



## Análise espacial da distribuição do ensino em função da renda em uma bacia hidrográfica

Jomil Costa Abreu SALES<sup>1</sup>, Camille Vasconcelos SILVA<sup>1\*</sup>, Darllan Collins da CUNHA e SILVA<sup>1</sup>, Omar Yazbek BITAR<sup>2</sup>, Roberto Wagner LOURENÇO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Sorocaba, SP, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP (IPT), São Paulo, SP, Brasil.

\*E-mail: [camillevs15@gmail.com](mailto:camillevs15@gmail.com)

(ORCID: 0000-0001-8722-8398;0000-0002-5810-0026; 0000-0003-3280-0478; 0000-0003-1004-8553; 0000-0002-5234-8944)

Recebido em 08/11/2021; Aceito em 31/01/2022; Publicado em 14/03/2022.

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo analisar a relação da distribuição espacial dos indicadores de escolaridade em função da renda *per capita* dos setores censitários da Bacia Hidrográfica do Rio Una (BHRU), localizado no município de Ibiúna-SP. Para isso foram utilizadas técnicas de geoestatística, como estimação de Krigagem Ordinária, teste de Kernel, para avaliar a distribuição da renda e a densidade das escolas juntamente com dados do Censo Demográfico de 2010. De acordo com o teste de Pearson, houve correlação das taxas de escolaridade e renda apenas entre a população com mais de 20 anos. Demonstrando que, quanto menor a renda menor o nível de escolaridade da população, coincidindo a distribuição das áreas de menor renda e escolaridade com as áreas de maior vocação agrícola. Portanto, podemos concluir que conhecer o potencial da distribuição da educação em função da renda é uma ferramenta importante para políticas públicas e sociais.

**Palavras-chave:** escolaridade; krigagem; distribuição espacial; sistemas de informações geográficas.

### Spatial analysis of education distribution concerning a watershed money income

**ABSTRACT:** The current study aims to analyze the spatial distribution relationship among schooling indexes, considering the money income of census tracts of the watershed Una river, which is located at Ibiuna, municipality of São Paulo state. The 2010 Population Census and the Ordinary Kriging were used as geostatistical analysis. Kernel test was applied to evaluate schools density. Pearson test demonstrated a correlation between schooling rates and money income on the population older than 20 years, showing that, the smaller the income, the smaller are the schooling levels. Associated with that, the area distribution of the smallest schooling levels are the same with the biggest agricultural vocation. Therefore, in conclusion, understanding the schooling distribution potential in relation to the income is an important management tool for public and social policies.

**Keywords:** schooling; kriging; spatial distribution; geographic information systems.

## 1. INTRODUÇÃO

Considerada como uma unanimidade mundial fornecer acesso à educação para uma nação nem sempre foi prioridade. A educação compulsória teve início em meados dos anos 1763 por Frederico o Grande, Rei da Prússia, inicialmente atendendo princípios de doutrinação ideológica, política e religiosa. Apenas um século depois, ao longo da Revolução Industrial, foi criado um sistema educacional que serviria de base para os princípios educacionais modernos, capaz de atribuir a importância do conhecimento ao trabalho econômico (ALMEIDA, 2017; WADOVSKI; COSTA OLIVEIRA, 2018).

Nas últimas décadas diversos estudos ao redor do mundo destacam que os altos índices de escolaridade estão fortemente relacionados com a elevação do Produto Interno Bruto (PIB) e a melhoria de índices sociais. Diferentes países que ampliam suas taxas de atendimento na educação, posteriormente alcançariam maior crescimento econômico, redução da pobreza, elevação dos salários médios, e resultados mais satisfatórios na saúde (SALES et al., 2019; BUSTAMANTE; LEITE, 2020; GODOY; SOARES, 2020).

Segundo o relatório da Unesco (2005), ao longo dos séculos a educação demonstrou ampla capacidade de induzir

mudanças e transformar sociedades e nações em direção ao progresso.

Ao longo da história Indicadores de desempenho, assim como o PIB, costumam ser utilizados por países, estados, municípios e até bacias hidrográficas para quantificar seu desenvolvimento. Porém o PIB foi concebido para medir apenas variações econômicas de uma população (AKTER et al., 2016; SALES et al., 2019; GODOY; SOARES, 2020).

Uma alternativa às falhas nas medições do bem-estar social foi a utilização do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) na década de 90, utiliza informações como a importância de uma população ter oportunidade de levar uma vida longa e saudável, ter acesso ao conhecimento e de poder desfrutar de um padrão de vida digno. Desta forma o IDH aborda temas que refletem na qualidade de vida e bem-estar, sendo composto por dados dos indicadores de longevidade, escolaridade e pela renda per capita de uma população (PONTES; LIMA, 2018; SILVA et al., 2019; FUZARO; CARNIELLO, 2020).

Entretanto, segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, ao contrário do que se imagina, o crescimento econômico em países em desenvolvimento

como o Brasil, muitas vezes reforça as desigualdades sociais (CAMPELO et al., 2020; ROSSONI et al., 2020).

Um instrumento científico que permite analisar essas desigualdades e avaliar os dados estatísticos populacionais é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Permitindo realizar análises geográficas quantitativas sobre a dinâmica das variáveis, assim como a analisar espacialmente o IDH dentro de uma determinada área a partir dos dados censitários (SALES et al., 2019; SILVA et al., 2019; ALVARENGA, 2020; PEREIRA; CUNICO, 2020).

Entende-se como análise espacial, a área do conhecimento que possui a finalidade de tratar as diversas informações geográficas por meio de técnicas matemáticas e computacionais, que operam sobre um conjunto de dados georreferenciados, de modo a auxiliar na interpretação das dinâmicas de determinados fenômenos físicos, biológicos e populacionais, dando suporte para a tomada de decisões (CARDOSO et al., 2020; PEDROSA; ALBUQUERQUE, 2020).

Para identificar as principais áreas a serem implantadas ações que visam reduzir desigualdades, faz-se necessária a realização de estudos que identifiquem e mapeiem esses campos deficitários (SALES et al., 2019; MATA; COSTA, 2020). Silva et. al (2019) destacam a importância de realizar uma análise espacial das necessidades de uma determinada população considerando a sua espacialidade de modo a amparar a elaboração de políticas públicas.

Nesse sentido, uma das formas de realizar este mapeamento é por meio da análise de índices e indicadores como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), que pode determinar as regiões mais deficitárias quanto ao atendimento do Estado com políticas públicas que visam mitigar essas desigualdades (SALES et al., 2019; RODRIGUES et al., 2020).

Vários estudos integralizaram o uso de SIG como instrumento para análise espacial de indicadores sociais, ambientais e econômicos associados ao uso de dados demográficos e ou dados componentes do IDH federais, estaduais e municipais, estando ou não estes adaptados as

características particulares da região estudada como, por exemplo, bacias hidrográficas (SALES et al., 2019; Silva et al., 2019; ALVARENGA, 2020; RODRIGUES et al., 2020; SILVA et al., 2020; BARROS; BARROS, 2021).

Dessa maneira, a metodologia do trabalho sugere uma análise espacial através de mapas comparativos entre os setores censitários que compõem a bacia hidrográfica do rio Una, sob a ótica de indicadores sociais e econômicos e, confrontando-os espacialmente, para assim verificar se há uma relação espacial.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a relação da distribuição espacial dos indicadores de escolaridade em função do indicador da renda per capita dos setores censitários da área de estudo de acordo com o modelo adotados pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Para isso serão utilizados técnicas do geoprocessamento e geoestatística para realizar o mapeamento e predição da distribuição espacial da qualidade do ensino, baseado no índice de escolaridade da população adulta, e no fluxo escolar de crianças e jovens matriculados no ensino fundamental e básico ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Una (BHRU), situada no município de Ibiúna, São Paulo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Una (BHRU) fica localizada no Município de Ibiúna, situada na região metropolitana de Sorocaba, a aproximadamente 75 km da capital do estado de São Paulo (Figura 1).

