



## **ANÁLISE DA DESIGUALDADE AMBIENTAL EM RIO DAS OSTRAS-RJ, BRASIL, POR MEIO DA TÉCNICA AHP (ANALITIC HIERARCHY PROCESS)**

## **THE ENVIRONMENTAL INEQUALITY ANALYSIS IN RIO DAS OSTRAS-RJ, BRAZIL, USING AHP (ANALITIC HIERARCHY PROCESS) TECHNIQUE**

**Juliana Higa Bellini**

*Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Viçosa, MG, Brasil  
e-mail: [julianahbellini@gmail.com](mailto:julianahbellini@gmail.com)*

**Ítalo Itamar Caixeiro Stephan**

*Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Viçosa, MG, Brasil  
e-mail: [stephan@ufv.br](mailto:stephan@ufv.br)*

**José Marinaldo Gleriani**

*Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Viçosa, MG, Brasil  
e-mail: [gloriani@gmail.com](mailto:gloriani@gmail.com)*

Recebido em: 07/08/2015

Aceito em: 26/06/2016

### **Resumo**

Este artigo analisou a desigualdade ambiental em Rio das Ostras-RJ por meio do mapeamento das condições adequadas de habitação, baseada nos índices de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de alfabetização, de renda, de disposição do lixo e de presença de vegetação, oriundos do Censo IBGE de 2010 e das imagens dos satélites Cbers-2b e dos Landsat-5, de 2008. Os índices foram ponderados pelo método Analitic Hierarchy Process e agregados no software Arcgis 10.0, onde se obteve o índice de desigualdade ambiental. O município de Rio das Ostras foi selecionado por apresentar um elevado crescimento populacional entre 2000 e 2010, seguido de um significativo crescimento econômico derivado da exploração de petróleo e gás na Bacia de Campos. Nesse sentido, tornou-se importante verificar se o crescimento populacional e econômico vinha acompanhando de condições de habitação adequadas para toda a população. O resultado expôs a presença de

desigualdade ambiental em Rio das Ostras, afetando principalmente a população de menor renda, com maiores porcentagens de analfabetos e localizados no limite da área urbanizada e na área rural, cujas áreas apresentaram deficiência na oferta de serviços e infraestrutura. Concluiu-se que a distribuição condições adequadas de habitação avaliada por este trabalho não é homogênea e segue a lógica de valorização da terra urbana para o processo de especulação imobiliária em Rio das Ostras. A presença da desigualdade ambiental também representa dificuldades na garantia da sustentabilidade urbana, com diversas áreas desprovidas de condições de habitação em que, por isso, acabam por impactar o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Condições adequadas de habitação; Índice de desigualdade ambiental; Mapeamento da desigualdade ambiental; Rio das Ostras; Sustentabilidade urbana.

### Abstract

This article analyzed the environmental inequality in Rio das Ostras-RJ in terms of distribution of adequate housing conditions, based on water supply, sanitary sewage, waste disposal, and normalized density vegetation indexes, available on IBGE Census of 2010 and on images from sensor TM/Landsat-5 and HRC/Cbers-2B, of 2008. The indexes were ponderated by using the method Analitic Hierarchy Process and aggregated on the Arcgis 10.0 software, thus constructing the environmental inequality index. The Rio das Ostras municipality was selected because it presented a high rate of population growth between 2000 and 2010, followed by a significantly economic growth resulted by oil and gas exploration in Bacia de Campos. In this sense, we consider important to verify if the population and economic growth were followed by adequate distribution of housing conditions for all population. The result showed the presence of environmental inequality in Rio das Ostras, affecting mainly low income people, with high rates of illiteracy and located on the edge of urban area and rural area, which presented deficiency in providing services and infrastructure. We conclude that the distribution of adequate housing conditions analyzed in this study isn't homogeneous and follows the logic of value of urban area for the property speculation in Rio das Ostras. The presence of environmental inequality also represents difficulties on urban sustainability; with many areas don't have adequate housing conditions, therefore impacting the environment.

**Keywords:** Adequate housing conditions; Environmental inequality index; Mapping environmental inequality; Rio das Ostras; Urban sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Rio das Ostras, localizado no estado do Rio de Janeiro, aparece desde a década de 1990, como um dos municípios com maior crescimento populacional e econômico do Brasil (IBGE, 2010).

A exploração de petróleo e gás na Bacia de Campos - RJ é uma das principais motivações para o crescimento populacional e econômico em Rio das Ostras, devido à indústria petrolífera atrair trabalhadores em busca de emprego e renda e pagar *royalties* e participações especiais, que aumentam as receitas municipais e proporcionam o crescimento econômico.

Os *royalties* são valores financeiros pagos pelas empresas exploradoras de petróleo e gás à União, que os repassa aos municípios que exercem atividade petrolífera. Já as Participações Especiais são pagamentos diferenciados, realizados de acordo com a produtividade e a rentabilidade de cada campo de petróleo.

A Bacia de Campos representa a maior reserva petrolífera brasileira, com o maior número de campos produtores de petróleo, em especial, do campo de Roncador, com a maior produção de petróleo do Brasil em 2015 (ANP, 2015). Com o início da exploração de petróleo e gás, o estado do Rio de Janeiro passou a ser o maior produtor petrolífero do país, cujos municípios produtores, dentre eles Rio das Ostras, são os maiores beneficiários de *royalties* e compensações financeiras do país.

Nesse cenário de crescimento populacional e econômico, intensificou-se a urbanização nos municípios produtores de petróleo e gás, com destaque para Rio das Ostras que, entre 1991 e 2000, apresentou uma taxa de urbanização de 94,9%, superior à taxa da região Baixada Litorânea (85,5%), a qual pertence Rio das Ostras, da região sudeste (90,5%) e do Brasil (81,25%) (CIDE, 2000 apud GOMES, 2010; IBGE, 2000).

A urbanização em Rio das Ostras caracteriza-se pelo aumento da ocupação predominantemente na área urbanizada e na área de expansão urbana, como mostra a Figura 1.

