

# **GEOPROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO VISUAL DE IMAGENS PARA ANALISAR POLÍTICAS EDUCACIONAIS**

## ***GIS AND VISUAL INTERPRETATION OF IMAGES TO ANALYZE EDUCATIONAL POLICIES***

**Talita Sganderla Chesini**<sup>1</sup> [talita.chesini@acad.pucrs.br]

**Valderez Marina do Rosário Lima**<sup>1</sup> [valderez.lima@pucrs.br]

**Everton Luis Luz de Quadros**<sup>1</sup> [everton.quadros@pucrs.br]

**Regis Alexandre Lahm**<sup>1</sup> [lahm@pucrs.br]

<sup>1</sup>*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Física. Avenida Ipiranga, 6681 - Prédio 10 - sala 227, Porto Alegre, RS, Brasil, CEP 90619-900.*

### **RESUMO**

A complexidade do cenário mundial contemporâneo orienta repensar o ensino através de indispensável eficiência de políticas públicas. Por esse motivo, a pesquisa que será relatada neste artigo justifica-se pois trata da utilização de geoprocessamento e sensoriamento remoto para verificar a possibilidade de subsidiar a tomada de decisão mediante análise geoespacial no âmbito da educação. A investigação foi realizada em duas etapas, sendo que a primeira delas teve caráter quantitativo e a segunda etapa teve caráter qualitativo. Na proposição do trabalho foram usados dados alfanuméricos estatísticos do Enem, do PIB e do Idese e dados geográficos do Rio Grande do Sul, subdividido em mesorregiões do IBGE. A espacialização dos dados ocorreu com auxílio do software ArcGIS®. As considerações promovidas fornecem uma ideia das potencialidades ao se combinar geoprocessamento e interpretação visual de imagens, resultando em benefícios à gestão de políticas públicas em educação.

**PALAVRAS-CHAVE:** tecnologias; âmbitos educacionais; geoprocessamento; rio grande do sul; tomada de decisão.

### **ABSTRACT**

*Given the complexity of the world today, to rethink Education in our country should be indispensable. This research is justified because intends to use geoprocessing techniques, aiming the analysis and posterior decision taking on certain dimensions of Education. The study was divided into two stages; while the first one had a quantitative character, the second step had a qualitative character. Alphanumeric statistician of Enem, GDP and IDESE, as well as the topography of Rio Grande do Sul subdivided into mesoregions were used as data. The spatialization of the data occurred with the assistance of ArcGIS ® software. The considerations promoted by our study provide us an idea of the geoprocessing potentials and its benefits.*

**KEYWORDS:** *technology; education; geoprocessing; rio grande do sul; decision making.*

## INTRODUÇÃO

Sociedade da informação e sociedade em rede são algumas expressões cunhadas na contemporaneidade para referir as sociedades atuais, caracterizadas pelo intenso fluxo de produção e pela disseminação de informações, gerados por avanços nas tecnologias da informação e comunicação. A par do grande volume de produções científicas e culturais, que chegam de forma quase instantânea às diferentes esferas da atividade humana, a importância conferida à tecnologia, no atual período da história, encontra-se relacionada à formação de um círculo virtuoso no qual informações e conhecimentos se tornam mais complexos e completos pelas oportunidades de reconfiguração e aplicação propiciadas pela tecnologia, num movimento permanente de retroalimentação (CASTELLS, 1999). Ao mesmo tempo, a qualificação dos recursos tecnológicos propiciou a expansão de alternativas e, se até final no século passado o texto era soberano, hoje as imagens desempenham importante papel em estudos e modos de divulgação da informação através do apelo pictórico, sobretudo pelos atuais alunos *pós-modernos* (CASTROGIOVANNI, 2013, p. 37).

É esse cenário que justifica a investigação ora apresentada que tomou por objeto de estudo o Geoprocessamento, aqui entendido como técnica. A perspectiva de Castells (1999) sobre retroalimentação encontra-se presente na investigação na medida em que a técnica geoprocessamento já é amplamente utilizada nas áreas da saúde, das engenharias, da física e do meio ambiente. Nesta investigação, foram avaliados seus potenciais para a área da Educação, posto que ainda é timidamente usada como subsídio para tomada de decisões nesse âmbito. A partir de informações disponibilizadas por instituições públicas do Brasil, a pesquisa teve por objetivo geral avaliar as contribuições do uso do geoprocessamento aliado à interpretação visual de imagens para subsidiar a análise e tomada de decisão no âmbito da Educação. Salienta-se ainda que, embora na proposição do trabalho tenham sido usados dados alfanuméricos estatísticos do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), do Produto Interno Bruto (PIB) e do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (Idese), além de dados geográficos do Rio Grande do Sul, subdividido em mesorregiões, o foco da pesquisa localizou-se na técnica, de tal modo que, além da descrição detalhada do percurso realizado, foi delineado um conjunto de recomendações com o intuito de potencializar o uso do geoprocessamento e do sensoriamento remoto em estudos semelhantes.

O texto encontra-se organizado em quatro seções, além da Introdução. Na primeira, Constructo teórico, são explicitados os conceitos e as definições sobre geoprocessamento e interpretação visual de imagens relevantes para a compreensão geral da pesquisa. Na segunda, Procedimentos metodológicos, são apresentadas as decisões metodológicas estabelecidas para a investigação que foi realizada em duas etapas, a primeira de caráter quantitativo e a segunda de caráter qualitativo. Na terceira, Resultados e Discussões, são referidos aspectos mais relevantes de ambas as fases do estudo, e, por fim, na seção intitulada Considerações Finais, indicam-se as principais contribuições da pesquisa e referem-se às implicações do estudo para a área da educação.

## CONSTRUCTO TEÓRICO

A tecnologia pode ser compreendida como um conjunto de instrumentos, métodos e técnicas que visam à resolução de problemas e o seu desenvolvimento está intimamente relacionado com a história da Ciência. A partir do século XX, as tecnologias de informação e comunicação ganharam destaque por meio do desenvolvimento de áreas que englobam a utilização de computadores, internet, energia nuclear, biotecnologia, nanotecnologia, entre outras. Atualmente, as tecnologias vêm se desenvolvendo para permitir ao homem operar sobre a informação visando à construção de conhecimento.

É inegável que a revolução tecnológica vem gerando mudanças na sociedade, sendo, portanto, compreensível que ocorram mudanças no sistema educacional. Como afirma Delors (2005), todos os países do mundo, em ritmos diferentes, vêm se tornando sociedades da informação.

No entanto, informar não garante compreender e informação não resulta instantaneamente em conhecimento. (MORIN, 2000). Portanto, Comunicação não deve ser confundida com compreensão. O processo de compreensão “[...]é um fenômeno que mobiliza os poderes subjetivos de simpatia, para entender uma pessoa como uma pessoa que é também Sujeito.” (MORIN, 2007, p. 42-43). Neste sentido, a aprendizagem torna-se a chave do progresso que encaminha o sujeito da informação para o conhecimento, ainda que provisório.

Percebe-se que as sociedades estão reconhecendo a necessidade de organizarem-se para dar respostas às novas demandas educacionais do século XXI. Não por acaso, como afirma Sene (2008), uma das justificativas mais frequentes para as recentes reformas educacionais, recorrentes em diversos países, é a necessidade de adaptação do sistema educativo à era da informação.

