

Técnica de Visualização Computacional Aplicada a Indicadores de Desenvolvimento Humano de Estados e Cidades do Brasil

Leandro Ungari Cayres
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Estadual Paulista
Presidente Prudente, Brasil
leandroungari@gmail.com

Resumo—O Índice de Desenvolvimento Humano busca mensurar o avanço na qualidade de vida de uma população, através de um cálculo matemático que envolve atributos relacionados a educação, saúde e renda. Esse índice tem sido utilizado nas diferentes esferas políticas de governo (municipal, estadual e federal) como apoio a adoção de políticas públicas e investimentos econômicos. A utilização de técnicas de visualização para a interpretação de dados desse contexto, consiste em uma importante ferramenta, pois permite uma apresentação sumarizada dos dados e viabiliza a identificação de padrões em determinadas regiões e a evolução destes conforme uma dada função. Neste trabalho, o processo exploratório foi realizado utilizando a técnica de visualização *Choropleth Map*.

Palavras-chave: Visualização Computacional, Índice de Desenvolvimento Humano e *Choropleth Map*.

I. INTRODUÇÃO

O conceito de Desenvolvimento Humano objetiva mensurar o avanço de uma população não somente considerando os aspectos de âmbito econômico, mas também características sociais, culturais e políticas que influenciam diretamente na qualidade da vida. A partir desse conceito, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado com o intuito de contrapor outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita [1].

Aos poucos, o IDH tornou-se referência e tem sido utilizado pelos governos federal, estaduais e municipais, sob a denominação de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), de forma a apoiar a adoção de políticas públicas e investimentos econômicos para a solução de problemas em contextos sociais específicos.

A utilização de representações visuais para a interpretação dos indicadores consiste em uma importante ferramenta de interpretação, especialmente em um domínio de dados referentes a localidades específicas, possibilita o uso de mapas, e consequentemente, o agrupamento de regiões semelhantes para a identificações de características de uma região em detrimento das demais.

Dentre as possíveis técnicas de *Visualização Computacional*, para este trabalho foi escolhida a técnica *Choropleth Map* (Mapa Coroplético). Nessa técnica, o conjunto de dados

que será visualizado é atribuído a unidades geográficas (bairros, cidades, estados, etc.) sendo representados através do uso de pseudocores.

O presente trabalho está dividido nas seguintes seções: na Seção II é apresentado o índice de Desenvolvimento Humano, assim como seu cálculo e os indicadores que o compõem; na Seção III é apresentada a técnica de visualização *Choropleth Map*, o histórico e utilização dessa abordagem; a Seção IV é composta pelos estudos de caso executados para avaliação da técnica de visualização na utilização do conjunto de dados socioeconômicos do IDH. Por fim, na Seção V é apresentada uma avaliação geral, destacando vantagens e restrições, em relação a técnica de visualização e sua utilização com o conjunto de dados empregado.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Há muito tempo, busca-se estabelecer a prática de avaliar o bem-estar de uma população, e consequentemente de classificar os países ou regiões, pelo tamanho de seu PIB per capita. Entretanto, o progresso humano e a evolução das condições de vida das pessoas não podem ser medidos apenas por sua dimensão econômica. Por isso existe uma busca constante por medidas socio-econômicas mais abrangentes, que incluam também outras dimensões fundamentais da vida e da condição humana.

O IDH foi criado no início da década de 90, para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), pelo conselheiro especial *Mahbub ul Haq*, o qual combina três componentes básicos do desenvolvimento humano [6] [7]:

- Longevidade, que também reflete, entre outras coisas, as condições de saúde da população; medida pela esperança de vida ao nascer;
- Educação, medida por uma combinação da taxa de alfabetização de adultos e a taxa combinada de matrícula nos níveis de ensino fundamental, médio e superior;
- Renda, medida pelo poder de compra da população, baseado no PIB per capita ajustado ao custo de vida local para torná-lo comparável entre países e regiões, através da metodologia conhecida como paridade do poder de compra (PPC).