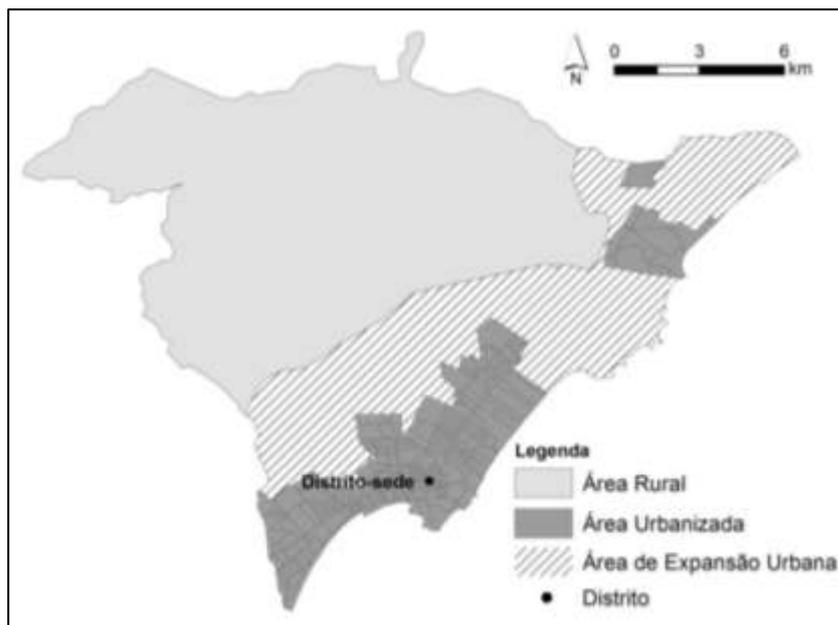


Figura 1 - Macrozoneamento do município de Rio das Ostras.  
Fonte: Rio das Ostras (2006), elaborado pela autora (2014).

Parte da área urbanizada apresentada na Figura 1 surgiu sem o provimento de serviços públicos e infraestrutura, o que provocou um descompasso entre a produção de condições adequadas de habitação e a velocidade da urbanização.

Por condições adequadas de habitação entende-se a moradia servida das redes de saneamento de água, de coleta de esgoto e de lixo (IBGE, 2013), ou como dispõe o Plano Diretor de Rio das Ostras (RIO DAS OSTRAS, 2006, p. 8) “[...] a moradia servida de abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, iluminação pública, coleta de lixo, vias pavimentadas, transporte coletivo de passageiros e equipamentos comunitário.”.

A expansão urbana sem serviços e infraestrutura produz espaços desiguais, de modo que as áreas com provimentos são valorizadas e apropriadas pelo mercado para fins de especulação imobiliária (VILLAÇA, 1998). No processo de especulação imobiliária, áreas com serviços e infraestrutura podem permanecer desocupadas por longos períodos, aguardando sua valorização. Enquanto isso, a parte da população que não pode pagar pela valorização dessas áreas, ocupa locais com condições

inadequadas de habitação, o que pode provocar impactos ambientais em áreas ambientalmente sensíveis, vulneráveis e de risco. Essa parte da população é, ainda, responsabilizada pelas condições precárias em que vive (RODRIGUES, 2013).

Desse modo, a demanda por habitação nos municípios produtores de petróleo e gás tem provocado a especulação imobiliária, a fragmentação do tecido urbano e a produção de diferentes condições de habitação, com parte da população a promover a auto provisão de moradias em locais com acesso limitado aos serviços públicos e de infraestrutura urbana (CARVALHO et al, 2011).

A distribuição desigual de serviços e infraestrutura pode ser lida sob o termo de desigualdade ambiental, que entende que determinados grupos sociais estão mais sujeitos às características ambientais ou de habitação desfavoráveis, como áreas com menor cobertura vegetal, difícil acesso à água potável, precário serviço de saneamento básico, poucas escolas e creches ou de qualidade ruim, postos de saúde insuficientes e/ou com prestação de serviço ruim à população. Tal distribuição de características ambientais e de habitação é determinada pelas características étnicas, raciais ou de classe dos grupos sociais. A desigualdade ambiental também ocorre quando grupos sociais são expostos em graus diferentes aos riscos ambientais, (como deslizamentos e enchentes), de modo que comumente são os grupos mais vulneráveis econômica e socialmente que sofrem com as piores condições da desigualdade (MORATO, 2008; ACSELRAD et al, 2009).

Não há, portanto, um ambiente único ou um território único, cujas condições de habitação e de características ambientais atinjam a todos igualmente, uma vez que estes elementos estão distribuídos desigualmente entre a população (COLETIVO BRASILEIRO DE PESQUISADORES DA DESIGUALDADE AMBIENTAL, 2012; MALAGODI, 2012). É por isso que, para Santos (1987 apud VILLAÇA, 1998, p.75), “[...] a possibilidade de ser mais ou menos cidadão depende, em larga proporção, do ponto do território onde se está.”.

A desigualdade ambiental tem origem na desigualdade social, que provoca o acesso diferenciado da população aos serviços públicos e de infraestrutura, repercutindo na segregação espacial e ocasionando a sobreposição de carências, isto é, a associação entre a desigualdade social e a desigualdade espacial (VILLAÇA, 1998).

A desigualdade ambiental ocorre pela captação desigual de recursos públicos pelos grupos sociais, que produzem benefícios diferenciados entre a população. A desigualdade ambiental é, então, produto da luta entre diferentes grupos de interesse por recursos e investimentos, mantendo-se como um processo contínuo, gerando conflitos permanentes (PELLOW, 2000).

Contudo, destaca-se a maior dificuldade que os grupos sociais pobres possuem de garantir sua representatividade política e, portanto, decisória em torno da destinação dos recursos públicos, que está intimamente relacionado ao nível de educação da população (TORRES E GOMES, 2002).

Além disso, Teixeira e Heller (2001, p.145) observam que, especificamente sobre os investimentos em saneamento básico no Brasil, não existem mecanismos de controle social e participação popular, privilegiando “(...) critérios empíricos e demandas políticas, nem sempre legítimas, em detrimento da utilização de critérios socialmente relevantes para o estabelecimento de prioridades.”.

Desse modo, e com base no conceito de desigualdade ambiental, este trabalho analisou a desigualdade ambiental em Rio das Ostras, por meio do mapeamento da desigualdade ambiental e de sua caracterização no município.

O estudo da desigualdade ambiental em Rio das Ostras partiu da distribuição das condições adequadas de habitação promovidas pelo poder público, baseadas na rede geral de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, na disposição de lixo e na presença de vegetação. As condições adequadas de habitação foram associadas os dados de renda e de alfabetização, baseado no fato de que outras pesquisas sobre desigualdade ambiental (TORRES, 1997; ALVES 2007; MORATO, 2008) identificaram a

relação positiva entre as condições inadequadas de habitação, baixa renda e baixo nível educacional.

Buscou-se, nesse sentido, compreender a distribuição de algumas determinantes da desigualdade ambiental em Rio das Ostras, subsidiada pela definição dos grupos sociais mais afetados e suas características sociodemográficas, conforme orientação de Braubach (2013).

Observa-se que a análise da desigualdade ambiental pelo ponto de vista das condições adequadas de habitação é uma das dimensões possíveis para o estudo da desigualdade ambiental, havendo outras, como a exposição diferenciada aos riscos ambientais.