Conforme o último Censo demográfico, realizado em 2010, o município possui 71.217 habitantes, sua densidade demográfica é de 67,31 habitantes por quilometro quadrado. A taxa de mortalidade infantil média no município é de 16,57 para 1.000 nascidos vivos e em 2014, tinha um PIB per capita de R\$18.966,35. O IDH de Ibiúna em 2010 foi calculado em 0,710, considerado alto de acordo com os parâmetros do Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD, 2013; IBGE, 2016).

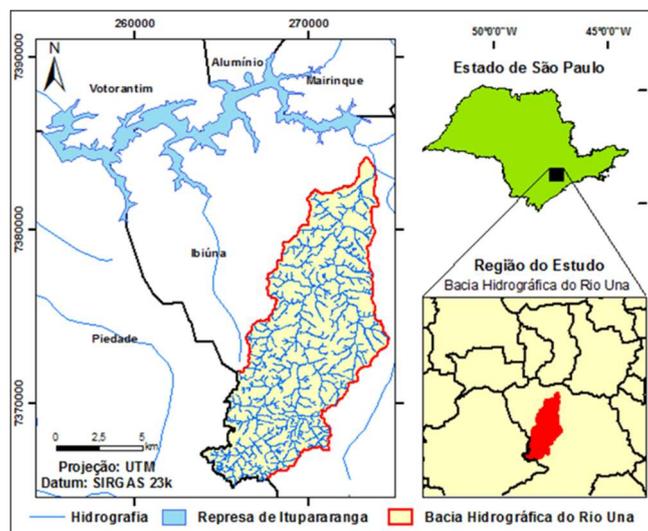


Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica do rio Una no município de Ibiúna, estado de São Paulo.

Figure 1. Una river's basin location in the municipality of Ibiúna, state of São Paulo.

O estudo da dinâmica populacional da BHRU é de grande interesse, pois se trata de um dos mais importantes mananciais de abastecimento da Usina Hidrelétrica de

Itupararanga, principal reservatório de captação de água da região, uma vez que abastece uma população estimada em mais de 1,5 milhões de pessoas, além de conter extensas

faixas de matas nativas e de ser uma área de interesse econômico, devido à expansão agrícola (IPT, 2008; SILVA et al., 2016).

De acordo com o censo demográfico de 2010, Ibiúna possui 129 setores censitários, sendo a BHRU composta por 43 setores, localizados em áreas rurais e urbanas (IBGE, 2011).

## 2.2. Renda per capita

A renda per capita mede a capacidade média de aquisição de bens e serviços de uma população (SALES et al. 2019). Assim, o presente trabalho utilizou o mesmo critério para os setores censitários. Sendo o rendimento nominal total dividido pela população total, residente nos domicílios em cada setor, obtendo-se a renda setorizada per capita (IBGE, 2012)

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, na metodologia do IDH – Municipal, desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013), foram atribuídos valores máximos e mínimos de referência, de acordo com o chamado dólar - paridade-poder-de-compra (\$PPC), utilizado no IDH-Global. Portanto, os limites de máximo e mínimo convertidos para a renda per capita mensal são R\$ 4.033,00 e R\$ 8,00, respectivamente.

O mínimo corresponde ao mínimo adotado pelo IDH Global para países; e o máximo corresponde à renda média do décimo mais rico da população no município mais rico do país. Assim o cálculo da Dimensão Renda ( $D_{Renda}$ ) da bacia hidrográfica por setores censitários, adaptado do IDH - Global é calculada de acordo com a Equação 1.

$$D_{Renda} = \frac{(\text{Log}_{grps} - \text{Log}_{grmi})}{(\text{Log}_{grma} - \text{Log}_{grmi})} \quad (01)$$

em que:  $D_{Renda}$  = Dimensão de Renda da Bacia Hidrográfica do Rio Una;  $\text{Log}_{grps}$  = Logaritmo da renda per capita do setor censitário;  $\text{Log}_{grmi}$  = Logaritmo da referência mínima;  $\text{Log}_{grma}$  = Logaritmo da referência máxima.

## 2.3. Educação

É composta de indicadores de escolaridade da população adulta e de fluxo escolar da população jovem. O fluxo escolar é medido pela média aritmética do percentual de crianças e jovens frequentando o ensino fundamental e médio, em quatro momentos importantes da formação escolar. A escolaridade da população adulta é medida pelo percentual da população de 18 anos ou mais de idade com o ensino fundamental completo (PNUD, 2013; VON WIRTH et al., 2015).

Portanto, para calcular o fluxo escolar foi obtido, para cada setor censitário, a porcentagem de crianças de 5 a 6 anos, 11 a 13, jovens de 15 a 17 e jovens de 18 a 20 anos alfabetizados. O mesmo foi realizado para obter a taxa de escolaridade da população adulta da BHRU com objetivos de obter a porcentagem da população maior de 19 anos que concluiu o ensino fundamental.

## 2.4. Análise especial dos dados

### 2.4.1 Krigagem

Foi utilizada como técnica de estimação linear para as variáveis a Krigagem Ordinária. Krigagem é um método de interpolação abalizado em ponderações de dados amostrais, baseadas na distância entre duas amostras e na variância entre

elas. É baseada em modelos estatísticos que incluem a autocorrelação, isto é, as relações estatísticas entre os pontos medidos. Devido a isso, técnicas geoestatísticas não só têm a capacidade de produzir uma superfície de previsão, mas também fornecer alguma medida da certeza ou precisão das previsões (SILVA et al., 2018).

A metodologia utilizada pesa os valores medidos circundantes às unidades amostrais para derivar uma previsão em um local não medido. A fórmula geral de interpolação foi elaborada como uma soma ponderada dos dados, de acordo com a Equação 2 (BOSHI et al., 2012).

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \quad (02)$$

em que:  $x_0$  é o ponto desejado; no  $Z(x_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ,  $x_i$  são os pontos medidos; e  $\sum \lambda_i$  é a somatória dos pesos atribuídos a eles.

De acordo com Silva et al. (2018), ao minimizar a variância do erro sob a condição  $\sum \lambda_i = 1$ , os pesos passam a ser obtidos a partir de um sistema de equações de Krigagem Ordinária e podem ser escritos sob notação matricial como descreve a Equação 3.

$$K \times \lambda = k \quad \text{ou} \quad \lambda = K^{-1} \times k \quad (03)$$

em que:  $K$  é a matriz de covariância entre as amostras;  $k$  é a matriz de covariância entre as amostras e o ponto a ser estimado;  $\lambda$  é o vetor dos pesos.

As covariâncias são obtidas em função das distâncias entre os pontos amostrais e o ponto a ser estimado, com base na modelagem do semivariograma experimental. A função do modelo teórico do semivariograma varia de acordo com o próprio modelo e se apresenta de acordo com a Equação 4.

$$\gamma(h) = f(C_0, C_1, a, h) \quad (04)$$

em que:  $C_0$  = Efeito pepita;  $C_1$  = Contribuição;  $a$  = Alcance;  $h$  = Vetor distância entre dois pontos.

Aplica-se a equação do modelo teórico escolhido em cada par amostral ou não amostral, sendo a distância entre eles a variável independente, obtendo-se assim a semivariância entre o par.