Contudo o professor sabe que “a comunicação não garante a compreensão”. Mas então o que é conhecer? Conhecer requer abertura para o mundo. “[...] E mais: é ler o silêncio que explica, temporariamente, o que está por detrás do que somos. É também a compreensão, mesmo que temporária, da informação[...]” (CASTROGIOVANNI, 2013, p.38-42). Conhecer é operar a informação para entender o mundo provisoriamente. Desta forma, o termo informação não parece pressupor conhecimento.

Neste sentido, a utilização das expressões “era da informação” e “era do conhecimento” merecem reflexão profunda e análise crítica, sendo fundamental considerar o fato de que nem toda a informação disponível é coerente havendo, neste caso, inúmeros conhecimentos incoerentes. Isso nos leva ao pragmatismo de que “todo conhecimento comporta o risco do erro e da ilusão”. (MORIN, 2000, p. 19). Não se deve esquecer o fato de que uma informação, normalmente, está associada à determinada ideologia.

A teoria sociológica histórico-crítica alerta para o aspecto transitório da informação ressaltando, sobretudo, que há o “não completo”, pois que tudo é provisório. Por exemplo, digamos que você ouve a fala de um sujeito. Informa-se sobre aquilo que o sujeito selecionou intencionalmente informar. Mas, e aquilo que não foi

dito, intencionalmente não informado? O silêncio. “[...] Às vezes, o que não é dito é muito mais do que o que é dito para se poder entender a coisa como ela deveria ser entendida ou compreendida” (GUARESHI, 2008, p.31).

Desta maneira, é possível identificar que há inúmeros meios de comunicação que geram um volume gigantesco de informação; no entanto, há pouca compreensão. Sem tal reflexão, o sujeito corre o risco de cair nas armadilhas do conhecimento (MORIN, 2000, p. 19).

Neste contexto, a análise espacial possibilita a compreensão da organização do espaço geográfico através das relações estabelecidas entre os fatos diários que podem ser mapeados através de geotecnologia, aqui entendida como um conjunto de tecnologias para criação e socialização de informação viabilizando construção de conhecimento. As geotecnologias são representadas, em especial, por ferramentas utilizadas pelo Geoprocessamento, pelo Sensoriamento Remoto e pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS) (INPE, 2011).

Geoprocessamento pode ser considerado como conjunto de técnicas que operam sobre base de dados, derivados de registros de ocorrências, resultando em informação através de relações espaciais, revelando a complexidade do espaço geográfico, para encaminhar o sujeito a novas visões de mundo (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Aliado ao geoprocessamento, a presente pesquisa utilizou a interpretação visual de imagens, aqui entendida por habilidade de ler e sintetizar informações através de imagens, conforme pode ser verificado através do Sensoriamento Remoto. Portanto, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto podem ser integrados por Sistema de Informações Geográficas (SIG), resultando na síntese de informações através de tabelas, mapas e gráficos, conforme exemplificado através do “Google Maps®”.

Para Câmara e Medeiros (1998 citados por ROCHA, 2000), as principais características do SIG são: inserir e integrar, em uma única base de dados, imagens de satélite, informações provenientes de dados espaciais, dados censitários e cadastros urbanos e rurais, redes e modelos numéricos de terrenos.

Dessa forma, o uso do geoprocessamento resulta em mapas. A partir da leitura dos mapas, processa-se a análise pictórica mediante a interpretação visual de imagens, sugerida neste trabalho. A interpretação visual de imagens pode encaminhar a compreensão de informações não diretamente perceptíveis, quando utilizados procedimentos comuns de classificação e síntese de dados, como afirma Neves (2000).

Estudar o espaço geográfico e os aspectos nele inseridos implica em transdisciplinaridade através do desenvolvimento de habilidades que podem agilizar o processo de análise tendo como referência a inteligência geoespacial. A moderna tecnologia de análise de dados – no contexto de sua localização – vem sendo valorizada por aportar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações, baseados na análise da sua distribuição geoespacial.

Está na história do ser humano criar meios de registrar dados para construir conhecimento como meio de garantir a sua sobrevivência. Desde os primórdios da

história do homem até os dias atuais, a humanidade foi, aos poucos, descobrindo que conhecer melhor a Terra poderia trazer grandes benefícios. A arte rupestre é a mais antiga expressão artística na história da Humanidade. As mãos vermelhas, pontos e linhas nas paredes da caverna espanhola El Castillo são, até este momento, a arte rupestre mais antiga do mundo.

El Castillo possivelmente possua mais de 40.800 anos de idade, "esta é atualmente a mais antiga data da arte da Europa", segundo Alistair Pike, arqueólogo da Universidade de Bristol, na Inglaterra, e coordenador do estudo: "Series Dating of Paleolithic Art in 11 Caves in Spain", publicada no dia 15 de junho de 2012 pela revista Science (PIKE et al., 2012). Através de desenhos, caçadores, animais e plantas foram registrados nas paredes de cavernas comunicando culturas, recursos naturais e rotas migratórias. Esses registros evidenciam a histórica necessidade que a humanidade possui de conhecer a natureza, de compreender e comunicar o espaço geográfico.

Neste sentido, a técnica geoprocessamento está diretamente associada à evolução da apreensão do espaço nos sujeitos. Estudos da psicopedagogia em 1993 trazem que a construção da inteligência geoespacial inicia desde a infância através da evolução da apreensão do espaço pela criança associada "à libertação progressiva e gradual do egocentrismo". Assim, as relações espaciais podem encaminhar o Sujeito ao desenvolvimento da noção de espaço. As relações espaciais foram abordadas em estudos sobre construção e representação do espaço, divididas em três tipos: topológicas, projetivas e euclidianas (PIAGET e INHELDER, 1993). O macro objetivo continua a ser a resolução de necessidades básicas inerentes à condição de seres vivos.

Segundo Francisco Filho (1999), o uso de tecnologias baseadas no geoprocessamento tem-se mostrado um elemento valioso na gestão de problemas que envolvam o território, na esfera governamental ou não. Uma de suas principais vantagens reside na possibilidade de serem usadas em qualquer escala e aplicadas em variáveis diversas. Não por acaso, o geoprocessamento vem influenciando, de maneira crescente, áreas como a Análise de Recursos Naturais, os Transportes, as Comunicações, a Energia e o Planejamento Urbano e Regional, a Medicina, a Farmácia e até mesmo a Economia, segundo verifica o "*Bussines Intelligence* (BI)".

Ao analisar trabalhos científicos atuais que utilizam o geoprocessamento como técnica para subsidiar a análise e tomada de decisão de políticas públicas, percebem-se crescentes avanços. No Brasil, os dados espaciais abrangem registros vitais sobre a realidade socioambiental no país, contando com uma longa série histórica de muitos anos através da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE – instituída pelo Decreto Nº 6.666 de 27/11/2008. (INDE, 2010).

Contudo, na Educação, o uso das geotecnologias restringe-se, em grande parte, às salas de aula, com o objetivo de contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para responder à questão de pesquisa, esta investigação foi realizada em duas etapas, sendo a primeira delas de caráter quantitativo, e a segunda, de caráter qualitativo. Na primeira etapa, foram coletados os dados que fizeram parte da pesquisa. No estudo proposto, foram usados os dados estatísticos do Enem, do PIB e do Idese no Rio Grande do Sul (RS), estado no qual se localiza a instituição vinculada a este estudo – a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Uma das vantagens da pesquisa com dados divulgados em *sites* públicos, segundo Laville (1999, p. 166), está no seu baixo custo, tanto em esforços quanto financeiros, e, com frequência, na facilidade em acessá-los. Outra vantagem neste tipo de pesquisa estabelece-se na regularidade dos intervalos em que são publicados tais dados, o que permite seguir a evolução dos fenômenos e das situações no tempo.