O estudo da desigualdade ambiental justifica-se pela capacidade de dar visibilidade à questão da distribuição desigual das características ambientais e dos investimentos públicos entre a população, permitindo identificar os grupos sociais afetados pela falta de serviços e infraestrutura e, portanto, que sofrem a desigualdade ambiental. A visibilidade à questão da desigualdade ambiental também permite que a distribuição das condições de habitação ou das características ambientais seja pauta do debate público, pois, como revela Acselrad et al (2009), ela está ausente das discussões nos órgãos públicos, especialmente no planejamento e gestão do espaço, ainda que as distorções sociais e ambientais entre a população sejam produto das próprias decisões políticas tomadas na escala local (PEDLOWSKI et al, 2002).

Em termos técnicos, as informações e metodologias do estudo da desigualdade ambiental podem instrumentalizar a tomada de decisão na aplicação dos recursos públicos, direcionando-os para as deficiências específicas de determinadas áreas onde residem grupos sociais característicos.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para atender aos objetivos propostos, a desigualdade ambiental em Rio das Ostras foi analisada segundo os setores censitários, a partir dos dados de

abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de disposição do lixo, de presença de vegetação, de renda e de alfabetização.

Utilizou-se como referência a metodologia desenvolvida por Morato (2008) para avaliar a desigualdade ambiental no município de São Paulo, objetivando medir e comparar as determinantes ambientais presentes nos setores censitários.

Os dados selecionados foram ponderados, sistematizados e importados para o *software* Arcgis 10.1, um sistema de informação geográfica, utilizado para o mapeamento e análise de dados espaciais.

As fontes de informação utilizadas foram o Censo IBGE de 2010, para os dados de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de disposição de lixo, de renda e de alfabetização e; uma imagem do sensor TM/Landsat-5 (órbita 216/ponto 76), com 30 metros de resolução espacial, de 20 de julho de 2008, e duas imagens do sensor HRC/Cbers-2B (órbita 149 A/ponto 125-3 e órbita 149 A/ponto 125-4), com 2,5 metros de resolução espacial, de 08 de junho de 2008, estas, utilizadas para o dado de presença de vegetação.

Dos dados do Censo IBGE de 2010, foram selecionadas as unidades domiciliares particulares permanentes, distribuídas em 218 setores censitários (dos 221 setores censitários definidos pelo IBGE, foram excluídos os setores censitários nº 214, 216 e 220 por não terem dados suficientes ou por representarem áreas que não possuem dados de população). Para o dado de presença de vegetação, foram mantidos os 221 setores censitários, pois as imagens de satélite utilizadas apresentaram dados de vegetação arbórea, arbustiva ou rasteira para todo o município.

Os dados oriundos do Censo IBGE de 2010 foram tabulados no programa *Excel* e ponderados pelo método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). O método é uma técnica de escolha baseada na comparação das variáveis aos pares, estabelecendo um critério de importância relativa entre elas, segundo uma escala de importância (Quadro 1), resultando em uma equação com os valores ponderados das variáveis, onde a soma deles é igual a 1.

BELLINI, J. H.; STEPHAN, I. I. C.; GLERIANI, J. M.  
**ANÁLISE DA DESIGUALDADE AMBIENTAL EM RIO DAS OSTRAS-RJ, BRASIL, POR MEIO DA TÉCNICA AHP  
 (ANALITIC HIERARCHY PROCESS)**

Critérios de importância do método AHP			
Importância do dado preferencial	Definição	Importância do dado preterido	Definição
1	Igual importância	1	Igual importância
3	Elemento ligeiramente mais importante	1/3	Elemento ligeiramente menos importante
5	Elemento medianamente mais importante	1/5	Elemento medianamente menos importante
7	Elemento fortemente mais importante	1/7	Elemento fortemente menos importante
9	Elemento absolutamente mais importante	1/9	Elemento absolutamente menos importante
2,4,6,8	Valores intermediários	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Valores intermediários

Quadro1- Critérios de importância do método AHP.

Fonte: Câmara et al (2001).

Já o dado de presença de vegetação foi obtido da transformação espectral denominada *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), expressa pela razão entre a diferença da reflectância da faixa do infravermelho próximo (NIR) e da faixa do vermelho (R) e a soma dessas faixas, como mostra a equação abaixo.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

As faixas NIR e R foram obtidas pela fusão da banda pancromática do sensor HRC/Cbers-2B com a imagem multiespectral do sensor TM/Landsat-5. O resultado foi uma imagem multiespectral com resolução espacial ampliada de 30 metros para 2,5 metros.

A fusão foi realizada no *software* Spring 5.2.6, e o NDVI processado no *software* Arcgis 10.1, com a ferramenta *Raster calculator*. O resultado variou em uma escala de -1 a 1, de modo que quanto mais próximo a 1 maior o vigor da vegetação. Em seguida, o NDVI foi cruzado com o *shapefile* da malha censitária do IBGE e calculado a média zonal (por setor censitário) de NDVI, resultando no índice de NDVI ou de presença de vegetação.

Os valores ponderados dos dados do Censo IBGE de 2010 foram multiplicados pelo total de domicílios na condição da variável em cada setor

censitário, cujo resultado foi dividido pelo total de domicílios no setor censitário, seguindo a equação:

$$I_{scx} = \left[ \frac{V_{ij} * N_{dij}}{N_{tx}} + \dots \right]$$

Onde:

$I_{scx}$  = índice do dado no setor censitário X

$V_{ij}$  = valor ponderado na variável ij

$N_{dij}$  = número de domicílios na condição da variável ij

$N_{tx}$  = número total de domicílios no setor censitário X

Posteriormente, os índices foram normalizados para que pudessem ser comparados. Assim, quanto mais próximo a 1, maior é a quantidade de domicílios na condição da variável, obedecendo a equação:

$$IN_{scx} = \frac{I_{scx} - V_{mín}}{V_{máx} - V_{mín}}$$

Onde:

$IN_{scx}$  = índice normalizado no setor censitário X

$V_{mín}$  = Menor valor de  $I_{scx}$

$V_{máx}$  = Maior valor de  $I_{scx}$

Os índices normalizados foram agregados pelo somatório simples para obtenção do índice de desigualdade ambiental.