Para representar a variabilidade e continuidade espacial da Renda Per Capita e da distribuição da Educação na superfície da BHRU foram considerados como dados amostrais, as informações referentes os valores de renda para cada setor censitário. Referente a educação, foram utilizados a porcentagem de crianças e jovens na faixa etária de 5 a 6 anos, 11 a 13 anos, 15 a 17 anos 18 a 20 anos alfabetizados e adultos maiores de 18 anos com o ensino fundamental completo, esses valores são traduzidos no indicador de fluxo escolar e pela taxa de escolaridade da população adulta, esses dados compõem o subíndice do IDH de educação (PNUD, 2013).

Todos os dados são representados pelo ponto central dos respectivos polígonos de cada setor censitário, chamados centroides. Esse método consiste em atribuir o valor de um atributo (Renda e Educação) associado a uma unidade de área, onde admite-se a distribuição de densidade constante por todo interior da área a um ponto interno desta área, igual ao centroide (MARTIN, 1989).

A conversão dos valores de polígonos em pontos foi feita automaticamente com o auxílio do software ArcGis 10.6.

Para analisar a continuidade espacial do indicador, o primeiro passo foi realizar a modelagem dos semivariogramas dos valores de renda per capita e da educação. Após os valores de semivariância serem plotados no semivariograma, verificou-se a presença da anisotropia através da superfície de semivariograma.

Para análise geoestatística, os modelos teóricos usados para ajuste foram: esférico, exponencial e gaussiano. A validação e escolha do modelo mais adequado foi baseada na média dos erros (ME), na média dos erros de predição padronizados (MS), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os valores estimados e o verdadeiro (Root-Mean-Square – RMS), erro padrão da média do erro de predição (*Average Standard Error – ASE*) e raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os valores estimados e o verdadeiro padronizado (*Root-Mean-Square-Standardized – RMSS*). Para predições não enviesadas (que representam o valor real), ME e MS devem ter valores próximos de zero e RMS e ASE tenham valores próximos entre si, o que diminui a incerteza associada quanto às predições e, ainda, para uma maior acurácia RMS deve apresentar baixos valores, o que indica uma menor variabilidade entre os valores preditos e os respectivos valores verdadeiros. Para o valor de RMSS, se for superior a 1, a variabilidade da predição está sendo subestimada, caso contrário, superestimada, assim o valor ideal é o mais próximo possível de 1 (TATALOVICH et al., 2006; GEORGAKARAKOS; KITSIOU, 2008; PASINI et al., 2014).

Com a utilização do software ArcGis 10.6 realizou-se ajustes nos semivariogramas experimentais. Os parâmetros fundamentais do semivariograma, como patamar, efeito pepita e alcance, permaneceram da mesma maneira como preestabelecidos pelo algoritmo. Porém, alguns ajustes nos números de *lags*, e nas larguras do *bandwidth* foram realizados. Estes parâmetros indicam a janela de tolerância utilizada na variografia exploratória.

De acordo com ESRI (2011), a seleção do tamanho de *lag* tem efeitos importantes no semivariograma. Por exemplo, se o tamanho do *lag* for muito grande, a autocorrelação de curto alcance pode ser mascarada.

Para avaliar a dependência espacial do fenômeno utilizou-se o Índice de Dependência Espacial (IDE) proposto por Cambardella et al. (1994), conforme Equação 5.

$$IDE = \left( \frac{C_0}{C_0 + C} \right) \times 100 \quad (05)$$

O IDE utiliza o efeito pepita ( $C_0$ ) e a contribuição ( $C$ ) em seus cálculos. A seguinte classificação para os seus valores: se  $IDE \leq 25\%$  o fenômeno tem forte dependência espacial; entre 25% e 75% têm dependência espacial moderada e  $\geq 75\%$  têm fraca dependência espacial.

Após o mapeamento das taxas de escolaridade foi realizado um teste de correlação de Pearson, para avaliar a existência de correlação entre a distribuição da taxa de escolaridade e a renda per capita da população.

#### 2.4.2 Kernel

Após analisar a distribuição dos valores relacionados ao fluxo escolar e ao índice de escolaridade da população adulta, foi realizada a distribuição das escolas ao longo da BHRU. Para identificação das escolas distribuídas pelo município, foi

acessado o site da Secretaria Municipal da Educação de Ibiúna, para identificação dos endereços de todas as escolas cadastradas na cidade. Após a identificação do endereço, foi utilizado como ferramenta de busca o software Google Earth Pro, para identificar a localização espacial dos endereços. Uma vez identificadas as escolas inseridas dentro da BHRU, os arquivos foram exportados do formato KMZ para *shapefile* para utilização no SIG ArcGIS, modelo 10.6.

Depois de especializadas foi aplicado o Estimador de Kernel sobre os pontos e a distribuição das escolas da área de estudos. Segundo Carvalho; Câmara, (2004), Kernel é um estimador de densidade ou intensidade pontual. O método tem a capacidade de compor uma superfície cujo valor é proporcional à intensidade das amostras por unidade de área. Realizando uma contagem de todos os pontos dentro sob a região de influência, ponderando os valores pela distância de cada ponto.

Portanto, o método permitiu gerar um mapa da distribuição da densidade de escolas que atendem a população da BHRU.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Renda per capita

Com base nos resultados obtidos, a BHRU possui área de 9.646,37 hectares, com uma população de 19 mil habitantes, sendo que 8.684 desse total concentra-se nos setores censitários com maior renda, representando 45,7% da população da bacia. A referida população ocupa um território de aproximadamente 1.274,27 hectares, equivalente a cerca de 13% da área total da BHRU. Essa população tem uma variação média na distribuição de renda entre R\$641,68 e R\$ 749,39 e estão localizados na zona urbana do município.

Os resultados obtidos da distribuição da renda demonstram que os setores censitários mais próximos ao centro urbano do município de Ibiúna possuem os maiores valores de renda per capita. À medida que os setores se distanciam do centro urbano, como por exemplo as áreas localizadas à nordeste da bacia hidrográfica, apresentam os menores valores de renda.

De acordo com os resultados obtidos a partir da interpolação, a menor distribuição da renda foi localizada na região sudeste da bacia hidrográfica.

A distribuição entre os setores com menor renda varia de R\$322,83 a R\$364,10 e estão localizados na região sul e sudeste da bacia a 16 quilômetros de distância do centro urbano. Ocupam área aproximada de 3.563,79 hectares, representando cerca de 37% do território da BHRU, com população de 2.100 pessoas aproximadamente.

A Figura 2 apresenta o mapa da distribuição da renda ao longo da bacia hidrográfica e suas respectivas faixas de renda. Com base no mapa da distribuição da renda e na Tabela 1, pode-se observar que 4,07% apresentam renda entre R\$322,83 e R\$364,10, ocupando área de 392,47 hectares, 28,50% da área da bacia, que equivalem a 2.789,8 hectares, apresentam renda até e R\$396,56 e 28,93% (2.748,6 hectares) tem renda até R\$437,83. Ou seja, 61,50% da área da BHRU é ocupada por população com renda inferior a meio salário mínimo.

Há uma faixa intermediária de 23,68% da área da bacia, ocupada por 2.283,3 hectares, apresentam renda aproximada a meio salário mínimo variando entre R\$437,83 e R\$490,28. Sendo assim, apenas 14,81% da área total da bacia hidrográfica, concentrada próximo ao centro urbano, tem variação entre renda mínima e máxima superior a meio salário

mínimo, de acordo com o Diário oficial da União (BRASIL, 2019).

