Análise espacial de indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Aplicação do índice de Moran

Rogério Gutierrez Gama
Julia Célia Mercedes Strauch

Resumo

Nos estudos de desenvolvimento sustentável, indicadores têm sido criados e usados como subsídio para a formulação de políticas públicas, em atividades ligadas ao planejamento e a gestão pública. Eles servem como termômetros para a prática do monitoramento indicando o grau de eficiência destas atividades na busca de melhores condições de vida e bem-estar da população. Destarte, este trabalho efetua um estudo nos municípios da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul com o objetivo de construir um índice sintético de desenvolvimento sustentável baseado nas dimensões social, econômica, ambiental e institucional. Para a análise do índice sintético é empregado o *Índice de Moran* de modo a identificar os *clusters* de desenvolvimento e sustentabilidade entre os municípios da bacia. Este trabalho apresenta uma interdisciplinaridade entre a cartografia temática e a dinâmica territorial expressa por meio dos indicadores criados.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a discussão sobre sustentabilidade está presente nas questões referentes ao desenvolvimento, principalmente, nos países em desenvolvimento onde recursos naturais ainda encontram-se em grande disponibilidade, como é o caso do Brasil. Nesses países a maioria de sua população está residindo em áreas urbanas, o que exige um olhar diferente para as cidades em relação à qualidade de vida na garantia de infra-estrutura básica a população. A questão que se coloca é: Quais são os fatores que levam a sustentabilidade dos ambientes harmonizada com a qualidade de vida da sociedade?

Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável surge na contradição do modo de vida insustentável das sociedades em relação ao uso do meio natural. Segundo, o Conselho de Avaliação Ecossistêmica do Milênio, (2005, p. 135), no contexto social e ambiental, a sustentabilidade do modo de vida em relação aos ecossistemas apresenta três aspectos:

> **[O primeiro é de que]** *"(...) o modo de vida é sustentável 'quando pode não só agüentar estresses e choques e recuperar-se, como também manter ou intensificar sua capacidade e seus bens, tanto no presente como no futuro"*; **[O segundo é que]** *"(...) o modo de vida é sustentável em um contexto social quando intensifica, ou ao menos não diminui, o modo de vida dos outros*"; **[E o terceiro é quando]** *"(...) o modo de vida é sustentável quando não esgota nem desintegra os ecossistemas, não prejudicando o modo de vida e o bem estar dos outros, no presente e no futuro"*.

Estes três aspectos, num ponto de vista pessimista, levariam a conclusão que é impossível existir modos de vida sustentáveis, pois o volume de serviços ambientais que são utilizados pelas sociedades hoje não seria capaz de atingir o primeiro aspecto, pois as sociedades se utilizam cada vez mais do capital natural. Também não atingiria o segundo aspecto, que está ligado diretamente às relações sociais e econômicas onde teremos que equilibrar, primeiramente, déficit de pobreza existente, sem que atinja outros indivíduos ou grupos. E também não atingiria o terceiro, pois hoje o principal debate dos problemas ambientais é justamente a intensificação do processo de desintegração de ecossistemas. Esse processo está tão avançado que a principal discussão nesta linha está relacionada ao clima, que envolve alguns dos principais ciclos naturais, como por exemplo, do carbono e da água. Porém, é possível ter uma visão otimista para uma mudança de consciência social-ambiental-econômica. Primeiramente, esta consciência não deve ser apenas de indivíduos isolados ou de cientistas sociais, físicos ou cúpulas internacionais ou governos, ela deve

ter uma dimensão coletiva entre todos os atores sociais, para que se proponha uma mudança no modo de vida e uma mudança no valor dado aos ecossistemas, não apenas o valor de uso imediato.

Nos estudos de desenvolvimento sustentável, indicadores têm sido criados e usados como subsídio para a formulação de políticas públicas, em atividades ligadas ao planejamento e a gestão pública para as três esferas de governo – União, Estados e Municípios – para o monitoramento destas atividades, das condições de vida e bem-estar da população. O uso de indicadores proporciona às pesquisas acadêmicas um aprofundamento nas questões relativas aos impactos, mudanças e diferenças sociais, políticas, econômicas e ambientais existentes em cada local (Jannuzzi, 2005, p.138).

O trabalho ora proposto tem como questão central a construção de um indicador sintético de Desenvolvimento Sustentável baseado em quatro dimensões, a saber: social, econômica, ambiental e institucional. A escolha destas dimensões foi baseada em uma revisão na literatura das metodologias (CDS, 2001; IBGE, 2002 e 2004; Soares, 2006) já existentes para construção de indicadores de Desenvolvimento Sustentável. A área de estudo escolhida corresponde à unidade de gestão e planejamento do Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (BHPS), formada por 180 municípios.

Destarte, este trabalho sistematiza dados estatísticos e efetua uma análise espacial exploratória por município para melhor conhecer a área de estudo através dos indicadores para cada dimensão. A construção de um índice sintético tem como objetivo de indicar *clusters* de desenvolvimento e sustentabilidade entre os municípios da bacia agregando as quatro dimensões. Para alcançar este objetivo o trabalho teve os seguintes objetivos específicos: *a)* avaliar o comportamento espacial dos indicadores escolhidos de acordo com as dimensões social, ambiental, econômico e institucional; b) construir um índice sintético de desenvolvimento sustentável que seja base para gestão de conflitos ligados aos recursos hídricos; e ,por fim, *c)* responder as seguintes questões para o índice criado: Há padrões de associação espacial? Quais? Há municípios atípicos nesta região? Em quais municípios existe disparidade entre o valor do indicador construído e o valor da média local do indicador?

Para aferir estes pressupostos, os dados foram sistematizados em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), através das seguintes etapas metodológicas: 1) Organização e Sistematização do Banco de Dados com as variáveis e cálculo dos indicadores; 2) Organização e Sistematização da Base Cartográfica; 3) Procedimentos de relacionamento entre o Banco de Dados e Base Cartográfica; 4) Análises Estatísticas Exploratórias dos Indicadores; 5) Normalização dos Dados; 6) Análise Exploratória Espacial empregando o Índice de Moran. Os softwares utilizados para organização do banco de dados e análises estatísticas foi o SAS *(Statistical Analysis System)*, para organização e sistematização da base cartográfica foi utilizado o ArcGIS ArcMap e para análise exploratória espacial o TerraView.

Para melhor compreensão, o trabalho está estruturado em seis seções. Na **segunda** seção é efetuada uma caracterização da área de estudo; na **terceira** seção é apresentada a metodologia do trabalho; na **quarta** seção é realizada uma análise exploratória dos indicadores que serão utilizados para cada dimensão; na **quinta** seção é apresentada a análise exploratória espacial dos indicadores de cada dimensão e do índice sintético de desenvolvimento sustentável proposto e comparado a Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); e por fim; na **sexta** seção são apresentadas as considerações finais.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL

Os municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (BHPS) encontram-se distribuídos em três estados, a saber: 39 estão localizados no Estado de São Paulo, 53 no Estado do Rio de Janeiro e 88 no Estado de Minas Gerais (**Figura 1**).

