

Integração de variáveis ambientais para a elaboração de um índice de justiça ambiental

Integration of environmental variables for the elaboration of an environmental justice index

Marcos Roberto Martines¹; Rúbia Gomes Morato²; Fernando Shinji Kawakubo³; Rogério Hartung Toppa⁴; Ricardo Vicente Ferreira⁵

¹ Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, SP, Brasil.
Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-7464-2431>. E-mail: mmartines@ufscar.br

² Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-6135-4302>. E-mail: rubiagm@usp.br

³ Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-2045-6318>. E-mail: fsk@usp.br

⁴ Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, SP, Brasil.
Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-1637-2840>. E-mail: toppa@ufscar.br

⁵ Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.
Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-9003-4834>. E-mail: ricardo.ferreira@uftm.edu.br

RESUMO: A justiça ambiental considera que as condições ambientais devem ser equânimes para os diferentes grupos sociais de uma área geográfica. Esse trabalho teve com objetivo geral apresentar a formulação de um índice de justiça ambiental com base na análise multicritério. A sua validação compreendeu a realização de testes estatísticos. As classes temáticas consideradas foram derivadas e mapeadas em nível de setores censitários urbanos de Sorocaba (SP). O resultado é um índice que se distribui em um padrão de variação geográfica longitudinal dos maiores valores aos mais baixos. As variáveis renda, cobertura de vegetação, nível educacional e cobertura de serviços públicos foram mais significativos para a variabilidade do índice. Concluiu-se que há desigualdade de justiça ambiental no município de Sorocaba, dada a forma irregular da distribuição espacial do índice.

Palavras-chave: análise espacial, justiça ambiental, geoprocessamento.

ABSTRACT: *Environmental justice considers that environmental conditions should be equitable for different social groups in a geographic area. This paper aimed to present the formulation of an environmental justice index based on the multicriteria analysis. Its validation included the performance of statistical tests. The thematic classes considered were derived and mapped at the level of urban census tracts of Sorocaba (SP). The result is an index that is distributed in a pattern of longitudinal geographic variation from the highest values to the lowest. The variables income, vegetation cover, educational level and coverage of public services were more significant for index variability. It was concluded that there is inequality of environmental justice in the city of Sorocaba, given the irregular shape of the spatial distribution of the index*

Keywords: *spatial analysis, environmental justice, geoprocessing.*

INTRODUÇÃO

A origem da expressão justiça ambiental remonta aos movimentos sociais norte-americanos que, a partir da década de 60, passaram a reivindicar direitos civis às populações afrodescendentes, bem como a protestar contra a exposição humana à contaminação tóxica de origem industrial (RAMMÊ, 2012). Uma maneira de avaliar a justiça ambiental é verificar se as populações que vivem em condição de vulnerabilidade social estão expostas a uma carga maior de problemas ambientais do que as não vulneráveis (MORATO et al., 2018),

De acordo com Herculano (2004), a justiça ambiental deve levar em conta as premissas que assegurem a equidade, de forma que nenhum grupo social está sujeito a uma parcela desproporcional de prejuízos ambientais, sejam eles advindos de operações econômicas ou políticas. No caso da governança pública, a omissão ou mesmo a inexistência de políticas de inequidade ambiental reflete diretamente na espacialização da justiça distributiva do meio ambiente para a população.

Diante da necessidade de uma visão concreta acerca da condição de justiça ambiental, o estudo da distribuição espacial da população em grupos ambientais conduz a uma caracterização oportuna do direito a equidade ambiental, possibilitando a compreensão da conjuntura socioeconômica que uma população está submetida, do mesmo modo, da condição ambiental e sua expressão no espaço geográfico (CUNICO; OKA-FIORI, 2014). As características de um indivíduo ou grupo são relevantes para determinar as condições socioeconômicas. Neste caso, os critérios demográficos (idade, gênero, educação, etc.) podem ser medidos em diferentes escalas espaciais, resultando em dados que carregam informações pertinentes à análise geográfica e aos aspectos socioeconômicos (GOERL et al., 2012).

Este trabalho teve como objetivo apresentar a formulação de um índice de justiça ambiental com base na análise multicritério, e avaliar a sua distribuição espacial na área urbana do município de Sorocaba (SP) por meio do uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A validação do índice compreendeu a realização de testes estatísticos.