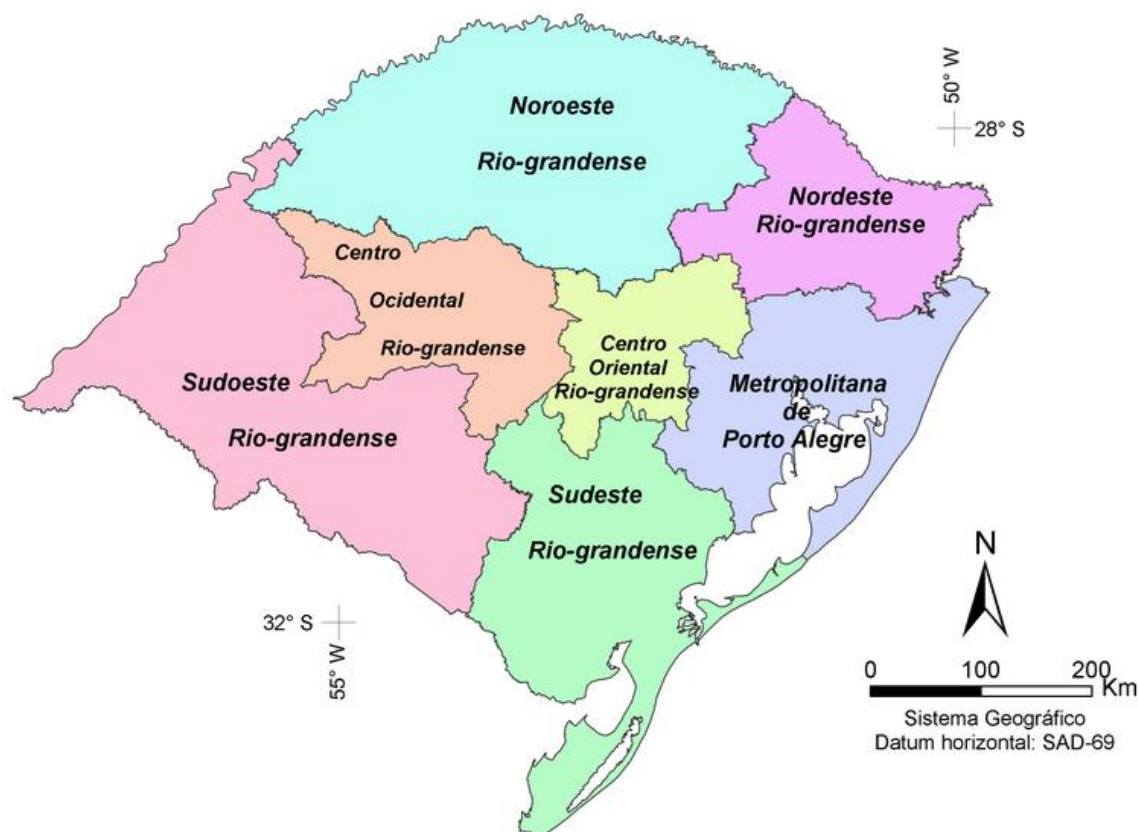
Estabeleceu-se também que os dados seriam analisados e apresentados subdivididos em mesorregiões. A justificativa para o estabelecimento dessa subdivisão está na homogeneidade dos dados físicos e socioeconômicos, dentro de cada mesorregião. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estabelece a divisão do estado do Rio Grande do Sul em mesorregiões como conjunto de determinações econômicas, sociais e políticas que dizem respeito à totalidade da organização do espaço nacional.

Desse modo, o estado do Rio Grande do Sul (RS) é dividido geograficamente em sete mesorregiões (Mapa 1): Mesorregião do Centro Ocidental Rio-grandense (31 municípios); Mesorregião do Centro Oriental Rio-grandense (54 municípios); Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre (98 municípios); Mesorregião do Nordeste Rio-grandense (53 municípios); Mesorregião do Noroeste Rio-grandense (216 municípios); Mesorregião do Sudeste Rio-grandense (com 25 municípios); Mesorregião do Sudoeste Rio-grandense (19 municípios). O RS soma 496 municípios.

Os dados educacionais foram coletados do Enem de 2011, tanto pela sua proporção numérica atingida quanto pela frequência com que ocorrem e são divulgados seus dados. O Enem permite formar rankings das instituições de ensino com base no desempenho de seus alunos com os resultados apresentados por escola. Assim, foram analisadas as médias de escolas públicas e privadas separadamente.

Os dados socioeconômicos foram fornecidos pela Fundação de Economia e Estatística (FEE), instituição de pesquisa vinculada à Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. O Idese de 2009 foi estabelecido para fazer parte desta pesquisa por sua fidedignidade em virtude da seriedade da instituição e da equipe multidisciplinar que compõe o grupo, bem como a frequência anual com que são divulgados seus dados e a facilidade para acessá-los.

Os dados do PIB de 2010 também foram escolhidos por sua relevância e influência em todos os âmbitos da sociedade, bem como pela fidedignidade dos dados disponibilizados, facilidade para acessá-los e frequência anual com que são divulgados.



**Mapa 1. Mapa das sete mesorregiões geográficas. Fonte: Cartografia – IBGE. Elaborado pela NERU-FEE em abr. 2009**

Os dados populacionais foram fornecidos pelo Censo Demográfico de 2010 do IBGE (IBGE, 2010) – o mais recente divulgado até o momento de sua coleta. O Censo Demográfico é a mais complexa operação estatística realizada por um país, quando são investigadas as características de toda a população e todos os domicílios do Território Nacional – inclusive o Distrito Estadual de Fernando de Noronha e o Distrito Federal. Ele é realizado a cada dez anos e permite conhecer melhor a evolução da distribuição territorial da população do país, entre outros fatores.

Como as informações são oriundas de fontes diferentes – Enem (INEP), Idese, PIB (FEE) e Censo Demográfico (IBGE) – tornou-se necessário realizar uma padronização desses valores e algumas nomenclaturas em banco de dados. Para isso, converteram-se, padronizaram-se e modelaram-se os diversos dados visando à geração de informações confiáveis e de qualidade essenciais para atingir os objetivos propostos pela pesquisa e para um resultado assertivo na tomada de decisão.

A partir disso, foi realizada a divisão dos valores isolados dos atributos de cada município pela sua população. Para tanto, estabeleceu-se que todos os valores alfanuméricos fossem padronizados, em escala que varia de 0 a 1.

Para que fosse possível, posteriormente, estabelecer uma relação entre os quatro dados pesquisados – Enem, Idese, PIB e IBGE – além de permitir a classificação das regiões em três níveis de desenvolvimento: baixo (índices até 0,4), médio (entre 0,5 e 0,7) ou alto (maiores ou iguais a 0,8).

Os valores do Idese permaneceram iguais, pois já estavam em escala que varia de 0 a 1. Para padronizar os valores do Enem, que variam de 1000 a 0, estabeleceu-se que 1000 seria 1 e zero continuaria zero. Para padronizar os valores do PIB, estabeleceu-se que o maior valor arredondado para mais seria 1 e zero continuaria zero.

A criação de um banco de dados padrão é comum a todas as informações é a base do geoprocessamento, sem a qual não seria possível relacionar os dados. Os dados brutos de todas as fontes foram armazenados no *software* Excel®.

A partir dos valores municipais encontrados, foi realizado o cálculo da média de cada uma das mesorregiões, com auxílio do Excel®. Posteriormente, já com todas as médias dos dados encontrados calculadas e padronizadas, foi realizada a espacialização desses com auxílio do software ArcGIS®, no Laboratório de Tratamento de Imagem e Geoprocessamento (LTIG).