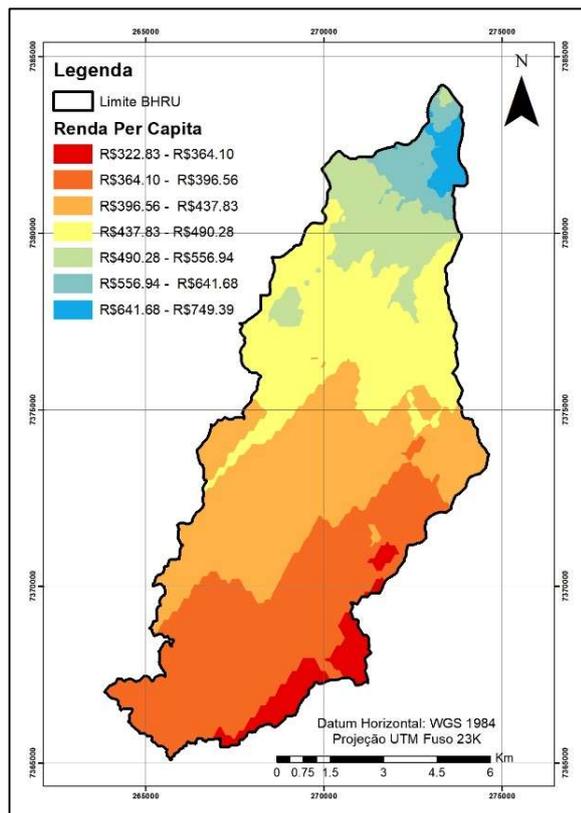


Figura 2. Mapa de distribuição de renda Per Capita da Bacia Hidrográfica do Rio Una.

Figure 2. Una's River Basin *Per Capita* income distribution map .

Tabela 1. Distribuição das rendas máximas e mínimas e as respectivas áreas de ocupação na BHRRU.

Table 1. Distribution of maximum and minimum rents and respective occupation areas in BHRRU.

Renda Mínima (R\$)	Renda Máxima (R\$)	Área (ha)	Área (%)
322,84	364,10	392,47	4,07
364,10	396,57	2748,64	28,51
396,57	437,83	2789,80	28,93
437,83	490,28	2283,32	23,68
490,28	556,95	909,27	9,43
556,95	641,69	352,17	3,65
641,69	749,39	166,70	1,73

### 3.2. Educação

Com relação a distribuição do fluxo escolar, composto pela taxa de crianças alfabetizadas em 4 diferentes períodos da vida escolar, foi possível observar que a BHRU possui níveis baixos de crianças matriculadas na primeira fase do ensino infantil. Do total de habitantes entre 5 e 6 anos o resultado obtido constatou-se que apenas 60,42% das crianças estão alfabetizadas ou matriculados em escolas da região.

De acordo com a Figura 3-A, é possível observar a distribuição da população alfabetizada em função da renda per capita. A maior taxa de alfabetização encontrada foi localizada na região nordeste e leste da BHRU, a primeira inserida na zona urbana do município de Ibiúna e a segunda localizada em áreas urbanizadas na zona rural do, apresentando variação de 67% até 76% da população dos setores censitários com crianças alfabetizadas.

Essa população distribui-se por 939,53 hectares da bacia e ocupando 9,74% da área total. Entretanto a distribuição da população predominante está localizada na porção central e norte da bacia, referente aos setores censitários com população máxima alfabetizada variando entre 57,43% a 67% do total da população, ocupando 33,36% da área da bacia. Também foi possível observar, no extremo oeste da bacia, uma população com a taxa de alfabetização variando de 25,05% a 36,50% da população local.

Já a porcentagem total da população alfabetizada na faixa etária entre 11 e 13 anos sobe para 97%. Como é possível observar na Figura 3-B, aproximadamente 40%, da área total da BHRU, que equivalem a 3.934,20 hectares, são ocupados por uma população que varia entre 98,6% a 100% alfabetizada. Essa população distribui-se pela região norte, central, sudeste e sul da bacia. Permeando, segundo Sales et al. (2019), entre áreas de uso e ocupação urbana e agrícola.

A população com menor taxa de alfabetização entre os 11 e 13 anos varia de 0 a 50%, porém ocupa apenas 1,13% da área, localizado na região oeste da BHRU.

Referente a população ente 15 e 17 anos, observa-se que há um pequeno aumento na porcentagem total da população alfabetizada, subindo para 98%. Sobre a distribuição da população, há uma queda na porcentagem da população mais alfabetizada. Sendo 37,24% da área total da bacia representada por 94,24% a 100% dos jovens alfabetizados. Entretanto a distribuição da população entre 89,1% a 94% representa 41,47% da área total da bacia, restando apenas 21,28% variando entre 53,3% a 77,8%, como é possível observar na Figura 3-C.

A última faixa etária que compõe o fluxo escolar é de jovens entre 18 a 20 anos, De acordo com os resultados 97,72% da população da BHRU são alfabetizadas.

A distribuição dos setores censitários demonstra que 51,23% da área total da bacia é ocupada por uma população com mais de 93% de alfabetizados. A categoria que ocupa maior área são os setores que as taxas de alfabetização variam entre 87,68% e 93,27%, ocupando área de 4.087,9 hectares (32,02%). A distribuição dos setores com menor taxa de alfabetização está localizada na porção leste da BHRU, ocupando área de 1.614,24 hectares, variando entre 51,4% até 87% da população alfabetizada.

Pode-se observar que a Figura 3-D mostra a distribuição da população com maiores índices de alfabetização concentrada na região norte e nordeste da bacia, região próxima à zona urbana do município de Ibiúna, distribuída no eixo central da bacia até sua região sul.

Com relação ao índice de escolaridade de população adulta foi possível observar que 92,63% dos habitantes nessa faixa etária estão alfabetizados na BHRU. A maior taxa de alfabetização, variando entre 90 a 99,5% da população está concentrada próximo a zona urbana no município de Ibiúna. Foi possível observar que a distribuição dessa população ocupa apenas 7.8% da área total da BHRU, somando 682,87 hectares.

Essa região também está relacionada com a população que apresentam maior renda per capita da BHRU. Também é possível observar que as taxas de escolaridade aumentam na medida em que se aproxima do centro urbano. A Figura 4 mostra a distribuição da população maior que 20 anos alfabetizada, que representa o índice de escolaridade da população adulta da BHRU.

Após a aplicação da interpolação por Krigagem foi obtido o resultado do IDE (Índice de Dependência Espacial) para

avaliar a eficiência da interpolação de acordo com seus resultados.

Através dos parâmetros mostrados na Tabela 2 da análise geoestatística efetuada por meio do ajuste do modelo teórico ao semivariograma experimental é possível observar que os atributos da distribuição da escolaridade estudados apresentaram forte dependência espacial por meio do cálculo do IDE, com exceção a renda per capita e a taxa de alfabetização de 5 a 6 anos (CAMPARDELLA et al., 1994).

Dentre os modelos teóricos utilizados, apresentados na Tabela 2 são os com valores de ME e MS mais próximos de zero e mais semelhantes de RMS e ASE, o que diminui a incerteza associada às predições. Entretanto a renda per

capita apresentou valor alto de RMS, indicando uma alta variabilidade entre o valor predito e o verdadeiro. Em relação os valores de RMSS, todos os atributos apresentaram valores próximos ao ideal, ou seja, próximo a 1 (TATALOVICH et al., 2006; GEORGAKARAKOS; KITSIOU, 2008; PASINI et al., 2014).