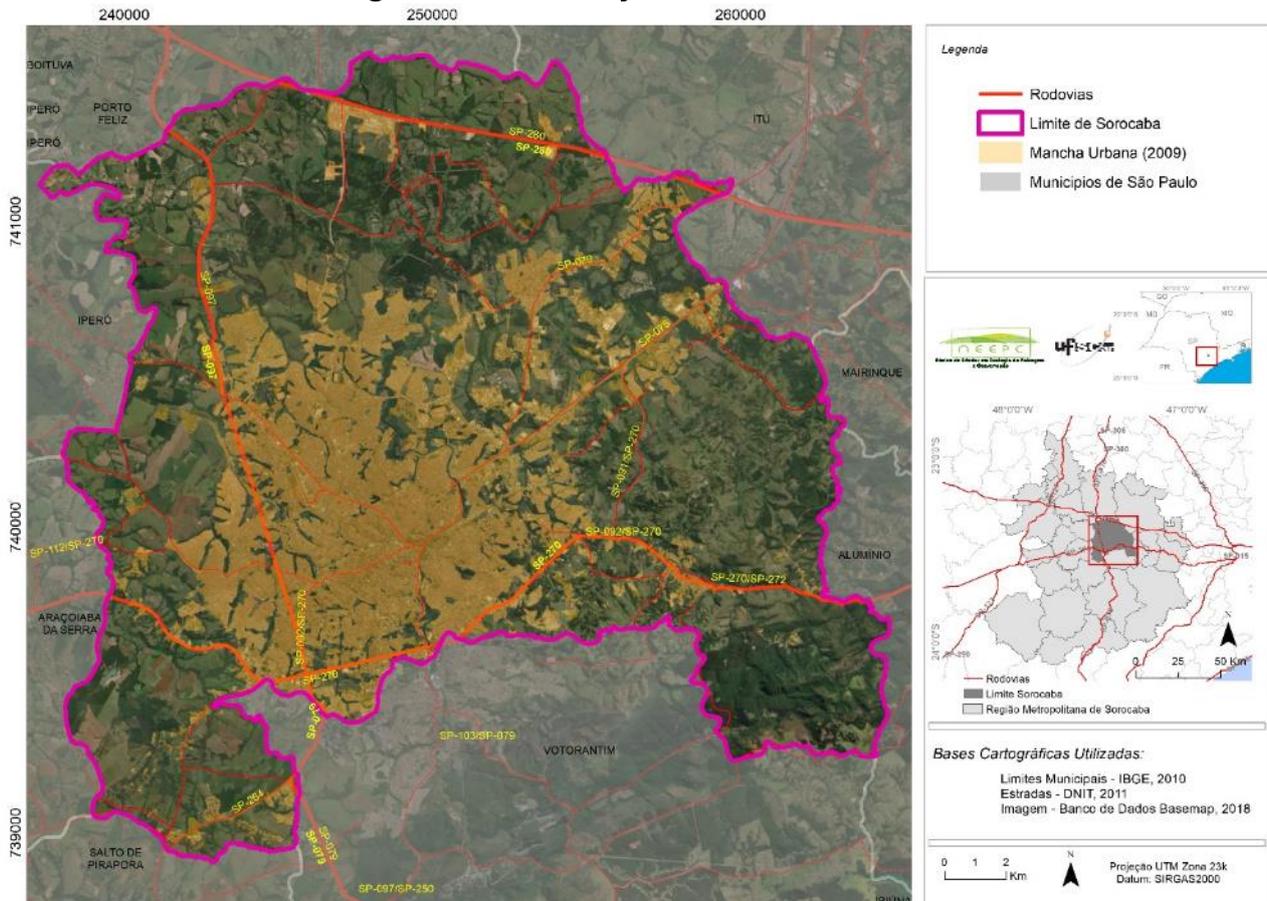
Segundo dados do IBGE (2010), o município de Sorocaba registrou um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,798, sendo mais elevado que a média do estado de São Paulo de 0,783. No entanto, os dados do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS, 2010) indicam que 20% da população do município pertence aos grupos de vulnerabilidade média e alta. Com base nessa constatação, pergunta-se: a vulnerabilidade social verificada na cidade traduz-se, também, numa condição ambiental negativa? Uma vez que a composição do IDHM e o IPVS não leva em conta critérios ambientais, a inserção de indicadores desta natureza poderia conduzir a uma análise na perspectiva da construção de um índice de justiça ambiental? Como hipótese inicial, pode-se dizer que existe uma condição potencial de injustiça ambiental em Sorocaba (SP), e isso se manifestaria no espaço urbano desse município.

Área de estudo

O município de Sorocaba está localizado no interior do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 23°21' e 23°35' de latitude sul e 47°17' e 47°36' de longitude oeste (**Figura 1**). A área de estudo está situada a 92 km de distância da capital do estado de São Paulo, e constitui-se num importante polo de atração econômica e populacional. As

principais rodovias que cortam o município são a Castelo Branco (SP-280) e a Raposo Tavares (SP-270). Sorocaba é a sede da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), que é composta por 26 municípios, com uma área total de 9.821,22 km². A população estimada de Sorocaba é de 671.186 habitantes (IBGE, Cidades@. Perfil Municipal), sendo que mais de 98% da sua população vive na área urbana (IBGE, 2010). A área do município é de 450,38 km² e uma densidade demográfica de 1.304,18 hab./km² (IBGE, 2010).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



MATERIAL E MÉTODOS

Variáveis ambientais que compõem o Indicador de justiça ambiental.

A unidade espacial de análise considerada na pesquisa foi a dos setores censitários, definidos geometricamente no censo IBGE de 2010. O município de Sorocaba possui 684 setores censitários da base de informações do censo demográfico de 2010, sendo que 15 setores não foram considerados, pois não possuíam dados disponíveis, compondo 654 setores analisados neste trabalho.

O IBGE (2010) considera os setores censitários como a menor unidade territorial municipal. Porém, dentro de um mesmo setor censitário podem ser verificados diferentes padrões de uso urbano e, até mesmo, a mistura de usos urbano e/ou rural. Assim, com o

objetivo de restringir a análise para o espaço urbano, as feições territoriais dos setores censitários foram redefinidas com base na mancha urbana de Sorocaba do ano de 2009 (MARTINES; TOPPA, 2015), a qual foi estabelecida por meio do método dasimétrico (WRIGHT, 1936). A dasimetria é um tipo específico de interpolação zonal, baseada em uma técnica cartográfica que utiliza informações auxiliares para desagregar variáveis demográficas como população total e densidade populacional (FRANÇA et al., 2014).

Tipificar uma parcela da sociedade com base em dados que a qualifiquem pode ser um exercício muito complexo. O fato de não existir um indicador universal capaz de medir em sua totalidade a intensidade dos fatores ambientais, faz-se necessária a proposição de um método voltado à construção de um índice. Esse procedimento pode auxiliar na interpretação simplificada das particularidades fundamentais da sociedade.

Por exemplo, ao tipificar uma pessoa com renda de um (01) salário mínimo em Vitória do Xingú (PA), com população estimada de 14.987 pessoas (IBGE, 2018), não é a mesma que se comparado com esse mesmo rendimento para uma pessoa que residisse em São Paulo, capital (SP), com população estimada de 12.176.866 pessoas (IBGE, 2018). São Paulo tem uma maior complexidade urbana em relação a Vitória do Xingú. Assim, isso deve ser considerado no entendimento da tipificação da população para cada região analisada.

Dessa forma, a seleção dos indicadores para elaboração do índice de justiça ambiental de Sorocaba foi fundamentada nas variáveis consideradas pelo Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (FUNDAÇÃO SADE, 2010), pois se entendeu que essas variáveis utilizadas para o Estado de São Paulo também são representativas para a construção do índice municipal. Além disso, a seleção das variáveis também teve como referência o trabalho de Morato et al. (2005), que realizou uma pesquisa sobre qualidade de vida urbana e fez um levantamento sobre os melhores indicadores para a tipificação da uma população.

