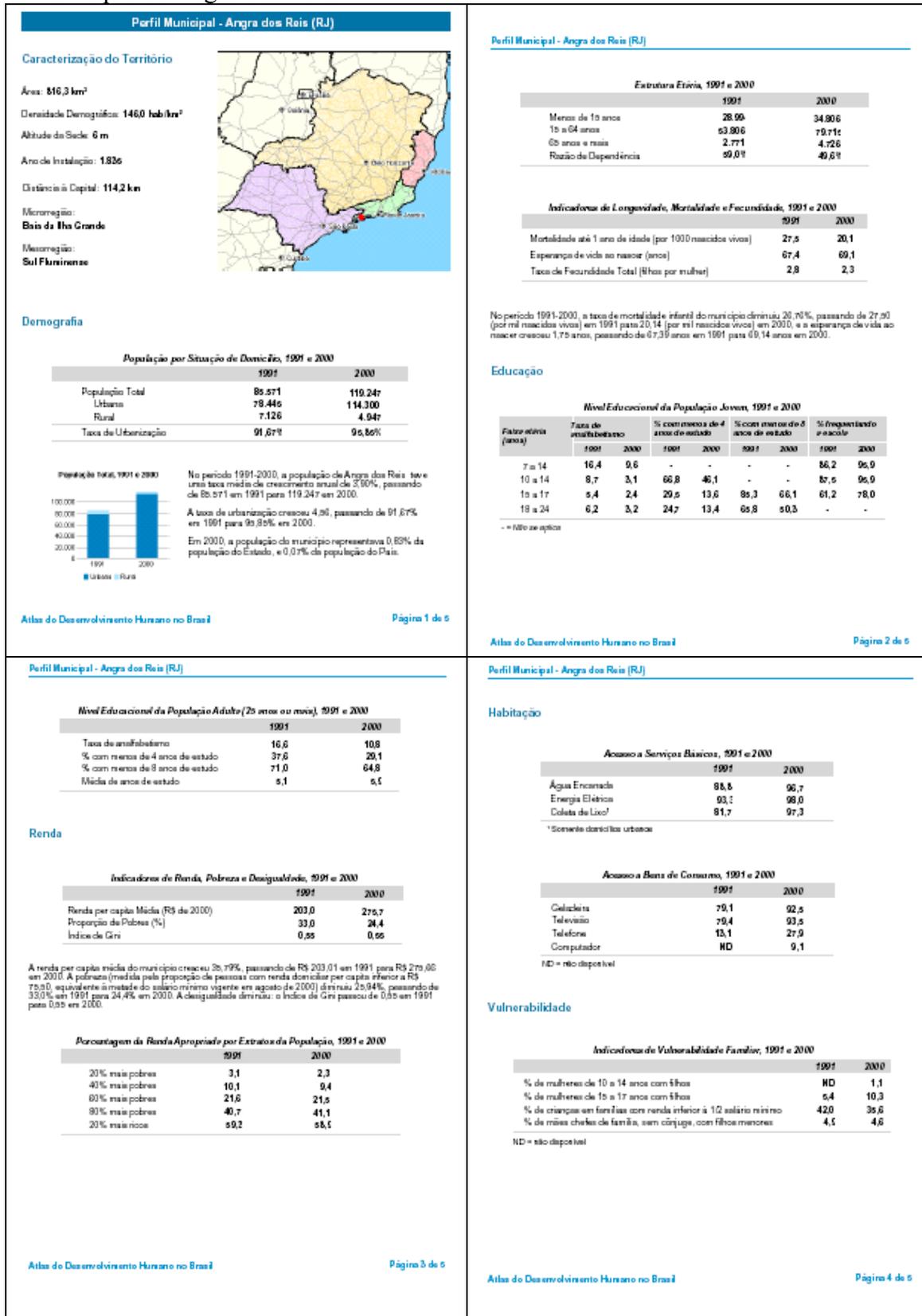
Outra saída constante do Atlas é o chamado *Relatório*, cujo foco é uma unidade geográfica maior que o município (estados e regiões), constituído por uma tabela que distribui os municípios segundo classes de valor de um indicador para dois pontos no tempo (1991 e 2000), acompanhada de um pequeno texto descritivo, padronizado, sobre a situação do território selecionado nos dois períodos.

Como forma de dar um tratamento conjunto a vários indicadores que compõe o produto, o Atlas apresenta uma saída que denomina *Perfil*, em que a abrangência territorial é o município. Trata-se de um relatório de cinco páginas, que apresenta um pequeno mapa com a localização da unidade selecionada e vale-se de gráficos ilustrativos, tabelas e um texto padronizado. Subdivide-se em sete temas: caracterização do território, demografia, educação, renda, habitação, vulnerabilidade e desenvolvimento humano. Especialmente neste último tema, além de apresentar os dados do município, localiza-o na distribuição do indicador

sintético IDH, relativa aos demais municípios do País e do Estado, apresentando, no corpo do texto, o posto e posição expressa em percentual.

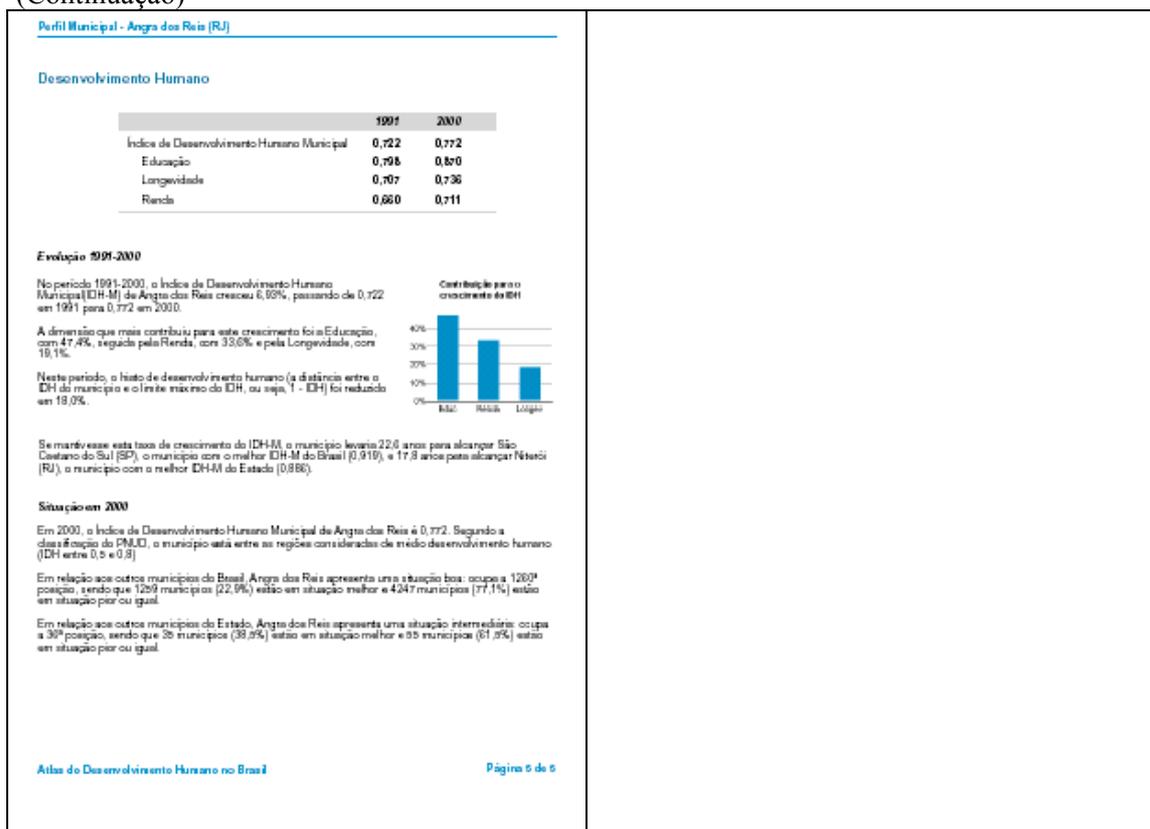
A Figura 19 exemplifica este perfil municipal constante no Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 19 : Modelo do Perfil Municipal do Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil para o município de Angra dos Reis.



