

Mapeamento de indicadores de sustentabilidade do litoral de São Paulo

Raquel Aparecida Barros Marcondes¹
Milton Kampel²

¹ Universidade Federal de São Paulo- UNIFESP/ICT
Caixa Postal 13416-000 – São José dos Campos - SP, Brasil
raquel@dsr.inpe.br

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
milton@dsr.inpe.br

Abstract. The coastal area of São Paulo presents a wealth of natural resources, diversity of species and habitat types, supporting also different economic activities. In the present study, we developed a sustainability analysis of all 36 municipalities along the coast of São Paulo State. We proposed the use of environmental indicators in a way they could simplify the representation of complex phenomena recognizing the forces acting on the ecosystem and providing communication of important information for management plans, in a geographic information system framework. The 47 thematic socio-environmental parameters used were obtained from public institutions such as IBGE, EMBRAPA, Forestry Institute, City Halls, IPEA, SEAP, SMA and SABESP. These thematic parameters were aggregated to obtain sectorial indicators in six dimensions - spatial, cultural, economic, ecological, social and political. The index of anthropogenic impact (IGIA) was calculated for each of the 36 coastal municipalities of the state of São Paulo, and used as metrics for comparison. The results are presented as graphs, tables and georeferenced maps. The database can be dynamically updated using the GIS tool, as new parameter values are obtained with time. Therefore, the results demonstrate the sectors considered at risk and those with regional development opportunities. Considering all municipalities analyzed, Caraguatatuba and Iporanga showed the highest and lowest overall anthropogenic impact, respectively.

Palavras-chave: geoprocessamento, sustentabilidade, impacto antropogênico, geographic information system, sustainability, anthropogenic impact.

1. Introdução

As zonas costeiras são áreas ricas em recursos naturais, diversidade de espécies e tipos de habitats. Entretanto, o mau uso do solo e dos recursos naturais, junto com a falta de políticas públicas eficazes, impede o desenvolvimento sustentável fundamental para a garantia da proteção dos ecossistemas, bem como da saúde e bem estar da sociedade, aliada ao crescimento econômico igualitário. Esses fatores resultam em problemas nas diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável: espacial, cultural, econômica, ecológica, social, política e de governança (Polette e Silva, 2003).

Portanto a utilização de indicadores ambientais pode simplificar a representação de fenômenos complexos, reconhecendo as forças atuantes sobre o ecossistema e proporcionando a comunicação de informações importantes para os planos de gestão (Pereira, 2009). Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto antropogênico em todos os trinta e seis municípios do litoral paulista com base nas relações de impacto associadas ao processo de ocupação da zona costeira em seis dimensões de eco desenvolvimento, utilizando ferramentas de geoprocessamento.

2. Área de Estudo

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram escolhidos trinta e seis município de acordo com o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC) de São Paulo. Segundo o PEGC, o litoral paulistano pode ser dividido em quatro setores para o processo de gestão os

quais mantêm divisas com o mar ou com importantes corpos hídricos costeiros divididos como a seguir na Figura 1 : (i)

Litoral Norte - dispendo de uma área com 1.977 km², abrange os municípios de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba; (ii) -

Baixada Santista - dispendo de uma área com 2.373 km², abrange os municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe; (iii) -

Complexo estuarino de Iguapé – Cananéia - dispendo de uma área de 3.418 km², contando com os municípios de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida.(iv).

Vale do Ribeira- dispendo de uma área 13.846 km², abrangendo os municípios :Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Eldorado, Iporanga, Itaóca, ItapirapuãPaulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Jujutiba, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo,Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras e Tapiraí.