Nesta pesquisa, as variáveis utilizadas para compor o índice de justiça ambiental são:

- **Coefficiente de abastecimento de água:** a proporção de domicílios dos setores censitários que estão ligados à rede de abastecimento de água;
- **Coefficiente de coleta de esgoto:** a razão entre o total de domicílios com banheiro de uso exclusivo dos moradores e esgotamento sanitário via rede geral de um dado setor censitário e o total de domicílios no mesmo setor;
- **Coefficiente de coleta de lixo:** a razão entre a somatória de todos os domicílios de um dado setor censitário que tem coleta de lixo por serviço de empresa pública ou privada; ou coleta feita por algum serviço de limpeza público ou privado (caçamba, tanque ou depósito) fora do domicílio e o total de domicílios no mesmo setor;
- **Índice de renda:** o rendimento mensal domiciliar dividido pelo número de moradores da unidade domiciliar, incluindo aqueles cuja condição na unidade domiciliar é de pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico;
- **Coefficiente de não alfabetizados:** a razão entre o número total de pessoas

responsáveis não alfabetizadas pelo número total de pessoas responsáveis pelo domicílio. Essa razão representa a proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios não alfabetizadas;

- **Coefficiente de jovens:** o somatório das pessoas de 10 a 29 anos responsáveis pelos domicílios e o total de pessoas do setor censitário. Esses dados expressam a proporção dos jovens que ocupam a posição de chefes de família;
- **Coefficiente de crianças:** o somatório das pessoas entre 0 e 5 anos e o número total de pessoas. Esses dados capturam a proporção de crianças dentro dos setores censitários.
- **Indicador de temperatura de superfície:** foram utilizadas as bandas 10 e 11 do sensor TIRS1 (1060-1119nm) e TIRS 2 (1150-1251nm) a bordo do Satélite Landsat 8 (15/5/2017), correspondentes às faixas do infravermelho termal. A temperatura de superfície foi obtida da conforme a proposta de Coelho e Correa (2013). O valor foi normalizado entre 0 e 1, e calculou-se os valores médios de temperatura de superfície para cada setor censitário. O quesito desconforto térmico aumenta com o valor do coeficiente.
- **Cobertura de vegetação:** representado pelo o NDVI - Normalized Difference Vegetation Index, que é um índice calculado com base na reflectância no espectro eletromagnético vermelho (636-673nm) e infravermelho próximo (851-879nm) (ROUSE et al., 1974) e foi feito com uso das bandas 4 e 5 do sensor OLI a bordo do Satélite Landsat 8 (15/5/2017). Em seguida, aplicou-se o método de análise espacial média zonal para definir os valores médios de NDVI para cada um dos setores censitários. Os valores do NDVI foram normalizados entre 0 e 1, sendo os altos valores indicativos da maior presença de vegetação.

Os atributos ambientais utilizados são representados por diferentes grandezas numéricas. Assim, tais atributos foram padronizados para uma escala numérica de 0 a 1 (Equação 1) (MARTINES et al., 2017). Os setores censitários com valores próximos a 1 revelaram as melhores condições de cada indicador, enquanto que os valores próximos a 0 indicam as piores situações.

$$\text{Var} = ((v-v_1))/((v_2-v_1)) \quad (1)$$

Sendo que:

Var = valor resultado da normalização por setor censitário;

v = valor da variável a ser normalizada;

v₁ = menor valor da variável considerada;

v₂ = maior valor da variável considerada;

Para a variável da temperatura foi aplicada a Equação 2, normalizando o valor mais baixo para 1 e a temperatura mais alta para o 0.

$$\text{Var} = (1 - ((v-v_1))/((v_2-v_1))) \quad (2)$$

Sendo que:

Var = valor resultado da normalização por setor censitário;

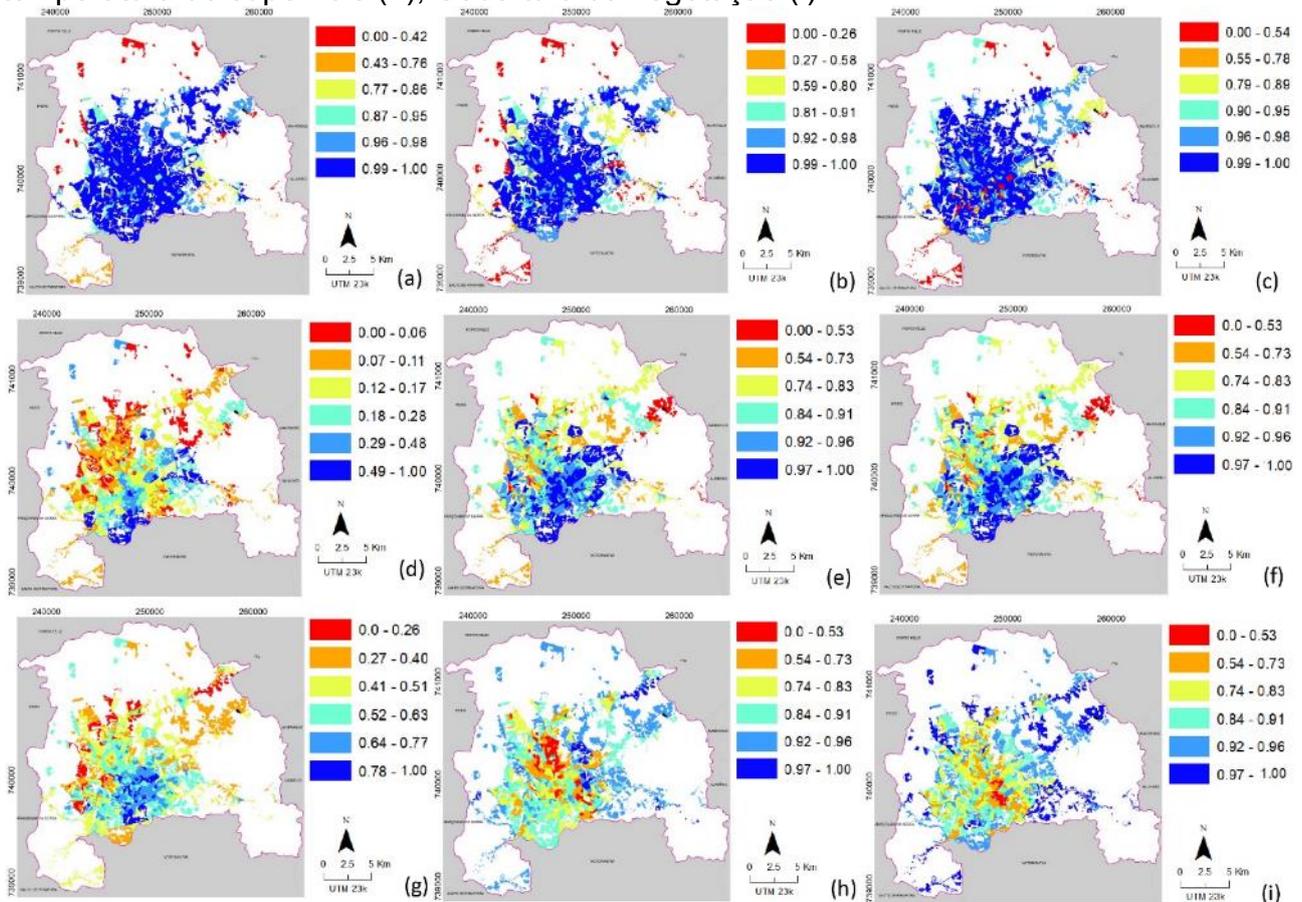
v = valor da variável a ser normalizada;