O resultado é ordenado segundo valores obtidos no cálculo normalizado no domínio entre 0 e 1, sendo classificado pela Tabela I [1] [2] [3] [4] [5]:

TABELA I
CLASSIFICAÇÃO QUALITATIVA DO ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO.

Classificação	Faixa de valores
Alto desenvolvimento	0,8 – 1
Médio desenvolvimento	0,5 – 0,8
Baixo desenvolvimento	0 – 0,5

Para o cálculo, são estabelecidos índices de dimensão para cada atributo avaliado das principais variáveis do IDH, por exemplo, na Educação, há um índice de dimensão para taxa de alfabetização e outro para a taxa de matrícula, baseando nos valores mínimo, máximo e esperado. A equação referida é indicada abaixo [7]:

$$Índice\ de\ dimensao = \frac{(observado - mínimo)}{(máximo - mínimo)}$$

Em seguida, para o cálculo do índice, é aplicada a média geométrica das três principais variáveis, conforme apresentado a seguir:

$$IDH = \sqrt[3]{I_{longevidade} * I_{renda} * I_{educacao}}$$

A utilização da média geométrica em substituição a média aritmética foi realizada em 2010, com o intuito de penalizar instancias analisadas com grandes desigualdades nos atributos.

III. TÉCNICA DE VISUALIZAÇÃO

A representados dos dados relativos ao Índice de Desenvolvimento Humano exige a utilização da mapas para a respectivas correspondências geográficas. Desse modo, a técnica de visualização computacional *Choropleth Map*, ou Mapa Coroplético, pode ser utilizada, a qual consiste em um mapa temático quantitativo comum, em que as magnitudes das estatísticas baseadas em área (geralmente dados de atributo derivados) são retratadas através do preenchimento de cores, tons ou padrões, à medida que ocorrem dentro dos limites das áreas da unidade [8].

O conjunto de dados dos atributos, em geral, são agrupados em classes para simplificar o padrão de distribuição. As unidades de enumeração são então simbolizadas, de modo que cores, sombras, padrões e outras variáveis visuais retratam áreas de valores de atributo mais altos e inferiores [8].

O termo *Choropleth Map*, foi primeiramente utilizado pelo geógrafo americano John Kirtland Wright em 1938, na sua obra *Problems in Population Mapping*. Por sua vez, o primeiro mapa dessa categoria conhecido foi construído pelo cartógrafo francês Pierre Charles François Dupin, representa na Figura 1, em que são representados os índices de analfabetismo nas províncias francesas em 1826 [9].

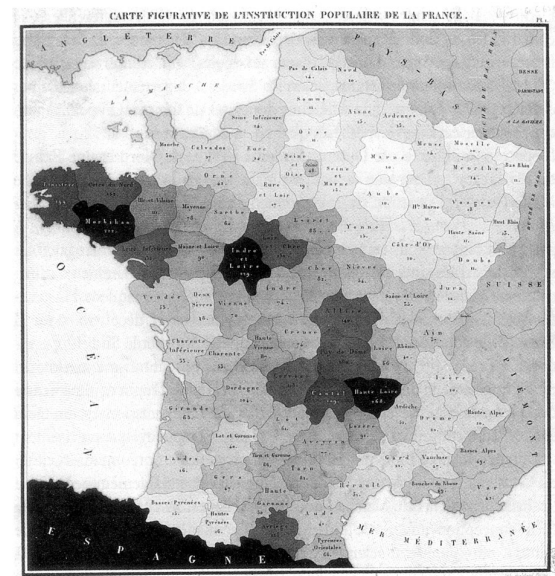


Fig. 1. Mapa de Analfabetismo nas províncias francesas [9].