(Continua)

(Continuação)

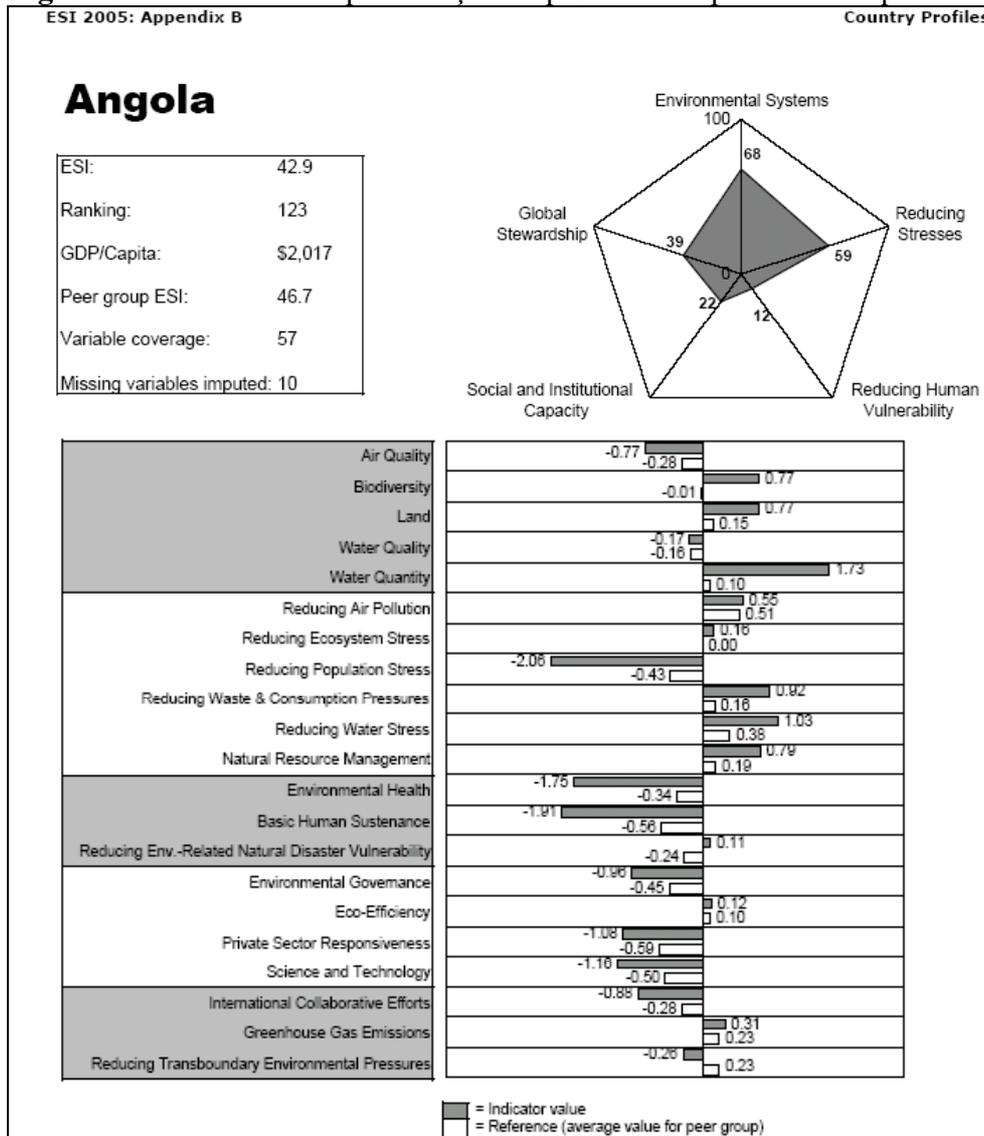


Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2001.

O ISA apresenta um *Perfil de variável* que além de alguns elementos característicos de metadados como, data de referência, fonte, unidade de medida, descrição, lógica para composição do índice e metodologia, traz uma tabulação para o conjunto dos países analisados acompanhada dos valores da média, mínimo, máximo, mediana e percentis 2,5 e 97,5. Traz ainda, no corpo da tabela, uma indicação de quais países sofreram imputação.

Entretanto, tem como principal forma de representação o *Perfil do país* cujo modelo é apresentado na Figura 20 a seguir.

Figura 20 – Modelo de representação do perfil de um país adotado pelo ISA.



Fonte: ESTY et al., 2005:109

O resumo das informações deste relatório, pode ser dividido em 3 seções. A primeira, na parte superior esquerda, contém as informações numéricas com o valor do Índice de Sustentabilidade Ambiental do país e do grupo de países assemelhados, o PIB per capita, a cobertura das variáveis e a quantidade de variáveis imputadas para o país. A segunda, na parte superior direita, composta por um gráfico do tipo radar, que ilustra a posição do país em relação aos cinco eixos de análise: sistemas ambientais, redução de estresse, redução da vulnerabilidade humana, capacidade social e institucional e administração global. A terceira parte, que representa os 21 indicadores constitutivos do índice, tanto da forma gráfica como numérica, através dos desvios observados em relação ao valor médio do índice calculado para a totalidade dos países e para grupo de países assemelhados.

Essa representação contém pelo menos duas limitações. A primeira relativa ao gráfico de radar, é da mesma natureza do que já foi comentado para o DNA-Brasil, ou seja, a instabilidade da área interna configurada numa representação radial. A área interna do gráfico, de cor diferenciada, não pode ser usada como indicador sintético dos 5 eixos, pois, seu valor varia conforme a ordem de apresentação.