Por fim, os índices foram importados para o *software* Arcgis 10.1, permitindo a distribuição espacial e a construção dos mapas de cada um dos índices e do mapa da desigualdade ambiental.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do método AHP para os dados de abastecimento de água, esgotamento sanitário e disposição de lixo resultou nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 - Aplicação do método AHP para abastecimento de água

	Rede geral	Poço ou nascente	Cisterna	Total	Média	Consistency Measure
Rede geral	0,65	0,69	0,56	1,90	0,63	3,07
Poço ou nascente	0,22	0,23	0,33	0,78	0,26	3,03

**ANÁLISE DA DESIGUALDADE AMBIENTAL EM RIO DAS OSTRAS-RJ, BRASIL, POR MEIO DA TÉCNICA AHP  
(ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)**

Cisterna	0,13	0,08	0,11	0,32	0,11	3,01
					CR	0,03

Tabela 1 - Aplicação do método AHP para esgotamento sanitário

	Rede geral	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Total	Média	Consistency measure
Rede geral	0,65	0,80	0,56	0,41	0,33	2,75	0,55	6,48
Fossa séptica	0,10	0,13	0,32	0,36	0,30	1,21	0,24	5,93
Fossa rudimentar	0,09	0,03	0,08	0,15	0,26	0,62	0,12	5,18
Vala	0,08	0,02	0,03	0,05	0,07	0,25	0,05	5,15
Rio, lago ou mar	0,07	0,02	0,01	0,03	0,04	0,16	0,03	5,10
							CR	0,04

Tabela 3 - Aplicação do método AHP para disposição de lixo

	Serviço de limpeza	Caçamba de serviço de limpeza	Queimado /enterrado	Jogado em terreno baldio ou logradouro	Jogado em rio, lago ou mar	Total	Média	Consistency measure
Serviço de limpeza	0,58	0,67	0,52	0,41	0,33	2,51	0,50	5,67
Caçamba de serviço de limpeza	0,19	0,22	0,35	0,36	0,30	1,42	0,28	5,66
Queimado/enterrado	0,09	0,06	0,09	0,16	0,22	0,61	0,12	5,24
Jogado em terreno baldio ou logradouro	0,07	0,03	0,03	0,05	0,11	0,30	0,06	5,05
Jogado em rio, lago ou mar	0,06	0,03	0,01	0,02	0,04	0,16	0,03	5,06
							CR	0,05

A distribuição espacial dos índices resultou em uma análise específica para cada um deles e em sua síntese, representada no índice de desigualdade ambiental, desenvolvidas individualmente a seguir.

### 3. 1 Renda e Alfabetização

**ANÁLISE DA DESIGUALDADE AMBIENTAL EM RIO DAS OSTRAS-RJ, BRASIL, POR MEIO DA TÉCNICA AHP (ANALITIC HIERARCHY PROCESS)**

No comparativo entre os índices de renda e de alfabetização, verificou-se a associação das menores rendas (entre 1/8 e 1 salário mínimo) com as maiores porcentagens de analfabetos, localizados no limite da área urbanizada e na área rural, conforme Figuras 2 e 3, reafirmando a relação direta entre renda e educação encontrada nas pesquisas de Torres (1997), Alves (2007) e Morato (2008).

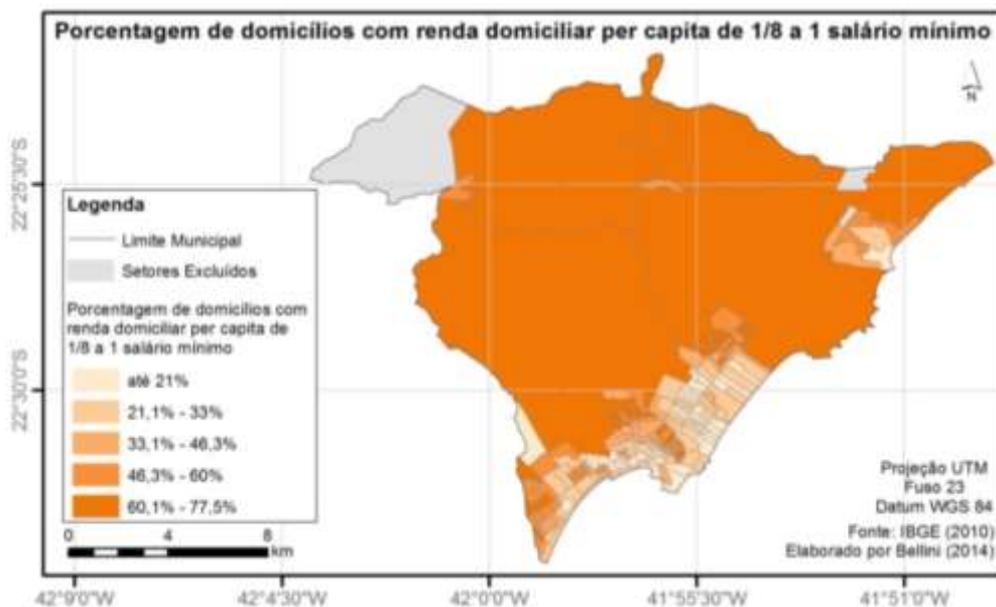


Figura 2 - Mapa da porcentagem de domicílios com renda domiciliar per capita entre 1/8 e 1 salário mínimo

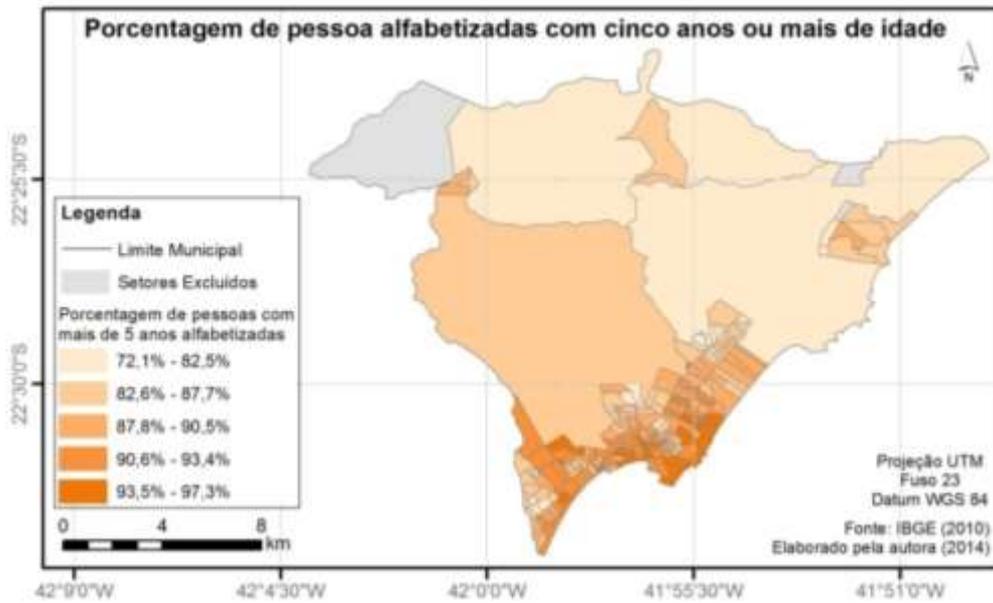


Figura 3 - Mapa da porcentagem de pessoas alfabetizadas com cinco anos ou mais de idade

Em relação às rendas mais altas (acima de 5 salários mínimos), apresentadas na Figura 4, observou-se sua associação com setores censitários com menores porcentagens de analfabetos, cuja população localizou-se principalmente na área urbanizada, sobretudo ao longo da faixa litorânea, revelando condições de segregação socioespacial em Rio das Ostras.