Softwares de geoprocessamento possuem funcionalidades para análise de dados geográficos. Assim, é possível entender o contexto e o relacionamento dos dados, bem como identificar padrões de distribuição espacial, através de um fluxo lógico de trabalho. Não obstante, outro fator que contribui para seu sucesso corresponde à sua fácil utilização (ROSA, 2011). A espacialização dos dados gerou mapas que mostram a frequência de distribuição da porcentagem dos dados relacionados.

A segunda etapa foi realizada a partir dos mapas para análise quantitativa e qualitativa. Nesse tipo de análise, procura-se descrever e interpretar as verdades explícitas ou implícitas observadas nos mapas e gráficos através da interpretação visual de imagens. A análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos que incluem a análise exploratória e a visualização dos dados, em geral, por meio de mapas, que permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, a identificação de observações atípicas não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em relação aos vizinhos e a busca de existência de padrões na distribuição espacial.

Assim, é possível estabelecer hipóteses gerais sobre o comportamento espacial dos dados e sobre as observações. Os resultados obtidos podem, então, dar suporte ou ajudar a rejeitar conceitos qualitativos das teorias de domínio (CÂMARA et al., 2004). Conforme os mesmos autores, os conceitos apresentados expressam tanto o potencial quanto as limitações da Análise Espacial, uma vez que as técnicas de análise devem estar sempre a serviço do conhecimento dos especialistas e nunca serem utilizadas como um fim em si, pois seu uso requer que duas condições sejam satisfeitas: o domínio dos fundamentos teóricos do geoprocessamento e a associação de modelos matemáticos com a interpretação do especialista. Assim, pensar em termos espaciais pode ser uma abordagem para todo cidadão, não apenas como um meio de compreender melhor o mundo, mas também a situação local em que se encontra; além disso, os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos têm contribuído para a disseminação e popularização das tecnologias que possibilitam a Análise Espacial (ROSA, 2011).

Os dados foram processados, gerando três mapas temáticos, como os mapas 10, 11 e 12, apresentados a seguir nos resultados. Com todos os mapas prontos, foram realizadas análises exploratórias e descrições das variáveis de estudo; do mesmo modo, foram realizadas inferências que tentam justificar os resultados encontrados. Após, foi verificada a viabilidade da execução e aplicação da técnica aqui sugerida, assim como a capacidade de os resultados gerarem análises, observações e hipóteses relevantes, possíveis e pertinentes para subsidiarem a análise e a tomada de decisão no âmbito da Educação.

A partir dos resultados, foram sugeridos novos estudos e novas pesquisas visando investigar dados de educação sejam realizados, aprofundando as reflexões das questões apresentadas. Por fim, foi organizado um conjunto de recomendações para o uso do geoprocessamento nesta pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados isolados dos atributos que foram encontrados, coletados e padronizados estão disponíveis na tabela 1.

Tabela 1. Médias isoladas padronizadas de todos os dados coletados para as sete mesorregiões do RS.

| Mesorregiões RS<br>(IBGE 2010)    | Escala<br>PIB 2010 | Escala<br>Idese<br>2009 | Enem 2011<br>Geral RS | Enem 2011<br>Escolas<br>Públicas RS | Enem 2011<br>Escolas<br>Particulares RS |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| Centro Ocidental<br>Rio-Grandense | 0,2135             | 0,6870                  | 0,5267                | 0,5134                              | 0,5770                                  |
| Centro Oriental Rio-<br>Grandense | 0,2637             | 0,6673                  | 0,5209                | 0,4953                              | 0,5773                                  |
| Metropolitana de<br>Porto Alegre  | 0,9664             | 0,6977                  | 0,5268                | 0,5018                              | 0,5731                                  |
| Nordeste Rio-<br>Grandense        | 0,4583             | 0,7137                  | 0,5214                | 0,5022                              | 0,5723                                  |
| Noroeste Rio-<br>Grandense        | 0,1434             | 0,6953                  | 0,5049                | 0,4930                              | 0,5748                                  |
| Sudeste Rio-<br>Grandense         | 0,5442             | 0,6876                  | 0,5042                | 0,4899                              | 0,5600                                  |
| Sudoeste Rio-<br>Grandense        | 0,5142             | 0,7296                  | 0,4890                | 0,4735                              | 0,5291                                  |

Fonte: os autores (2013).

Os dados encontrados e utilizados nesta pesquisa já continham os respectivos municípios de ocorrência, portanto, bastou realizar a relação espacial com um arquivo de limites administrativos para resultar no georreferenciamento, adotando-se o sistema de coordenadas geográficas em Sirgas 2000. Assim, com todos os dados de campo padronizados e devidamente organizados, foi realizada a introdução no SIG através das planilhas do Excel®, vinculando esses dados ao limite das mesorregiões do Rio Grande do Sul.

O SIG possibilitou a elaboração de cinco mapas, cada um com a média padronizada de um dos atributos isolados. Posteriormente, dando continuidade à pesquisa, a partir das médias isoladas dos dados de cada mesorregião, foram calculadas novas médias aritméticas, com auxílio do software Excel®, relacionando os valores do PIB 2010 com o Idese 2009 e com Enem Geral de 2011, assim como os valores do PIB 2010 com o Idese 2009 e somente com Enem Escolas Públicas de 2011, e os valores do PIB 2010 com o Idese 2009 e somente com Enem Escolas Particulares de 2011. As médias aritméticas relacionadas calculadas e padronizadas estão disponíveis na tabela 2.

Tabela 2. Médias relacionadas padronizadas de todos os dados coletados para as sete mesorregiões do Rio Grande do Sul.

| Mesorregiões RS<br>(IBGE 2010) | Média PIB<br>2010, Idese<br>2009 e Enem<br>Geral | Média PIB 2010,<br>Idese 2009 e<br>Enem Escolas<br>Públicas | Média PIB 2010,<br>Idese 2009 e<br>Enem Escolas<br>Particulares |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Centro Ocidental Rio-Grandense | 0,4793                                           | 0,4748                                                      | 0,4960                                                          |
| Centro Oriental Rio-Grandense  | 0,4907                                           | 0,4822                                                      | 0,5095                                                          |
| Metropolitana de Porto Alegre  | 0,7409                                           | 0,7326                                                      | 0,7564                                                          |
| Nordeste Rio-Grandense         | 0,5645                                           | 0,5581                                                      | 0,5815                                                          |
| Noroeste Rio-Grandense         | 0,4386                                           | 0,4346                                                      | 0,4619                                                          |
| Sudeste Rio-Grandense          | 0,5785                                           | 0,5737                                                      | 0,5971                                                          |
| Sudoeste Rio-Grandense         | 0,5662                                           | 0,5610                                                      | 0,5796                                                          |

