

A VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA COMO AUXÍLIO NA ANÁLISE DE DADOS EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO O SISTEMA MAPPER

**Klaus Schlünzen Junior, Gabriel Oliveira Jerez, Alisson Fernando Coelho do Carmo,
Denise Ivana de Paula Albuquerque, Danielle Aparecida do Nascimento dos Santos**

*Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia
klaus@reitoria.unesp.br; gabrielojerez@gmail.com; alisondocarmo@gmail.com;
deivana@uol.com.br; danisantos.unesp@gmail.com*

Resumo

A Visualização Cartográfica compreende um importante processo de interatividade e exploração por parte do usuário. Nessa perspectiva a utilização de ferramentas que possam colaborar para uma melhor análise de dados é fundamental para que o conceito de mapas estáticos, em relação a essa dimensão, seja revisto, a partir de novas tecnologias. Este estudo tem o objetivo de investigar recursos para o aperfeiçoamento do sistema Mapper na análise de dados dos ambientes virtuais de aprendizagem a partir da representação visual desses dados, para possibilitar e facilitar tomadas de decisões baseadas na correlação entre os mesmos. Assim foram utilizadas simulações hipotéticas para demonstrar a aplicação de cinco diferentes representações baseadas em técnicas de Visualização Cartográfica, aplicando dados de um ambiente virtual de aprendizagem. Os resultados demonstram que a aplicação da Visualização Cartográfica ao sistema Mapper pode permitir uma visão geral de diversas situações, possibilitando a obtenção de informações previamente implícitas nos dados.

Palavras-chave: Visualização cartográfica, análise de dados, Mapper.

Abstract

The Cartographic visualization comprises an important process of interactivity and data exploitation by the user. In this perspective the use of tools that can contribute to a better analysis of data is fundamental to the concept of static maps, in relation to this dimension, to be reviewed, from new technologies. This study aimed to investigate resources for improving the Mapper system in the data analysis of the virtual learning environments from the representation of these data, facilitating decision-making based on correlation between them. So hypothetical simulations are used to demonstrate the application of five different representations, using data from a virtual learning environment. The results show that the application of Cartographic Visualization in the system Mapper could allow an overview of the various situations, allowing implicit data discovery.

Keyword: Cartographic Visualization, data analysis, Mapper.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser um termo novo, a Visualização Cartográfica pode ser vista como a origem da Cartografia. Esta relação pode ser considerada uma vez que através de técnicas de visualização busca-se representar graficamente um determinado objeto, aspecto ou fenômeno de modo que o leitor da informação consiga interpretá-la da melhor maneira possível, mesmo que, a priori, não a conheça.

Neste contexto, uma questão de grande importância é a interatividade envolvida desde o processo de construção até a interpretação da representação. A resposta do leitor a partir da análise das informações permite que a representação seja adaptada às suas necessidades, configurando um importante recurso que possibilita a exploração das informações, por vezes oculta fora desse formato.

O primeiro mapa, provavelmente, surgiu da necessidade de indicar um caminho, ou disposição de um lugar. Este contexto caracteriza a primeira das três fases da história da cartografia, segundo o ensaio de Peterson (1998), na qual os mapas são interativos e efêmeros, já que dependem da presença do cartógrafo para a indicação de detalhes e pontos de referência, ou seja, a concepção do mapa pode sofrer adequações de acordo com as necessidades e resposta do usuário, mas apenas a partir das ações de um cartógrafo.

A segunda fase inicia-se a partir do desenvolvimento de meios de distribuição dos mapas, desde placas de argila, pedra e couro até chegar à utilização do papel. Esta fase é caracterizada por mapas estáticos, já que a participação do cartógrafo acontece apenas na etapa de elaboração, ou seja, há certa limitação do que é proporcionado e registrado pelo material. Por outro lado, a distribuição de mapas passa a ser acessível a um público maior, já que é possível a reprodução desse material.