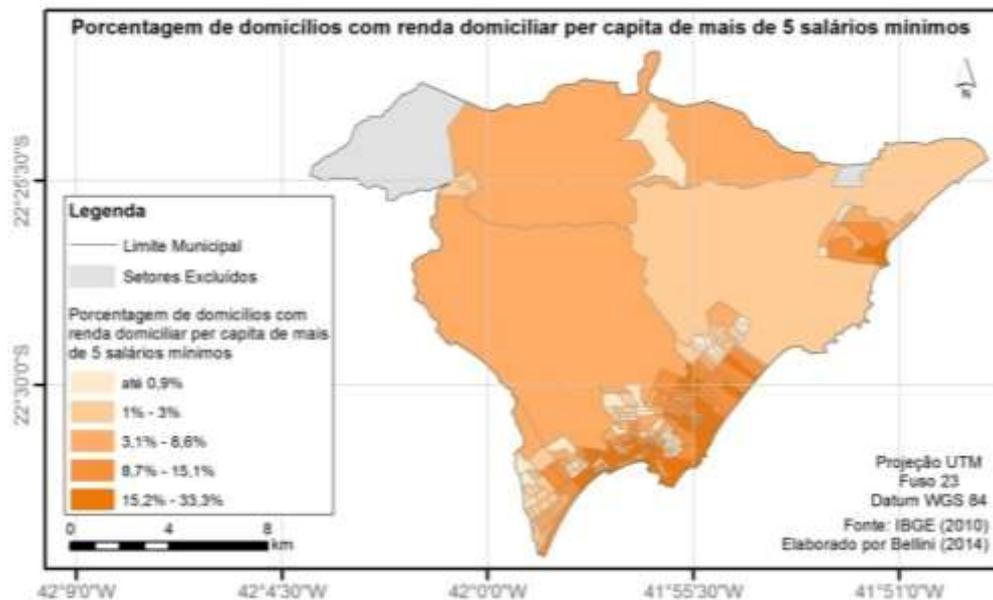


Figura 4 - Mapa da porcentagem de domicílios com renda domiciliar per capita de mais de 5 salários mínimos

Concordando com esses resultados, Torres e Gomes (2002) explicam que a renda familiar seria um dos principais fatores do desempenho escolar e da permanência na escola, de modo que as famílias com rendas baixas tenderiam a manter um ciclo de pobreza dado à característica de menos anos de estudo em relação às famílias com rendas maiores.

Menos anos de estudo também estão relacionados a uma menor representatividade política, de modo que os setores censitários com maior porcentagem de analfabetos têm menor capacidade de influenciar o poder público na destinação dos recursos (TORRES E GOMES, 2002).

### 3.2 Abastecimento de água

No índice de abastecimento de água percebe-se a relação direta entre os setores censitários com índices abaixo da média (0,38) entre os setores censitários, as menores rendas (entre 1/8 e 1 salário mínimo) e as maiores porcentagens de analfabetos, localizados, predominantemente, no limite da área urbanizada e na área rural, como apresenta a Figura 5.

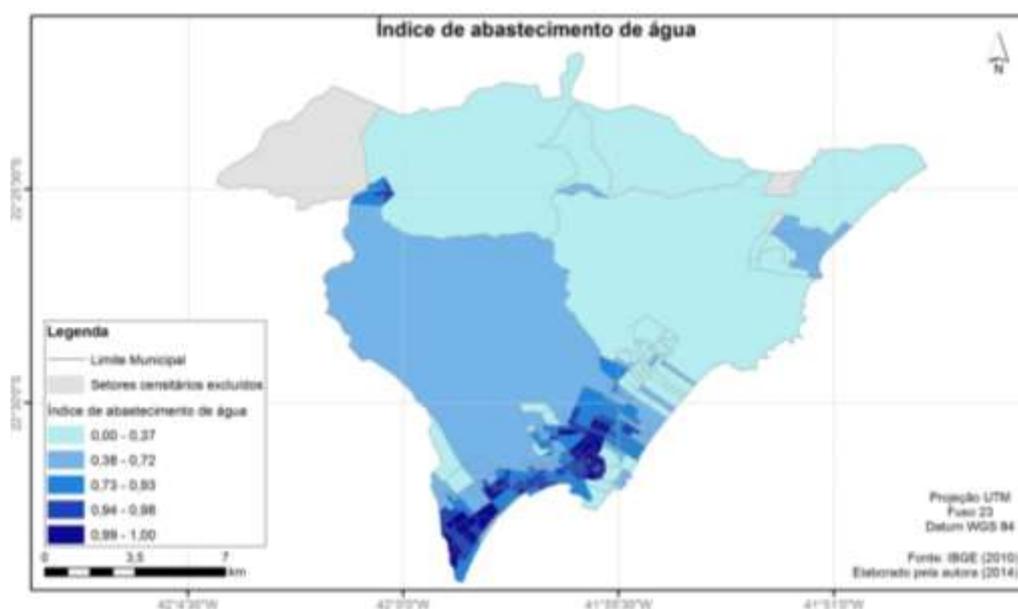


Figura 5 - Mapa-índice de abastecimento de água

Houve, ainda, alguns setores censitários localizados na área urbanizada que, embora caracterizados pela baixa renda e pela maior porcentagem de analfabetos, apresentaram índices acima da média para o abastecimento de água, como aqueles localizados no extremo sudoeste e no centro da área urbanizada, marcados pelos tons mais escuros na Figura 5.

Em relação aos domicílios desprovidos de abastecimento de água por rede geral, sua presença se deu, prioritariamente, nos limites da área urbanizada e na área rural.

### 3.3 Esgotamento Sanitário

O índice de esgotamento sanitário foi o que apresentou a mais limitada distribuição no município entre os índices analisados, com um índice médio de 0,51, portanto, longe da universalização do serviço. Na Figura 6 verifica-se a concentração de setores censitários acima da média na área urbanizada e nos núcleos urbanos da área rural.