A população total destes 180 municípios é de 7.565.862 milhões de habitantes, onde o Estado de São Paulo, mesmo com um menor número de municípios, tem 46,01% da população da bacia, seguido pelo estado do Rio de Janeiro com 34,12% e Minas Gerais com 19,87%.

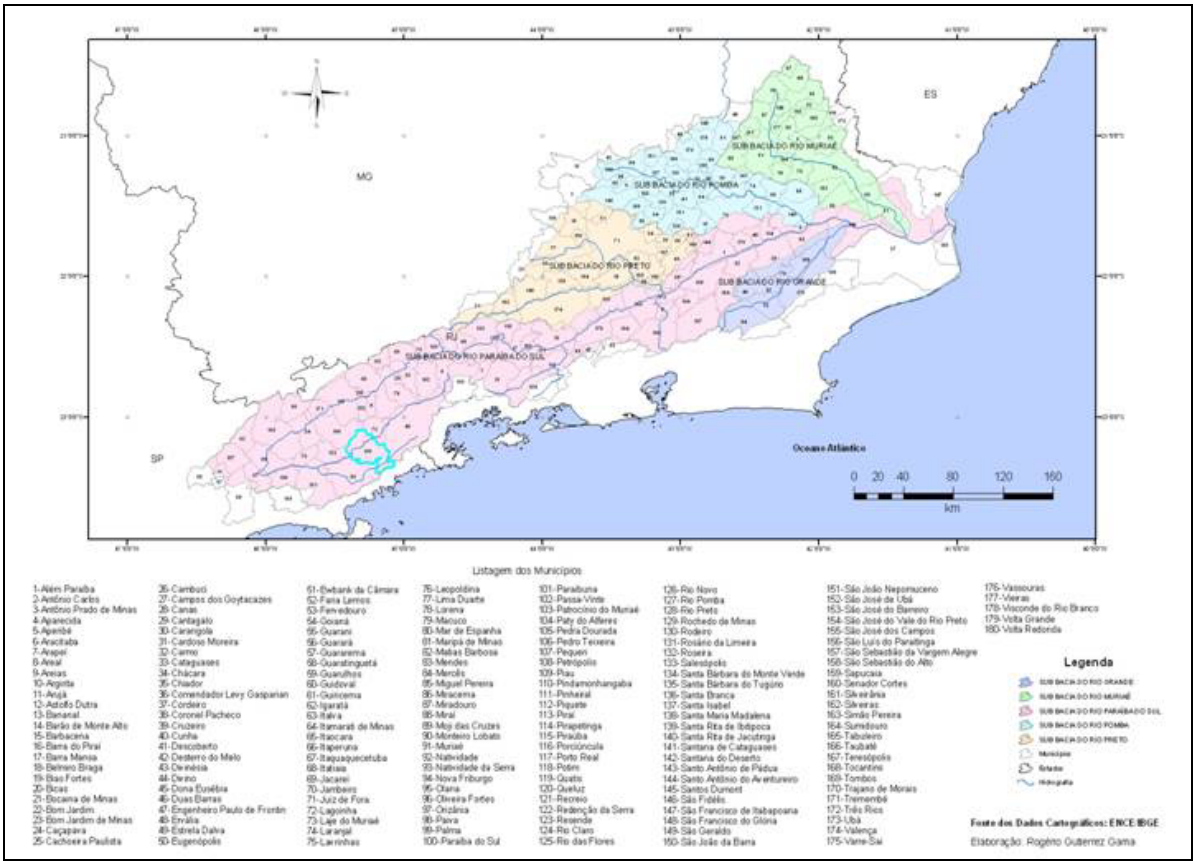


Figura 1 - Mapa Base: Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Sub-Bacias e Municípios.

A **Tabela 1** indica os dez municípios mais populosos da bacia. O município de Guarulhos, em São Paulo, é mais populoso com mais de 1 milhão de habitantes, fazendo parte da Região Metropolitana de São Paulo.

Tabela 1- Dez municípios mais populosos da Bacia do Paraíba do Sul.

Município	Estado	População Total
Guarulhos	SP	1.072.717
São José dos Campos	SP	539.311
Juiz de Fora	MG	456.794
Campos dos Goytacazes	RJ	407.166
Moji das Cruzes	SP	330.241
Petrópolis	RJ	286.537
Itaquaquecetuba	SP	272.942
Taubaté	SP	244.165
Volta Redonda	RJ	242.061
Jacareí	SP	191.290

Fonte: Censo Demográfico, 2000 (BME/IBGE).

O segundo município é São José dos Campos, que compreende o principal pólo industrial dos municípios da bacia no Estado de São Paulo. O relatório da Fundação COPPETEC (2006, p. 48–52) mostra que entre os setores de destaque industrial e agropecuário este município tem maior número de estabelecimentos e regionalmente influencia seus vizinhos nas mesmas áreas. O terceiro município é o de Juiz de Fora, também com importância regional, onde encontra-se localizada a Universidade Federal de Juiz de Fora, sendo a principal cidade de ligação entre os Estados de Minas

e Rio de Janeiro e apresentando uma economia industrial e a prestação de serviços como ponto forte. A quarta cidade é a de Campos dos Goytacazes, no Rio de Janeiro, que tem sua importância econômica diretamente ligada à prospecção e indústria do petróleo.

O Mapa da Densidade Populacional, apresentado na **Figura 2,** mostra a relação de área do município, em km^2, por habitante, onde aparece uma homogeneidade na bacia. O município que se mostra atípico é o município de Guarulhos, com uma população de mais de 1 milhão de habitantes, apresentando uma densidade de 3.373 hab/km^2. O outro município da bacia que tem um valor atípico é o município de Volta Redonda, onde se tem uma atividade industrial importante, com a presença da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), onde a densidade demográfica é de 3.329 km^2.