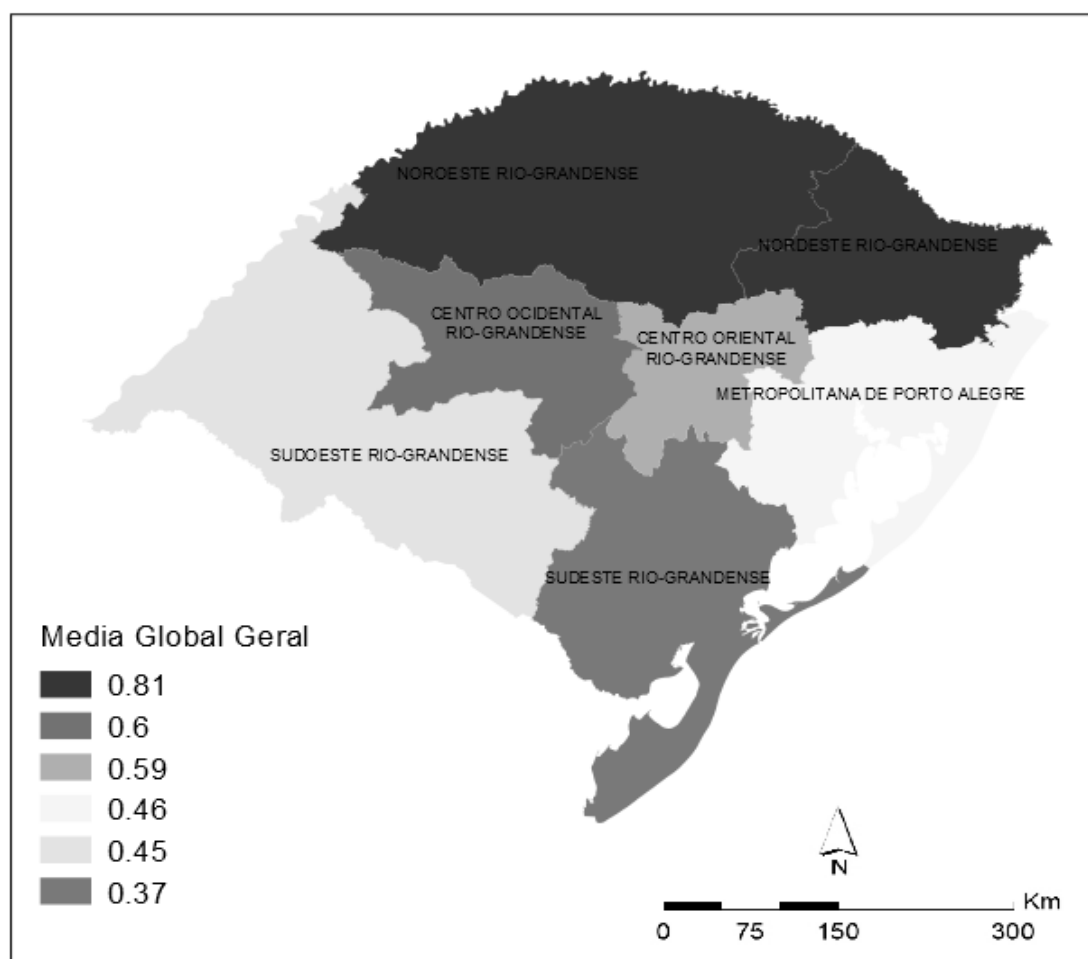
Fonte: os autores (2013).

Com todas as médias relacionadas padronizadas e devidamente organizadas no banco de dados, novamente, os dados gerados foram importados para o software ArcGIS® onde foram processados. Abastecido com os dados da tabela 2, o SIG possibilitou a elaboração de três mapas, cada um com a média relacionada dos três atributos analisados no presente estudo – Enem, Idese e PIB. Nesta pesquisa, não foi

realizada interpolação porque já existiam os dados absolutos que foram transformados em dados relativos para serem relacionados.

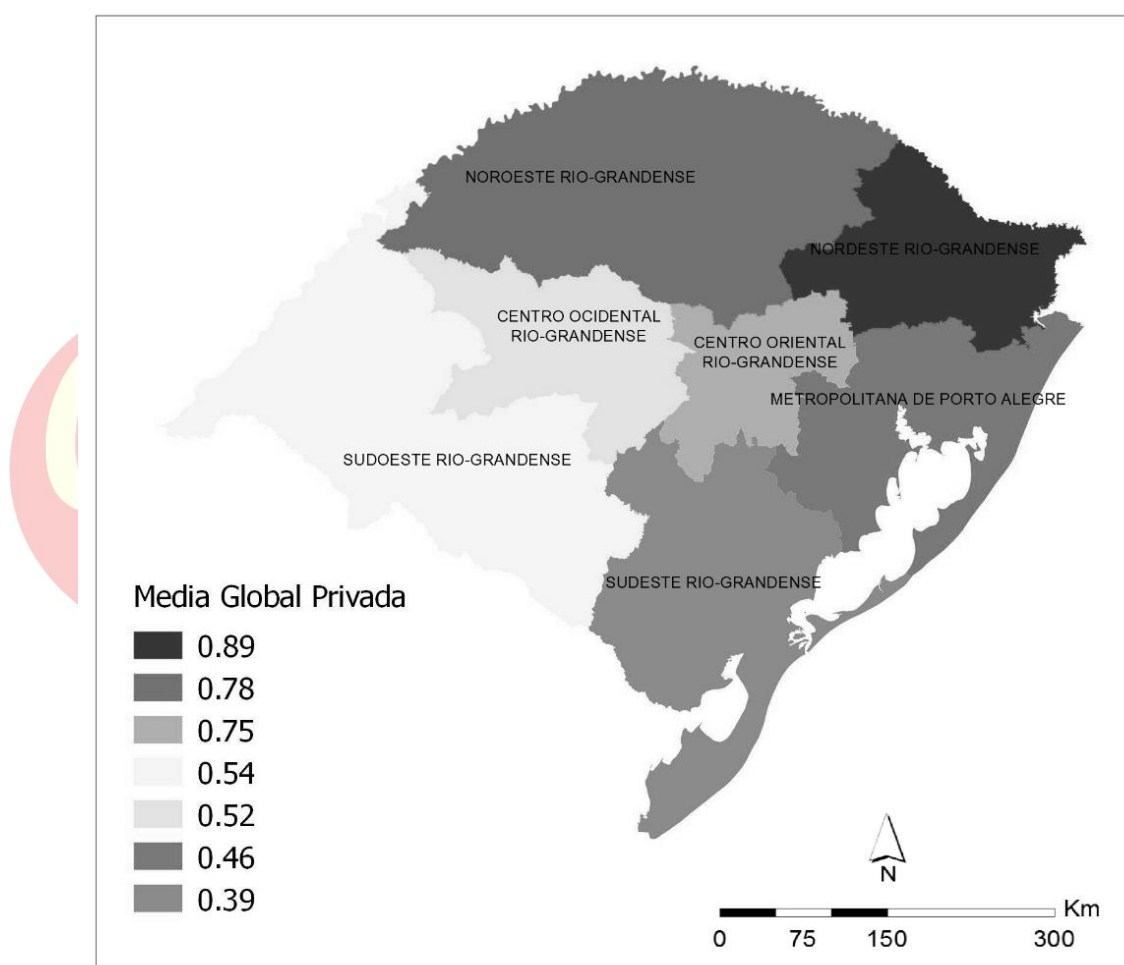
Contudo, os pesquisadores ponderaram sobre as diferenças relevantes entre as mesorregiões. Ou seja, apesar de ser uma subdivisão que congrega diversos municípios de uma área geográfica com similaridades econômicas e sociais, há variação entre o tamanho das áreas, o número dos municípios e, conseqüentemente, o tamanho da população dos municípios entre as sete mesorregiões. Portanto, em função dessas diferenças foi realizado novo mapeamento utilizando os dados sobre a população de cada município do estado do Rio Grande do Sul, segundo o IBGE.