A segunda refere-se ao gráfico de barras que representa os desvios do valor observado de um indicador em relação à média. O problema aqui é que só há um ponto de comparação (ou dois se considerarmos a totalidade dos países e o grupo de países assemelhados), a média, nada sendo informado sobre a distribuição do indicador no conjunto de países analisados.

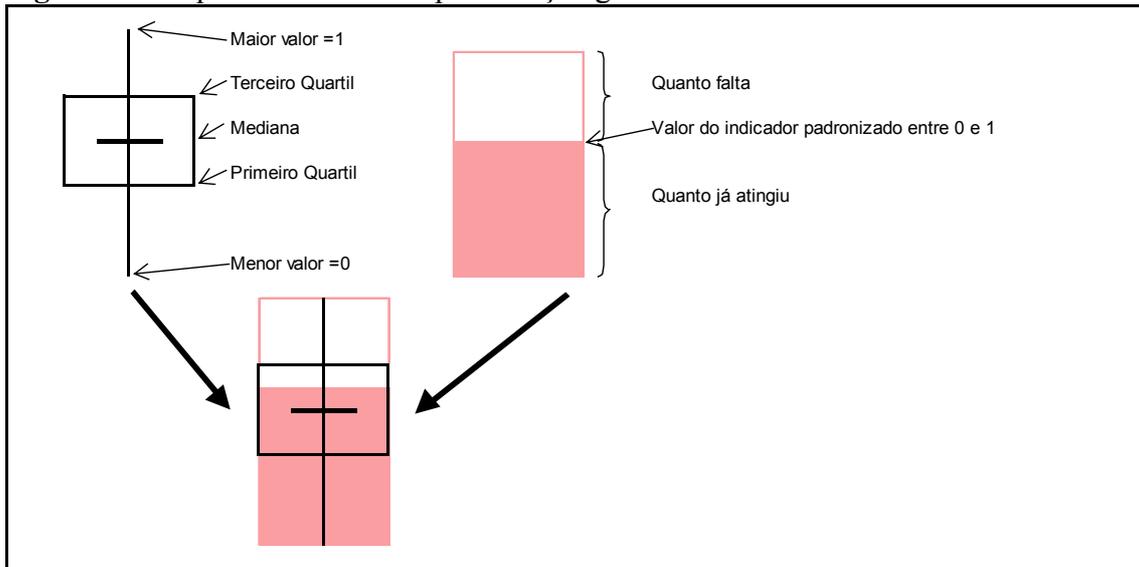
5.2. A PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

Aproveitando-se das qualidades e com consciência das limitações destas experiências é que se propõe uma alternativa de representação cujos objetivos principais são:

- Apresentar conjuntamente todos os indicadores originais e os índices deles derivados.
- Dar informação sobre a distribuição de cada indicador no conjunto de municípios.

Dessa maneira, a forma básica de representação de um indicador, mostrada na figura 21, é dada pela combinação de dois gráficos, sendo o primeiro um gráfico de barras, com o valor mínimo igual a zero, correspondente ao valor transformado do indicador para o município em pior situação, o valor máximo igual a um, o melhor município, e o valor da barra corresponde ao valor transformado do indicador para o município em análise. O segundo gráfico corresponde aproximadamente a um diagrama de caixa, com os valores máximos e mínimos entre um e zero, a caixa traçada entre o primeiro e o terceiro quartil, e a representação da mediana.

Figura 21: Esquema básico de representação gráfica de um indicador.

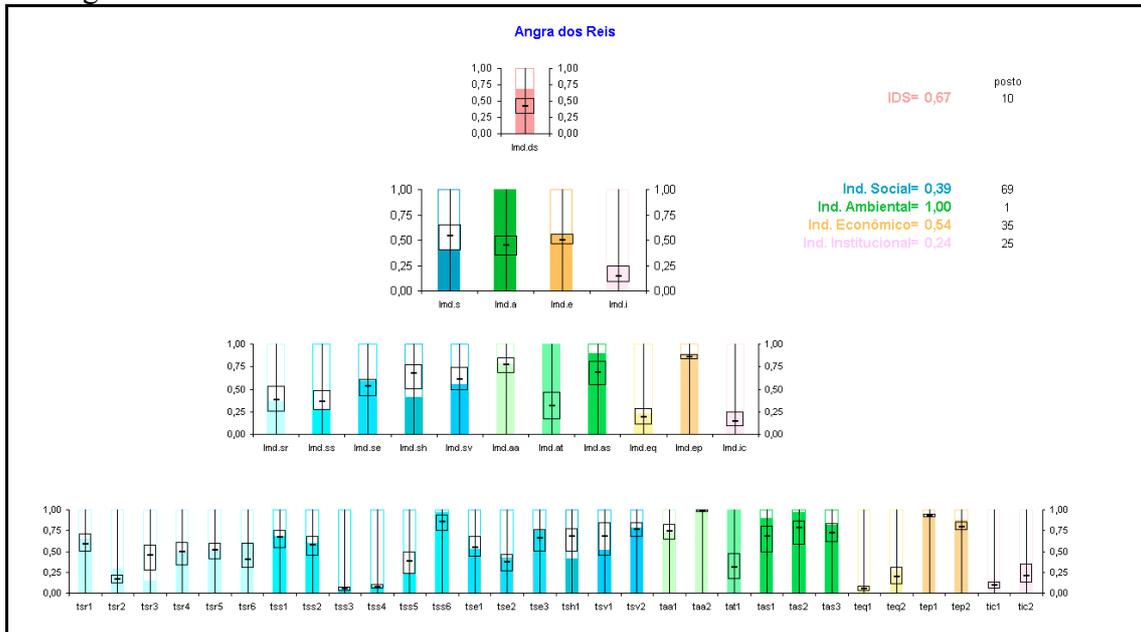


Fonte: Elaboração própria

Com esta representação é possível verificar, através do gráfico de barras, quanto um determinado município atingiu na escala 0 – 1 e quanto faltaria para atingir o valor do município mais bem posicionado, tomado como referência. É possível também, pela combinação da barra com o diagrama de caixa, visualizar a posição desta unidade em relação ao conjunto de municípios.

A partir deste gráfico básico, que representa cada indicador individualmente, para compor o perfil do município, apresentam-se todos os indicadores dispostos em quatro níveis, à semelhança de um triângulo, cuja base é composta pelos indicadores originais, o segundo nível pelos índices temáticos, o terceiro pelos indicadores sintéticos das dimensões e o ápice pelo indicador sintético mais agregado, o Índice de Desenvolvimento Sustentável, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – Perfil gráfico dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para o município de Angra dos Reis.



Fonte: Elaboração própria.