Segundo a classificação de Cambardella (1994) a população de jovens entre 11 e 13 anos e adultos maiores que 20 anos apresentam forte dependência espacial, as demais variáveis apresentam dependência espacial moderada. A Figura 5 apresenta os semivariogramas experimentais dos atributos do solo ajustado aos modelos teóricos citados na Tabela 2.

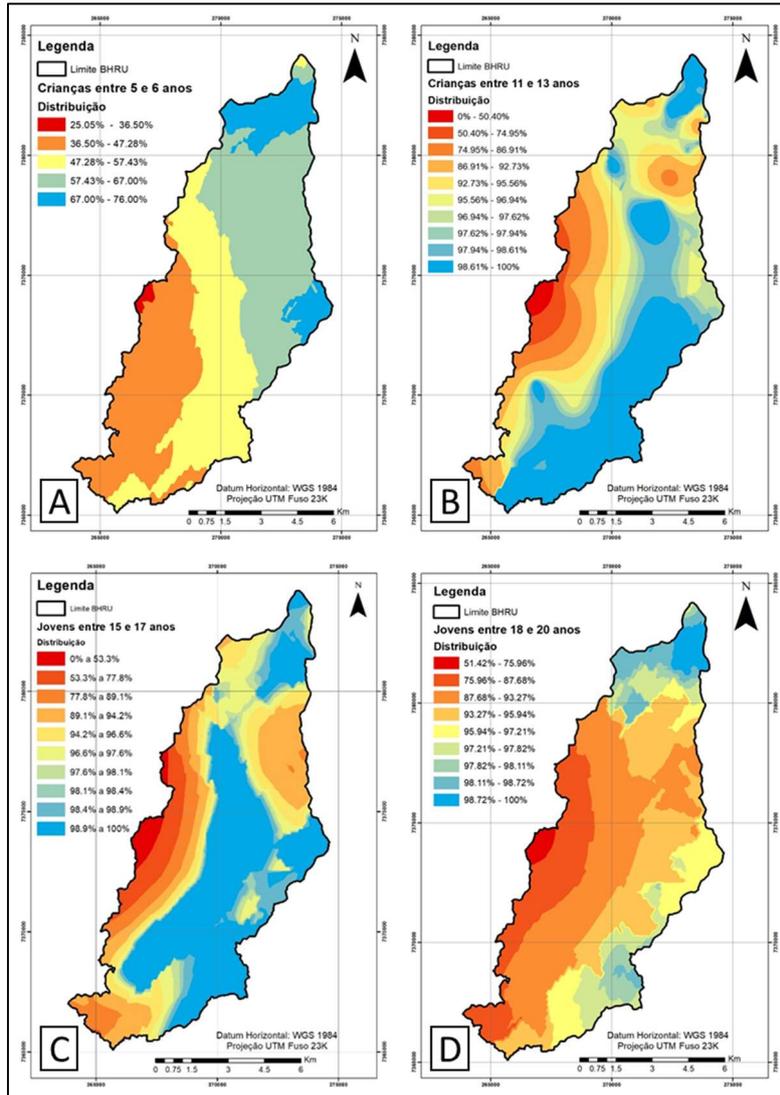


Figura 3. Mapeamento da distribuição do fluxo escolar da Bacia Hidrográfica do Rio Una nas faixas etárias entre 5 a 6 anos, 11 a 13, 15 a 17 e 18 a 20 anos.

Figure 3. School flow distribution mapping in the Una River Basin for age groups between 5 to 6, 11 to 13, 15 to 17 and 18 to 20 years.

Tabela 2. Parâmetros geoestatísticos da distribuição da taxa de alfabetização e renda per capita da BHRU.

Table 2. Geostatistical parameters of the distribution of literacy rate and per capita income of BHRU.

Atributo	C0	C	a(m)	IDE (%)	ME	MS	RMS	ASE	RMSS
Renda Per Capita	20417	20417	0,90	50,00	-0,45	-0,005	148,19	148,14	1,003
5 a 6 anos	600,00	964,64	0,25	38,35	0,43	0,013	26,91	26,72	1,003
11 a 13 anos	10	710,00	0,07	1,39	0,02	0,008	16,58	16,57	0,83
15 a 17 anos	200,00	280,00	0,1	41,67	0,29	0,01	15,71	15,7	0,95
18 a 20 anos	200	310,00	0,08	39,22	0,36	0,016	16,22	16,25	0,93
> 20 anos	4	23,40	0,015	14,60	0,15	0,02	4,67	4,66	0,96

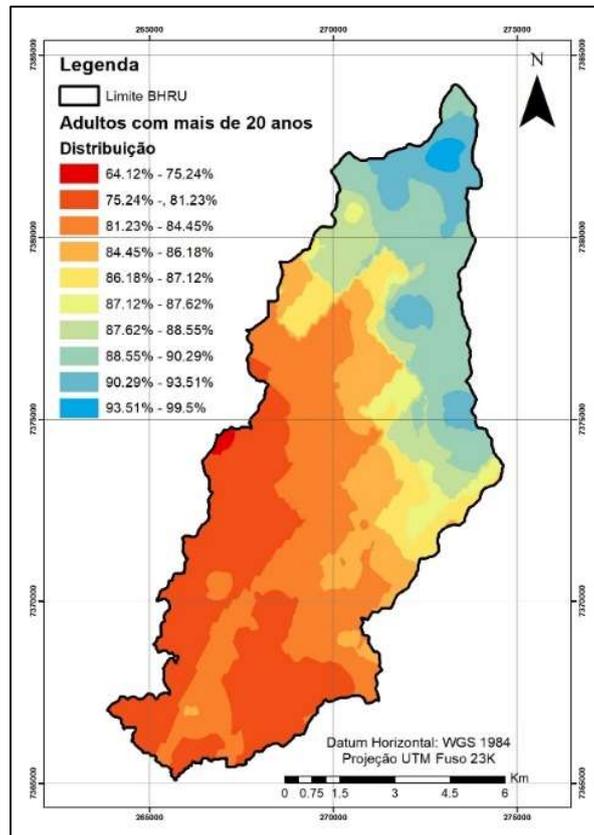


Figura 4. Distribuição do índice de escolaridade da população adulta da BHRU.  
Figure 4 Education index distribution of the BHRU adult population .

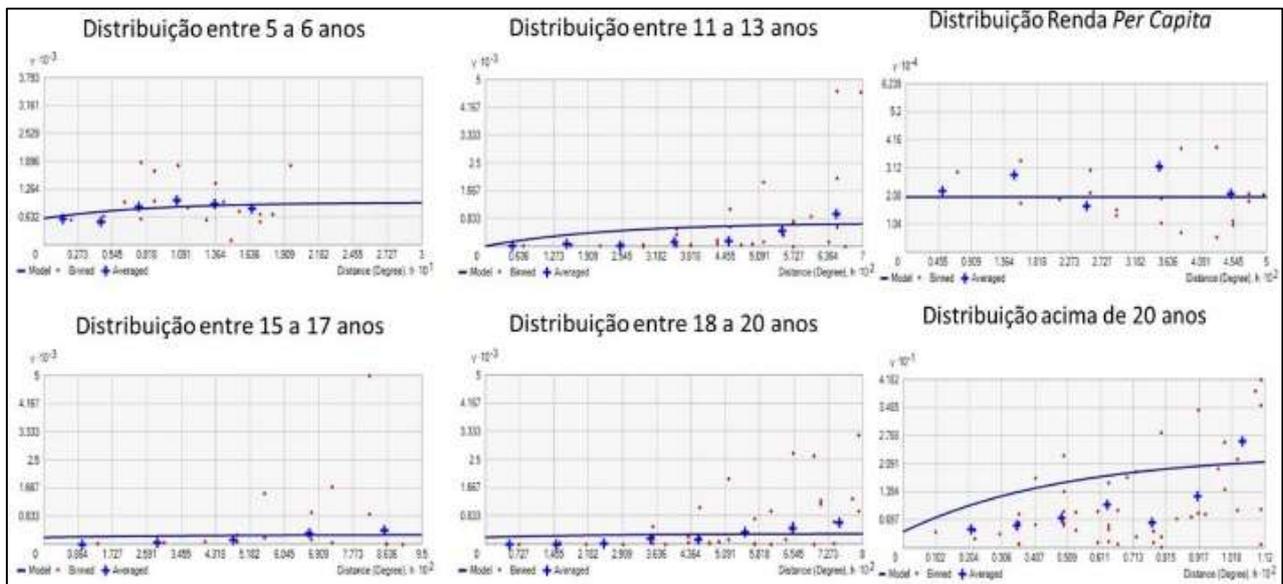


Figura 5. Semivariogramas das categorias de distribuição de escolaridade e renda per capita.  
Figure 5. Semivariograms of education and per capita income distribution categories.