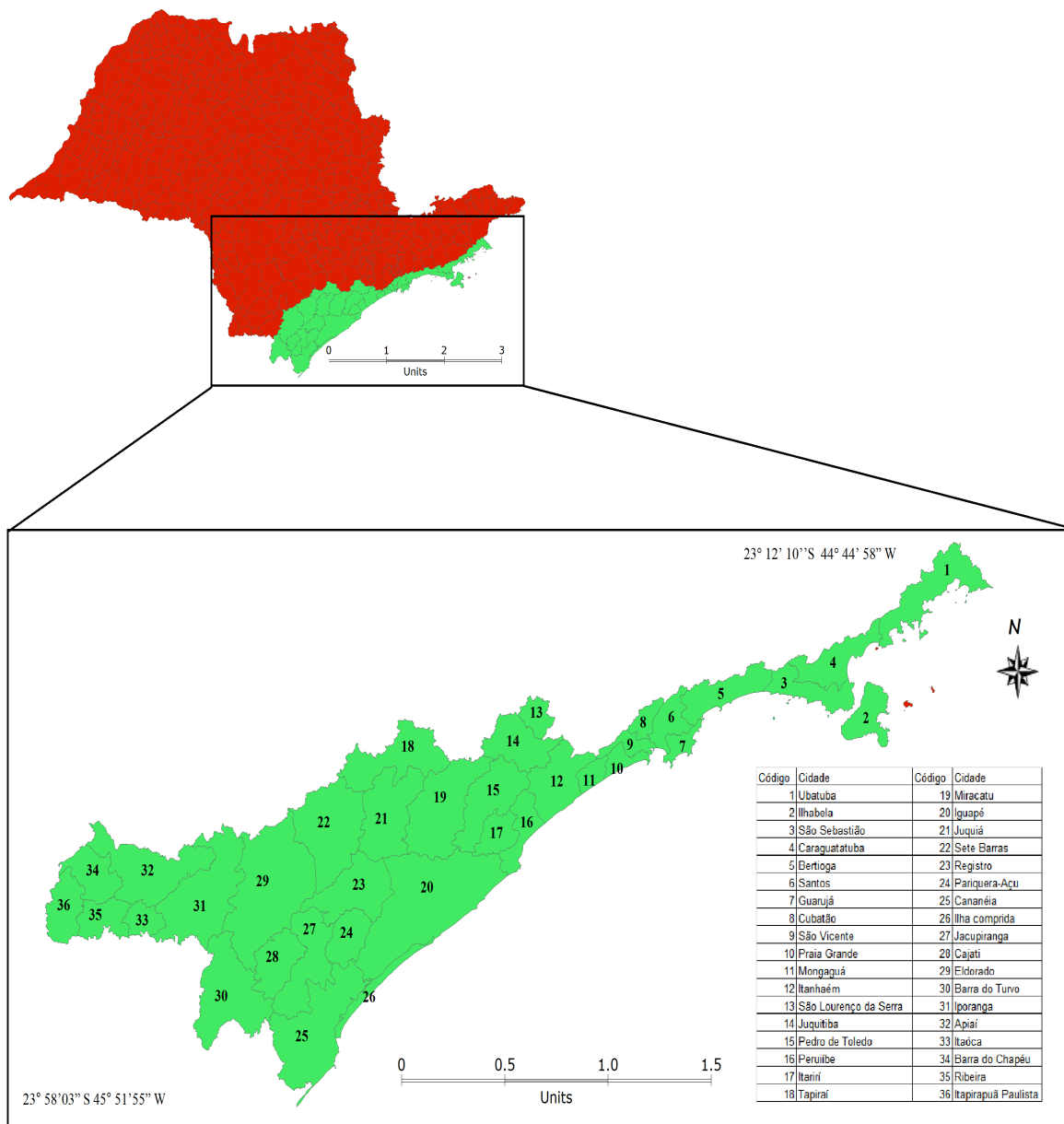


Figura 1 – Mapa dos 36 municípios costeiros do estado de São Paulo analisados neste trabalho.