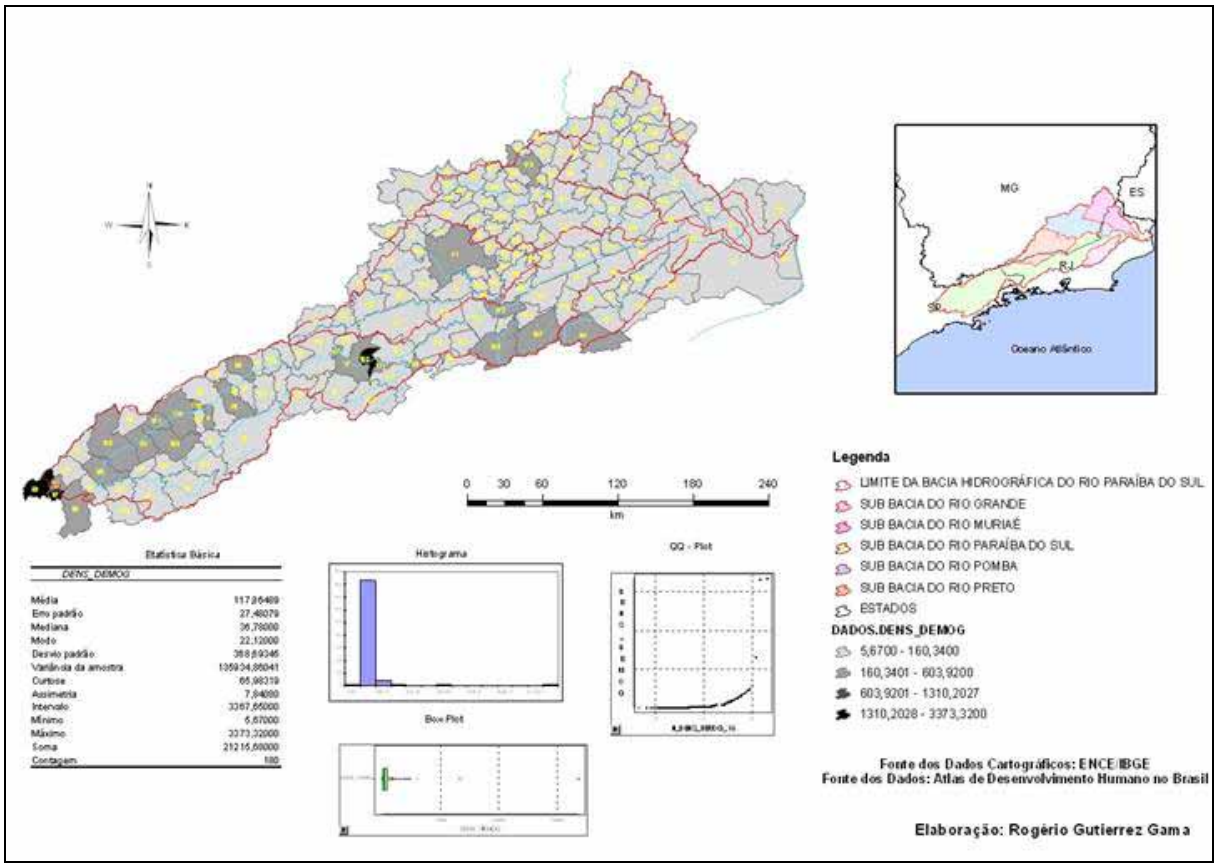


Figura 2- Mapa da Densidade Demográfica por Município.

Em uma primeira análise os três Estados da bacia têm centralidades socioeconômicas regionais a partir de alguns municípios. Em São Paulo o Município de São José dos Campos aparece em destaque em função da sua concentração agro-industrial e de população, com municípios vizinhos apresentando algumas semelhanças. Em Minas Gerais, o município que estabelece relações parecidas de centralidade regional é Juiz de Fora, entretanto os municípios vizinhos são mais desiguais, em termos de população e produção. Já no Estado do Rio de Janeiro aprecem duas centralidades regionais. A primeira acompanha o eixo paulista da Rodovia Dutra, onde o município de Volta Redonda desempenha um papel importante, principalmente, por sua produção industrial tendo municípios vizinhos que sofrem com está influencia, como Resende e Barra Mansa. A segunda centralidade regional do Estado é em torno do município de Campos, impulsionada pela indústria petroquímica.

3. METODOLOGIA

A seleção dos indicadores foi baseada nas quatro dimensões: sociais, ambientais, econômicos e institucionais, que compreendem a conceituação de Desenvolvimento Sustentável.

Estas dimensões são indicadas pela *Division for Sustainable Development* ligada às Nações Unidas, com o relatório *Indicator of Sustainable Development: Framework and Methodologies* e que foi adaptado pelo IBGE em 2002, através da criação dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil, que teve novas versões em 2004 e 2008.

A partir deste entendimento prévio, os indicadores foram selecionados, conforme ilustrado na **Tabela 2**, organizados de acordo com suas respectivas dimensões e subdimensões, em um banco de dados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e efetuada a espacialização e análise exploratórias dos indicadores.

Os dados utilizados nesse trabalho tiveram como fonte principal às pesquisas realizadas pelo IBGE, tais como o Censo Demográfico, o Produto Interno Bruto Municipal de 2000, disponibilizados no Banco Multidimensional de Estatística (BME) e o Perfil dos Municípios Brasileiros, também do IBGE.

Tabela 2 - Lista de Indicadores utilizados com suas dimensões e subdimensões.

Dimensão	Subdimensão	Indicador/Descrição
Social	*Características da População*	% de População Urbana - Total de População Urbana, sobre a População Total por município.
	Educação	Taxa de Escolaridade – pessoas com 11 anos ou mais de estudo sobre a População Total do Município
Ambiental	*Saneamento*	% de Domicílios Urbanos atendidos com Abastecimento de Água por Rede Geral
	Saneamento	% de Domicílios Urbanos atendidos com Recolhimento de esgoto por Rede Geral
Econômica	*Produção*	Produto Interno Bruto per capita (operação: Maior valor)
	Rendimento	Renda Domiciliar Média per capita para os domicílios urbanos
Institucional	*Gestão Pública*	Taxa de Existência de Conselhos Municipais por município – Os conselhos pesquisados são relacionados às quatro dimensões, Econômicas e Ambientais (Meio Ambiente, Educação, Saúde, Assistência Social, Direitos das Crianças e Adolescentes, Emprego e Trabalho, Turismo, Cultura, Habitação, Transporte, Desenvolvimento Econômico, Desenvolvimento Urbano e Orçamento). A taxa foi mensurada pelo total de conselhos existentes no município sobre o total de conselhos pesquisados.
	Gestão Pública	Taxa de Existência de Instrumentos de Planejamento Municipal (Plano Diretor, Lei de Uso Ocupação do solo e Zoneamento)

A partir da análise exploratória destes indicadores foram propostos índices sintéticos de Desenvolvimento Sustentável para cada dimensão e um índice sintético geral representativo de todas as dimensões. A seguir foi efetuada a análise dos índices através da correlação espacial *utilizando o Índice de Moran realizado no ambiente SIG do TerraView e depois exportado para ArcGIS ArcMap para composição do *layout* dos mapas.

O Índice de Moran é uma medida geral de associação espacial para um conjunto dos dados, que testa, entre áreas conectadas, qual o grau de autocorrelação para os indicadores estudados. Os valores do índice variam entre –1 a 1. O grau de autocorrelação é positivo para correlação direta, negativo quando inversa e nulo ou valores próximos de zero quando os indicadores se distribuem ao acaso entre as áreas vizinhas, sem relação espacial (CÂMARA *et al*., 2002; NEVES *et al*., 2000 p.03; LOPES, 2005).