IV. RESULTADOS

De modo a avaliar a utilização da técnica de visualização computacional *Choropleth Map*, foram realizados estudos de caso utilizando a base de dados do Atlas de Desenvolvimento Humano do PNUD Brasil do ano de 2013, contendo informações socioeconômicas de todos os estados e municípios brasileiros referentes aos anos de 1991, 2000 e 2010. Através da condução desses estudos, objetivou-se analisar algumas vantagens e restrições dessa técnica, assim como algumas análises do conjunto de dados.

A. Comparativo do Índice de Educação

Nesse primeiro estudo de caso, busca-se analisar a evolução dos dados de um indicador específico (índice de educação) em função do tempo através da comparação entre cada mapa.

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão apresentados o IDH-M Educação de cada município dos anos de 1991, 2000 e 2010; respectivamente. Torna-se perceptível a presença de índices inferiores (tonalidades mais escuras), de forma significativa, nas regiões Norte e Nordeste, assim como em diversos outros pontos.

A partir do ano 2000, observa-se um crescimento no valor do indicador, principalmente nos estados do centro-sul. Por fim, no ano 2010, foi registrado um aumento significativo em todo o país (tonalidades mais claras) de forma mais igualitária entre as regiões, ainda que inferior nas regiões Norte e Nordeste.

B. Redimensionamento do Domínio de Dados

Nesse segundo estudo de caso, objetiva-se analisar o impacto da distribuição do conjunto de dados no processo de visualização computacional. Na Figura 5 é apresentada histograma da distribuição do índice de longevidade dos municípios brasileiros, referente ao ano de 2010, sendo dividido em classes com tamanho 0,1.

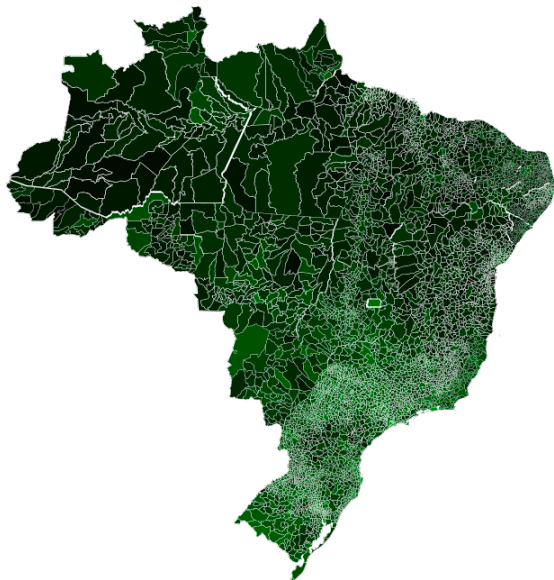


Fig. 2. IDH-M Educação no ano de 1991 (Fonte: Próprio autor).



Fig. 4. IDH-M Educação no ano de 2010 (Fonte: Próprio autor).



Fig. 3. IDH-M Educação no ano de 2000 (Fonte: Próprio autor).

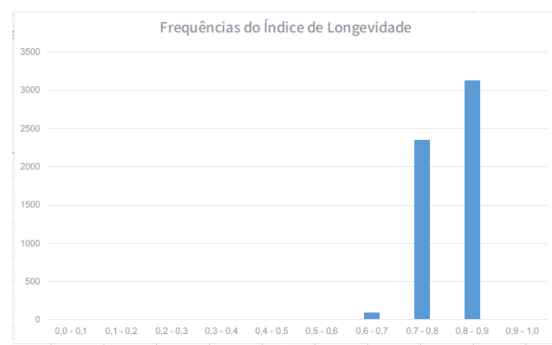


Fig. 5. Frequências do índice de longevidade (Fonte: Próprio autor).

Por meio do histograma, é possível notar a alta concentração do conjunto de dados entre as classes de 0,6 e 0,9; o que impacta diretamente no mapa representado na Figura 6. Essa concentração elevada no domínio de dados influi de modo negativo na representação de poucas tonalidades e dificultando a interpretação visual, especialmente quando a cor escolhida não favorece a diferenciação de tons.