3. Metodologia de Trabalho

Em linhas gerais, a metodologia adotadas neste trabalho foi adaptada de Souto et al. (2009), que analisou o litoral do RJ, depois atualizada por Pereira et al. (2009) para o litoral norte de São Paulo e por Marcondes et al. (2010) que inclui a Baixada Santista e Litoral Sul de SP.

Foram selecionados quarenta e sete (47) parâmetros (Tabela 1), para cada um dos trinta e seis (36) municípios somando no total 1.692 parâmetros considerados na análise.

Tabela 1 – Descrição dos dados secundários compilados a partir de diferentes fontes para cálculo dos indicadores ambientais de eco desenvolvimento sustentável.

Código	Descrição	Fonte	Código	Descrição	Fonte
1	Área territorial (ha)	IBGE (2011)	25	Número de nascidos vivos (pessoas)	IBGE(20011)
2	Área urbanizada	EMBRAPA (2005)	26	Número de domicílio particulares permanentes	SIBRA-IBGE
3	Área coberta por Mata Atlântica	Inventário florestal SP (2007)	27	Número de domicílios com banheiro ligado à	SIBRA-IBGE
4	Área coberta por lavoura permanente	SIDRA-IBGE (2006)	28	Índice de atendimento ao abastecimento de água	SABESP
5	Número de habitantes	IBGE (2007)	29	Número de domicílios com lixo coletado	SIBRA-IBGE
6	Número de bens históricos tombados e	Prefeituras (2008)	30	Número de ligações de água	SABESP(2011)
7	IDH-M Renda	IPEADATA(2011)	31	Índice de tratamento de esgoto coletado	SABESP(2011)
8	Numero de habitantes que pertence a PEA	SIDRA-IBGE(2010)	32	Número de ligações de esgoto	SABESP(2011)
9	Intensidade de pobreza- ¼ do salário	IPEADATA(2011)	33	IDH-M Educação	IPEADATA(2010)
10	Intensidade de pobreza- ½ salário mínimo	IPEADATA(2011)	34	Número de matriculas no ensino	IBGE(2011)
11	PIB per capita (R\$)	IBGE (2011)	35	Número de docentes	IBGE(2011)
12	Rendimento da indústria	IBGE (2011)	36	Número de habitantes com 10 anos ou mais de	IBGE(2011)
13	Número de aquiculturas	Prefeitura(2008)	37	Número de habitantes com 10 anos ou mais de	IBGE(2010)
14	Número de pescadores	SEAP(2010)	38	Número de moradores de domicílio inadequado	SIDRA-IBGE(2011)
15	Valor adicionado ao serviço	IBGE(2011)	39	Número de domicílios particulares permanentes	SIDRA-IBGE(2011)
16	Número de estabelecimentos	Prefeitura(2008)	40	Número de homicídios	DATASUS(2010)
17	Receita municipal (R\$)	IPEADATA(2011)	41	Despesa Capital Municipal (R\$)	IPEADATA(2010)
18	Área coberta por vegetação secundaria	Inventario florestal SP	42	Despesa Corrente Municipal (R\$)	IPEADATA(2010)
19	Área coberta por campo/pastagem (HA)	SMA(2011)	43	Despesas Municipais por Função de Educação e	IPEADATA(2010)
20	Área de solo exposto (HA)	SMA(2011)	44	Despesas Municipais por Função de Saúde e	IPEADATA(2010)
21	IDHM Longevidade	IPEADATA(2011)	45	Despesas Municipais por Função de Segurança	IPEADATA(2010)

22	Esperança de vida ao nascer (anos)	IPEADATA(2011)	46	Número de habitantes flutuantes	SABESP(2011)
23	Óbitos por doenças transmissíveis	IBGE(2011)	47	Total de impostos municipais (R\$)	IBGE(2011)
24	Óbitos de habitantes com menos de 1 ano de idade	IBGE (2011)			

A seguir, foram calculados quarenta e um (41) indicadores temáticos indicados na Tabela 2 nas seguintes dimensões: espacial, ecológica, social, política, econômica e cultural.