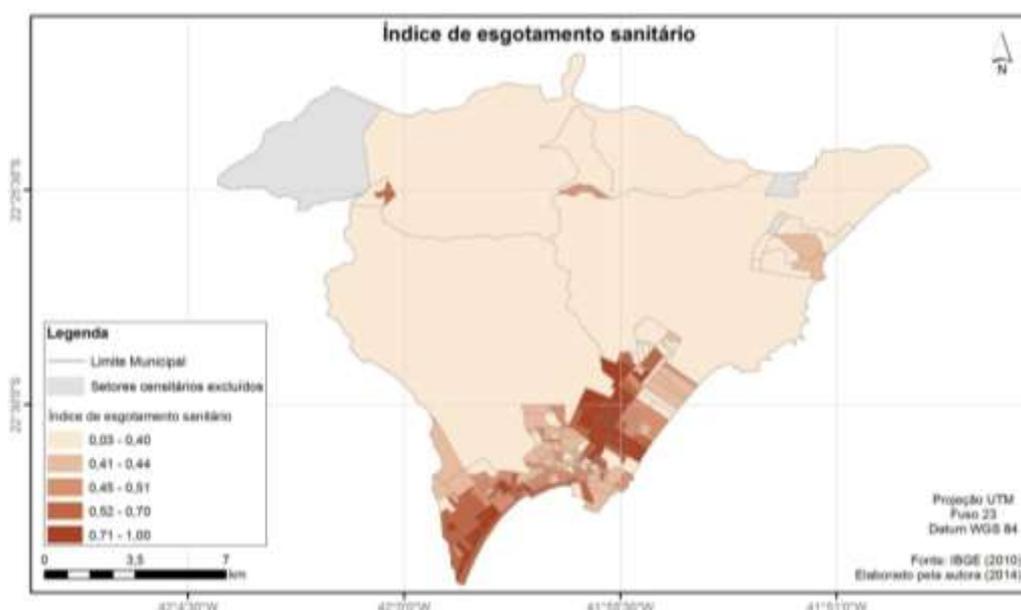


Figura 6 - Mapa-índice de esgotamento sanitário

Na relação com a renda e a alfabetização, os setores censitários com índices de esgotamento sanitário abaixo da média apresentaram menores porcentagens de alfabetizados (abaixo de 87%) e rendas abaixo de 1 salário

mínimo, caracterizando locais com sobreposição de carências. Por outro lado, assim como no índice de abastecimento de água, observou-se setores censitários com índices acima da média associados à rendas baixas e maior porcentagem de analfabetos, localizados no extremo sudoeste da área urbanizada.

Em uma análise entre os dados do Censo IBGE de 2000 e de 2010, observou-se que, a despeito do aumento da variável esgotamento sanitário por rede geral (passando de 2,8% em 2000 para 28,6% em 2010), o crescimento foi menor que a variável abastecimento de água por rede geral no mesmo período, mostrando que as políticas públicas de saneamento básico não estão equiparadas. O esgotamento sanitário permanece, assim, concentrado nos sistemas de fossa séptica (57,3%) e, em menor grau, no sistema de fossa rudimentar (13,0%) em 2010.

### **3.4 Disposição de Lixo**

O índice de disposição de lixo foi o que mais se aproximou da universalização entre os índices analisados, com um índice médio de 0,95, significando que o serviço de coleta de lixo é bem distribuído no município. Os poucos setores censitários abaixo da média estão concentrados no limite da área urbanizada e na área rural, conforme a Figura 7.



Figura 7 - Mapa do índice de disposição de lixo

Os setores censitários com índices abaixo da média mantiveram o padrão de distribuição encontrado nos mapas dos índices de renda, de alfabetização, de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, isto é, com concentração no limite da área urbanizada e na área rural.

A condição de sobreposição de carência (menores rendas, maior porcentagem de analfabetos, limitado abastecimento de água e esgotamento sanitário) expõe a população residente a um maior risco de adoecer ou morrer, determinado pelas condições de habitação (GOLDANI et al, 2001; SILVA E BARROS, 2003).

### 3.5 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

No índice de NDVI, ou índice de presença de vegetação, a média entre os setores censitários foi de 0,36, distante de uma condição de generalização da presença de vegetação em Rio das Ostras. Na Figura 8 identificam-se setores censitários com índices próximos a 1 (que representam maior presença

de vegetação) na área rural e em alguns poucos setores censitários na área urbanizada, predominantemente no limite da área urbanizada.

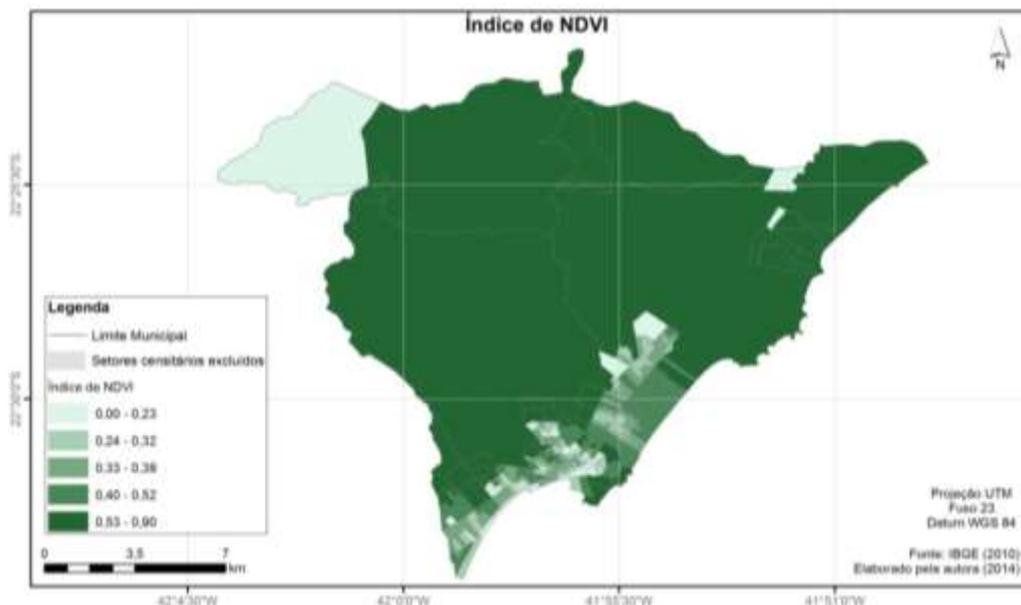


Figura 8 - Mapa do índice de NDVI

Assim como Morato (2008) observou no município de São Paulo, diversos setores censitários em Rio das Ostras com índices próximos a 1 são extensos e com baixa densidade demográfica, sobretudo porque localizam-se na área rural. Essa condição, embora mostre que há a presença de vegetação no município, não é homogênea, o que dificulta o acesso da população aos benefícios culturais, psicológicos e físicos propiciados pela presença de vegetação.