v₁ = menor valor da variável considerada;

v₂ = maior valor da variável considerada.

A **Figura 2** apresenta na forma de mapas individualizados cada uma das variáveis que compõe o indicador de justiça ambiental. Para essa representação dos dados adotou-se seis classes como padrão e utilizou-se o método *natural breaks* para a definição da amplitude de cada classe, esse método é baseado em agrupamentos naturais inerentes aos dados que são identificados por quebras de classe que melhor agrupam valores semelhantes e que maximizam as diferenças entre as classes, os dados são divididos em classes cujos limites são definidos onde há diferenças relativamente grandes nos valores de dados (LONGLEY et al., 2009).

Figura 2 – Coleção de mapas com a distribuição espacial das variáveis que compõem o índice de justiça ambiental: Coeficiente de abastecimento de água (a), Coeficiente de coleta de esgoto (b), Coeficiente de coleta de lixo (c), Índice de renda (d), Coeficiente de não alfabetizados (e), Coeficiente de jovens (f), Coeficiente de crianças (g), Indicador de temperatura de superfície (h), Cobertura da vegetação (i)



A Análise multicritério aplicada a elaboração do índice de justiça ambiental

O índice de justiça ambiental foi elaborado a partir da aplicação da análise multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP), esse método permite atribuir pesos diferenciados a cada variável em função da importância de cada uma delas na composição do índice (SAATY, 1977). O AHP é um método para a tomada de decisão que permite organizar e avaliar a importância relativa entre os critérios e medir a consistência dos julgamentos. Requer a estruturação hierárquica das variáveis e uma avaliação de comparação pareada por importância relativa, preferências ou probabilidade, entre dois critérios com relação ao critério no nível superior (MARTINES, 2005). A **Tabela 1** apresenta os valores dos pesos derivados da aplicação da AHP.

Tabela 1 – Valores dos Pesos derivados dos AHP para o índice de justiça ambiental.

Variável	Pesos
Índice de renda	0,297
Coefficiente de não alfabetizados	0,198
Coefficiente de abastecimento de água	0,123
Coefficiente de coleta de esgoto	0,123
Indicador temperatura de superfície	0,074
Cobertura de vegetação	0,074
Coefficiente de coleta de lixo	0,047
Coefficiente de jovens	0,031
Coefficiente de crianças	0,031

Com a definição dos pesos das variáveis foi calculado o índice de justiça ambiental do município de Sorocaba através da Equação 3:

$$I_{JA} = \sum(p \cdot Var) \quad (3)$$

Sendo que:

I_{JA} = valor do índice de justiça ambiental por setor censitário;
 p = peso do método AHP para cada variável;
 Var = variável selecionada normalizada.

O resultado da Equação 3 também foi normalizado para o intervalo entre 0 e 1.

Na sequência, aplicou-se a fórmula de *Sturges* (Equação 4) para determinar o número de classes temáticas que seriam representativas em função do total de observações obtidas (FALCO, 2008).

$$K = 1 + 3,3 \cdot \log_{10} n \quad (4)$$

Sendo que:

K = número de classes;
 N = número total de informações.

Com a aplicação da equação 4, obteve-se a indicação de seis classes temáticas representativas do universo do dados. Essas classes receberam a seguinte nomenclatura

qualitativa: Muito Alta, Alta, Média, Baixa, Muito Baixa e Baixíssima.

O método adotado para o agrupamento dessas classes foi o de quebras naturais (JENKS, 1967), que identifica as grandes lacunas no conjunto de valores, ou as pausas naturais, maximiza a diferença entre as classes e minimiza as diferenças dentro das classes.

Validação estatística do índice de justiça ambiental

Com o intuito averiguar as possíveis inconsistências entre as variáveis que compreendem o índice de justiça ambiental e, ainda, identificar os critérios determinantes em sua composição, os resultados obtidos em sua definição foram avaliados e validados pelo emprego de quatro procedimentos estatísticos:

- I. Análise descritiva por *boxplot* e *jitterplot* para avaliar a distribuição empírica dos dados e a distribuição dos valores de cada parâmetro em relação aos grupos de variáveis estabelecidos.
- II. Teste de hipótese pela análise de variância (MANOVA) para revelar possíveis diferenças entre o conjunto de critérios (variáveis) utilizados na composição e no próprio índice de justiça ambiental.
- III. Teste de normalidade *Shapiro-Wilk* para obter o parâmetro de valor de prova (valor-p, *p-value* ou significância), que mostra a medida do grau de concordância entre os dados. Neste caso, quanto menor for o valor-p, menor é a consistência entre os dados (LOPES et al., 2013).
- IV. Análise multivariada por componentes principais (PCA) para avaliar a importância de cada parâmetro em relação à classificação temática dos grupos definidos a partir do índice de justiça ambiental. A PCA, permitiu analisar o conjunto de variáveis usados no índice e reduzir as sobreposições dos parâmetros adotados em sua composição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