Tabela 2- Indicadores agregados e indicadores simples

<i>Dimensão</i>	<i>Indicador agregado</i>	<i>Indicador simples</i>
A-Espacial	A1- Urbanização	A1a- Coeficiente de Urbanização
	A2- Áreas Preservadas	A2a- Coeficiente de Cobertura por Mata Atlântica
	A3-Uso do Solo	A3a- Coeficiente de Cobertura por Lavoura Permanente
B-Cultural	B1- Bens Histórico-	B1a- Coeficiente de Bens Histórico-Culturais
C-	C1- Emprego e Renda	C1a- Coeficiente de IDH-M Renda
		C1b- Coeficiente da População na PEA
		C1c- Coeficiente de Intensidade de Pobreza- ¼ Salário
		C1d- Coeficiente de Intensidade de pobreza- ½ Salário
	C2- Produto Interno Bruto	C2a- Coeficiente do PIB
		C2b- Coeficiente de Participação da Indústria na Economia
	C3- Pesca	C3a- Coeficiente de Aqüicultores
		C3b- Coeficiente de Pescadores
	C4- Empresas	C4a- Coeficiente de Valor Adicionado ao Serviço
		C4b- Coeficiente de Estabelecimentos hoteleiros
D-	D1- Modificação da	D1a- Coeficiente de Vegetação Secundária
		D1b- Coeficiente de Cobertura por Campo/Pastagem
		D1c- Coeficiente de Solo Exposto
E-Social	E1- Saúde	E1a- Coeficiente de IDH-M Longevidade
		E1b- Coeficiente de Esperança de Vida ao Nascer
		E1c- Coeficiente de Mortalidade por Doenças Transmissíveis
		E1d- Coeficiente de Mortalidade Infantil
	E2- Saneamento	E2a- Coeficiente de Eficiência do Esgotamento Sanitário
		E2b- Coeficiente de Cobertura de Abastecimento de Água
		E2c- Coeficiente de Eficiência da Coleta Domiciliar de Lixo
		E2d- Coeficiente de Cobertura das Estações de Tratamento de Água
		E2e- Coeficiente de Eficiência de Tratamento de Esgoto
		E2f- Coeficiente de Atendimento da Rede de Esgoto
	E3- Educação	E3a- Coeficiente de IDH-M Educação
		E3b- Coeficiente de Inserção na Escola
		E3c- Coeficiente de Suficiência de Docentes
E3d- Coeficiente de Analfabetismo		
E4- Habitação	E4a- Coeficiente de Densidade Demográfica	
	E4b- Coeficiente de População em Aglomerados Sub-normais	
	E4c- Coeficiente de Aglomeração Sub-normal	
	E4d- Coeficiente de Densidade Demográfica Flutuante	
E5- Segurança	E5a- Coeficiente de Homicídios	
F-Política	F1- Administração	F1a- Coeficiente de Despesa Capital Municipal Total

	F1b- Coeficiente de despesa Corrente Municipal
	F1c- Coeficiente de Despesa Municipal por Função de Educação e
	F1d- Coeficiente de Despesa Municipal por Função de Saúde e
	F1e- Coeficiente de Despesa Municipal por Função de Segurança Nacional e Defesa Pública

Os índices agregados e os índices de cada dimensão foram calculados por média aritmética simples dos índices que os compunham. O Índice Geral de Impacto Antropogênico (IGIA) foi calculado por média ponderada dos índices das dimensões: social, econômica e ecológica, com peso 2; espacial e política, com peso 1,5; e cultural, com peso 1, respectivamente.

A partir dos IGIA calculados, iniciaram-se as classificações em relação ao grau de impacto, baixo, médio ou alto, para cada município, de acordo com a condição de classificação. Esta se faz com os valores dos IGIA, relacionando os três intervalos (baixo, médio, alto) referentes aos valores resultantes da média dos IGIA subtraída (L1) e somada (L2) do valor do desvio padrão.