De acordo com os resultados obtidos, todos os mapas de distribuição da escolaridade, com exceção da faixa etária de 5 a 6 anos, estão de acordo com a distribuição das escolas ao longo da BHRU. Conforme é possível observar no mapa da densidade de Kernel na Figura 6.

As demais faixas etárias apresentam maior concentração da população na região norte e nordeste da bacia, uma vez que, de acordo com o mapa de Kernel, apresentam maior densidade no número de escolas, aumentando

disponibilidade de estudo para a população mais próxima. Havendo variação de 2 até 7 escolas disponíveis, aproximadamente, para a população.

Já a população residente na região central e sul da bacia, contam com baixa densidade de escolas, justificando a baixa taxa de alfabetização em alguns setores censitários, devido a distância da população até as escolas. Outro aspecto importante do estudo foi a relação da distribuição da taxa de alfabetização com a renda per capita dos setores censitários.

Por meio do teste de correlação de Pearson foi possível observar que não houve correlação entre as componentes que avaliam o fluxo escolar, ou seja, a alfabetização das faixas etárias entre 5 e 6 anos, 11 e 13 anos, 15 e 17 anos, e 18 e 20 anos e a renda da população.

Entretanto houve correlação com a variável do índice de escolaridade, que avalia pessoas acima de 20 anos alfabetizadas. A Tabela 3 mostra o teste de correção de acordo com as faixas etárias.

É possível observar que apenas houve correlação entre a população acima de 20 anos e a renda per capita. Portanto, de acordo com o resultado, quanto maior a renda da população adulta acima de 20 anos, maior a probabilidade de as pessoas serem alfabetizadas.

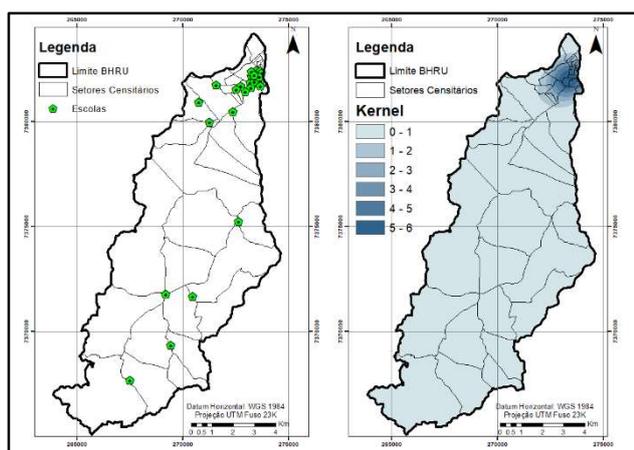


Figura 6. À esquerda o mapa da localização das escolas no BHRU, à direita o mapa da densidade das escolas, conforme a densidade de Kernel.

Figure 6. On the left the map of the BHRU schools location, on the right the map of the density of schools, according to the Kernel density.

#### 4. DISCUSSÃO

Uma das justificativas para o efeito de diminuição da renda *per capita* à medida que se distanciam do centro urbano, de acordo com Lopes et al. (2016), Silva et al. (2017) e Sales et al. (2019) é devido a grande vocação agrícola da bacia hidrográfica do rio Una. A bacia total possui cerca de 36% de sua área total ocupada por uso agrícola, concentrados em sua porção média.

Ainda com base nos estudos realizados por Lopes et al. (2016) e Sales et al. (2019) os baixos valores da renda são atribuídos a baixa densidade populacional e a localização geográfica. Trata-se de uma área com declividade elevada, imprópria para a produção agrícola e para a habitação, com predomínio de áreas com cobertura florestal.

Assim o presente trabalho apresenta conformidade com os resultados obtidos por Sales et al. (2019), o qual obteve que a renda per capita total da BHRU é de R\$549,44. Assim como a variável renda, que compõe o IDH está classificado como médio, conforme as classes estabelecidas pelo Atlas de desenvolvimento Humano do Brasil, com valor de 0,665.

De acordo com o artigo sexto da Lei nº 12.796, de 2013, é dever dos pais ou responsáveis efetuarem a matrícula das crianças na educação básica a partir dos 4 (quatro) anos de idade (BRASIL, 2013). Entretanto essa lei foi posta em vigor a partir de 2013, sugerindo que as crianças fossem alfabetizadas no primeiro ano do ensino fundamental e não no ensino básico, a partir dos 4 anos de idade, como determina a legislação atual.

Com relação a educação, uma justificativa para baixa taxa de alfabetização é atribuída ao fato do ensino infantil no Brasil passar a ser obrigatório a partir dos 4 nos de idade apenas a partir de 2014, conforme a Lei nº 12.796, de 2013 (BRASIL, 2013). Uma vez que os dados demográficos são referentes a população do ano de 2010, o resultado reflete esta realidade.

Tabela 3. Teste de correlação entre as variáveis de faixa etária de alfabetização e a renda per capita da BHRU.

Table 3. Correlation test between literacy age variables and BHRU per capita income.

	Renda Per Capita	5 a 6	11 a 13	15 a 17	18 a 20	Acima de 20 anos
Renda Per Capita	1	0,273118	0,033847	0,085888	0,214	0,613288
5 a 6	0,27311778	1	0,130833	0,093518	0,13576	0,23115
11 a 13	0,03384714	0,130833	1	0,420652	0,16316	0,139482
15 a 17	0,08588838	0,093518	0,420652	1	0,70264	0,135486
18 a 20	0,21399556	0,135764	0,163159	0,702638	1	0,18813
Acima de 20 anos	0,61328754	0,23115	0,139482	0,135486	0,18813	1

Pode-se deduzir com este resultado, que a população adulta, que não teve acesso aos estudos na infância ou adolescência, busca atingir a escolaridade para melhoria da renda familiar. Porém essa escolaridade só é alcançada uma vez que essa população possui recursos financeiros. Ao passo que no ensino para a população infantil e jovem é gratuita no país, não havendo interferência do fator renda nos níveis de escolaridade. O que justifica a ausência de correlação entre escolaridade e renda per capita das fahas etárias mais jovens.

Esses resultados são de extrema importância, uma vez que, segundo Arretche (2018) e Ferreira; Pomponet, (2020), quanto menor a escolaridade de uma população maior a desigualdade econômica e social. E que as chances do filho de uma pessoa analfabeta permanecer com o mesmo nível de escolaridade são de 54%. Por isso há grande relevância o resultado do mapeamento da densidade de Kernel, que

justifica a baixa taxa de escolaridade da população mais distante dos centros urbanos, com baixa densidade de escolas. Desigualdade é o resultado, tanto da renda, quanto da marginalização da sociedade.