Os dados brutos de cada município foram divididos pela sua população. Ou seja, dividiu-se o valor isolado do PIB de cada município pela sua população e realizou-se o mesmo procedimento para os valores isolados do Idese, Enem Geral, Enem Escolas Públicas e Enem Escolas Particulares. Assim, obtiveram-se novas médias isoladas dos dados alfanuméricos – PIB, Idese e Enem. Em seguida, as novas médias padronizadas foram importadas para o software ArcGIS®, sendo, então, processadas, resultando na elaboração de mais três mapas 2, 3 e 4, apresentados a seguir.



**Mapa 2. Média relacionada dos dados PIB 2010, Idese 2009 e Enem Geral 2011 para as sete mesorregiões do RS considerando a população dos municípios. Fonte: os autores (2013).**

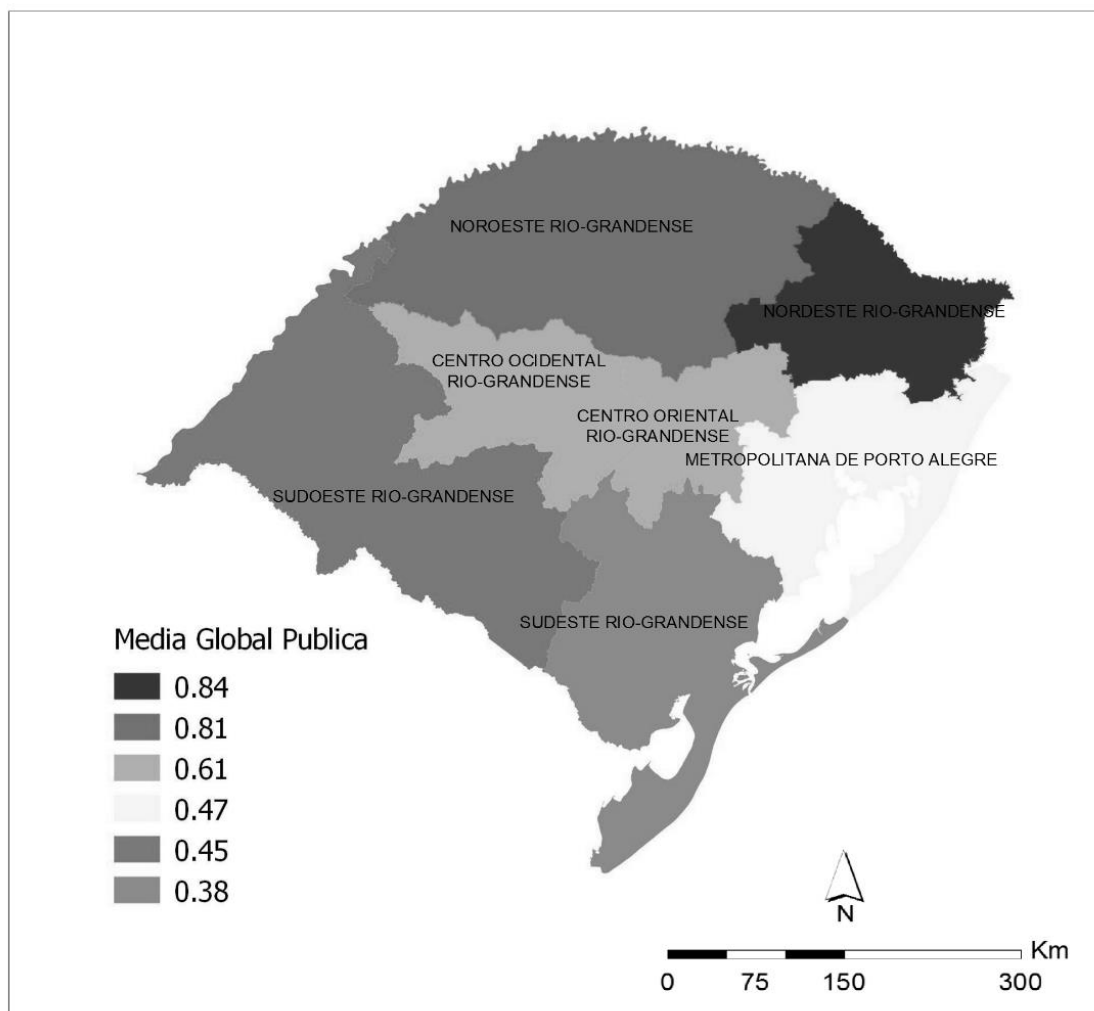
Percebe-se que as mesorregiões Nordeste Rio-grandense e Noroeste Rio-grandense apresentaram resultados semelhantes. Ambas ocuparam a primeira posição na média relacionada dos dados PIB 2010, Idese 2009 e Enem Geral 2011, os quais consideram a população dos municípios. A mesorregião Centro Ocidental Rio-grandense apresentou a segunda maior média relacionada para esses dados, seguida pelas mesorregiões, em ordem decrescente de valores, Centro Oriental Rio-grandense, Metropolitana de Porto Alegre, Sudoeste Rio-grandense e, por fim, pela mesorregião Sudeste Rio-grandense. Algumas inferências, baseadas em dados e pesquisas anteriormente divulgadas sobre as mesorregiões foram realizadas, que serão apresentadas adiante.



**Mapa 3. Média relacionada dos dados PIB 2010, Idese 2009 e Enem de Escolas Públicas 2011 para as sete mesorregiões do RS considerando a população dos municípios. Fonte: os autores (2013).**

Identifica-se, pela simples observação do produto cartográfico 11, que a mesorregião Nordeste Rio-grandense apresentou maior média relacionada dos dados PIB 2010, Idese 2009 e Enem Escolas Públicas 2011, os quais consideram a população dos municípios. A mesorregião Noroeste Rio-grandense apresentou a segunda maior média relacionada para tais dados. As mesorregiões Centro Ocidental Rio-grandense e Centro Oriental Rio-grandense apresentaram, também coincidentemente, resultados

semelhantes, dividindo a terceira posição, seguidas pelas mesorregiões – em ordem decrescente de valores – Metropolitana de Porto Alegre, Sudoeste Rio-grandense e, por fim, pela mesorregião Sudeste Rio-grandense.



**Mapa 4. Média relacionada dos dados PIB 2010, Idese 2009 e Enem de Escolas Particulares 2011 para as sete mesorregiões do RS considerando a população dos municípios. Fonte: os autores (2013).**

Constata-se, pela simples observação do produto cartográfico 12, que a mesorregião Nordeste Rio-grandense apresentou maior média relacionada dos dados PIB 2010, Idese 2009 e Enem Escolas Particulares 2011, os quais consideram a população dos municípios. A mesorregião Noroeste Rio-grandense apresentou a segunda maior média relacionada para esses dados, seguida pelas mesorregiões, em ordem decrescente de valores, Centro Ocidental Rio-grandense, Centro Oriental Rio-grandense, Metropolitana de Porto Alegre, Sudoeste Rio-grandense e, por fim, pela mesorregião Sudeste Rio-grandense.

Observando os mapas gerados, podem-se identificar algumas diferenças marcantes. Os três últimos mapas apresentaram resultados distintos. Os mapas 9 e 10 – médias relacionadas do Enem Geral e Enem Escolas Públicas 2011, respectivamente

– apresentaram resultados similares. Essa mudança nos resultados era esperada, uma vez que, ao se dividirem os valores dos atributos alfanuméricos pela sua população, obtêm-se resultados mais coerentes. Considerando-se os valores do PIB, por exemplo, uma população maior tende a produzir maior riqueza (bens, produtos e serviços), o que faz com que apresente maiores valores de PIB; ao se dividir, entretanto, esse valor total pela população da região, é esperado que a diferença diminua, tornando possível, assim, uma comparação direta entre regiões com populações distintas.