Os 47 parâmetros utilizados nos cálculos dos coeficientes foram obtidos através das seguintes fontes:

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE),
 Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA),
 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA),
 Companhia do Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP),
 Departamento de Informática do Sistema único de Saúde (DATASUS),

Também foram adquiridos dados diretamente nas Prefeituras municipais, no Instituto Florestal (SÃO PAULO, 2007), no Ministério da Pesca e Aquicultura e na Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

De modo a facilitar a visualização das diferentes dimensões, foi estruturado um banco de dados em sqlite3. Posteriormente, foram gerado gráficos e mapas em ambiente computacional TerraView, mostrando a classificação geral para cada uma das seis dimensões propostas e o IGIA – Índice Geral de Impacto Antropogênico.

3. Resultados e Discussão

Dos municípios analisados, Caraguatatuba e Iporanga apresentaram o maior (0,44) e menor (0,23) índice geral de impacto antropogênico, respectivamente. Iporanga também apresentou valores baixos, ou seja, menores impactos nos índices social, cultural e espacial. Apresentou médio impacto nos índices econômico, político e ecológico. Por outro lado, Caraguatatuba apresentou resultados contrastantes, com índices de baixo impacto nas dimensões espacial, econômica e política e alto impacto nas dimensões social, ecológica e cultural.

Comparando os índices de impacto nas dimensões entre os trinta e seis municípios verificou-se que na dimensão espacial, Bertoga apresentou o maior índice de impacto antropogênico (0,64) enquanto que Ilhabela obteve o valor mínimo (0,00).

Na dimensão cultural, o município que obteve o maior índice de impacto antropogênico foi Caraguatatuba (1,00) e o município com menor índice foi Iporanga (0,00).

Na dimensão econômica o município com maior índice foi Cananéia (0,45) e os municípios com menores índices foram Santos e Caraguatatuba (0,19).

Na dimensão ecológica o município com maior índice foi Caraguatatuba (0,59) e o município com menor índice foi Guarujá (0,00).

Na dimensão social os municípios com maiores índices foram Caraguatatuba e São Sebastião (0,48) e o município com menor índice foi Cananéia (0,20).

Para a dimensão política os municípios com maiores índice foram Cananéia e Iguapé (1,00) e o município com menor índice foi Itanhaém (0,48).

A Figura 2 apresenta graficamente a comparação do IGIA entre os municípios do litoral do estado de São Paulo e a Figura 3 a visualização em mapa em ambiente TerraView.

