

# Integração entre Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (ISRSIG) para análise da desigualdade ambiental em Ourinhos/SP

Julio César Pedrassoli<sup>1</sup>  
Andréa Aparecida Zacharias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – Unesp /LabCartGeo  
CEP: 19910-206 – Ourinhos - SP, Brasil  
pedrassoli.julio@gmail.com; andrea@ourinhos.unesp.br

**Abstract.** The environmental crisis is widely present in the scientific discussion today and especially in geography from the 70's decade with the environmental thinking. One of that crisis discussion points is the understanding of its impacts on urban landscape, where today lives half of the world's population. The idea of people exposed to different conditions is a bias for analysis from the concept of *environmental justice*, born in the United States in 1970, from social and political movements. In Brazil, the understanding of environmental inequality takes its specificities. The study shows the environmental justice in the municipal district of Ourinhos/SP through support of geoprocessing and remote sensing (NDVI). It appeared that the generated indices tend to segregation and that the vast majority of the population in the study area is subjected to major environmental justice conditions, while the minority of the population, spatially concentrated, presents indicative indices of good quality.

**Palavras-chave:** remote sensing, environmental justice, urban segregation, sensoriamento remoto, desigualdade ambiental, segregação urbana.

## 1. Introdução

O rápido crescimento das cidades muito tem afetado a qualidade de vida urbana, ocasionando enormes disparidades sócio-espaciais e ambientais, em todos os aspetos, problemas que, cada vez mais, tem afetado a qualidade ambiental urbana e acelerado sua desigualdade ambiental.

A apreensão deste processo dinâmico se expressa na configuração e mudanças de sua paisagem, entendendo paisagem como “o que vemos diante de nós. É a realidade do visível (Ab'Saber 1969, p. 4 apud por Zacharias 2006, p. 43), a qual destaca-se por suas propriedades visuais, pelo seu caráter dinâmico e por suas peculiaridades, as mudanças sociais, abrigando formas (do passado, do presente e as possíveis tendências ao futuro), funções, estruturas e processos distintos. (SANTOS 1986, p. 37 apud ZACHARIAS 2006, p. 43)

Ao crescimento das cidades soma-se, cada vez mais, o declínio da qualidade de vida de grande parte das populações. Neste sentido, desde a década de 2000, o termo desigualdade ambiental, vem aparecendo em alguns trabalhos acadêmico-científicos, para avaliar a qualidade de vida urbana, em detrimento das disparidades sofridas por setores da população mediante as condições ambientais adversas, detectadas precárias ou de risco.

Morato (2005) ao esclarecer a origem conceitual da desigualdade ambiental diz que:

*“seu conceito nasceu nos Estados Unidos, no final da década de 70, como sinônimo de Justiça Ambiental, através de movimentos sociais de negros, índios, latinos e populações de baixa renda, vizinhos de depósitos de lixo químicos e radioativos e de indústrias com efluentes poluentes” (Morato 2005, p. 2282).*

Entendendo a Justiça Ambiental como “o princípio no qual os custos e confortos ambientais devem ser equiparadamente distribuídos no interior da sociedade”, Harner (2002

et al, p. 318<sup>1</sup>) a define para a Agência de Proteção Ambiental Norte Americana - Environmental Protection Agency (EPA) – como sendo “o tratamento equitativo às pessoas de todas as raças, culturas, classes sociais, observando o desenvolvimento das leis, regulamentações e políticas ambientais (EPA apud HARNER et al 2002, p. 318<sup>2</sup>).

A análise da qualidade do ambiente urbano torna-se um dos aspectos mais importantes para a determinação da qualidade de vida da população. Sob o ponto de vista social, o aumento da conscientização de que problemas ambientais podem afetar a saúde da população, associado ao crescimento da urbanização, cria a necessidade de avaliação da qualidade ambiental das áreas urbanas. No mundo, alguns fatos demarcam essas preocupações sob o nome de *desigualdade ambiental*.