A mesorregião Nordeste Rio-grandense não variou sua posição nas novas espacializações geradas – permanecendo na primeira posição em todos os quesitos – assim como a mesorregião Noroeste Rio-grandense, que permaneceu na segunda posição, e a mesorregião Sudeste Rio-grandense, que permaneceu na última posição entre as sete analisadas. Nos mapas gerados que não levavam em consideração a população, a mesorregião Nordeste Rio-grandense apresentou variação de posições: quarta colocação para o PIB, segunda para o Idese, terceira para Enem Geral, segunda para Enem Escolas Particulares, quinto – e pior desempenho – para Enem Escolas Públicas e quarta colocação em todos os mapas relacionados. Observa-se que, em comparação com os outros resultados, a mesorregião Nordeste Rio-grandense não atingiu a primeira posição em nenhuma das análises.

Do mesmo modo, nos produtos cartográficos gerados que não levavam em consideração a população da mesorregião Sudeste Rio-grandense, esta apresentou pouca variação de posições: sua melhor colocação foi no valor isolado do PIB e em todos os cálculos relacionados, onde obteve a segunda colocação. Em relação ao Idese, atingiu a quinta posição. Para os demais – Enem Geral, Enem Escolas Públicas e Enem Escolas Particulares – permaneceu na sexta colocação. Observa-se que, em comparação com os outros resultados, a mesorregião Sudeste Rio-grandense não atingiu a última posição em nenhuma das análises.

É possível que a segunda posição permanente da mesorregião Noroeste Rio-grandense seja o resultado mais distinto em comparação com os produtos cartográficos gerados que não levavam em consideração a população. Anteriormente, seu melhor resultado refere-se aos valores isolados do Enem Escolas Públicas, onde obteve a terceira posição. Atingiu a última colocação para o PIB; quarta para o Idese; quinta para Enem Geral e Enem Escolas Particulares e, novamente, a última colocação para todos os mapas relacionados.

Considerando a disparidade entre as comparações, seria recomendado que novos produtos cartográficos dos valores isolados fossem gerados. Por mais que a unidade geográfica – mesorregiões do Rio Grande do Sul – e os atributos alfanuméricos – PIB, Idese e Enem – sejam os mesmos, ao se dividirem esses atributos por sua população, obtêm-se dados distintos que não podem ser comparados diretamente, como foi realizado nesta pesquisa. Para identificar mudanças dos dados isolados para os dados relacionados, é necessário que as informações sofram o mesmo tipo de tratamento, ou seja, não sofram a influência de outras variáveis –as populações municipais, por exemplo. A principal vantagem em gerar esses novos mapas está na possibilidade de realizar novas análises e levantar novas hipóteses acerca das regiões.

Dependendo do grupo de técnicos e profissionais envolvidos no processo de pesquisa, novas inferências podem ser efetuadas.

Não obstante, a elaboração dos três produtos cartográficos dos valores relacionados, que leva em conta a população, vale pela capacidade de verificar a diferença nos resultados quando se consideram outras variáveis. A partir disso, é possível constatar que as escolhas e os caminhos percorridos, ao longo da pesquisa, podem influenciar os resultados e, conseqüentemente, as análises e tomadas de decisão.

A mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, apesar de variar sua posição, permaneceu, nos novos mapas gerados, entre as últimas colocações, assim como as mesorregiões Centro Ocidental Rio-grandense, Centro Oriental Rio-grandense e Sudoeste Rio-grandense, que variaram suas posições, embora não fosse uma variação representativa. O pior desempenho tanto da mesorregião Metropolitana de Porto Alegre quanto da mesorregião Centro Ocidental Rio-grandense ocorreu nos cálculos relacionados com o Enem Escolas Particulares, os quais levaram em conta a população: a mesorregião Metropolitana de Porto Alegre ocupou a sexta colocação, e a mesorregião Centro Ocidental Rio-grandense a quinta. Já a mesorregião Centro Oriental Rio-grandense teve o pior desempenho nos cálculos relacionados com o Enem Geral e Enem Escolas Públicas, atingindo a quarta colocação em ambas, contra a terceira posição no Enem Escolas Particulares.

Considerando os mapas gerados que não levavam em consideração a população, a mesorregião Metropolitana de Porto Alegre sofreu uma variação relevante. Nos valores isolados de PIB e Enem Geral, ocupava a primeira posição; nos valores isolados do Idese e Enem Escolas Públicas, ocupava a terceira; seu pior desempenho ocorreu nos valores isolados do Enem Escolas Públicas, caindo para a quarta posição. No cálculo relacionado dos atributos, também ocupava a primeira posição.

Segundo o IBGE (2010), a mesorregião Metropolitana de Porto Alegre apresenta uma população total superior a cinco milhões, a maior do estado. A segunda maior população do estado está na mesorregião Noroeste Rio-grandense, com um total superior a 2 milhões. Em ordem decrescente está a mesorregião Nordeste Rio-grandense, com um pouco mais de um milhão; as mesorregiões Sudeste Rio-grandense e Sudoeste Rio-grandense – ambas com aproximadamente um milhão de habitantes; seguidas pelas mesorregiões Centro Oriental Rio-grandense, com aproximadamente 700 mil habitantes e mesorregião, e Centro Ocidental Rio-grandense, com aproximadamente 500 mil habitantes. Essas informações podem explicar a relevante variação na posição da mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, uma vez que seus valores alfanuméricos isolados, por maiores que fossem, foram divididos por uma elevada população regional.

A comparação entre valores isolados e relacionados, ambos calculando a média segundo a população oportunizaria, possivelmente, novas análises e hipóteses acerca dos dados e das localidades. Como salientado anteriormente, além das observações, análises e hipóteses aqui levantadas, muitas outras poderiam ser realizadas. Contudo, o foco desta pesquisa é incentivar e exemplificar o uso do geoprocessamento como

técnica que pode contribuir no âmbito da Educação, assim como vem contribuindo na tomada de decisão de diversas outras áreas, desmistificando-se, assim, a ideia de que tecnologia de ponta não pode ser utilizada como suporte para análise e tomada de decisão na área educacional.

Ao todo, foram gerados 11 produtos cartográficos, entre os mapas com dados isolados e com dados relacionados. As espacializações foram sendo criadas conforme a demanda de indagações que surgiram no decorrer da pesquisa, visando encontrar os resultados mais coerentes e corretos em relação à realidade dos dados. A principal vantagem em gerar esses novos mapas está na possibilidade de realizar novas análises e levantar novas hipóteses acerca das possíveis regionalizações que estes venham a revelar. Dependendo do grupo de técnicos e profissionais envolvidos no processo de pesquisa, novas inferências podem ser efetuadas.

A elaboração de mapas proporciona visibilidade aos dados alfanuméricos através de mapas que são mais facilmente percebidas por seus analistas. Não raramente, algumas imagens podem ser independentes de texto, do qual a própria ilustração apresenta a informação principal. Consequentemente, ao facilitar a análise e observação, novas inferências, hipóteses e tomadas de decisões são realizadas, podendo proporcionar uma melhor qualidade da gestão e infraestrutura escolar, bem como garantir a eficiência e eficácia das ações públicas, ao passo que permite novas perspectivas a administradores e usuários.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui relatada pretendeu mostrar, a partir de sua utilização, a tecnologia por meio do geoprocessamento enquanto técnica com potencial para subsidiar análises e tomada de decisões no âmbito da Educação, tendo em vista que, no âmbito da Educação, essa técnica parece ainda ser pouco explorada.