O índice de NDVI também foi mais elevado nos setores censitários com índices abaixo da média para abastecimento de água, esgotamento sanitário e disposição de lixo. Este resultado segue ao encontro de outros estudos sobre desigualdade ambiental (TORRES, 1997; MORATO, 2008), que encontraram maior presença de vegetação em áreas periféricas e rurais, ocupadas por população de rendas baixas (abaixo de 1 salário mínimo) e maior porcentagem de analfabetos.

Por fim, torna-se importante ressaltar que, embora as áreas periféricas tenham maior presença de vegetação, isso não necessariamente signifique maior arborização urbana. Morato (2008) explica que a presença de vegetação em área urbana pode significar lotes vagos, presença de chácaras, etc.

### 3.6 Desigualdade Ambiental

A desigualdade ambiental em Rio das Ostras (resultado da agregação por somatório simples das variáveis de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de disposição de lixo e de NDVI), apresentou um índice médio de 0,61 entre os setores censitários. Todos os setores censitários acima da média foram localizados na área urbanizada e nos núcleos urbanos da área rural. Já os setores censitários com índices abaixo da média foram localizados no limite da área urbanizada e na área rural, com alguns deles dispersos na área urbanizada, como mostra a Figura 9.

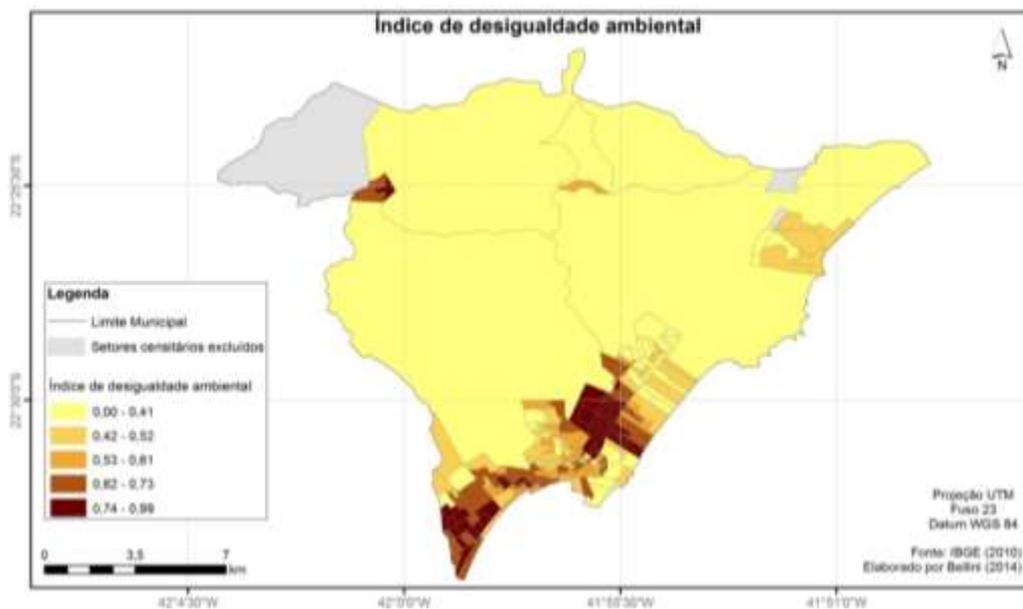


Figura 91 - Mapa do índice de desigualdade Ambiental

Na relação com os índices de renda e alfabetização, os setores censitários com índices abaixo da média de desigualdade ambiental apresentaram menores rendas (abaixo de 1 salário mínimo) e as maiores

porcentagens de analfabetos. Esses setores censitários sofrem com as consequências da desigualdade ambiental devido à sobreposição, no mesmo espaço, de condições inadequadas de habitação.

Observa-se que o mesmo resultado em outras pesquisas sobre desigualdade ambiental, como no estudo de Torres e Gomes (2002), Morato e Kawakubo (2007), Alves (2007) e Morato (2008).

Torres et al (2003) definiram as áreas onde convergem as piores condições ambientais como *hiperperiferia*, por agregarem a falta de infraestrutura e serviços, baixa renda e baixa escolaridade. Essa distribuição caracteriza uma condição de segregação socioespacial, uma vez que se encontra a sobreposição de carências em locais específicos do espaço.

Por outro lado, os setores censitários com melhores condições ambientais também são segregados, mas por serem mais valorizados pelas boas condições ambientais propiciadas pela ação do poder público ao destinar os investimentos, denominada de segregação induzida (MOREIRA JUNIOR, 2010).

Já os setores censitários onde reside uma população predominantemente de baixa renda e analfabeta, mas servida de abastecimento de água e esgotamento sanitário por rede geral (como os setores censitários localizados à sudoeste da área urbanizada), podem significar um processo de valorização da terra, com a população residente sendo deslocada para locais cujo preço da terra seja mais baixo e, portanto, menos servidos de abastecimento de água e esgotamento sanitário por rede geral .

Nesse sentido, verifica-se que a distribuição dos índices de desigualdade ambiental em Rio das Ostras foi heterogênea, isto é, com diversas facetas da desigualdade ambiental, ora com sobreposição de carências, ora apresentando somente determinadas convergências e diversas relações com os índices de renda e de alfabetização, definindo a necessidade de políticas públicas específicas para cada condição.

Torres (1997, p.98) pode constatar o mesmo em sua pesquisa sobre a desigualdade ambiental no município de São Paulo, onde “[...] a pobreza e os espaços em que os pobres residem são muito mais heterogêneos do que geralmente considera a literatura”.

Por isso, para compreender a desigualdade ambiental não é suficiente uma oposição binária entre ricos e pobres. Há uma diversidade de estruturas sociais e físicas que refletem a complexa distribuição espacial, exigindo uma atenção do poder público na destinação dos recursos, de modo que sejam atendidos aos segmentos mais excluídos socioespacialmente e que mais sofrem com as consequências da desigualdade ambiental em caráter prioritário.

Desse modo, faz-se necessária uma orientação dos recursos por ações e investimentos focalizados e específicos, de modo que se governe por meio das diferenças (SILVA E BARROS, 2003).

#### **4. CONCLUSÃO**

De modo geral, os mapas dos índices e o mapa da desigualdade ambiental mostraram que os setores censitários mais afastados da área urbanizada possuem índices abaixo da média para os dados analisados, construindo uma visão preliminar de polarização centro-periferia em Rio das Ostras. A exceção é o índice de NDVI, que apresentou índices acima da média no limite da área urbanizada e na área rural.