Bullard (2004) considera como marco inicial do movimento de justiça ambiental o caso do aterro contendo bifenil policlorado (PCB) em um aterro em Warren na Carolina do Norte, o qual gerou grande número de prisões e o estímulo ao estudo “*Sitting of hazardous waste landfills and their correlation with racial and economic status of surround communities*”, desenvolvido pelo U.S. General Accounting Office (1983), constatando que 75% das imediações de aterros comerciais de resíduos perigosos situados na região sudeste dos estados unidos estavam predominantemente localizados em comunidades afro-americanas mesmo que estas representassem apenas 20% da população da região.

Outras pesquisas realizadas demonstraram que a condição étnica e a pobreza das populações revelam-se um forte indicador de condições ambientais precárias, se correlacionadas com a disposição locacional de rejeitos perigosos.

Segundo Pellow e Brulle (2006) apud Morato (2008):

*“esse movimento tem sido visto de forma diferenciada em relação ao demais porque tem o ambientalismo muito mais integrado com as necessidades das populações humanas. O objetivo fundamental é a defesa do acesso à saúde e ambiente “limpo” sem discriminação segundo a classe social, ou raça, ou qualquer forma de poder”* (Morato, 2008, p. 16).

A inclusão em retóricas políticas passou a ser fato constantemente presente principalmente em programas de justiça ambiental nos Estados Unidos, utilizando-se este mesmo termo estabelecido pelos ativistas. O termo *environmental inequity*, donde vem desigualdade ambiental são mais frequentemente utilizados no Reino Unido, ressalta Morato (2007, p. 5). A partir de 1990 a *Environmental Protection Agency* (EPA) nos Estados Unidos vem trabalhando em estudos de riscos ambientais de áreas habitadas por minorias e uma importante publicação se dá em 1992 com o relatório “*Environmental Equity: Reducing Risks for all Communities*<sup>3</sup>”.

Na América Latina as principais avaliações sobre desigualdade ambiental são apontadas pelo Observatório Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA 2004 apud Morato 2007), onde é colocado que a justiça ambiental nos países latinoamericanos ainda é um grande desafio, refletido pela falta de preocupação por parte dos governos e pela tendência contrária de ineficiência na fiscalização preventiva dos projetos que danifiquem o meio ambiente e tragam prejuízos à comunidades pobres.

---

<sup>1</sup> “Environmental justice is the principle that environmental costs and amenities ought to be equitably distributed within society”. (Harner et al 2002, p. 318, tradução nossa)

<sup>2</sup> “fair treatment for people of all races, cultures, and incomes, regarding the development of the environmental laws, regulations and policies” (tradução nossa)

<sup>3</sup> Equidade Ambiental: Reduzindo Riscos para todas as Comunidades

No Brasil, academicamente, a temática ainda é pouco desenvolvida. No Brasil a coleção publicada pela central única dos trabalhadores do rio de Janeiro (CUT/RJ) chamada “Sindicalismo e Justiça Ambiental”, cujo intuito foi o debate acerca da responsabilidade e o papel desempenhado pelos trabalhadores e suas entidades representativas na defesa de um meio ambiente urbano sustentável e com qualidade de vida acessível a todos os seus moradores, pode ser considerada como um marco inicial, de acordo com Herculano (2002).

Desta forma o que pretendem os estudos relacionados à desigualdade ambiental é a apreensão das relações entre condições ambientais adversas e condições socioeconômicas precárias.

Diversas metodologias e técnicas foram e são utilizadas para análises e estudos de desigualdade no meio urbano, sendo que o sensoriamento remoto mostra-se como possibilidade concreta. Nas áreas urbanas a utilização dos dados dos sensores é de extrema importância e adequabilidade levando-se em conta os processos de urbanização e degradação socioambiental a que se submetem as cidades. Contudo “seu grande avanço, para pesquisadores do meio urbano, ocorre somente entre o final do século XX e início de século XXI, com o aparecimento de sistemas destinados a fornecer imagens com altíssima resolução espacial” (Luchiari 2008, p 80). Podemos destacar entre os sensores de alta resolução, por sua adequabilidade aos estudos urbanos, os produtos dos satélites IKONOS e Quick-Bird, que possuem respectivamente resolução espacial de 1m e 0,68 cm, o que corresponde a extremo detalhamento da informação.