De modo a contornar essa questão, foi realizado um redimensionamento do domínio de dados de forma a englobar a maior quantidade de tonalidades possíveis, para isto, os dados de entrada foram normalizados baseando-se nos valores mínimo e máximo. Como resultado do processamento, foi obtida a Figura 7, composta por uma maior quantidade de



Fig. 6. Índice de Longevidade com os valores originais (Fonte: Próprio autor).

variações, o que proporciona melhor distinção dos dados representados por parte do usuário.



Fig. 7. Índice de Longevidade com o domínio redimensionado (Fonte: Próprio autor).

C. Evolução dos Índice de Desenvolvimento Humano

Nesse terceiro estudo de caso, busca-se avaliar a utilização da representação visual para realização de um comparativo da evolução do conjunto de dados em um período de tempo específico. Como objeto de comparação foram utilizados os índices de desenvolvimento cada município brasileiro dos anos de 1991 e 2010, sendo aplicadas a diferença entre os valores dos indicadores de cada ano, de modo a obter a evolução numérica absoluta.

As Figuras 8 e 9 apresentam o índice de desenvolvimento humano para cada um dos municípios brasileiros. Enquanto a Figura 10 apresenta a diferença normalizada (cujos dados também foram normalizados pelo processo descrito na Seção IV-B) entre os dois mapas anteriores.

Na Figura 10, é possível observar no mapa a presença de municípios com os maiores crescimentos absolutos no período (tonalidades mais claras) distribuídas de forma aleatória, porém com maior ocorrência na região Centro-Oeste. Por outro lado, em relação aos municípios que indicaram os menores crescimentos (tonalidades mais escuras), há duas situações extremamente opostas; a primeira, na qual municípios com indicadores mais elevados apresentaram um crescimento pequeno, perante aos excelentes índices apresentados previamente; e a segunda situação, em que os municípios com os piores indicadores não conseguiram apresentar crescimento significativo perante a restrita situação.

De modo geral, esse estudo de caso evidencia os dois extremos sociais do Brasil, o primeiro grupo com altos índices, o que dificulta a presença de grandes variações, enquanto o outro grupo composto por municípios com maiores restrições



Fig. 8. Índice de desenvolvimento humano em 1991 (Fonte: Próprio autor).



Fig. 9. Índice de desenvolvimento humano em 2010 (Fonte: Próprio autor).

a recursos e, consequentemente, dificuldade no crescimento dos indicadores.

D. Qualidade de Vida no Brasil

Por fim, nesse estudo de caso objetiva-se analisar a qualidade de vida dos municípios brasileiros através da análise de um conjunto de indicadores.

Em 2014, foi conduzido uma pesquisa intitulada *Where Are the Hardest Places to Live in the U.S.?*, cuja visualização está representada na Figura 11, que objetivava a avaliação dos cidades norte-americanas sob os seguintes indicadores: educação (porcentagem de residentes com pelo menos o nível de bacharelado), renda média domiciliar, taxa de desemprego, taxa de ocupação, expectativa de vida e obesidade.



Fig. 10. Evolução do índice de desenvolvimento humano entre os anos de 1991 e 2010 (Fonte: Próprio autor).



Fig. 12. Qualidade de vida dos municípios do Brasil (Fonte: Próprio autor).

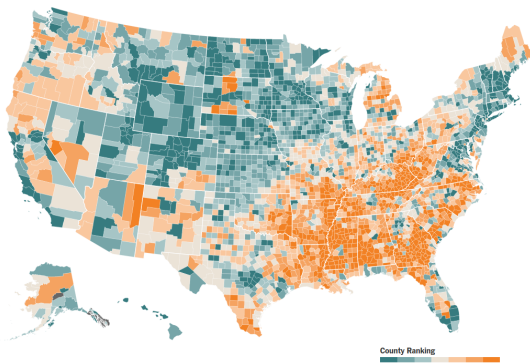


Fig. 11. Melhores lugares para se viver nos Estados Unidos [10].