Aliado a esta organização dos indicadores na forma de um triângulo, utiliza-se um esquema de cores para facilitar a interpretação. Os tons de azul identificam tanto os indicadores primários como os temáticos que compõe a dimensão social, os tons de verde a dimensão ambiental, o alaranjado a dimensão econômica e em rosa os indicadores da dimensão institucional. A cor avermelhada identifica o indicador sintético mais agregado, o Índice de Desenvolvimento Sustentável.

Esta representação gráfica possibilita uma visão panorâmica, multidimensional do estágio de desenvolvimento de um município. Permite que, partindo de uma perspectiva mais agregada dada pelo IDS, seja possível identificar em qual das dimensões o município tem um desempenho melhor e pior, quais são os temas que mais influenciam este desempenho e quais os indicadores específicos, estes sim ligados à realidade local concreta, que mais contribuem para o resultado final sintetizado nos vários índices.

Juntamente com o perfil gráfico é apresentado um perfil numérico do município no qual constam, além dos valores originais dos 30 indicadores primários, o valor transformado e o posto para os 47 indicadores constantes do sistema, como mostrado no Quadro 8.

Quadro 8 – Perfil numérico dos Indicadores de desenvolvimento Sustentável para o município de Angra dos Reis.

Angra dos Reis	Indicadores Primários			Índices temáticos			Índices das dimensões			Índice de desenvolvimento sustentável		
	Original	0 - 1	Posto	0 - 1		Posto	0 - 1		Posto	0 - 1		Posto
sr1 Proporção da população com renda familiar per capita acima de 1/2 salário mínimo	75,59	0,64	34	Rendimento	0,27	64	Social	0,41	74	IDS	0,68	11
sr2 Rendimento médio mensal	592	0,20	13									
sr3 Taxa de ocupação	78,65	0,14	81									
sr4 Índice de gini do rendimento domiciliar per capita	0,56	0,60	36									
sr5 Razão entre a média dos rendimentos da mulheres/homens	0,63	0,20	71									
sr6 Razão entre a média dos rendimentos pretos e pardos/ brancos	0,70	0,61	23									
ss1 Taxa de mortalidade infantil	20,14	0,67	44	Saúde	0,26	69						
ss2 Esperança de vida ao nascer	69,14	0,69	45									
ss3 Número de leitos por mil habitantes	1,89	0,03	58									
ss4 Número de empregos médicos por mil habitantes	2,96	0,06	53									
ss5 Número estabelecimentos de saúde por mil habitantes	0,37	0,22	69									
ss6 mil habitantes	45	0,96	14									
se1 Taxa de escolarização das crianças 7 a 14 anos	95,87	0,51	54	Educação	0,58	32						
se2 Escolaridade de adultos	5,93	0,41	32									
se3 Taxa de alfabetização de adultos	91,06	0,75	27									
sh1 por dormitório	68,01	0,40	77	Habitação	0,40	77						
sv1 Coeficiente de mortalidade por homicídios	36,64	0,51	63	Violência	0,54	69						
sv2 Mortalidade por acidentes de transporte	21,80	0,77	44									
aa1 Frota de veículos automotores por cem habitantes	14,64	0,71	52	Atmosfera	0,77	45	Ambi-ental	1,00	1			
aa2 Potencial de poluição industrial por 1000 habitantes	2,00	1,00	18									
at1 Percentual de área de vegetação remanescente sobre área total	87,41	1,00	2	Terra	1,00	1						
as1 água	87,21	0,89	13	Saneamento	0,88	10						
as2 Proporção de moradores em domicílios com acesso a coleta de lixo doméstico	96,73	0,96	8									
as3 Proporção de moradores em domicílios com acesso a esgotamento sanitário	77,78	0,80	31									
eq1 PIB per capita	10,274	0,06	32	Quadro econômico	0,22	37	Econô-mica	0,54	35			
eq2 Proporção do setor da construção civil sobre o total do PIB	12,45	0,26	38									
ep1 Consumo de energia elétrica per capita	1,54	0,89	74	Padrões de produção e consumo	0,88	27						
ep2 Consumo de energia elétrica por unidade de PIB	0,18	0,87	17									
ic1 Proporção de domicílios com possibilidade de acesso à Internet	7,48	0,15	18	Capacidade institucional	0,24	25						
ic2 Número de terminais telefônicos instaladas por cem habitantes	21,71	0,33	27									

Fonte: Elaboração própria

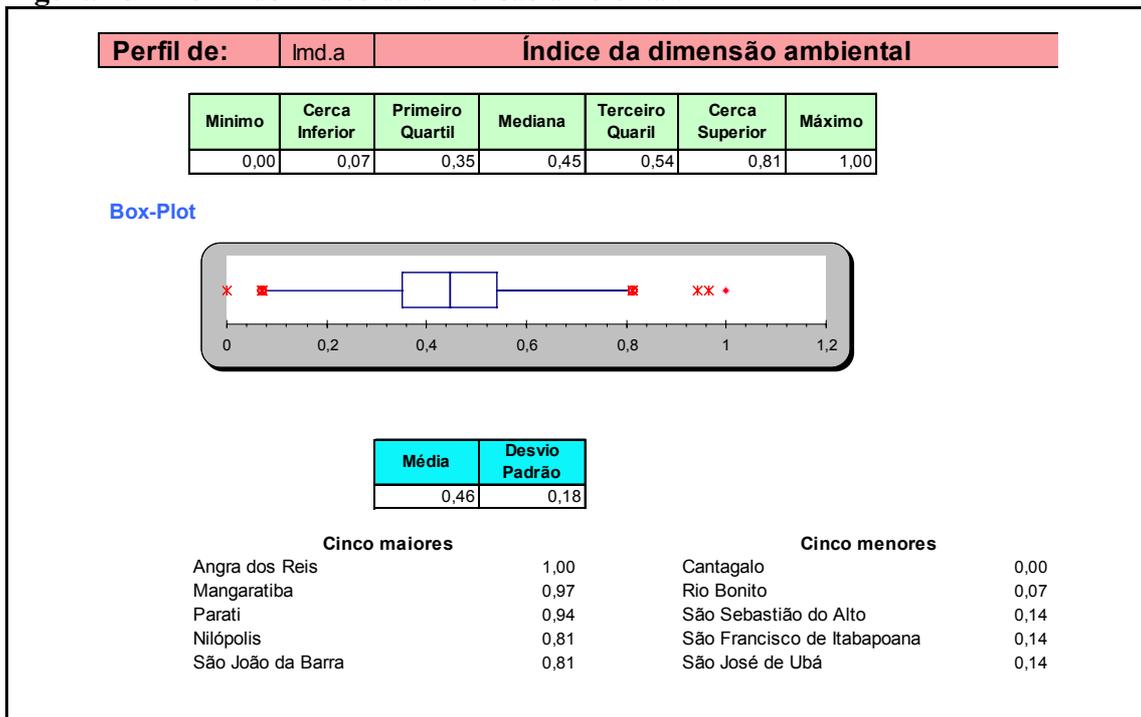
Essas representações é que dão sentido à expressão *síntese que organiza o olhar*, na medida em que permitem focar a atenção para os indicadores que realmente importam, para avaliar uma dada realidade local, sob o paradigma do desenvolvimento sustentável. Procura-se com isso romper a dicotomia *indicador sintético x sistema de indicadores*. A “*síntese*” não pode prescindir do “*sistema*” e esta “*síntese*” torna-se uma ferramenta descritiva poderosa, não se constituindo apenas em um modelo de ordenamento dos municípios. Ao descrever bem, essa forma de representação também se converte numa poderosa ferramenta analítica, permite que se faça o movimento de “*subida e descida*”, de “*ida e volta*”, enfim, de síntese e análise, ou mais, de síntese para a análise, como o movimento preconizado por Latour, descrito no capítulo 2, ao propor o seu triângulo como forma de apreensão, de conhecimento de uma dada realidade.