De acordo com a Unesco (2016) populações vulneráveis tendem a permanecer às margens da sociedade e não tem acesso igual às oportunidades socioeconômicas.

É importante salientar que não foi objeto de estudo a relação, renda por tempo de estudos. Uma vez que, se espera que uma pessoa com maior tempo de estudos, obtenha maior retorno financeiro.

Ressalta-se que os avanços nos estudos multidimensionais sobre a composição dos indicadores sociais e econômicos de forma espacial são fundamentais como estratégias para o desenvolvimento de ações específicas capazes de oferecer melhorias às condições de

vida das populações presentes em regiões mais afetadas, na medida em que fornecem informações detalhadas, o que converge com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), que preconizam as dimensões econômica, social e ambiental como o caminho a ser percorrido para o alcance de um desenvolvimento sustentável com base nas metas globais da Agenda 2030.

De acordo com Cuervo-Osorio et al. (2020), para o alcance de uma sociedade mais sustentável, é necessário um esforço coordenado não só na esfera governamental, mas também nas demais esferas. Por esse motivo, é fundamental o desenvolvimento de estudos que possam demonstrar as condições socioeconômicas em diferentes cenários e locais (KIM et al., 2020), como realizamos neste estudo, e que possam ser replicados de forma holística em diferentes regiões.

Diante dos resultados recomenda-se que se faça um planejamento urbano para expandir o acesso a uma educação de qualidade para toda a bacia hidrográfica objetivando melhorar o acesso da população no futuro a oportunidades melhores de renda, principalmente nas áreas com baixa densidade de escolas, pois estas áreas se encontram em condições que podem comprometer ainda mais a qualidade de vida da população.

A limitação desta pesquisa está no fato de ter que utilizar dados do último censo demográfico (realizado em 2010), o qual é realizado a cada dez anos e, devido a pandemia não foi realizado em 2020. Mesmo assim, são dados importantes pois oferecem um panorama do acesso da população a educação servindo de base para diversos estudos realizados no Brasil.

## 5. CONCLUSÕES

Foi possível observar que a distribuição da educação está fortemente relacionada com a distribuição da renda para a população adulta, acima de 20 anos. Uma vez que a população jovem tem acesso à educação pública independente da renda familiar. Portanto para as áreas com maiores índices de renda também apresentaram os melhores índices de educação, também foi possível observar a diminuição dos valores na medida em que as áreas se distanciam da zona urbana da BHRU.

É possível observar que à medida que se distancia das áreas mais populosas menor a chance de a população obter acesso à educação, devido ao baixo poder aquisitivo e a baixa densidade de escolas ao longo da bacia.

Esse estudo é de extrema importância, uma vez que a identificação das regiões com baixas taxas de ensino e educação devem ser tratadas como prioritárias para os gestores públicos na ação a favor da alfabetização.

A marginalização na educação expõe as barreiras existentes no desenvolvimento inclusivo do município de Ibiúna. O acesso à educação é um meio poderoso no auxílio a mitigação de problemas sociais, acabar com a pobreza e reduzir a desigualdade, são objetivos centrais da agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da ONU.

Pode-se concluir que conhecer o potencial da distribuição da educação em função da renda é de extrema importância, não só como ferramenta de gestão de políticas públicas e sociais, mas também como uma ferramenta de prevenção e gestão do meio ambiente.

Visto que a educação promove a conscientização pública direcionando a sociedade a um estilo de vida mais

sustentável, a presente metodologia pode ser aplicada para municípios e bacias hidrográficas com a finalidade de promover o desenvolvimento socioambiental das áreas estudadas.

## 6. AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (FIPT) pela bolsa de estudos durante a presente pesquisa. Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pela participação do primeiro autor no programa Novos Talentos.

## 7. REFERÊNCIAS

- AKTER, T.; JHOHURA, F. T.; AKTER, F.; CHOWDHURY, T. R.; MISTRY, S. K.; DEY, D.; BARUA, M. K.; ISLAM, M. A.; RAHMAN, M. Water quality index for measuring drinking water quality in rural bangladesh: a cross-sectional study. **Journal of Health, Population and Nutrition**, v. 35, n. 4, p. 1-12, 2016. DOI: 10.1186/s41043-016-0041-5
- ALMEIDA, I. T. “O meu pai era judeu português”: as raízes portuguesas de Henriette Herz de Lemos como motor da revolução intelectual berlinense à volta de 1800. **Cadernos de Estudos Sefarditas**, v. 17, p. 55-84, 2017.
- ALVARENGA, B. A relação entre a desigualdade em termos do IDH-M e as taxas de homicídios no município de São Paulo. **Argumentum**, v. 12, n. 3, p. 132-147, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47456/argumentum.v12i3.31351>
- ARRETCHE, M. Democracia e redução da desigualdade econômica no Brasil: a inclusão dos outsiders. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 33, n. 96, p. 1-23, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17666/339613/2018>
- BARROS, S. A. L.; BARROS, D. L. Uma leitura dos recortes espaciais que compõem o IDH-M: o caso dos bairros das Graças e Boa Viagem no Recife. **GEOgraphia**, v. 23, n. 50, p. 1-20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2021.v23i50.a45900>
- BOSCHI, L. S.; GALO, M. L. B. T.; ROTTA, L. H. S.; WATANABE, F. S. Y. Mapeamento do biovolume de plantas aquáticas submersas a partir de dados hidroacústicos e imagem multiespectral de alta resolução. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 525-539, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000300008>
- BRASIL. **Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013**. Altera A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Brasília: Diário Oficial da União [2013]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/112796.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112796.htm). Acesso em: 22 mar. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 13.152, de 29 de julho de 2015**. Critérios para a fixação do salário mínimo nos anos de 2016 a 2019. Brasília: Diário Oficial da União [2019]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113152.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113152.htm). Acesso em: 22 mar. 2020.
- BUSTAMANTE, P. M. A. C.; LEITE, M. E. Evolução dos principais indicadores sociais e econômicos utilizados para mensurar a desigualdade social no Brasil entre os anos 2000 e 2015. **Sociedade em Debate**, v. 26, n. 2, p. 83-97, 2020.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVACK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO R. F.;

- KNOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1994.0361599500580005033x>
- CAMPELO, L. L.; CALDAS, I. C.; AYRES, M. A. C. O índice de desenvolvimento humano: um estudo de caso do município de Fernando Falcão-MA. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 4, p. 129-142, 2020.
- CARDOSO, P. V.; SILVA SEABRA, V.; BASTOS, I. B.; COSTA, E. D. C. P. A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. **Revista Tamoios**, v. 6, n. 1, p. 125-137, 2020. <https://doi.org/10.12957/tamoios.2020.50440>
- CONSTANTINO, M.; PEGORARE, A. B.; COSTA, R. B. Performance of HDI and per capita GDP regional of municipalities of Mato Grosso do Sul, Brazil, between 2000 and 2010. **Interações**, v. 17, n. 2, p. 234-246, 2016. DOI: <https://doi.org/10.20435/1984042X2016207>
- COSTANZAA, R.; ERICKSON, J.; FLIGGER, K.; ADAMS, A.; ADAMS, C.; ALTSCHULER, B.; BALTER, S.; FISHER, B.; HIKE, J.; KELLY, J.; KERR, T.; MCCAULEY, M.; MONTONE, K.; RAUCH, M.; SCHMIEDESKAMP, K.; SAXTON, D.; SPARACINO, L.; TUSINSKI, W.; WILLIAMS, L. Estimates of the genuine progress indicator (GPI) for Vermont, chittenden county and burlington, from 1950 to 2000. **Ecological Economics**, v. 51, p. 139-155, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.04.009>
- CUERVO-OSORIO, V. D.; RUIZ-ROSADO, O.; VARGAS-VILLAMIL, L. M.; GARCÍA-PÉREZ, E.; GALLARDO-LÓPEZ, F.; DÍAZ-RIVERA, P. Methodological Frameworks for the Evaluation of Agricultural Sustainability at Watershed Level: a Review. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2020.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute, 2014. **Arcgis Desktop Release 10.6**. Environmental Systems Research Institute, Redlands.
- FERREIRA, M. I. C.; POMPONET, A. S. Escolaridade e trabalho: juventude e desigualdades. **Revista de Ciências Sociais**, v. 50, n. 3, p. 267-302, 2020. DOI: [10.36517/rcs.50.3.d09](https://doi.org/10.36517/rcs.50.3.d09)
- FUZARO, P. A.; CARNIELLO, M. F. Estudo comparativo do índice de desenvolvimento humano municipal e índice firjan de desenvolvimento municipal na região metropolitana do Vale do Paraíba-SP. **Desenvolvimento em Questão**, v. 18, n. 52, p. 75-100, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.52.75-100>
- GEORGAKARAKOS, S.; KITSIOU, D. Mapping abundance distribution of small pelagic species applying hydroacoustics and co-kriging techniques. **Hydrobiologia**, v. 612, n. 1, p. 155-169, 2008. DOI: [10.1007/s10750-008-9484-z](https://doi.org/10.1007/s10750-008-9484-z)
- GODOY, D.; SOARES, P. R. R. O índice de desenvolvimento humano (IDH) em aulas de geografia: uma análise de vídeos educativos na internet. **Geografia-Ensino & Pesquisa**, v. 24, n. 17, p. 2236-499, 2020. DOI: [10.5902/2236499439136](https://doi.org/10.5902/2236499439136)
- KIM, H. J.; CHO, K.; KIM, Y.; PARK, H.; LEE, J. W.; KIM, S.; CHAE, Y. Spatial Assessment of Water-Use Vulnerability under Future Climate and Socioeconomic Scenarios within a River Basin. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 146, n. 7, p. e05020011-1, 2020. DOI: [10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001235](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001235)
- LOPES, E. R. D. N.; SOUZA, J. C.; SOUSA, J. A. P.; ALBUQUERQUE-FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Socioeconomic and environmental determinants on the urban potential of the Una watershed, Ibiúna, SP. **Rede: Revista Eletrônica do Prodema**, v. 10, n. 2, p. 7-22, 2016. DOI: [10.22411/rede2016.1002.01](https://doi.org/10.22411/rede2016.1002.01)
- LOURENÇO, R. W.; SILVA, D. C. C.; SALES, J. C. A. Development of a methodology for evaluation of the remaining forest fragments as a management tool and environmental planning. **Ambiência**, v. 10, n. 3, p. 685-698, 2014. DOI: [10.5935/ambiencia.2014.03.03](https://doi.org/10.5935/ambiencia.2014.03.03)
- MARTIN, D. Mapping population data from zone centroid locations. **Transactions of The Institute of British Geographers**, v. 14, n. 1, p. 90-97, 1989.
- MATA, M. D. S.; COSTA, I. D. C. C. Composição do Índice de Iniquidade em Saúde a partir das desigualdades na mortalidade e nas condições socioeconômicas em uma capital brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 5, p. 1629-1640, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020255.33312019>
- PASINI, M. P. B.; LÚCIO, D. A.; CARGNELUTTI FILHO, A. Modelos de semivariogramas para estimar a densidade populacional da mosca-do-figo ao longo do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 7, p. 493-505, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X201400070000>
- PEDROSA, N. L.; ALBUQUERQUE, N. L. S. D. Análise espacial dos casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 1, p. 2461-2468, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-1232020256.1.10952020>
- PEREIRA, F. M. S.; CUNICO, C. Identificação e avaliação das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental do município de João Pessoa, PB. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 1, p. 42-48, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n1ID19066>
- PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013**. Brasília: PNUD, 2013.
- PONTES R. P.; LIMA J. E. Índice de desenvolvimento econômico das famílias no Rio Grande do Sul: Uma abordagem por intermédio da análise multivariada. **Estudo & Debate**, v. 25, n. 1, p. 237-260, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i1a2018>
- RODRIGUES, L. P. D.; CUNHA, F. S.; AGUIAR, C. C. Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) no estado de Minas Gerais. **Ciência Dinâmica**, v. 18, n. 2, p. 41-65, 2020.
- ROSSONI, H. A. V.; FARIA, M. T. D. S.; SILVA, A. C.; HELLER, L. Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 393-402, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020183887>
- SALES, J. C. A.; SILVA, D. C. C.; BITAR, O. Y.; LOURENÇO, R. W. Proposal of Methodology for Spatial Analysis Applied to Human Development Index in Water Basins. **GeoJournal**, v. 84, p. 813-828, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9894-z>

- SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Proposta metodológica para análise espacial de nutrientes do solo em bacias hidrográficas. **Sociedade & Natureza**, v. 30, p. 85-107, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-5>
- SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Use of Morphometric Indicators as Tools for Assessment Watershed. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, p. 627-642, 2016.
- SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE-FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Metodologia para análise do potencial de degradação dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, p. 455-466, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n50p455>
- SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Metodologia para análise socioambiental de domicílios presentes em bacias hidrográficas. **Holos**, v. 4, Ano 35, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2019.5566>
- SILVA, M. M.; SILVA, A. M.; SEIDEL, E. J.; MATEUS, A. L. S. S.; ANSUJ, A. P. Comparison and mapping of municipal groups in the state of Rio Grande do Sul based on socioeconomic indicators. **Ciência e Natura**, v. 42, n. 36, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X40472>
- SOTERO-MARTINS, A.; SALLES, M. J.; CARVAJAL, E.; HANDAM, N. B.; JUNIOR, N. S.; ALMEIDA, T. C.; MOURA, P. G.; MARTIN, L. E.; SANTOS, R. F. **Distribuição e Análise Espacial dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro nos Blocos Regionais de Concessão à Privatização da Principal Companhia de Saneamento do Estado**, 2020. 25p. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/1041/1495/1580>
- TATALOVICH, Z.; WILSON, J. P.; COCKBURN, M. A Comparison of Thiessen Polygon, Kriging, and Spline Models of Potential UV Exposure. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 33, n. 3, p. 217-231, 2006. DOI: 10.1559/152304006779077318.
- UNESCO\_United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Towards Knowledge Societies: UNESCO World Report**. Paris: UNESCO, 2005. 237p. Available on: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141843>
- UNESCO\_United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Education for people and planet: creating sustainable futures for all**. 2.ed. Paris: UNESCO, 2016. 63p. Available on: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245745>
- VON WIRTH, T.; GRÉT-REGAMEY A.; STAUFFACHER, M. Mediating effects between objective and subjective indicators of urban quality of life: testing specific models for safety and access. **Social Indicators Research**, v. 122, n. 1, p. 189-210, 2015. DOI: <https://www.jstor.org/stable/24721413>.
- WADOVSKI, R. C. B.; OLIVEIRA, J. C. C. A Evolução Histórica Da Arte Operacional: de Frederico O Grande ao “Goldwater-Nichols Act”. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v. 24, n. 3, p. 668-702, 2018. DOI: 10.21544/1809-3191.v24n3.p668-702.