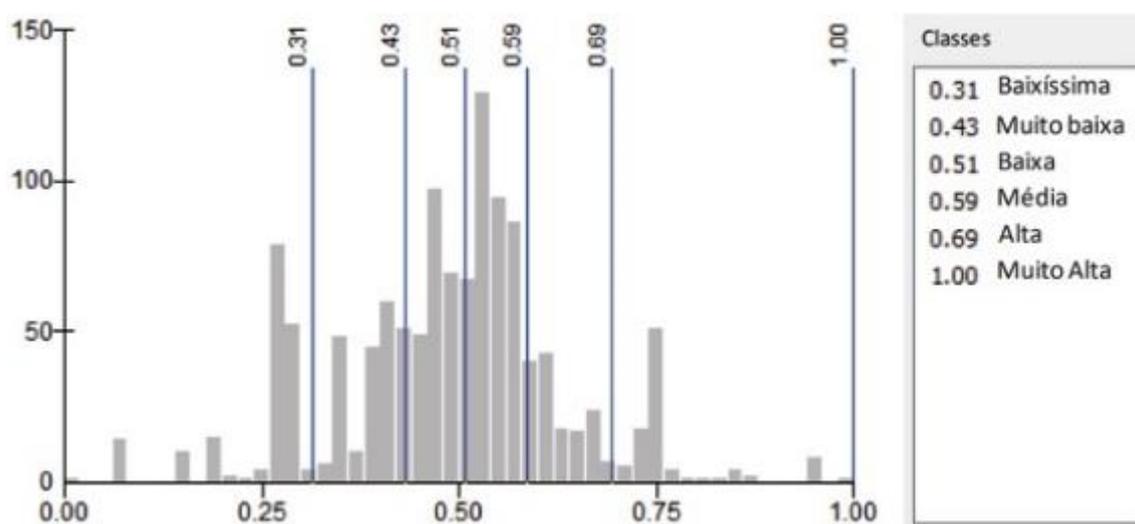
A **Tabela 2** apresenta a distribuição da frequência do índice de justiça ambiental por classes temáticas em função de sua ocorrência nos setores censitários da área urbana do município de Sorocaba (SP). De modo geral, verifica-se a concentração de 78.17% deles no intervalo de classe Média até Baixíssima, o que corresponde a 523 setores censitários classificados como situações críticas. Por outro lado, as classes Muito Alta e Alta representam em conjunto 21,82% dos setores censitários, correspondendo 146 setores do total do universo analisado, sendo classificados como pertencentes ao grupo ambiental de favorecidos.

Tabela 2 – Distribuição da frequência por classes temáticas nos setores censitários de Sorocaba.

Classe	Intervalo	Frequência	%
Baixíssima	0,31	15	2,24
Muito Baixa	0,43	61	9,12
Baixa	0,51	185	27,65
Média	0,59	262	39,16
Alta	0,69	110	16,44
Muito Alta	1	36	5,38
Total		669	100,00

A **Figura 3** demonstra que as classes Muito Alta e Baixíssima apresentam a maior variabilidade dentro dos intervalos definidos, configurando uma dissimilaridade tipológica entre os setores censitários no interior dessas classes. Por outro lado, as classes “Muito Baixa, Baixa, Média, Alta” apresentam-se em intervalos mais simétricos, o que indica uma maior uniformidade entre os setores censitários que compreendem essas classes estabelecidas.

Figura 3 – Histograma da distribuição por classes temáticas estabelecidas na composição do Índice de Justiça Ambiental.



A distribuição espacial do índice de justiça ambiental segundo os setores censitários da mancha urbana do município de Sorocaba (SP) evidencia a variação de sua intensidade no eixo sul-norte, sendo que as regiões mais periféricas, situadas no extremo norte, apresentaram os menores valores do índice, ou seja, elas possuem as maiores desvantagens ambientais.