Além da representação do perfil municipal, aproveitando-se das formas de representação contidas no IDH-M, a proposta contempla ainda duas outras saídas: o perfil de variável e a construção de diagramas de dispersão.

O perfil de variável, ilustrado na Figura 23, é uma visão da distribuição de qualquer uma das 47 variáveis constitutivas do indicador sintético, consubstanciada pela apresentação do esquema dos 5 números – mínimo, primeiro quartil, mediana, terceiro quartil e máximo – acrescidos de dois outros números, as cercas superior e inferior, formadas pela adição ou subtração de uma vez e meia o valor do intervalo interquartil aos limites dos quartis, e que

permitem detectar a existência de observações discrepantes ou atípicas. Também é apresentado um diagrama de caixa, ou “box-plot” completo no qual valores observados são dispostos tomando estes sete números como referência de posição. Também são apresentadas duas estatísticas de uso freqüente, a média e o desvio padrão, bem como os cinco municípios melhor e pior posicionados na variável em análise, acompanhados do valor assumido pela variável em cada uma destas localidades.

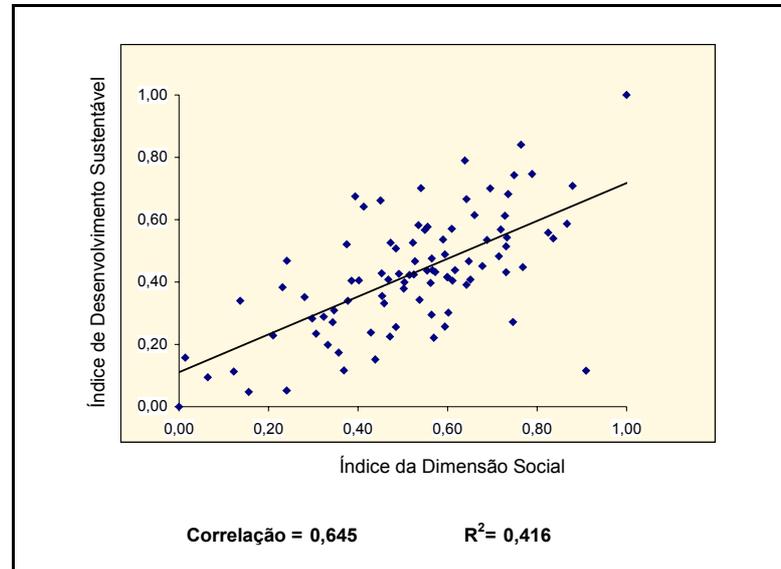
Figura 23 – Perfil do Índice da dimensão ambiental.



Fonte: Elaboração própria.

Propõe-se, ainda, como forma de exploração das variáveis, duas a duas, possibilitar a construção de diagramas de dispersão com a representação da reta de regressão e a apresentação do coeficiente de correlação de Pearson e o coeficiente de determinação da regressão, o R^2 , como ilustrado na Figura 24.

Figura 24 – Diagrama de dispersão do Índice da Dimensão Social e do Índice de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Elaboração própria.

Estas formas de representação podem ser encapsuladas em um programa computacional possibilitando a recuperação rápida dos resultados. O Apêndice 2 desta dissertação apresenta uma planilha eletrônica, acompanhada de macros, com botões de navegação, que pode ser um bom exemplo do que pode vir a ser um produto que contemple todas estas formas de representação dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.

Estes são os elementos que compõem a proposta de representação dos indicadores que cumprem o objetivo de além de ordenar os municípios, ter um forte poder descritivo de um fenômeno multivariado, representado pela expressão **síntese que organiza o olhar**. A partir desta argumentação é possível passar para a seção final desta dissertação com as conclusões, ressalvas e sugestões de estudos futuros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Ao final deste estudo chegou-se à construção um indicador sintético de desenvolvimento sustentável para os municípios fluminenses. No entanto, para cumprir o objetivo de que esta síntese seja útil, para descrição do fenômeno em um determinado território, que agregue mais informação sobre o problema do que a apresentação de indicadores organizados dentro de uma determinada lógica, a simples apresentação deste indicador não basta. É necessário que ele seja acompanhado de um conjunto de indicadores intermediários, obtidos a partir de sínteses sucessivas construídas de maneira tal que favoreçam o caminho inverso, o da análise, permitindo que o acúmulo de informação sobre o estágio de desenvolvimento de um município, quando comparado com seus pares, facilite o caminho de volta aos indicadores originais de forma mais organizada, possibilitando a intervenção sobre a realidade de maneira mais eficaz para busca o objetivo final, desenvolver o município de forma sustentável.

A solução apresentada não é a única possível. Procurou-se mostrar que o caminho é mediado por escolhas do pesquisador, decisões que se espera sejam conscientes, que devem ser tomadas ao longo de todo processo de construção de alguma forma de mensuração de um fenômeno, construção esta que é, em última instância, uma representação da realidade.

Estas decisões começam pela adoção de um conceito ou, no caso específico deste estudo, pelo reconhecimento de que o termo *desenvolvimento sustentável* não se constitui num conceito bem delineado, mas numa noção com forte conteúdo utópico, uma visão de futuro da sociedade que contempla a solidariedade com a geração atual, expressa pelos ideais de *justiça social* e a solidariedade com as gerações futuras, manifestada pela preocupação com o *equilíbrio ambiental*, ambas mediadas pelas condições objetivas consubstanciadas na dimensão econômica do desenvolvimento.

As decisões continuam com a adoção de um marco ordenador. Esta opção é informada pelo estágio atual do conhecimento sobre o tema, pelas iniciativas similares e deve ser coerente com o conceito adotado. Foi escolhido o modelo de dimensões e temas, preconizado pela CDS-ONU e usado pelo IBGE em suas publicações.