Os produtos gerados por um SIG permitem relacionar dados do espaço físico, com fenômenos humanos, sociais, econômicos, entre outros. A partir desses espaços devidamente mapeados e trabalhados por um SIG, pode-se conhecer melhor uma região, possibilitando, assim, o fornecimento de subsídios para uma futura tomada de decisão.

Os passos experimentados no decorrer do estudo mostraram-se, em certos momentos, desafiadores, merecendo atenção redobrada durante sua aplicação, principalmente durante a coleta dos dados, sua padronização, bem como a introdução dessas informações no SIG e na geração dos produtos cartográficos, a fim de gerar dados de qualidade. Tal complexidade, no entanto, parece traduzir-se realmente em resultados providos de maior segurança, uma vez que possibilita uma análise mais ampla, considerando diversos fatores que não necessariamente seriam explorados em conjunto.

Muitos caminhos foram experimentados ao longo da pesquisa. Para cada novo resultado, novas escolhas foram realizadas. Por exemplo, a escolha da divisão dos valores isolados dos dados pelas populações municipais talvez tenha ocorrido

tardiamente; com esses dados desde o início, os mapas iniciais gerados levantariam possivelmente outras análises e hipóteses; igualmente as análises e hipóteses levantadas não expressam necessariamente nem explicam totalmente a realidade das regiões.

Além das observações e hipóteses elaboradas a partir dos dados analisados, novos estudos poderiam ser realizados com o propósito de investigar mais profundamente certos resultados obtidos nesta pesquisa. Acredita-se, portanto, que a investigação efetuada deixa pistas para que novos estudos acerca do tema possam ser produzidos a fim de melhor compreender determinadas dimensões da realidade escolar.

É possível dizer que o trabalho demonstrou viabilidade quanto à execução e aplicação, gerando resultados possíveis e pertinentes para subsidiar análises e tomada de decisões no âmbito da Educação de acordo com os objetivos desejados. O uso do geoprocessamento demonstra um grande potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo e no acesso livre às informações. A partir do exposto, as aplicações desses sistemas demonstram ser, conforme as características apresentadas nesta pesquisa, incontáveis.

Podemos perceber que a utilização do geoprocessamento proporcionou clareza e visibilidade a cada dado pesquisado. As considerações promovidas fornecem ao leitor uma ideia das potencialidades do geoprocessamento aliado à interpretação visual de imagens, além da relevância e viabilidade da realização desta pesquisa e de possíveis pesquisas que tiverem objetivos semelhantes.

As implicações do estudo, além da abertura para novas investigações, podem ser expressas por algumas recomendações que emergiram como aprendizagem no decorrer da investigação e dentre as quais destacam-se : (i) a necessária clareza quanto aos resultados esperados para que seja instituída uma equipe multidisciplinar capaz de escolher os melhores caminhos para encontrar tais resultados; (ii) a compreensão de que, assim como uma localização geográfica não está isolada de fatores sociais, ambientais, econômicos, políticos e outros, todos os dados podem sofrer diversas influências, comparáveis com as relações entre os dados de uma longa teia, na qual não se sabe, ao certo, a interação entre cada nó e seu alcance, por isso não basta saber localizar fatores, mas deve-se relacionar a uma série de outros fatores contextualizados no espaço; (iii) o reconhecimento de que a utilização do geoprocessamento diz respeito à revisão dos dados inseridos nas tabelas e nos SIG's - a revisão de dados deve ser uma ação frequente do grupo de pesquisa, buscando validar a base de dados utilizada; e (iiii) a compreensão de que o ser humano é um dos principais componentes desse recurso tecnológico sendo fundamental que este tenha conhecimento da geotecnologia ou, pelo menos, parte dela. A proposta de um trabalho é similar à construção de um edifício, na medida em que há uma sequência lógica a ser cumprida, e não se pode prescindir do término de cada etapa antes do começo de outra, nem inverter essa sequência.

Para encerrar, afirma-se que tecnologias, por si só, não significam reais benefícios para o ser humano. Para que sejam alcançados tais benefícios é essencial o engajamento de profissionais com domínio de habilidades necessárias a análises e

ações críticas através de estudos científicos responsáveis, capazes de encaminhar a humanidade a novas visões de mundo.

## REFERÊNCIAS

CÂMARA, G et al. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: FUCKS, Suzana et al (Org.). Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: Embrapa, 2004. p. 21-52. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

CASTELLS, M. a Sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTROGIOVANNI, Antonio Carlos. Movimentos à necessária inquietude do saber geográfico – novos desafios. In: Movimentos no Ensinar Geografia. Antonio Carlos Castrogiovanni, Ivaine Maria Tonini, Nestor André Kaercher (organizadores). – Porto Alegre: Imprensa Livre: Compasso Lugar-Cultura, 2013. 320p.

GUARESCHI, Pedrinho, A. Sociologia crítica: alternativas de mudança/Pedrinho Guareschi. -61º ed. –Porto Alegre: Mundo Jovem, 2008. 168 p.

Plano de Ação para Implantação da INDE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Comissão Nacional de Cartografia. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), 2010;

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *O Uso de Geotecnologias na Prevenção de Desastres*. 2011. Disponível em: <<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/geotecnologias.php>> Acesso em 04 fev. 2014.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia de pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda.; Belo Horizonte: Editora UFMG.

MENEZES, S. J. M. C et al. Educação Ambiental: Utilização de Geotecnologias na Disseminação da Percepção Ambiental. Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea), Rio Grande, nº 7, p. 21 – 28, 2012. Disponível em: <[www.seer.furg.br/revbea/article/download/1833/1678](http://www.seer.furg.br/revbea/article/download/1833/1678)>. Acesso em: 14 jan. 2014.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2. Ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2000.

\_\_\_\_\_. As duas globalizações: Complexidade e comunicação, uma pedagogia do presente. In: SILVA, Juremir Machado da Silva – 3ª ed. (org.). Porto Alegre: Sulina; EDIPUCRS, 2007.

NEVES, M. C et al. Análise Exploratória Espacial de Dados Socioeconômicos de São Paulo. Salvador: GIS Brasil2000, 2000. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/marcos\\_gisbrasil2000.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/marcos_gisbrasil2000.pdf)>. Acesso em: 06. Dez. 2012

PIKE, A. W. G. et al. U-Series Dating of Paleolithic Art in 11 Caves in Spain Science 336, 1409 (2012). DOI: 10.1126/science.1219957;

PIAGET, J., INHELDER, B. A representação do espaço na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993;

ROCHA, C. H. B. (2000) *Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar*. Juiz de Fora: Ed. do Autor.

ROSA, R. *Análise Espacial em Geografia. Revista da ANPEGE*. (2011). Disponível em: <<http://anpege.org.br/revista/ojs2.2.2/index.php/anpege08/article/viewFile/163/RAE23>>. Acesso em: 15 jan. 2014

SENE, J. E. A Sociedade do Conhecimento e as Reformas Educacionais. In: X Coloquio Internacional de Geocrítica. Diez Años de Cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales. Barcelona, 2008, Universidad de Barcelona. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/91.htm>>. Acesso em 14. Jun. 2013.

UNESCO. Hacia las sociedades del conocimiento. Paris: Ediciones UNESCO, 2005, 244 p.

XAVIER-DA-SILVA, J; ZAIDAN, R. T. *Geoprocessamento & Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Berttrand Brasil, 2011, 328p.



Revista  
Ciências & Ideias