Desta forma, para visualização dos indicadores com maior significância serão apresentados o Gráfico de Espalhamento de Moran e dois cartogramas. O primeiro cartograma representa os valores do *Box Map* e do Gráfico de barras com os valores do desvio (*Z*) e a média dos desvios vizinhos (*Wz*). O segundo cartograma apresenta o *Moran Map*.

A função do Gráfico de Espalhamento de Moran é de comparar os valores dos indicadores normalizados de cada município (***Z)*** com a média dos valores dos indicadores normalizados dos municípios vizinhos (***WZ)***. Desta forma ele é capaz de visualizar a dependência ou autocorrelação espacial e indicar as diferentes associações espaciais para cada indicador (ANSELIN, 2000; CÂMARA *et al*., 2002; NEVES *et al.*, 2000 p.03; LOPES, 2005). O *Box Map* é a visualização espacial do Gráfico de Espalhamento de Moran em um mapa coroplético onde o indicador de cada município é representado por uma cor de acordo com a sua localização no quadrante desse Gráfico. No *Moran map* destacam-se os municípios para aos quais os valores dos indicadores apresentam um

LISA (Indicadores Locais de Associação Espacial) considerado significante, ou seja, p > 0,05. No trabalho foram agrupados em três classes. A primeira dos objetos *sem significância* classificados como insignificantes; a segunda, dos objetos que têm significância com alta correlação espacial; e terceira classe onde os objetos também têm significância, mas tem baixa correlação espacial (NEVES *et. al.*, 2000 p.03; LOPES, 2005).

4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA POR DIMENSÃO DOS INDICADORES

Com o intuito de obter um quadro descritivo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, foram realizadas análises estatísticas exploratórias de cada indicador. Esta análise proporcionou uma maior compreensão de como se comporta cada indicador espacialmente e como ele contribuiu para a definição dos indicadores de cada dimensão e para o Índice Sintético de Desenvolvimento Sustentável.

4.1. Dimensão Social

Os indicadores construídos para a Dimensão Social têm como contribuição para o desenvolvimento sustentável a mensuração das características da população através da percentagem de população urbana (**Figura 3**). Os dados se apresentam simétricos, pois os valores da média e mediana são próximos, 70,70% e 72,02%, respectivamente. Os Gráficos Box Plot, QQ plot e o histograma mostram uma distribuição normal positiva. Assim observa-se que todas as sub-bacias da BHPS tem predominância de municípios com mais de 50% da população residindo em áreas urbanas. O município de Sumidouro (164), no Estado do Rio de Janeiro, é município atípico, pois possui, aproximadamente, 16% de sua população em áreas urbanas. Há mais 35 municípios que possuem menos de 50% da população em áreas urbanas.

Esse indicador também avalia onde estão os municípios com características predominantes de população urbana. Estes são os municípios onde há 'pressão' por infra-estruturas básicas para um desenvolvimento sustentável. O município que possui 100% de população urbana é Itaquaquecetuba em São Paulo. O município de Volta Redonda, no Estado do Rio de Janeiro, é outro município que apresenta essa mesma característica. Observando os municípios que estão na última classe, que compreende os municípios que tem mais de 90% de sua população urbana, tem-se 36 municípios. No Estado de São Paulo são os municípios da Região de São José dos Campos.

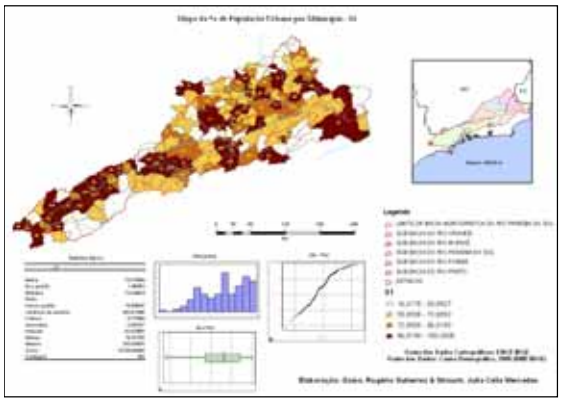


Figura 3 - Indicador da % de População Urbana.

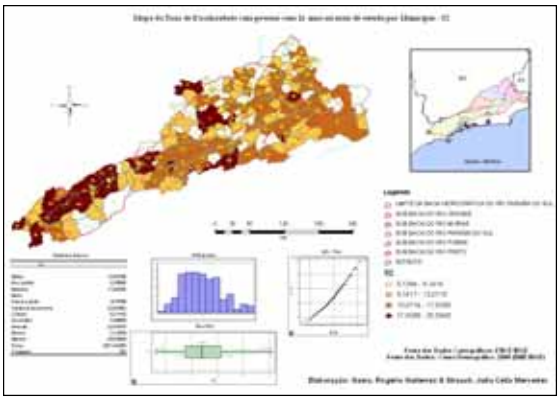


Figura 4 - Indicador da Taxa de Escolaridade com pessoas com 11 anos ou mais de estudo.

Observa-se na **Figura 4**, o segundo indicador escolhido para Dimensão Social, da Taxa de Escolaridade com pessoas com 11 anos ou mais de estudo. Verifica-se na Região de São José dos Campos que há uma correspondência com o primeiro indicador, indicando uma população com maior concentração de pessoas com 11 anos ou mais de estudo.

4.2. Dimensão Ambiental

Para a Dimensão Ambiental foram destacados dois indicadores ligados à infra-estrutura urbana: o acesso a água potável e o recolhimento de esgoto. Na **Figura 5** é apresentado o Mapa do

abastecimento de água, onde observa-se que a maioria dos municípios da Bacia tem índices altos de abastecimento de água.

Há municípios com um baixo percentual de domicílios atendidos com abastecimento de água por rede geral. A hipótese para este baixo atendimento seria de que estes municípios teriam uma maior concentração de população rural, pois a infra-estrutura de abastecimento de água na área rural, em maioria, não é atendida por rede geral. Mas comparando estas duas variáveis mostram-se totalmente contrários à hipótese. Pois estes municípios têm percentagens muito próximas de 50% ou maior de população urbana, mas com baixos atendimentos para abastecimento de água com rede geral.

O cenário do segundo indicador desta dimensão, apresentado na **Figura 6**, se diferencia do primeiro. Do ponto de vista do desenvolvimento ambiental sustentável, em uma situação ideal, todos os domicílios que são abastecidos com água tratada, também teriam um sistema de recolhimento de esgoto, ou seja, pela lógica do saneamento estas porcentagens teriam que ter a mesma proporção em relação ao atendimento de água e esgoto. As regiões onde, aparentemente, a hipótese acontece são em alguns municípios da Região paulista de São José dos Campos e em alguns municípios de Minas Gerais na região de Juiz de Fora.