De modo análogo, nesse estudo de caso foi realizada a mesma avaliação utilizando os dados provenientes da base de dados referentes aos municípios brasileiros. Os atributos utilizados de forma equivalente foram os seguintes: IDH-M Educação, renda per capita, taxa de desemprego, taxa de atividade e esperança de vida.

O resultado é apresentado na Figura 12, cuja representação utiliza a interpolação entre as cores laranja (menor qualidade de vida) e azul (maior qualidade de vida), na qual é possível observar um predomínio dos melhores índices nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Como destaque dos melhores índices temos as capitais dos estados na faixa centro-sul do país e diversos municípios do interior dos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Como destaque negativo tem-se as regiões Norte e Nordeste, em que inclusive a maioria das capitais tem índices inferiores a muitos municípios das demais regiões.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, com base nos resultados obtidos dos estudos de casos executados e presentes neste trabalho, assim como os que não foram incluídos (análises referentes a renda e longevidade, de municípios e estados nos três períodos citados), em relação ao conjunto de dados socioeconômicos, é possível observar a diferença relevante na qualidade de vida nas regiões Sul e Sudeste em detrimento das regiões Norte e Nordeste, em que, vale-se ressaltar o crescimento do nível dos indicadores referentes aos municípios da região Centro-Oeste, principalmente no período entre 2000 e 2010.

Em relação à utilização da técnica de visualização computacional *Choropleth Map*, essa consiste em uma opção intuitiva e de interpretação facilitada, principalmente se forem adotadas tonalidades de cores ou degradês de simples distinção ao olhar humano, ressaltando possíveis deficiências cromáticas visuais. No caso específico do mapa coroplético do território brasileiro, deve-se salientar dois pontos, a grande extensão territorial facilita a perda de detalhes para interpretação e a excessiva fragmentação e irregularidade de formato dos municípios (quando comparado o mapa brasileiro na Figura 12 e norte-americano na Figura 11) em sua maioria combinada com o uso inadequado de uma cor pode viabilizar uma interpretação errônea em decorrência da proporção espacial das divisas territoriais e seus respectivos municípios.

Portanto, o uso de mapas coropléticos para a visualização de dados dessa categoria (georreferenciados) trata-se de umas das melhores opções, ressaltando a adequada escolha de cores, tonalidades e proporções espaciais de modo a não inferir na interpretação do usuários.

REFERÊNCIAS

- [1] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). *Atlas do desenvolvimento humano do Brasil*. PNUD; 2003. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/>

- [2] Sen AK. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras; 2000.
- [3] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). *Informe sobre desarrollo humano: profundizar la democracia en un mundo fragmentado*. Espanha: Ediciones MundiPrensa; 2002.
- [4] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). *Human development report: Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty*. New York: Oxford University Press; 2003.
- [5] Araujo PRM. *Charles Taylor: para uma ética do reconhecimento*. São Paulo: Loyola; 2004
- [6] Rezende, Amaury J. et al. *A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos: uma investigação empírica entre as políticas públicas e o índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios do Estado de São Paulo*. Revista Universo Contábil, 2005.
- [7] Damásio, Bruno. *Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)*. Disponível em: <https://pascal.iseg.utl.pt/cesa/index.php/dicionario-da-cooperacao/Glossary-1/%C3%8D/%C3%8Dndice-de-Desenvolvimento-Humano-%28IDH%29-261/>. Acesso em: 26 dez. 2017.
- [8] Torguson, J. S. 2017. Choropleth Map. The International Encyclopedia of Geography. 1–9.
- [9] MacEachren, A M. *Some Truth with Maps: a primer on symbolization & design*. Association of American Geographers. 1994.
- [10] Fippen, Alan. *Where Are the Hardest Places to Live in the U.S.?*. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2014/06/26/upshot/where-are-the-hardest-places-to-live-in-the-us.html>. Acesso em: 26 dez. 2017.