Apesar da qualidade de dados para estudos urbanos das imagens de altíssima resolução, algumas pesquisas pioneiras se utilizaram de sensores muito conhecidos como o Landsat e são referências básicas como aponta Luchiari (2008, p. 9). Este autor destaca os trabalhos realizados na Região Metropolitana de São Paulo por Foresti, Niero e Sanches (1981) com imagens Landsat de 1973, 1975, 1977 e 1978 que permitiram a verificação de áreas de expansão urbana, além de classificação à imagem de 1978 que permitiu o estabelecimento de classes de uso e revestimento da terra, além disso as imagens de média resolução como as do Landsat representam baixo custo e acessibilidade na aquisição de dados, o que torna atrativo o desenvolvimento de metodologias de estudos urbanos que possam utilizar estes sensores.

## 2. Metodologia do trabalho

A metodologia deste trabalho empregará como concepção teórica, o método de investigação da Abordagem Sistêmica, o qual argumenta:

*“que a análise sistêmica baseia-se no conceito de paisagem como um “todo sistêmico” em que se combinam a natureza, a economia, a sociedade e a cultura, em um amplo contexto de inúmeras variáveis que buscam representar a relação da natureza como um sistema e dela com o homem”.*(Mateo Rodriguez 2003).

A abordagem sistêmica se dá através da análise integrada de dados de natureza distinta, possibilitando inferências sobre as relações estabelecidas entre estes, e como caminho para consecução da integração dos dados utilizamos o Sistema de Informação Geográfica ILWIS 3.4 (Integrated Land and Water Information System).

As etapas que seguem descritas indicam os procedimentos metodológicos decorridos:

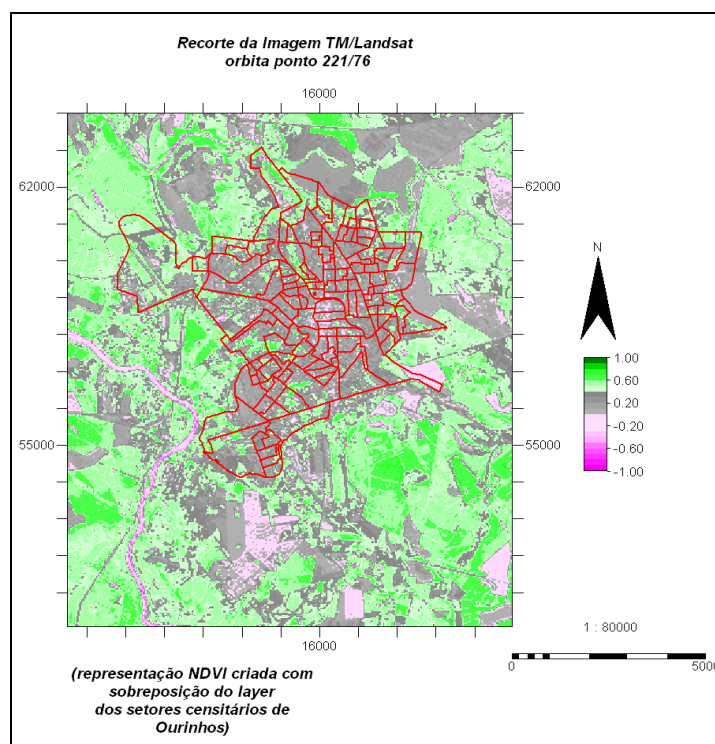
- 1ª etapa: Aquisição das Informações Censitárias e Elaboração do Banco de Dados Geográfico, a qual consistiu na aquisição e armazenamento das informações referentes ao Censo demográfico de 2000, fornecidas pelo IBGE;

- 2ª etapa: Elaboração dos cartogramas básicos e análise da informação espacial, os quais representam os índices gerados em três dimensões conforme especificado na **tabela 1**, abaixo apresentada:

TABELA 1 - SÍNTESE DO ÍNDICE DE DESIGUALDADE AMBIENTAL URBANA		
Dimensões/Indicadores	Parâmetros para cálculo dos índices	
	Pesos na dimensão	Pesos no índice síntese
<b>Qualidade ambiental</b>		<b>1/3</b>
proporção de domicílios com abastecimento de água pela rede geral	0.20	
proporção de domicílios com esgotamento sanitário ou fossa séptica	0.20	
proporção de domicílios com coleta de lixo	0.20	
presença de domicílios improvisados	0.20	
média do índice de vegetação de densidade normalizada (NDVI)	0.20	
<b>Nível sócio-econômico</b>		<b>1/3</b>
renda familiar per capita estimada	0.5	
pessoas por banheiro no domicílio	0.5	
<b>Educação</b>		<b>1/3</b>
analfabetismo na população com dez anos ou mais	0.5	
analfabetismo entre os responsáveis pelo domicílio	0.125	
anos de estudo dos responsáveis pelo domicílio	0.125	
proporção de responsáveis pelo domicílio com menos de 4 anos de estudo	0.125	
proporção de responsáveis que frequentam o ensino superior	0.125	

Fonte: Morato et al 2004, p. 6 – Adaptação: Pedrassoli (2008)

Para obtenção do NDVI médio por setores censitários foi efetuado o cruzamento entre a imagem NDVI TM Landsat 5, órbita/ponto 221/76, com data de aquisição em 04/05/2005 e base digital dos setores censitários da cidade de Ourinhos, procedimento mostrado na **figura 1**. Após o cruzamento obteve-se a média zonal dos valores de NDVI dos pixels dentro de cada setor censitário, o que possibilitou o uso do índice de vegetação na composição dos indicadores.



**Figura 1:** Imagem recorte com layer dos setores censitários do município  
Elaboração: Pedrassoli e Zacharias, 2008

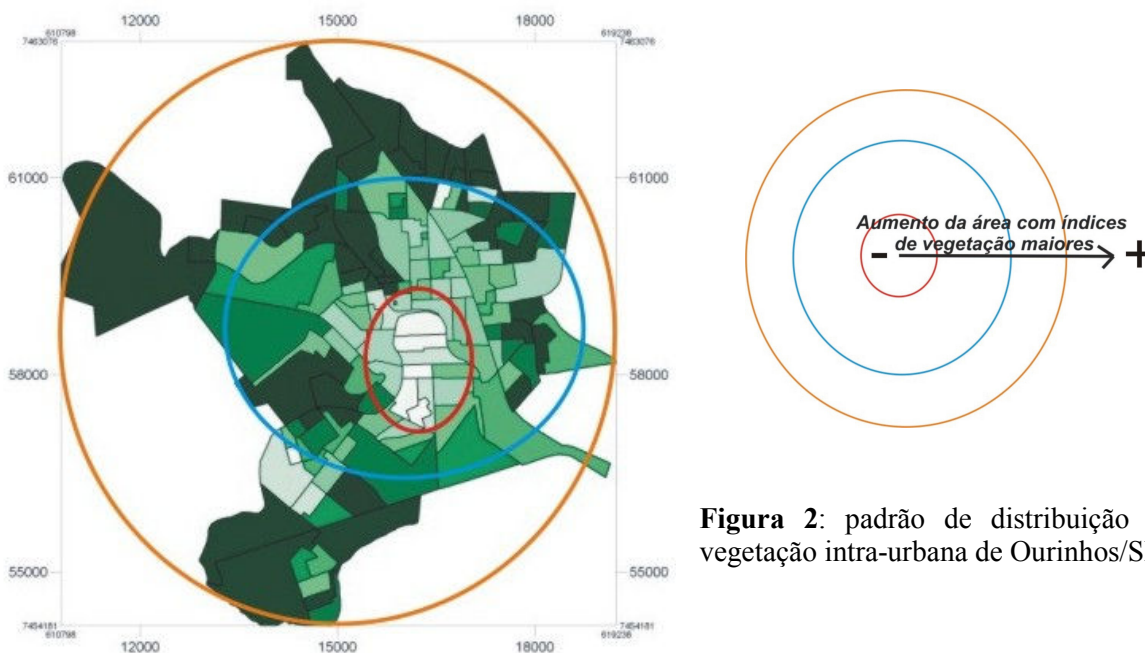
- 3ª etapa: Elaboração da cartografia de síntese: Após o cálculo e elaboração dos cartogramas básicos, procedeu-se a elaboração dos cartogramas sintéticos - *QUALIDADE AMBIENTAL, NÍVEL SÓCIO-ECONÔMICO e EDUCAÇÃO* – frutos da média entre as suas variáveis.