Os municípios com menores percentagens de recolhimento de esgoto são os que possuem percentuais mais elevados de população urbana e alto percentual de atendimento de abastecimento de água por rede geral. Trata-se de uma contradição de gestão do saneamento para estes municípios e na contra-mão do desenvolvimento sustentável.

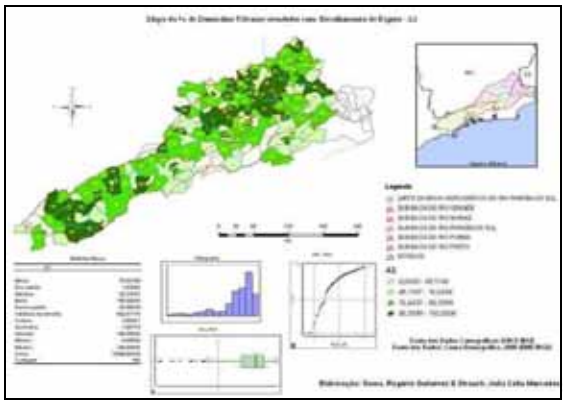


Figura 5 - Indicador da % de Domicílios Urbanos atendidos com Abastecimento de Água por rede geral.

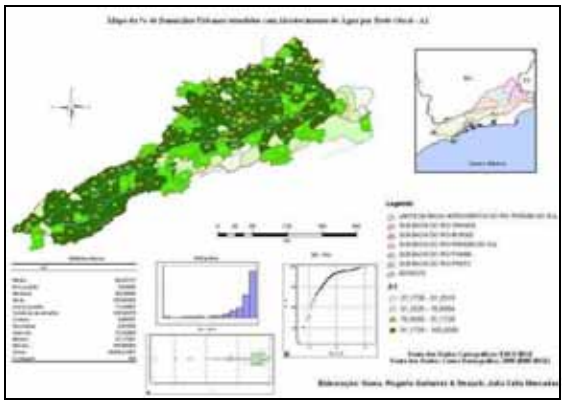


Figura 6 - Indicador da % de Domicílios Urbanos atendidos com Recolhimento de Esgoto por rede geral.

4.3. Dimensão Econômica

Os indicadores apresentados para a Dimensão Econômica referem-se à capacidade produtiva e a renda média *per capita* dos municípios são ilustrados nas Figuras 7 e 8.

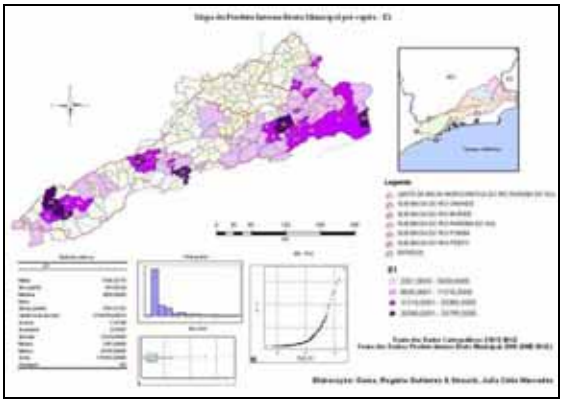


Figura 7 - Indicador do Produto Interno Bruto per capita.

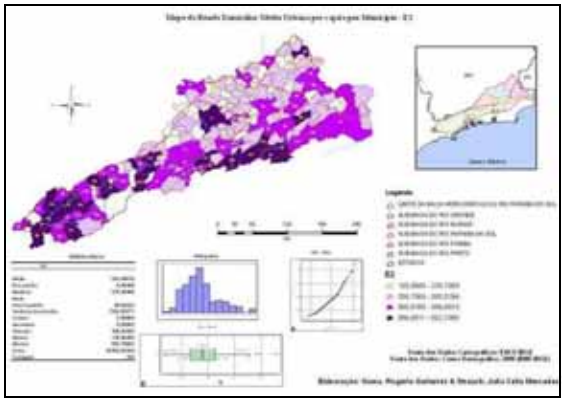


Figura 8 - Renda domiciliar per capita.

O primeiro indicador, ilustrado na **Figura 7**, mostra o valor do Produto Interno Bruto per capta, apresentando a desigualdade econômica entre os municípios da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, onde há poucos municípios com altos rendimentos per capto. Estes municípios se concentram, em São Paulo, na Região de São José dos Campos e no Rio de Janeiro na Região Fluminense. O Estado de Minas concentra a maioria dos municípios com baixo PIB per capto, destaque apenas para o Município de Juiz de Fora.

O segundo indicador, ilustrado na **Figura 8**, mostra que as mesmas regiões destacadas no primeiro indicador são as que concentram maior renda domiciliar per capita, principalmente, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Já no Estado de Minas Gerais, Juiz de Fora é o município que aparece isolado do restante dos municípios vizinhos.

4.4. Dimensão Institucional

A Dimensão Institucional tem como indicadores duas taxas de existências. A primeira, ilustrada na **Figura 9**, apresenta a taxa de existência de Conselhos Municipais e a segunda, ilustrada na **Figura 10**, apresenta a taxa de existência de Instrumentos de Planejamento Municipal.

O primeiro indicador tem uma importância na mensuração do Desenvolvimento Sustentável, pois demonstra como a Gestão Pública está tratando cada diretriz, como Meio Ambiente, Assistência Social ou Desenvolvimento Urbano, entre outros, com a sociedade. O indicador mostra que os municípios que tem maior articulação com maior número de conselhos estão no Estado do Rio de Janeiro. Os municípios que se destacam são: Resende, Petrópolis, Volta Redonda e Três Rios. No Estado de Minas Gerais são os municípios de Juiz de Fora, Além Paraíba e Cataguases que tem o maior número de conselhos. Em São Paulo os municípios que tem o maior número de conselhos são: São José dos Campos e Guarulhos.

O segundo indicador, que mostra a Taxa de Existência de Instrumentos de Planejamento Municipal, aponta os municípios em que têm na Gestão Pública instrumentos de aplicação no desenvolvimento local sustentável.

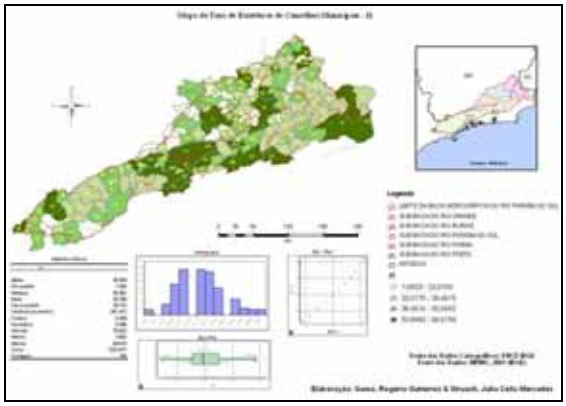


Figura 9 - Taxa de Existência de Conselhos Municipais.