Uma nova e crucial escolha se segue no processo de construção de uma forma de mensuração, a seleção dos indicadores. Mesmo conhecendo critérios para proceder a esta seleção, ela está limitada pelo estágio atual de desenvolvimento do sistema estatístico. Este

estudo não procurou enunciar o desejável, mas operacionalizar alguma medida com as informações estatísticas hoje disponíveis, limitando-se assim ao possível. O possível também é passível de controvérsias. Sem dúvida podem ser encontrados argumentos a favor da inclusão de outros indicadores, da supressão de alguns ou ainda da modificação da forma de construção de outros tantos. Esta é uma tarefa por demais complexa para recair sobre os ombros de um único pesquisador.

O concurso de outros pesquisadores, com o aporte de outras especialidades, a participação de várias instituições da sociedade civil e a realização de novas pesquisas que aprofundem o conhecimento sobre o tema, podem conferir uma maior consistência ou até mesmo uma maior legitimidade para um rol de indicadores que abrange aspectos tão distintos da atividade humana. O que se apresentou aqui foi uma proposta que parte dos indicadores já utilizados pelo IBGE, com as devidas adaptações para a escala municipal e que cumpre a função de formar um quadro sobre o estágio do desenvolvimento dos municípios sob o paradigma da sustentabilidade.

Questões mais técnicas como as transformações requeridas nos indicadores originais para permitir sua aglutinação por não serem únicas, também são objeto de escolha. Neste estudo a opção foi pela transformação dos indicadores de forma tal que sua variação fique compreendida no intervalo situado entre zero e um, sendo o zero correspondente à observação de valor mais baixo de um dado indicador no conjunto de municípios e o um correspondente ao valor mais alto.

O método de aglutinação também foi alvo de uma decisão. Foram estudadas três alternativas: o uso de Componentes Principais, de Análise Multicritério e da Média. A escolha recaiu sobre emprego da média como o método mais adequado para cumprir os objetivos deste estudo. Tal decisão foi tomada em função da identificação algumas características do outros dois métodos que, no presente caso, limitam sua adoção.

O uso de Componentes Principais acarretou ocorrência de pesos negativos e isto pode levar a resultados indesejáveis dos indicadores sintéticos, penalizando municípios com bom desempenho em um indicador primário somente porque, na situação atual, o indicador tem correlação negativa com outros. Já o uso de Análise Multicritério, da forma específica como aqui foi empregada, faz com que a forma da distribuição dos indicadores sintéticos se aproxime de uma distribuição Normal, prejudicando assim o caráter descritivo que se deseja destes índices.

Ademais, o uso da média produz um indicador sintético mais agregado com maior associação com os indicadores primários, quando comparado aos outros dois métodos.

É fato que futuros estudos são necessários para aprofundar os resultados aqui alcançados. Outros métodos de aglutinação devem ser testados, ou outras formas de estimação para os métodos aqui usados, por exemplo, métodos de estimação robusta para as matrizes de covariâncias usadas no emprego de Componentes Principais. Ainda como sugestão de novos estudos, é necessário investigar mais profundamente uma forma de incorporar a dimensão temporal do desenvolvimento aos indicadores ou ao sistema de indicadores e índices, visto que, a solução aqui proposta é do tipo *cross section*, ou seja, permite que os municípios sejam comparados num dado momento no tempo, mas não é adequado para avaliar o desempenho dos municípios ao longo do tempo.

De toda sorte, o resultado alcançado é bastante útil para uma avaliação conjunta de uma quantidade grande de indicadores. Este sistema de indicadores associado aos índices temáticos, das dimensões e ao índice de desenvolvimento sustentável obtidos por sínteses sucessivas, possibilita a um tomador de decisão do poder público municipal uma visão conjunta do problema, identificando, pela comparação com seus pares, suas fraquezas e suas qualidades, mesmo na ausência de parâmetros bem definidos ou metas a serem atingidas em cada indicador. A tarefa de analisar 30 indicadores pode ser muito facilitada pela visualização da síntese gráfica, se comparada à visualização de 30 tabelas. É este o sentido da expressão **síntese que organiza o olhar**, organiza o olhar para um grande número de indicadores que estaria embaralhado, sem referência alguma no olhar direto para uma grande quantidade de tabelas com os indicadores selecionados.

Este sistema, embora desenvolvido com a concepção de mensurar o desenvolvimento sustentável pode, sob determinados condicionantes, ser adaptado para resumir indicadores relativos a outros temas. Se os indicadores tiverem um sentido claro, ou seja, um valor maior representa uma situação mais favorável (ou vice-versa), e se forem organizados dentro de uma estrutura lógica de temas, nada impede que um sistema de sínteses sucessivas seja empregado e a mesma representação gráfica seja utilizada.

Por fim, cabe uma declaração de que o processo de investigação sobre as formas de mensuração do desenvolvimento sustentável foi bastante gratificante. Pouco a pouco, convicções baseadas em avaliações precipitadas foram sendo derrubadas, mormente a de que a média seria uma forma *menor* de resumo de dados, usada somente por facilidade de interpretação. O exercício empírico sobre os dados dos municípios fluminenses foi particularmente útil, pois, a análise sobre casos concretos revelou relação nem sempre percebidas somente com a abordagem teórica ou conceitual do problema. Com esta declaração quero resgatar uma citação cuja tradução foi feita pelo professor Djalma Pessoa

Galvão e apresentada para seus alunos na primeira aula do curso de Análise Multivariada ministrado no Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisa Social na ENCE e que muito me estimulou no sentido de encontrar as respostas a minhas indagações iniciais.

Se os resultados discordam da opinião informada, não admitem interpretação lógica e simples, e não aparecem claramente em apresentação gráfica, eles provavelmente estão errados. Não há mágica em relação aos métodos numéricos, podem fracassar de muitas maneiras. Métodos Numéricos de Análise são ajuda valiosa na interpretação de dados e não máquinas que transformam números em fatos científicos. (MARRIOT apud JOHNSON; WICHERN, 2002:3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H; LEROY, J.P. Novas premissas da sustentabilidade democrática. In: *Brasil Sustentável e Democrático*. Cadernos de Debate nº 1. Rio de Janeiro: Fase. Disponível em: <www.brasilsustentavel.fase.org/cadernos.htm>. Acesso em: junho 2003. 33 p.

ALTWEGG, D.; ROTH, I.; SCHELLER, A. *Monet measuring sustainable development: final report methods and results*. Neuchâtel: Swiss Federal Statistical Office, 2004. Disponível em: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/en/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/monet/03.ContentPar.0003.DownloadFile.tmp/e_monet_final.pdf>. Acesso em: mar. 2004

ANUÁRIO Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2003. Rio de Janeiro: Fundação CIDE, 2003. 690 p.