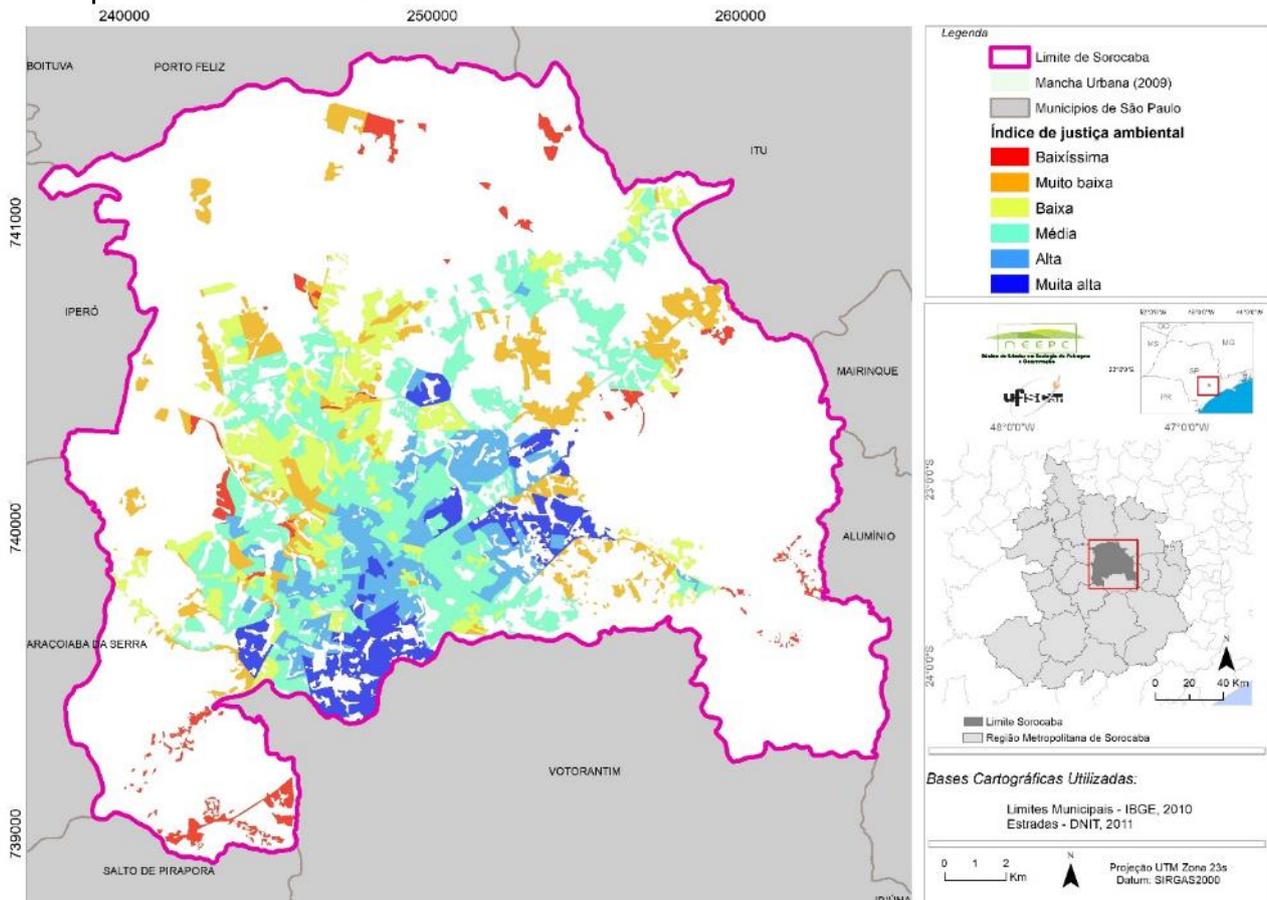
A cidade de Sorocaba é fortemente marcada pela sua estrutura industrial, concentrando estabelecimentos do ramo alimentício, máquinas e equipamentos, eletroeletrônico, telecomunicações, metal-mecânico e metalúrgico, e, recentemente, a chegada de plantas como a industrial da Toyota, a construção da usina de biodiesel (Bioverde), e a instalação da Coca-cola (FUNDAÇÃO SEADE, 2011), são exemplos do incremento do setor industrial municipal e do acelerado movimento de crescimento econômico no fenômeno.

Este processo vem gerando transformações urbanas, econômicas e industriais, que impulsionaram um alto investimento na construção civil, com empreendimentos que possuem como público-alvo a classe média e a classe popular (FREY, 2010). Na região oeste e norte do município, aparecem investimentos em conjuntos habitacionais populares. Na região Sul surge melhorias na infraestrutura urbana, abertura de novos shoppings centers, condomínios residenciais horizontais e verticais (BURGOS, 2013).

Estas transformações urbanas estão inseridas dentro dos processos econômicos de modificações das cidades médias do interior paulista (CARLOS, 2015). Nessa dinamização do espaço urbano, a valorização espacial desigual e segregada encontra-se no cerne desta transformação, o que acaba por acarretar o processo de favelização com

a ocupação de áreas irregulares na cidade, além da falta de políticas públicas de habitação (COMITRE, 2013). Portanto, estes fenômenos podem estar relacionados ao gradiente de variação do índice de justiça ambiental, principalmente sobre as diferenças registradas entre a região Sul e Norte da área urbana, onde localizam-se os principais contrastes entre os grupos de variáveis socioeconômicas e ambientais classificados na pesquisa.

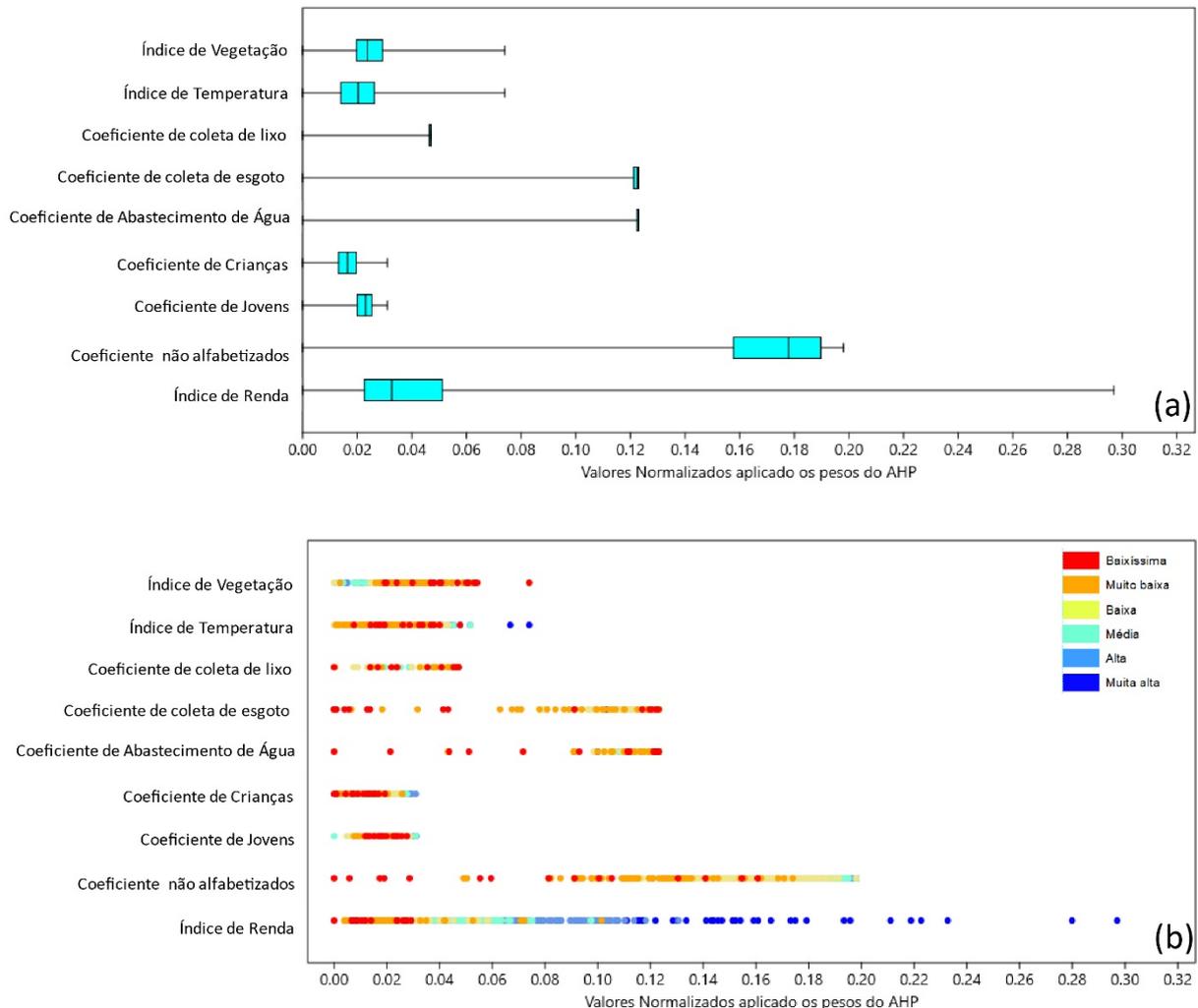
Figura 4 – Índice de justiça ambiental para os setores censitários em áreas urbanas no município de Sorocaba - SP