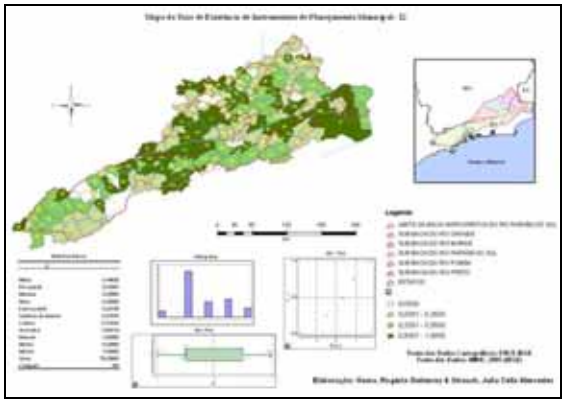


Figura 10 - Taxa de Existência de Instrumentos de Planejamento Municipal.

Os municípios com os principais instrumentos de planejamento municipal: lei de uso e ocupação do solo ou algum zoneamento e Plano Diretor, acompanhado da taxa de existência de conselhos municipais possuem mais de 30% dos Conselhos Municipais e que a relação institucional não apresenta uma configuração regional para nenhum dos indicadores no Estado de Minas Gerais e São Paulo, apenas no Rio de Janeiro na Região de Resende.

5. ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL DOS INDICADORES E DO ÍNDICE SINTÉTICO

Os índices de cada dimensão e o índice sintético de desenvolvimento sustentável foram construídos através da média dos dados normalizados para cada município. Para efeito de comparação foram realizados os mesmos procedimentos com os dados do IDHM – Índice de

Desenvolvimento Humano Municipal*, que é um indicador sintético que abrange dimensões educacionais, de renda e longividade. A Tabela 5 apresenta o resumo estatístico para todos os indicadores e índices utilizados nas análises do trabalho.

Tabela 5 - Resumo Estatístico dos Indicadores e Índices.

Estatística descritiva	Mín	Máx	Média	Variância	Desvio Padrão	Curtose	Teste de Normalidade (Shapiro-Wilk) P = 95%
INDSOCIAL	**0,05950**	**0,99270**	**0,53380**	**0,04270**	**0,20660**	**-0,71560**	**0,98863**
S1	0,00000	1,00000	0,64930	0,05490	0,23430	-0,77700	0,95231
S2	0,00000	1,00000	0,41840	0,04560	0,21360	-0,21100	0,97849
INDAMBIENTAL	**0,06580**	**1,00000**	**0,81040**	**0,02560**	**0,16010**	**4,39090**	**0,81174**
A1	0,00000	1,00000	0,86540	0,02380	0,15440	8,66310	0,71439
A2	0,00000	1,00000	0,75530	0,04000	0,20560	2,80420	0,82657
INDECONOMICO	**0,00120**	**0,83340**	**0,20820**	**0,02340**	**0,15310**	**1,12870**	**0,92775**
E1	0,00000	1,00000	0,12340	0,02980	0,17270	7,41110	0,67529
E2	0,00000	1,00000	0,36430	0,04050	0,20130	0,58950	0,94842
INDINSTITUCIONAL	**0,12500**	**1,00000**	**0,43460**	**0,04060**	**0,20160**	**-0,30170**	**0,93913**
I1	0,00000	1,00000	0,42890	0,04420	0,21020	0,20850	0,96128
I2	0,00000	1,00000	0,44030	0,07920	0,28140	-0,70330	0,84520
INDICADOR1	**0,33660**	**0,85310**	**0,55620**	**0,00940**	**0,09710**	**-0,13150**	**0,98013**

A primeira análise, resumida na Tabela 6, consistiu em calcular os Índices Globais de Moran e seus respectivos p-valores para cada dimensão, para o índice sintético de desenvolvimento sustentável e o IDHM. Todos os índices foram positivos, tendo assim uma correlação direta espacialmente. Há uma maior autocorrelação espacial para os índices nas dimensões Econômica e Ambiental.

Tabela 6 - Valores dos Índices Globais de Moran para índices sintéticos.

Indicadores	Índice Global	p-valor
INDSOCIAL	0,15556	0,002
INDECONOMICO	**0,332029**	**0,001**
INDAMBIENTAL	**0,451281**	**0,001**
INDINSTITUCIONAL	0,0790769	0,062
INDSINTETICO	0,063594	0,09
IDHM	**0,31878**	**0,001**

O Índice Sintético apresentou uma baixa correlação espacial, pois seu valor é muito próximo de zero. Este fato mostra que quando se propõe analisar todas as dimensões em um só índice, os municípios não apresentam uma correlação clara. Já o IDHM apresentou uma maior autocorrelação, bem próximo dos valores da dimensão econômica e ambiental. A partir deste quadro, a seguir, foram efetuadas as análises espaciais utilizando três ferramentas: *Gráfico de Espalhamento de Moran (Z x Wz), Mapa de barras (desvio x média dos desvios vizinhos) e Box Map para o Indicador Econômico e Moran Map indicando "clusters" de Municípios com LISA's significantes;* para os índices com maior correlação espacial.

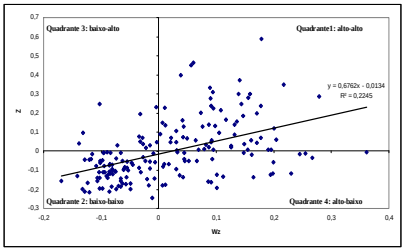
5.1. Dimensão Econômica

Nos dados apresentados no Gráfico de Espalhamento de Moran, na **Figura 11**, grande parte dos municípios na relação econômica tem correlações no Quadrante 1 (alto-alto) e no Quadrante 2 (baixo-baixo). No primeiro quadrante, mostra uma dispersão dos dados indicando uma variabilidade alta na correlação entre os desvios e a média dos desvios. No segundo quadrante, mostra uma situação diferente pois, a dispersão é menor entre os dados com uma menos variabilidade.

Ainda na **Figura 11**, o mapa de barras ilustra que os municípios com correlação espacial do segundo quadrante (baixa-baixa) estão concentrados no Estado de Minas Gerais com um padrão no gráfico de barras entre o desvio e a média destes.

* - Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano – PNUD. site: http://www.pnud.org.br/atlas/

Verifica-se ainda nesse mapa que os municípios no primeiro quadrante (alto-alto) encontram-se na região paulista de São José dos Campos, no Estado do Rio de Janeiro a Região de Volta Redonda e toda a Região Litorânea. Para comprovação das correlações espaciais o Moran Map apresenta os municípios com maior significância estatísticas, p > 0,05, indicando *clusters* ao redor do município de São José dos Campos, Volta Redonda e Nova Friburgo.