ASSISTÊNCIA MÉDICO SANITÁRIA 2002. In: IBGE – Banco Multidimensional de Estatísticas – BME. Disponível em: <<http://www.bme.ibge.gov.br>>. Acesso em: mar. 2005.

ATLAS do Desenvolvimento Humano no Brasil. [S.L.] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, Fundação João Pinheiro – FPJ, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2003. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas>>. Acesso em: mar. 2004.

BARBIERI, J, C.; LAGE, A. C. Conceitos problemas e pontos para políticas de desenvolvimento sustentável. In: *Anais ENPAD*. Campinas, 15 a 19 de setembro/ 2001. 1 CD – ROM.

BENJAMIN, C. *Diálogo sobre ecologia ciência e política*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira : Fórum de Ciência e Cultura UFRJ, 1993. 198 p.

BOLLIGER, F.P.; SCANDAR NETO, W.J. Estatísticas Ambientais e indicadores de desenvolvimento sustentável do Brasil. In: ROMEIRO, A.R. (org). *Avaliação e contabilização de impactos ambientais*. Campinas: Editora da UNICAMP; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004. 399 p.; pp 271-297.

BOSSEL, H. *Indicators for sustainable development: theory, method, applications: a report to the Balaton Group*. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1999. Disponível em: <<http://www.iisd.org/pdf/balatonreport.pdf>>. Acesso em: abr. 2004

BRAGA, T.M.; FREITAS, A.P.G.; DUARTE, G.S.; CAREPA-SOUZA, J. *Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. 22p. (Texto para discussão; 225)

CENSO DEMOGRÁFICO 2000. In: IBGE – Banco Multidimensional de Estatísticas – BME. Disponível em: <<http://www.bme.ibge.gov.br>>. Acesso em: mar. 2005.

CHERCHYE, L; KUOSMANEN, T. *Benchmarking sustainable development: a synthetic meta-index approach*. Kortrijk, Belgium, Catholic University of Leuven; Wageningen, The Netherlands, Wageningen University: 2002. Disponível em: <<http://econwpa.wustl.edu/eps/othr/papers/0210/0210001.pdf>>. Acesso em: mar 2005. 28 p.

COMMISSION on Sustainable Development. *Status Report on the Implementation of the CSD Work Programme on Indicators of Sustainable Development* (Background Document No. 18). New York: United Nations, 1998. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ecosoc/cn17/1998/background/ecn171998-bp18.htm>>. Acesso em: mar. 2005.

DEEP ECOLOGY , an Overview. Disponível em: <www.evirolink.org/enviroethichs> Acesso em: jun. 2003.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/Frota_03.htm> Acesso em: mar. 2005.

ESTY, D.C. et. al. *Pilot Environmental Sustainability Index*. New Haven, Conn.: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2000. Disponível em: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/esi/ESI_00.pdf>. Acesso em: mar 2005.

_____. *2001 Environmental Sustainability Index*. New Haven, Conn.: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2001. Disponível em: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/esi/ESI_01_tot.pdf>. Acesso em: mar 2005.

_____. *2002 Environmental Sustainability Index*. New Haven, Conn.: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2002. Disponível em: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/esi/ESI2002_21MAR02tot.pdf>. Acesso em: mar 2005.

_____. *2005 Environmental Sustainability Index: benchmarking national environmental stewardship*. New Haven, Conn.: Yale Center for Environmental Law & Policy. 2005. 403 p. Disponível em: <<http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/esi/ESI2005.pdf>>. Acesso em: mar 2005.

FIORI, J. L. *60 lições dos 90*. Uma década de neoliberalismo. Rio de Janeiro: Record. 2001.

FORUM SÃO PAULO SÉCULO 21 – Índice paulista de responsabilidade social – IPRS: *Apresentação*. São Paulo: Assembléia Legislativa de São Paulo. 2001. 9 p. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/forum/encerra/pdfs/iprs/apresentacao1.pdf>>. Acesso em: set. 2004.

_____. *A importância das medidas de desenvolvimento*. São Paulo: Assembléia Legislativa de São Paulo. 2001. 26 p. Disponível em:
<<http://www.al.sp.gov.br/forum/encerra/pdfs/iprs/importancia2.pdf>>. Acesso em: set. 2004.

_____. *Os indicadores de responsabilidade social*. São Paulo: Assembléia Legislativa de São Paulo. 2001. 14 p. Disponível em:
<<http://www.al.sp.gov.br/forum/encerra/pdfs/iprs/indicadores3.pdf>>. Acesso em: set. 2004.

_____. *O que os indicadores de responsabilidade social revelam*. São Paulo: Assembléia Legislativa de São Paulo. 2001. 66 p. Disponível em:
<<http://www.al.sp.gov.br/forum/encerra/pdfs/iprs/indicadores4.pdf>>. Acesso em: set. 2004.

_____. *Municípios paulistas agrupados segundo riqueza, longevidade e escolaridade*. São Paulo: Assembléia Legislativa de São Paulo. 2001. 21 p. Disponível em:
<<http://www.al.sp.gov.br/forum/encerra/pdfs/iprs/municipios5.pdf>>. Acesso em: set. 2004.

_____. *Anexo metodológico*. São Paulo: Assembléia Legislativa de São Paulo. 2001. 20 p. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/forum/encerra/pdfs/iprs/anexo6.pdf>>. Acesso em: set. 2004.

GALLOPIN, G *Reunión de Consulta sobre Indicadores de Desarrollo Sostenible*. Santiago de Chile: Cepal, 2003. 25 transparências. 1 CD-ROM.

GOMES, L.F.A.M.; ARAYA, M.C.G.; CARIGNANO, C. *Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2004. 168p.

HAGERTY, M.R.; LAND, K.C. *Constructing Summary Indices of Social Well-Being: a model for the effect of heterogeneous importance weights*. Revision of a paper presented at the annual meeting of the American Sociological Association, Chicago, IL, august 16-19, 2002. [S.I.]. [s.n.]. 2004. Disponível em: <<http://faculty.gsm.ucdavis.edu/~mrhagert/Papers/CompositeInd.pdf>>. Acesso em: jan. 2006. 52 p.

HAHN, C. M. *Valoração econômica do meio ambiente e políticas públicas: O estudo dos termos de ajustamento de conduta*. São Paulo: Procama / USP. 2002. (Dissertação de mestrado).

HOGAN, D.J. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. In: *Lua Nova*. Revista de economia e política. São Paulo: CEDEC. Nº 31. 1993.

HOUAISS, A. *Dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva. 2005 versão digital disponível em: <www.houaiss.uol.com.br>.

INDICADORES de desenvolvimento sustentável: Brasil 2002. Rio de Janeiro: IBGE. 2002. 195 p. (Estudos e pesquisa. Informação geográfica, n. 2).

INDICADORES de desenvolvimento sustentável: Brasil 2004. Rio de Janeiro: IBGE. 2004. 400 p. (Estudos e pesquisa. Informação geográfica, n. 4).