A **Figura 5A** demonstra a representação das variáveis que compõem o índice de justiça ambiental de forma decomposta em *boxplots*. Embora todas as variáveis apresentem grau de dessimetria, as variáveis, índice de renda e coeficiente de não alfabetizados, destacam-se no conjunto por uma grande dispersão e uma alta amplitude dos valores.

Na **Figura 5B** observa-se que a variável índice de renda, concentra os setores censitários classificados como mais altos valores do índice, enquanto que a baixa cobertura vegetal, coeficiente de coleta de lixo, coeficiente de coleta de esgoto e coeficiente de não alfabetizados apresentam-se com agrupamentos significativos dos setores censitários com os mais baixos valores do índice de justiça ambiental.

Figura 5 – Representação gráfica do comportamento das variáveis que compõem o índice de justiça ambiental. *Boxplot* dos parâmetros utilizados para composição do índice de justiça ambiental (A); *Jitterplot* do índice para cada variável (B).



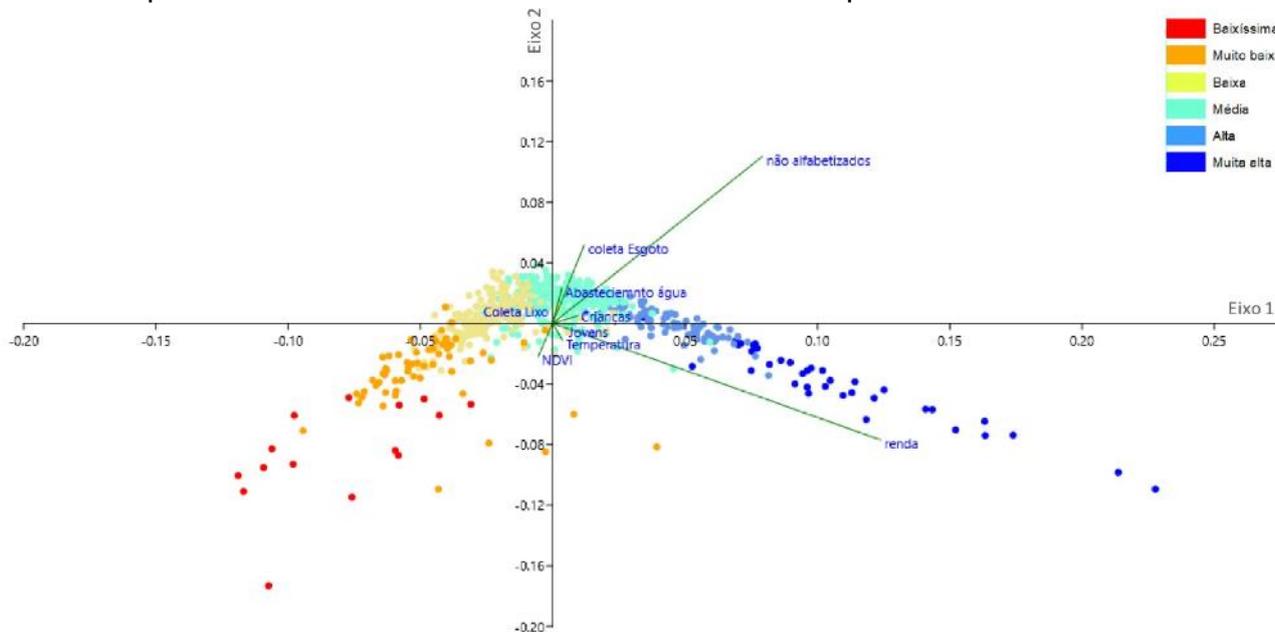
Os resultados do teste da MANOVA apresentaram diferença significativa entre as classes definidas, teste de normalidade Shapiro-Wilk com diferenças significativas entre os parâmetros das classes do índice de justiça ambiental, com $p\text{-valor} = 0,0024$, esse valor está abaixo do nível de significância de 0,05 (5%), indicando que existe pelo menos uma diferença significativa entre as classes de variáveis ambientais que compõem o índice de justiça ambiental.

A **Figura 6** apresenta a PCA que permitiu identificar um gradiente transicional entre os parâmetros considerados associados às diferentes classes de justiça ambiental por setores censitários.

Esse arranjo aponta, principalmente, para a influência da variável índice de renda (eixo 1) como a mais significativa para explicar a classificação dos setores censitários como Muito alta. Entre os agrupamentos das classes de Alta e Média diversos fatores são significativos e aparecem em intensidades semelhantes como: coleta de esgoto, abastecimento e água, entre outros, o destaque é a baixa presença de não alfabetizados

neste conjunto. Para os setores de Baixíssima e Muito Baixa um dos fatores significantes é a pouca presença de vegetal nesses setores censitários.