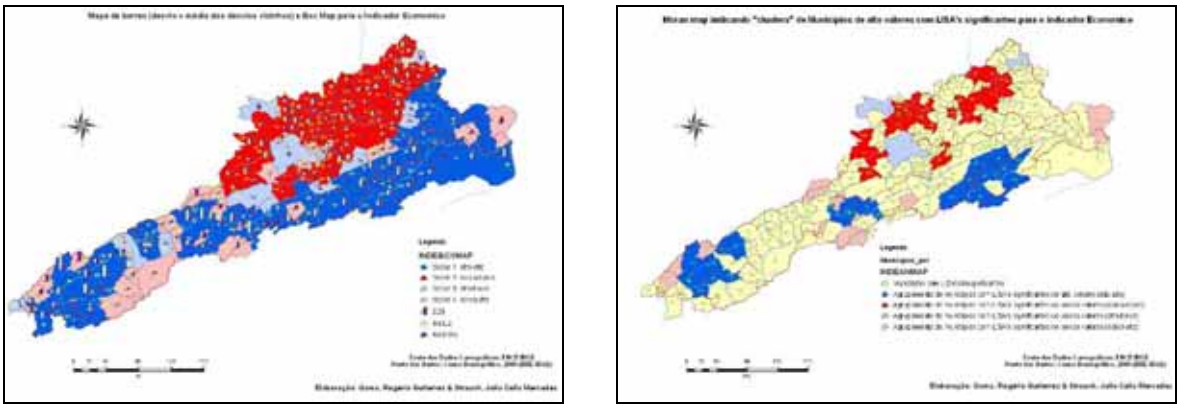
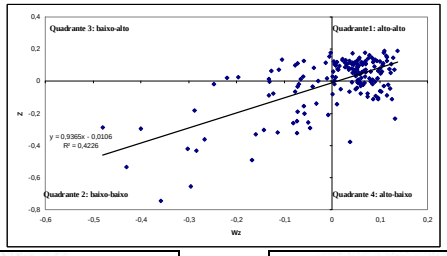


Figura 11 - Ferramentas Exploratórias de Dados Espaciais: Índice de Moran.

5.2. Dimensão Ambiental

O índice da Dimensão Ambiental teve a maior correlação espacial medida pelo valor do Índice Global de Moran. A dispersão dos dados no Gráfico de Espalhamento de Moran tem maior concentração no primeiro quadrante (alto-alto) com baixa variabilidade. Os valores mais dispersos estão no segundo quadrante (baixo-baixo), conforme apresentado na **Figura 12**.



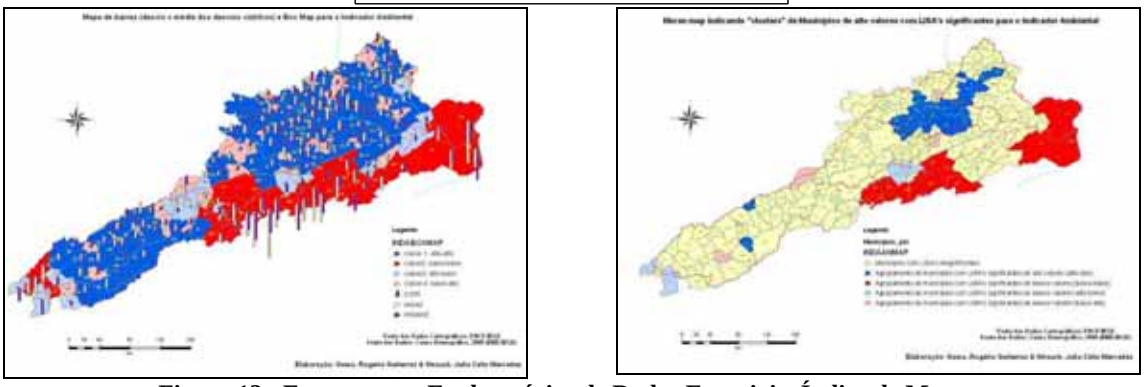


Figura 12 - Ferramentas Exploratórias de Dados Espaciais: Índice de Moran.

O Box Map para este índice mostra que os municípios que tem correlação espacial negativa estão concentrados no Estado do Rio de Janeiro. Isto significa que a relação entre o abastecimento de água e recolhimento do esgoto não tem problemas. O Moran Map ratifica esta interpretação, pois estas relações negativas formam dois *clusters*: um na Região de Nova Friburgo e outro na Região de Campos.

As relações positivas do índice ambiental estão concentradas nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, ou seja, a relação entre os indicadores ambientais, mas significância maior aprece no *cluster* formado na Região mineira de Cataguases.

5.3. IDHM

Para efeito de comparação é efetuada uma análise do IDHM para os municípios da Bacia do Paraíba do Sul. Há uma distribuição dos dados concentrada no lado direito do gráfico nos quadrantes 1 (alto-alto) e 2 (alto-baixo). O cluster de maior correlação espacial é na Região de São José dos Campos, com um resultado próximo ao índice econômico e pouca relação com índice ambiental. A única correlação aparece no Box Map onde está mesma região apresenta correlação positiva, mas para os dados com maior significância está região no índice ambiental aparece com insignificante.