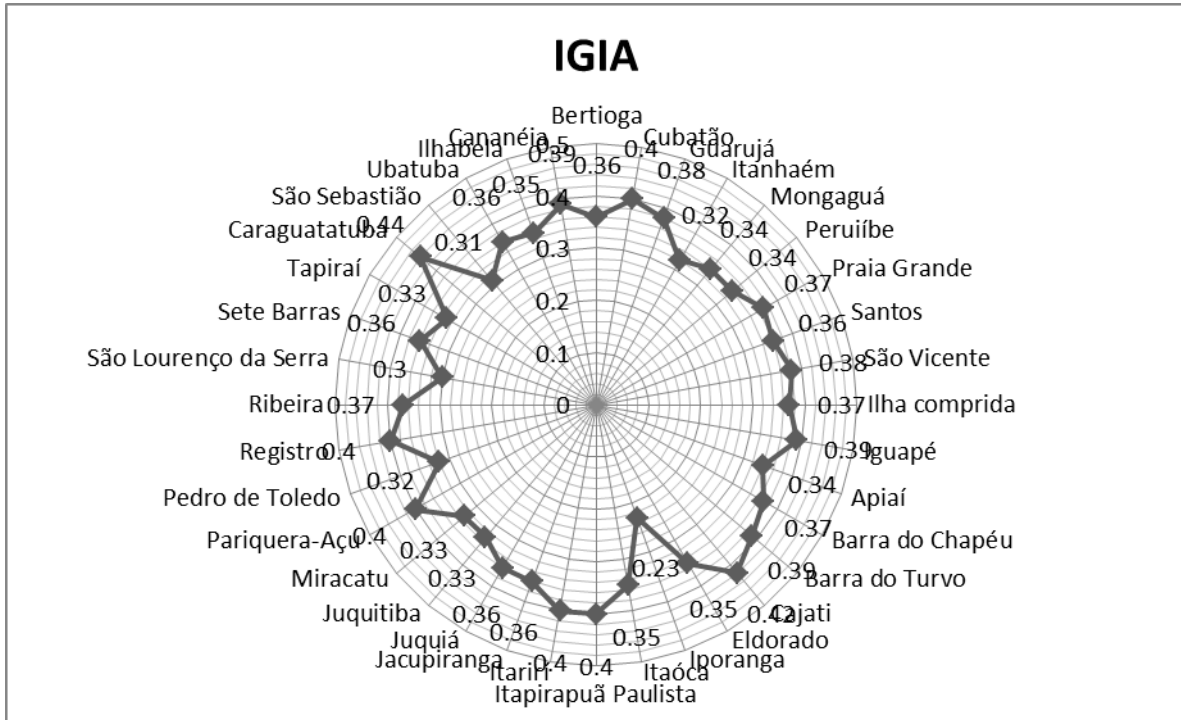


Figura 2 – Gráfico radar apresentando os valores calculados para o Índice Geral de Impacto Antropogênico (IGIA) para todos os 36 municípios costeiros do estado de SP.

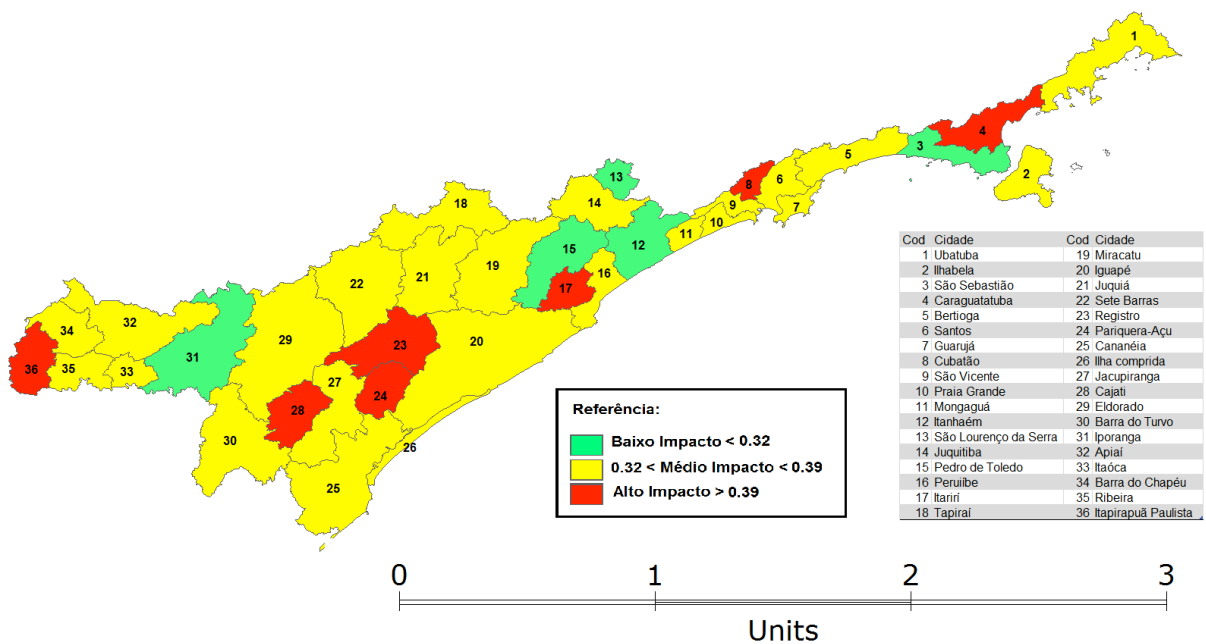


Figura 3 – Visualização do mapa em TerraView para o Índice Geral de Impacto Antropogênico (IGIA) para todos os 36 municípios costeiros do estado de SP.