Alguns setores censitários no limite da área urbanizada e, portanto, em área periférica, apresentaram a convergência de baixos índices em todos os dados analisados, representando a denominada *hiperperiferia*.

Por outro lado, os setores censitários com melhores condições ambientais e que, por isso, sofrem menos com a desigualdade ambiental, exibiram a convergência de índices acima da média de abastecimento de água e esgotamento sanitário e renda acima de 5 salários mínimos. Sua localização se deu, predominantemente, na área urbanizada. Os índices de disposição lixo e de NDVI não foram significativos, pois o primeiro encontra-se em condição

próxima à universalização, e o segundo apresentou uma relação de distribuição espacial inversa aos outros índices analisados.

Também se identificou áreas destoantes que, mesmo apresentando rendas baixas e maior porcentagem de analfabetos, tiveram índices acima da média de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Estas áreas podem indicar um processo de valorização da terra pela ação do poder público.

Frente a essa distribuição dos índices de desigualdade ambiental em Rio das Ostras, percebe-se uma complexidade espacial que não se reduz a divisão binária entre espaços de ricos e espaços de pobres. Essa constatação é fundamental para orientar a revisão das políticas públicas de distribuição dos investimentos, de modo que se governe por meio das diferenças, em políticas focalizadas, específicas e prioritárias para atender à diversidade com que se materializa a desigualdade ambiental no município.

## **5. REFERÊNCIAS**

ACSELRAD, H. (Org.). **A Duração das cidades**. Sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. 2. Ed., Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

ALVES, H. P. da F. Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v.24, n.2, p. 301-316, jul./dez., 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Boletim da produção de petróleo e gás natural**. Abril, 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=71248>>. Acesso em: 26 jun. 2015.

BRAUBACH, M. Benefits of environmental inequality assessments for action. **Journal Epidemiol Community Health**, Londres, v.67, n.8, p. 625-628, 2013.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 04 abr. 2013.

CARVALHO, T. C. C., AMORIM, J. D. de.; GUIMARÃES JUNIOR, W. Repercussões da exploração petrolífera sobre as transformações urbanas de

Macaé (RJ). In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 15., 2011, Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, maio, 2011, p. 6-22.

COLETIVO BRASILEIRO DE PESQUISADORES DA DESIGUALDADE AMBIENTAL. Desigualdade ambiental e acumulação por espoliação: o que está em jogo na questão ambiental? **E-cadernos CES**, Rio de Janeiro, n.17, p. 164-183, 2012. Disponível em: <<http://www.ces.uc.pt/e-cadernos/media/ecadernos17/07.ColetivoBras.Pesq.DesigualdadeAmbiental.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

GOLDANI, M. Z.; BARBIERI, M. A.; BETTIOL, H.; BARBIERI, M. R.; TOMKINS, A. Infant mortality rates according to socioeconomic status in a Brazilian city. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.35, n.3, p. 256-261, 2001.

GOMES, M. L. M. **Núcleo urbano de Rio das Ostras**: elementos definidores da ocupação e os impactos ambientais. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Ambiental, Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000**. Vol. 7, Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/sinopse\\_preliminar/Censo2000sinopse.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/sinopse_preliminar/Censo2000sinopse.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. IBGE: 2010. Disponível em:<<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Brasil em números**, v.21. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

MALAGODI, M. A. S. Geografias do dissenso: sobre conflitos, justiça ambiental e cartografia social no Brasil. **Espaço e Economia [online]**, ano 1, n.1, p. 2-11, 2012. Disponível em: <<http://www.espacoeconomia.revues.org/136>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S. Análise espacial da desigualdade ambiental na subprefeitura do Butantã, São Paulo-SP. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v.3, n.4, p. 66-73, junho, 2007.

MORATO, R. G. **Análise espacial e desigualdade ambiental no município de São Paulo**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

MOREIRA JUNIOR, O. Segregação urbana em cidades pequenas: algumas considerações a partir das escalas intra e interurbana. **Revista RA'E GA**, Editora UFPR, Curitiba, n. 20, p. 133-142, 2010.

PEDLOWSKI, M. A., SILVA, V. A. C. da; ADELL, J. J. C.; HEYNEN, N. C. Urban forest and environmental inequality in Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brazil. **Urban Ecosystems**, Netherlands, n. 6, p.9-20, 2002.

PELLOW, D. Environmental Inequality Formation: Toward a Theory of environmental injustice. **American Behavioral Scientist**, Arizona, n.43, p. 581-601, 2000.

RAMOS, F. R.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Territórios digitais urbanos. In: ALMEIDA, C. M. de; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs.). **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. Cap. 2, p. 34-53.

RIO DAS OSTRAS. Lei Complementar nº004/2006. **Dispõe sobre Plano Diretor, o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano no município de Rio das Ostras**. 10 de outubro de 2006. Disponível em: <<http://www.riodasostras.rj.gov.br/download/leis-e-codigos/leis/3.pdf>>. Acesso em: nov. 2012.

RODRIGUES, A. M. Os geógrafos na luta pela cidade com direito. **Boletim Campineiro de Geografia**, Campinas, v.3, n.1, p. 7-20, 2013.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, J. B. da; BARROS, M. B. A. Epidemiologia e desigualdade: notas sobre a teoria e a história. **Rev. Panam. Salud Publica/Pan Am. J Public Health**, Washington DC, v.12, n.6, p. 375-383, 2002.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L. Modelo de priorização de investimentos em saneamento com ênfase em indicadores de saúde: desenvolvimento e aplicação em uma companhia estadual. **Artigo técnico- Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.6, n.3, p. 138-146, 2001.

TORRES, H. da G. **Desigualdade ambiental na cidade de São Paulo**. 1997. Tese (Doutorado no Instituto de Filosofia e Ciências Humanas) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

TORRES, H. da G.; GOMES, S. Desigualdade educacional e segregação social na região metropolitana de São Paulo. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, n.64, p. 132-140, 2002.

BELLINI, J. H.; STEPHAN, I. I. C.; GLERIANI, J. M.  
**ANÁLISE DA DESIGUALDADE AMBIENTAL EM RIO DAS OSTRAS-RJ, BRASIL, POR MEIO DA TÉCNICA AHP  
(ANALITIC HIERARCHY PROCESS)**

TORRES, H. da G.; MARQUES, E.; FERREIRA, M. P.; BITAR, S. Pobreza e espaço: padrões de segregação em São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.47, n.17, p. 97-128, 2003.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, FAPESP, Lincoln Institute, 1998.