Figura 6 – Análise dos componentes principais da classificação do índice de justiça ambiental por setores censitários na área urbana do município de Sorocaba.



CONCLUSÕES

O grupo de variáveis ambientais permitiu estabelecer o mapeamento do índice de justiça ambiental que permitiu verificar a sua distribuição nos setores censitários da área urbana de Sorocaba (SP). Os resultados estatísticos permitiram identificar uma assimetria na distribuição espacial dos parâmetros analisados, revelando uma desigualdade ambiental na área urbana de Sorocaba, com base nas fundamentações teóricas que conceituam a justiça ambiental.

Os agrupamentos das classes do índice de justiça ambiental foram influenciados principalmente pela renda, configurando um arranjo que estabeleceu um gradiente entre as classes menos críticas (Muito Alta, Alta e Média), e os aspectos ambientais não se apresentaram como variáveis importantes para definir as separações das classes do índice. Isso pode estar associado à uma estrutura urbana diferente, principalmente nas zonas Sul e Leste de Sorocaba.

A análise da distribuição dos agrupamentos espaciais do índice de justiça ambiental permitiu a identificação de um padrão espacial, elucidando as diferenças entre as áreas mais favorecidas, localizadas na região sul dos setores censitários urbanos, e as áreas desfavorecidas situadas na porção norte.

Assim, evidencia-se que a distribuição espacial do índice não acontece de forma aleatória no espaço, mas sim a partir de um arranjo espacial que expressa um ordenamento territorial desigual e ambientalmente injusto para a população.

REFERÊNCIAS

BURGOS, R. Valorização do espaço e segregação socioespacial na cidade de Sorocaba: implicações na vida cotidiana. In: **Encuentro de Geógrafos de América Latina**. Perú, 2013.

COELHO, A.L.N.; CORREA, W.S.C. Temperatura de Superfície Celsius do sensor TIRS/LANDSAT-8 - Metodologia e Aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n.12, p. 31-45, 2013.

COMITRE, F; ORTIGOZA, S,A,G, Segregação Socioespacial e o Poder Público: uma análise do projeto de desfavelamento em Sorocaba. **Revista Geografar**, v. 8, n.1, p. 48-69, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 ago. 2018.

_____. **Cidades@**. Perfil Municipal. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 22/ago. 2018

CARLOS, Ana Fani A. A reprodução do espaço urbano como momento da acumulação capitalista. **Crise urbana** [S.l: s.n.], 2015.

CUNICO, C.; OKA-FIORI, C. O Estado de normalidade e o estado de exceção diante da importância das categorias de “vulnerabilidade”, “risco” e “resiliência”. **Caminhos de Geografia**, v.15, n. 52, p. 01-20, 2014

FALCO, J. G. Estatística aplicada. volume 1 ed. Cuába: EdUFMT, 2008

FUNDAÇÃO SEADE. Perfil dos municípios paulista. Disponível em: <www.produtos.seade.gov.br> Acesso em 02 ser. 2018

_____. Índice paulista de vulnerabilidade social – IPVS: espaços e dimensões da pobreza nos municípios do estado de São Paulo. 2010.

FREY, H. O processo de ocupação do espaço urbano na cidade de Sorocaba e sua região. 2010. 164 f. **Dissertação** (Mestrado em Demografia)- Departamento de Demografia do instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas

FRANÇA, V. O et al. Método Dasimétrico Inteligente: uma aplicação na mesorregião metropolitana de Belém. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 6, n. 66/6, p. 1395-1411, 2014

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN; J. R. G. M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: Estudo de caso do município de Rio Negrinho-SC. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

HAUGHTON, G, Environmental Justice and the Sustainable City **Journal of Planning Education and Research**, v. 18, n. 3, p. 233-243, 1999

HERCULANO, S., PÁDUA, J. A. **Justiça Ambiental e Cidadania**. ed. Relume-Dumará, 2004.

JENKS, G F. The Data Model Concept in Statistical Mapping **International Yearbook of Cartography** v. 7, p 186–190. 1967

LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., & RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. ed. Bookman, 2009.

LOPES M.M, BRANCO V.T.S.C, SOARES J.B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. **ANPET Transportes**, v. 21, n 1, p. 59-63, 2013.

MARTINES, M. R. Inferências geográficas e redes neurais artificiais aplicadas à produção da cartografia de síntese. 170 f. **Tese** (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARTINES, M. R.; TOPPA, R. H. Expansão da mancha urbana de Sorocaba, São Paulo, no período de 2002 a 2009: subsídios ao Plano Diretor por meio de técnicas de Geoprocessamento. In: **2015 XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, 2015

MARTINES, M.; TOPPA, R.; FERREIRA, R.; CAVAGIS, A.; KAWAKUBO, F. ; MORATO, R. Spatial Analysis to Identify Urban Areas with Higher Potential for Social Investment. **Journal of Geographic Information System**, vol. 9, n. 5, p. 591-603. 2017.

MORATO, R. G.; MACHADO, R. P. P. ; MARTINES, M. R. Mapeamento da Justiça Ambiental e Racismo Ambiental na Bacia do Córrego do Morro do "S", São Paulo. **Geoambiente On-Line**, v. 1, n. 31, p. 214, 2018

MORATO, R.G.; KAWAKUBO S.F.; LUCHIARI A. Avaliação da qualidade de vida urbana por meio de técnicas de geoprocessamento In: **X Encontro de Geógrafos da América Latina**, São Paulo, 2005

PELLOW, D.N; BRULLE, R. J. **Power, Justice and the Environment: A Critical Appraisal of the environment**. ed. The MIT Press, 2006

RAMMÊ, R. S. **Da justiça ambiental aos direitos e deveres ecológicos : conjecturas políticos-filosóficas para uma nova ordem jurídico-ecológica** ed: Educus, 2012

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains. In: **Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium**, Washington, United States, 1973

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

WRIGHT J. K. A Method of Mapping Densities of Population with Cape Cod as an Example. **Geographical Review**, v. 26, n. 1, p. 103-110, 1936

Recebido em: 01/07/2018

Aprovado em: 27/11/2018