A Tabela 3 demonstra os resultados dos índices dimensionais dos 36 municípios, portanto se o resultado estiver abaixo do limite inferior é classificado como grau de baixo impacto, entre o limite inferior e superior grau de médio impacto e acima do limite superior grau de alto impacto.

Para a dimensão espacial o limite inferior calculado foi (0,10) e superior (0,40);

Na dimensão cultural o limite inferior calculado foi (0,47) e superior (0,97);

Na dimensão econômica o limite inferior calculado foi (0,20) e superior (0,32);

Na dimensão ecológica o limite inferior calculado foi (0,00) e superior (0,27);

Na dimensão social o limite inferior calculado foi (0,26) e superior (0,40);

Na dimensão política o limite inferior calculado foi (0,53) e superior (0,80);

Na dimensão IGIA o limite inferior calculado foi (0,32) e superior (0,39);

Tabela 3 - Resultados dos índices dimensionais dos 36 municípios

<i>Município</i>	<i>Espacial</i>	<i>Cultural</i>	<i>Econômico</i>	<i>Ecológico</i>	<i>Social</i>	<i>Político</i>	<i>IGIA</i>
Bertioga	0.64	0.77	0.24	0.01	0.29	0.55	0.36
Cubatão	0.31	0.82	0.37	0.04	0.38	0.76	0.40
Guarujá	0.32	0.93	0.22	0.00	0.44	0.70	0.38
Itanhaém	0.30	0.76	0.24	0.01	0.40	0.44	0.32
Mongaguá	0.31	0.87	0.23	0.01	0.29	0.67	0.34
Peruíbe	0.31	0.80	0.24	0.01	0.31	0.67	0.34
Praia Grande	0.31	0.89	0.23	0.01	0.39	0.71	0.37
Santos	0.31	0.87	0.19	0.02	0.36	0.76	0.36
São Vicente	0.31	0.93	0.22	0.02	0.42	0.71	0.38
Ilha comprida	0.34	0.21	0.41	0.05	0.27	0.99	0.37
Iguapé	0.35	0.17	0.40	0.23	0.22	1.00	0.39
Apiáí	0.18	0.86	0.26	0.15	0.31	0.60	0.34
Barra do Chapéu	0.34	0.50	0.30	0.27	0.34	0.61	0.37
Barra do Turvo	0.13	0.89	0.30	0.25	0.40	0.61	0.39
Cajati	0.49	0.97	0.25	0.28	0.28	0.61	0.42
Eldorado	0.37	0.69	0.26	0.13	0.26	0.64	0.35
Iporanga	0.03	0.00	0.30	0.08	0.26	0.64	0.23
Itaóca	0.24	0.35	0.30	0.27	0.03	0.72	0.35
Itapirapuã Paulista	0.31	0.60	0.27	0.40	0.37	0.57	0.40
Itarirí	0.45	0.85	0.26	0.11	0.39	0.62	0.4
Jacupiranga	0.24	0.81	0.29	0.13	0.32	0.65	0.36
Juquiá	0.19	0.89	0.36	0.16	0.23	0.64	0.36
Juquitiba	0.09	0.91	0.23	0.03	0.32	0.76	0.33
Miracatu	0.17	0.79	0.28	0.08	0.32	0.60	0.33
Pariquera-Açu	0.38	0.97	0.22	0.20	0.27	0.73	0.40
Pedro de Toledo	0.13	0.87	0.23	0.06	0.30	0.66	0.32
Registro	0.46	0.88	0.21	0.19	0.31	0.66	0.40
Ribeira	0.26	0.37	0.30	0.32	0.32	0.69	0.37
São Lourenço	0.12	0.79	0.20	0.01	0.34	0.62	0.30