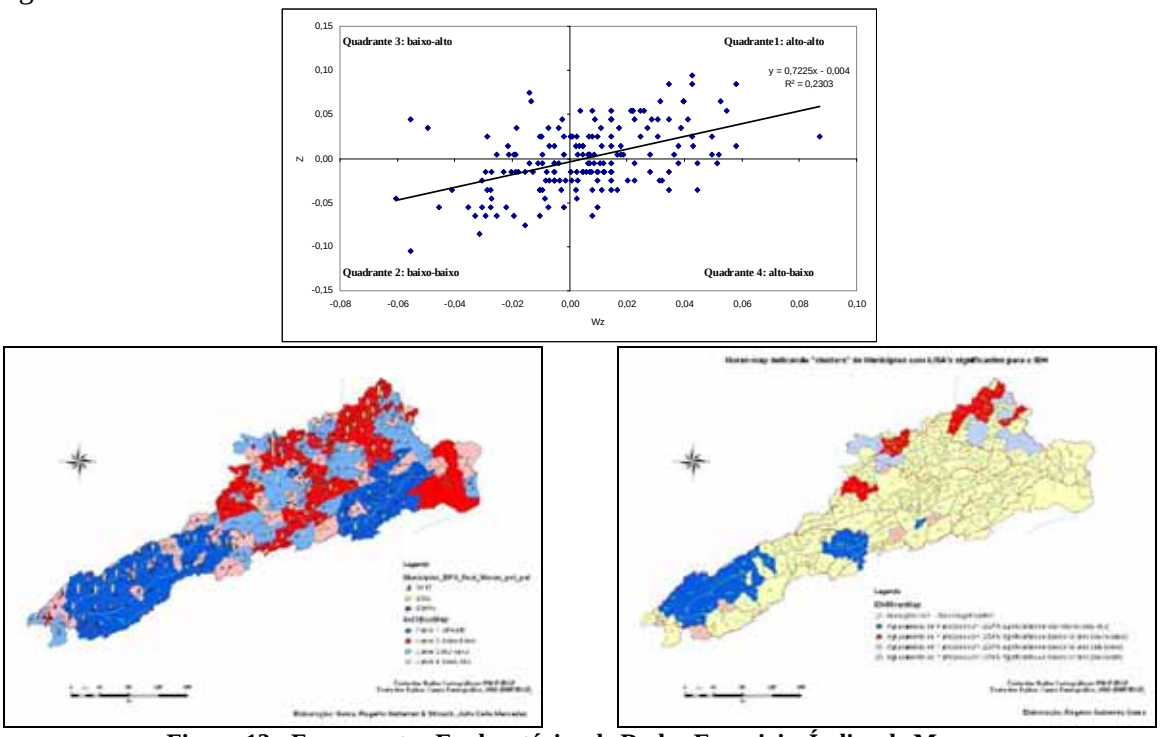


Figura 13 - Ferramentas Exploratórias de Dados Espaciais: Índice de Moran.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas de análise exploratória de dados espaciais propostas neste trabalho mostraram um resultado interessante para indicação de diretrizes de planejamento. Os índices que foram identificados com as menores significâncias, Institucional e Social, são os maiores problemas da Gestão Pública da maioria dos municípios.

Pelos indicadores institucionais mensurados, o índice mostrou que ações de gestão pública municipal não têm influência nos seus vizinhos, ou seja, o fato de um município ter Plano Diretor e/ou Conselhos Municipais não influencia regionalmente. Mas está deveria ser uma prática de gestão municipal, pois estes instrumentos são de fundamental importância para o desenvolvimento e a sustentabilidade dos municípios, que envolve o planejamento e a participação social. O Índice Social teve uma relação baixa tendo o indicador de escolaridade para pessoas com 11 anos ou mais de estudo, que indica a percentagem de pessoas que concluíram o ensino médio ou tiveram

continuidade pelo ensino técnico ou pela universidade, tem percentagem baixa em relação população total, mesmo tendo a maioria dos municípios com características de população urbana.

Para os Índices com boa correlação espacial, Econômico e Ambiental, foram apresentadas as ferramentas de análise (Mapa de barras e Moran Map) com resultados interessantes, onde são visualizadas as regiões desiguais economicamente e as regiões com os maiores problemas ambientais relacionados ao saneamento.

Ao compilar todas estas dimensões o Índice Sintético proposto apresentou uma correlação positiva, mas com baixa correlação espacial, indicando que as dimensões ao serem analisadas em conjunto não apresentam nenhuma correlação espacial. Em oposição o IDHM que apontou a Região de São José dos Campos com um cluster significante regionalmente.

Outro ponto a ser considerado neste trabalho são as contribuições da importância da Geografia no desenvolvimento desta temática. Este artigo teve na sua construção a preocupação interdisciplinar no desenvolvimento, aplicações e usos das Tecnologias de Informação Geográfica. Assim apresentou as funcionalidades para aplicação cartográfica de indicadores criados a partir de dados censitários e suas correlações no território. Contribui, também, ao apresentar uma metodologia de análise espacial por meio de dois aspectos importantes:

- ✓ Na aplicação de uma metodologia de análise de vizinhança através do Índice Moran;
- ✓ Na aplicação desta cartografia com objetivos de planejamento regional;

Desta forma, o trabalho dialogou com os princípios da cartografia temática, com a dinâmica territorial por meio de indicadores e técnicas de analise espacial estatísticas. Este campo do conhecimento, dentro da Geografia, deve ser retomado para que possa estabelecer uma melhor correlação com interdisplinaridade que envolve as Tecnologias de Informação Geográfica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSELIN, L.. Computing environments for spatial data analysis. Journal of Geographical Systems, 2: 201-220, 2000.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S.; CRUZ, O.G.; CORREA, V. (2002a). Análise Espacial de Áreas, In: Análise Espacial de Dados Geográficos, eds. Fuks, S.D.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.M.V. – Divisão de Processamento de Imagens – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos, Brasil – Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/ Acesso em 23 de novembro de 2007

CONSELHO DE AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO. Ecossistemas e bem-estar humano. In: Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Estrutura para uma avaliação. Ed. Senac, São Paulo, 2005.

COMMISSION ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT (CSD). Indicators of sustainable development: Framework and methodologies. Technical Report DESA/DSD/2001/3, United Nations - Department of Economic and Social Affairs, New York. 2001

FUNDAÇÃO COPPETEC. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico dos Recursos Hídricos, AGEIVAP, 2006

IBGE. Microdados do Censo Demográfico, 2000a. Disponível em: https://www.bme.ibge.gov.br/index.jsp Acesso em 03 de novembro de 2007.

IBGE. Microdados do Produto Interno Bruto, 2000b. Disponível em: https://www.bme.ibge.gov.br/index.jsp Acesso em 03 de novembro de 2007.

IBGE. Perfil dos Municípios Brasileiros, 2001. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/default.shtm Acesso em 03 de novembro de 2007.

IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. IBGE. 2002. Disponível em: www.ibge.gov.br Acessado em: 21 nov. 2007

IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. IBGE. 2004. Disponível em: www.ibge.gov.br Acessado em: 21 nov. 2007

JANNUZZI, P. M. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. Revista do Serviço Público, V.58, N2, Pp. 137-160, Abr/Jun, 2005.

LOPES, Simone Becker. Efeitos da Dependência Espacial em Modelos de Previsão de Demanda por Transporte. Dissertação de Mestrado, UFSCAR, 2005

NEVES, Marcos Corrêa & RAMOS, Frederico Roman & CAMARGO, Eduardo Celso Gerbi & CÂMARA, Gilberto & Monteiro, ANTÔNIO, Miguel - Análise Exploratória Espacial de Dados Sócio-Econômicos de São Paulo. In: Anais GisBrasil, 2000

REBOUÇAS, Aldo da Cunha, BRAGA, Benedito & TUNDISI, José Galizia (org.). Águas Doces no Brasil. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da USP/Academia Brasiliense de Ciências e Escrituras Editora, 2ª edição, 2002.

SANTOS, Monique Pinheiro & STRAUCH, Júlia Célia Mercedes & ALMEIDA, Cássio Freitas Pereira de. Comparação de Ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas para Análise Exploratória de Dados de Área, ENCE, 2007

SOARES, Salomão - Análise Espaço-Temporal dos Índices de Sustentabilidade na Microrregião de Coari – Estado do Amazonas. Dissertação de Mestrado ENCE, 2006