INDICADORES sociais municipais 2000. Rio de Janeiro: IBGE. 2002. 162 p.

INDICATORS of sustainable development: framework and methodologies. New York: United Nations, 1996. 428 p.

INDICATORS of sustainable development: framework and methodologies 2001. New York: United Nations, Department of Economics and Social Affairs, 2001. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm>. Acesso em: mar. 2004.

ÍNDICE DNA Brasil: Síntese. Campinas: UNICAMP, Núcleo de Estudos de Políticas Públicas. 2004. 14 p. Disponível em: <<http://www.nepp.unicamp.br/dnabrasil/sintese.pdf>>. Acesso em: março 2005

ÍNDICE de qualidade dos municípios – carências. IQM – Carências. Rio de Janeiro: Fundação CIDE, 2001. 68 p.

ÍNDICE de qualidade dos municípios – verde II. IQM – Verde II. Rio de Janeiro: Fundação CIDE., 2003. 156 p. 1 CD-ROM.

JANNUZZI P.M. *Indicadores sociais no Brasil*. Campinas: Alínea. 2001. 141 p.

_____ Considerações sobre o uso, o mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. In: *RAP – Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro: FGV. 3-6 (1) jan/fev 2002. pp 51-72.

JOHNSON, R. A. ; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. Nova Jersey: Prentice- Hall, 2002. 767 p.

LAGE, A.C.; BARBIERI, J.C. Avaliação de projetos para o desenvolvimento sustentável: Uma análise do projeto de energia eólica do Estado do Ceará com base nas dimensões da sustentabilidade. In: *Anais ENANPAD 2001*, Campinas, 16 a 19 de setembro de 2001. 1 CD – ROM.

- LATOURE, B. Redes que a razão desconhece: laboratórios, bibliotecas, coleções. In: BARATIN, M.; JACOB, C. *O poder das bibliotecas*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2000 [p. 21-44]
- MEADOWS, D. et al. *Limites do crescimento*. São Paulo: Perspectiva. 1978
- MEADOWS, D. H. *Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group*. Hartland VT: The Sustainable Institute, 1998. Disponível em: <[http://www.sistainer.org/pubs/Indicators\\$Information.pdf](http://www.sistainer.org/pubs/Indicators$Information.pdf)>. Acesso em: abr. 2004.
- MORENO, R. A. M. *Estimativa do potencial poluidor nas indústrias: o caso do estado do Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado em planejamento energético) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.
- MOVIMENTO de autorizações de internação hospitalar: arquivos reduzidos 1993-2002. Brasília, DF: Ministério da Saúde, DATASUS, [1993-2002]. 10 CD-ROM.
- NOSSO futuro comum. Rio de Janeiro: Ed. da FGV, 1991. 430 p.
- OCDE *Rumo a um desenvolvimento sustentável: indicadores ambientais*. Trad. Ana Maria S. F. Teles. Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2002. 244p. Série Cadernos de Referência Ambiental, 9.
- OLIVEIRA, J. S. *Construção de indicadores sociais: algumas notas*. Rio de Janeiro, IBGE: 1979. 16 p.
- PARRA, F. Sostenibilidad. In: *Fuentes Estadísticas*, INE – Universidad Autónoma de Madrid – Eurostat. Madrid. Nº 64, abril 2002.
- PEARCE, D. et alli. The meaning of sustainable development. In: D. Pearce et al. *Blueprint for a Green Economy*. London: Earthscan Publications Ltd., 1989.
- PROGRAMA para a tomada de decisão baseada em indicadores - PRADIN. Slavador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sciais da Bahia – SEI-BA, Associação Nacional de Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística, ANIPAES. 2005. 1 CD-ROM.
- QUIROGA, R. M. *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL. 2001. Serie manuales nº 16. 118 p.

ROBLETO, M.L. *Informe de la Reunión de Consulta sobre Indicadores de Desarrollo Sostenible*. Santiago de Chile: Cepal, 2004. 46 p.

RYTEN, J. *Should there be a Human Development Index?* Statistique, Développement et Dorits de l'Homme Seminar, Montreaux, Setembro, 2000. 15 p.

SACHS, I *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo. 1993.

SALTELLI, A. et. al. *Composite indicators - the controversy and the way forward*. Palermo, OECD World Forum on Key Indicators. 2004. 17 p. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/40/50/33841312.doc>>. Acesso em: mar. 2005.

SÃO PAULO (Estado). Lei Nº 10 765 de 19 de fevereiro de 2001. *Diário Oficial [do] Estado*, Poder Executivo. São Paulo, 20 fev. 2001. Seção 1, p. 2.

SÃO PAULO (Estado). Lei Nº 11 971 de 03 de agosto de 2005. *Diário Oficial [do] Estado*, Poder Executivo. São Paulo, 04.ago. 2005 Seção 1, p. 1-17.

SCANDAR NETO, W.J. Indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil. In: *Seminário fluminense de indicadores, IV*, 2004. Cadernos de textos. Rio de Janeiro: Fundação CIDE, 2004. 116 p. pp. 39-47.

SILVA, L Trabalhadores do Brasil: Virem-se. In: *Insight /Inteligência* ano I nº 5, Nov;Dez 1998 Jan 1999.

SÍNTESE de indicadores sociais 2003. IBGE, 2004. 403 p. (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, n. 12).

SISTEMA de informações sobre Mortalidade. In: MINISTÉRIO DA SAÚDE. DATASUS. Disponível em: <<http://www.dadasus.gov.br/catalogo/sim.htm>>. Acesso em: mar. 2005.

SUSTAINABLE development indicators for Sweden: a first set 2001. Stockholm: Statistics Sweden, 2001. 64 p.

THE R Project For Statistical Computing, version 2.0.1. [S.l.]. Disponível em: <<http://www.r-project.org>> Acesso em: mar. 2005.

UNDP – United Nations Development Programme. *Human development report – 2001: Making new technologies work for human development*. New York; Oxford: Oxford University Press. 2001. 264 p.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de desenvolvimento sustentável – Um levantamento dos principais sistemas de avaliação. In *Anais do ENANPAD 2002*, Salvador 22 a 25 de setembro de 2002. 1 CD-ROM

VEIGA, J. E. A insustentável utopia do desenvolvimento. In: LAVINAS, L. (org). *Reestruturação do espaço urbano e regional no Brasil*. São Paulo: Hucitec & ANPUR. 1993.

_____. Caminho do ‘desenvolvimento sustentável’. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 15 ago. 2002.

_____. Desenvolvimento e crescimento econômico. *Valor Econômico*, São Paulo, 22 set. 2003.

_____. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Geramond, 2005. 220 p.

WORLD conservation strategy: living resource conservation for sustainable development. Gland, Switzerland: IUCN, 1980. 55p.