A partir da justaposição destes três cartogramas que obtivemos o MAPA DE DESIGUALDADE AMBIENTAL URBANA da cidade de Ourinhos, a partir do qual se pode proceder a análise.

### 3. Resultados e Discussão

A vegetação urbana desempenha um importante papel na qualidade ambiental das cidades e sua contribuição positiva vai desde melhoria da qualidade do ar, influencia na temperatura de áreas construídas à percepção estética e paisagística daqueles que habitam a área urbana.

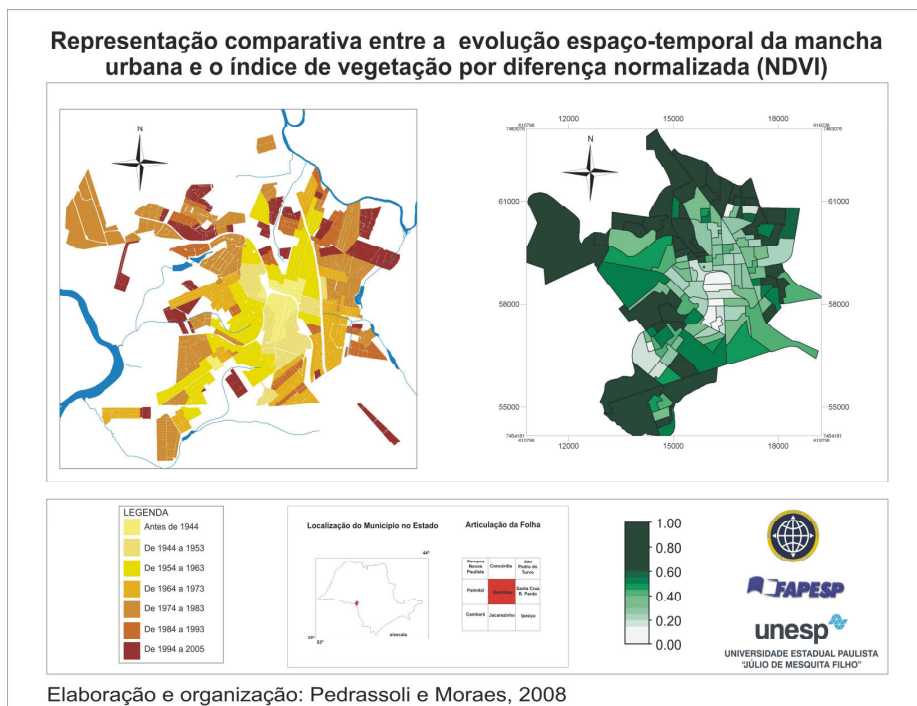
O mapa de vegetação gerado a partir dos dados de NDVI para o município permite uma visualização qualitativa da distribuição da vegetação intra-urbana e aponta através da análise para um padrão de localização dos índices conforme a *figura 2*:



**Figura 2:** padrão de distribuição da vegetação intra-urbana de Ourinhos/SP

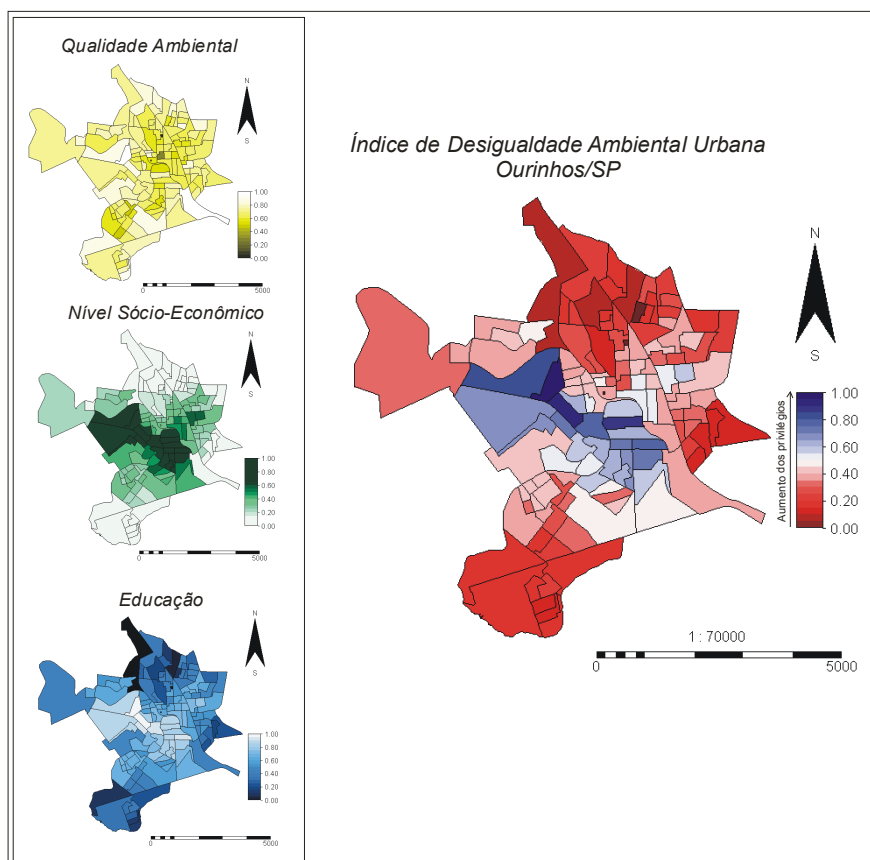
Os menores índices coincidem com a área central do município, caracterizada pelo centro comercial e marcadamente pelo pátio de manobras da ferrovia sob concessão da América Latina Logística.

O padrão de distribuição do índice também apresenta relação espaço-temporal com crescimento da própria área urbana, observada relação onde áreas com menores índices coincidem com áreas mais antigas da cidade, e áreas mais periféricas, com índices maiores, coincidentes com áreas mais recentes de expansão urbana, conforme se pode observar na *figura 3*:



**Figura 3:** expansão da mancha urbana e o índice de vegetação em Ourinhos/SP

Estes dados puderam ser cruzados com indicadores censitários conforme os procedimentos apresentados e sua ponderação geraram o Mapa de Desigualdade ambiental Urbana da cidade de Ourinhos/SP, apresentado na **figura 4**:

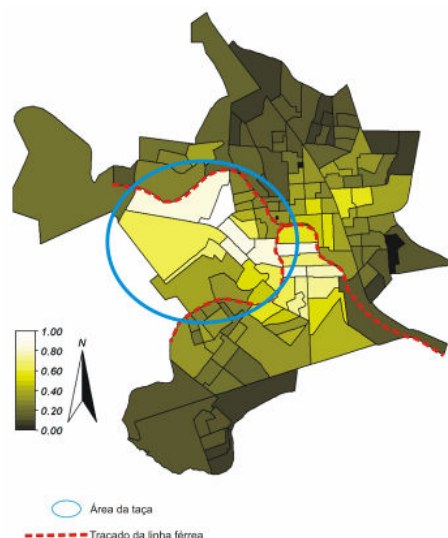


**Figura 4:** mapa índice de desigualdade ambiental urbana



#### 4. Conclusões

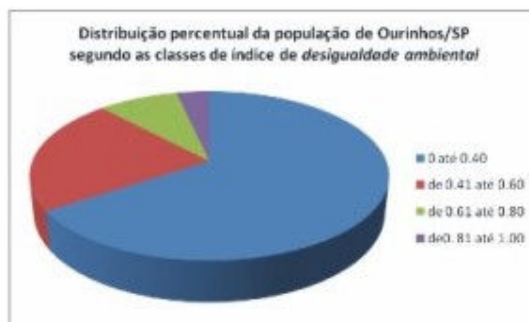
A correlação entre os índices de renda e educação é grande no município, possuindo alta concentração de índices indicativos de alto rendimento e educação no interior da chamada “área da taça” conforme a *figura 5*:



**Figura 5:** área de alta concentração de renda

O que se pode observar pelos dados obtidos é que de forma geral a maioria da população do município está exposta à índices piores de desigualdade ambiental, enquanto uma pequena parcela populacional serve-se de áreas de índices indicativos de alta qualidade, e notável é também que apesar de pequena, essa parcela que experimenta os melhores índices utiliza-se de uma grande área da cidade. A distribuição dos índices pode ser vista na *tabela 2* e *gráfico 1* a seguir:

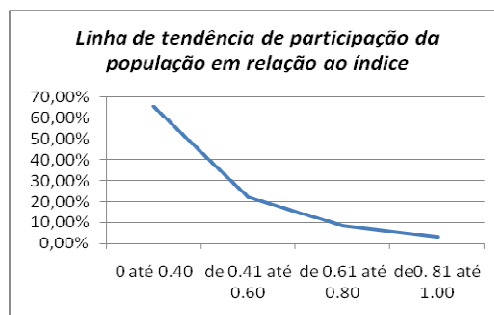
Índice	População	Porcentagem
0 até 0.40	58615	65,58%
de 0.41 até 0.60	19927	22,29%
de 0.61 até 0.80	7622	8,52%
de 0.81 até 1.00	3212	3,49%
Total	89376	100%



**Tabela 2 e Gráfico 1:** distribuição da população em relação aos índices

A população que vive exposta a índices entre 0.00 e 0.40 equivale a 65,58 % do total, se consideramos população exposta a índices entre 0.00 e 0.60 esta porcentagem atinge 87,97 % da população total do município. O numero pessoas expostas a índices de boa qualidade, com acesso a privilégios com índices variando entre 0.81 e 1.00, equivalem a 3,49 % do total da população.

Concluimos que a população apresenta distribuição bastante desigual em relação aos índices, conforme observado nos dados acima, e observando-se o *gráfico 2* abaixo, observa-se esta tendência:



**Gráfico 2:** tendência de participação da população em relação ao índice em Ourinhos/SP

Observamos, em última análise que a população enfrenta diferentes situações de qualidade ambiental e que estas se apresentam espacialmente segregadas, guardam maior correlação com indicadores sócio econômicos e denotam a clara diferenciação no acesso à qualidade de vida.

## 5. Referências Bibliográficas

Bullard, R. **Enfrentando o racismo ambiental no século XXI**. In: Acselrad, H.; Herculano, S., Pádua, J.A. *Justiça Ambiental e Cidadania*. Rio de Janeiro: Ed. Relume-Dumará, p. 41-66, 2004

Harner, J.; Warner, K.; Pierce, J.; Huber, T.; **Urban environmental justice indices**; *The professional geographer*, 54(3) 2002, p. 318 – 331.

Herculano, S. **Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil**. In: I ENCONTRO DA ANPPAS, 2002, Indaiatuba/SP. Anais. Indaiatuba: ANPPAS, 2002.

Luchiari, A.; **Obtenção de índices de qualidade ambiental urbana por meio de imagens orbitais de alta resolução e de dados de setores censitários, e análise das transformações no uso da terra em Santana do Parnaíba**; Projeto temático financiado pela Fapesp, sob coordenação do prof. Dr. Ailton Luchiari – FFLCH/USP, 2008.

Mateo Rodriguez, J. Geografia das paisagens, geocologia e planejamento Ambiental (entrevista). **Formação**, Presidente Prudente, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Vol. 1, n. 10. p. 7-27. 2003

Morato, R. G; Kawakubo, S. F; Luchiari, A; **Geografia da desigualdade ambiental na subprefeitura de Campo Limpo Município de São Paulo/SP**; Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16 – 21 de abril de 2005, INPE, p. 2281 – 2288.

Morato, R. G.; **Desigualdade ambiental e Justiça ambiental: bases conceituais e históricas**; Trabalho apresentado no XV ENG – Encontro Nacional de Geógrafos, FFLCH, USP, 2008

Morato, R. G.; **Análise da qualidade de vida urbana no município de Embu/SP**; Dissertação de mestrado em Geografia física – FFLCH, USP, 2004

Zacharias, A. A. **Zoneamento ambiental e a representação cartográfica das unidades de Paisagens**: propostas e subsídios para o Planejamento Ambiental do município de Ourinhos – SP. 2006. 200f. Tese (Doutorado em Geografia) – IGCE – UNESP/Rio Claro. 2006.

Westen, C.; Farifteh, J. ; **ILWIS - Integrated Land and Water Information System**. User's Guide. Enschede, ITC - International Institute for Aerospace Survey & Earth Sciences, 511p. 1997.