da Serra							
Sete Barras	0.42	0.73	0.30	0.07	0.30	0.61	0.36
Tapiraí	0.03	0.62	0.23	0.04	0.31	0.97	0.33
Caraguatatuba	0.06	1.00	0.19	0.59	0.48	0.53	0.44
São Sebastião	0.02	0.05	0.21	0.23	0.48	0.52	0.31
Ubatuba	0.03	0.85	0.21	0.34	0.45	0.48	0.36
Ilhabela	0.00	0.92	0.21	0.26	0.43	0.49	0.35
Cananéia	0.33	0.40	0.45	0.11	0.20	1.00	0.39

4. Conclusões

O conceito de desenvolvimento sustentável foi criado em 1987 no Relatório Brundtland que dizia : “o desenvolvimento que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidades das futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas” (ANA, 2008). Para o eco-sócio-economista Ignacy Sachs (2002), o desenvolvimento sustentável se baseia em várias dimensões de sustentabilidade, como a dimensão social, ecológica, econômica, espacial, cultural e política. O desenvolvimento sustentável deve promover o crescimento e desenvolvimento em todas as dimensões.

Assim sendo, a sistematização dos indicadores ambientais é uma ferramenta que facilita a visualização dos dados e assim contribuir na precisão do IGIA – Índice geral de impacto antropogênico, como aqui proposto e aplicado. Considera-se que o desenvolvimento e os resultados do presente trabalho contribuem para políticas públicas em prol do desenvolvimento sustentável dos municípios analisados.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições que forneceram os dados e as informações úteis à realização deste trabalho: IBGE, IPEA, SABESP, DATASUS, SEAP, SMA. Marcondes, R.A.B. é bolsista PIBIC/INPE.

Referências Bibliográficas

PEREIRA, F.R.; KAMPEL, M.; SOUTO, R.D.; POLETTE, M. **Avaliação do impacto antropogênico no litoral norte de São Paulo utilizando técnicas de geoprocessamento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 4223-4230. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.13.19.56/doc/4223-4230.pdf>. Acesso em fevereiro 2010.

MARCONDES, A.B.R.; KAMPEL, M. **Análise de indicadores Ambientais da baixada santista e litoral Sul**, 2011. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011.

Agência Nacional de Águas (ANA). **Rio +10: Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável.**

Disponível em:

<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Rio10/Riomaisdez/index.php.40.html>. Acesso em fevereiro de 2010.

POLETTE, M. **Turismo e Indicadores Ambientais: uma Chance para Alcançar a Sustentabilidade.** In: IV SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIECONÔMICOS DO PANTANAL. Corumbá/MS. 2004.

SOUTO, R.D. **Avaliação do Impacto Antropogênico na Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2005. MONOGRAFIA (graduação em Oceanografia). Universidade Estadual do Rio de Janeiro. 2005.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Organização: Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2002

MMA. PNGC. **O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/sqa/projeto/gerco/capa/index.html>> acesso em 15/05/12

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**- Cidades <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>> acesso em 20/ 04/2012

SOS MATA ATLÂNTICA- **Mata Atlântica**- disponível em <<http://www.sosmataatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata> > acesso em 05/05/2012

SMA, Secretaria do Meio Ambiente. **Subsídios para Elaboração do Plano de Ação e Gestão para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral Norte**. São Paulo, outubro 2005.

SEADE, **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados**. Perfil municipal- Disponível em <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>> acesso em 22/04/2012

DATASUS, Banco de dados do Sistema Integrado de Saúde. Disponível em <<http://bdaih.datasus.gov.br/scripts/menu.asp> > acesso em: 4.mar.2012

SIDRA, Sistema IBGE de Recuperação Automática disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br> > acesso em: 4.mar.2012