Com o avanço tecnológico, a cartografia se insere em uma nova fase a partir da utilização de sistemas informatizados como suporte à representação, construção e disponibilização de conteúdos digitais. Com o advento da internet e de recursos como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o usuário pode moldar e interagir dinamicamente com o mapa de acordo com suas necessidades, ou seja, o processo de

construção e exploração do mapa volta a ser interativo. No entanto, diferentemente da interatividade encontrada na fase inicial da cartografia, esta ocorre entre usuário e sistema.

Para garantir a interatividade com o sistema e enriquecer o processo de visualização e exploração dos dados, é necessário que o SIG possa contemplar diversos aspectos envolvidos e necessários para sua utilização, desde o armazenamento dos dados georreferenciados por meio de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), atentando-se ao processamento necessário, até a própria interface de utilização. Neste sentido, os desenvolvedores do sistema devem antecipar e prever as necessidades do público alvo, para enriquecer a interação entre o usuário e o mapa. Este foco tem sido cada vez mais investigado com o objetivo de se obter estratégias e abordagens diferentes, para melhorar a visualização cartográfica sob diferentes prismas.

A modelagem do banco de dados é um fator que está intrinsecamente relacionada com as características dos dados de origem. Existe uma grande variedade de fontes de dados que podem ser georreferenciadas, que, impulsionadas pela globalização da internet e massiva utilização de sistemas online se encontram em escala crescente. Uma das fontes promissoras de dados são os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), sobretudo aqueles utilizados em cursos oferecidos na modalidade a distância.

Os AVA agregam interfaces que possibilitam a produção de conteúdos e canais variados de comunicação, permitem também o gerenciamento de banco de dados e controle total das informações circuladas no e pelo ambiente (Kenski, 2005).

O banco de dados de um AVA é repleto de informações que definem o perfil e comportamentos dos usuários, que podem ser georreferenciadas de acordo com diferentes atributos. Além disso, o volume de dados encontrados nos AVA aumenta significativamente a partir da constante interação do usuário no ambiente, que é intensificada no decorrer do curso. Neste sentido é possível considerar esse espaço como um ambiente de aprendizagem universal que está estruturado em redes fundadas para fins específicos. É exatamente dentro desse contexto, que o sistema Mapper foi idealizado, como uma ferramenta capaz de agrupar várias informações sobre o desenvolvimento de um curso na modalidade a distância.

Para evidenciar argumentos e subsidiar o momento de tomada de decisão no ambiente de educação a distância, o sistema Mapper foi concebido integrando técnicas de visualização e gráficos estatísticos compondo uma interface interativa e intuitiva para análise da base de dados de um AVA (Carmo et al, 2011). Para tanto, o sistema seleciona os dados úteis da base de dados do AVA, a partir de filtros de busca definidos pelo usuário e, com o resultado do processamento destes dados, representa as informações de maneira visual através de gráficos e mapas. Porém, como o sistema Mapper utiliza representações visuais baseadas em dados combinados com informações geográficas, este pode ser enriquecido e melhorado a partir das bases teóricas da Visualização Cartográfica.

Tendo em vista o caráter analítico do sistema Mapper e as bases da Visualização Cartográfica, o presente trabalho tem como objetivo investigar recursos para o aperfeiçoamento deste sistema enquanto ferramenta para análise de dados estatísticos dos ambientes virtuais de aprendizagem a partir da representação visual desses dados, possibilitando e facilitando tomadas de decisões baseadas na correlação entre os mesmos.

As próximas seções que estruturam este trabalho descrevem o estudo realizado para aperfeiçoar o Sistema Mapper de forma a enriquecer o processo de análise com técnicas de Visualização Cartográfica.

2. FUNDAMENTAÇÃO

A história da Cartografia evidencia sua funcionalidade na análise de dados. Como cita Ramos (2005), o mapa, elaborado em 1854 por John Snow, da incidência de cólera na Broad Street e da localização das fontes de água potável em Londres - (Figura 1) - possibilitou que o mesmo chegasse à relação entre ambas. A partir do material gerado, o médico conseguiu chegar à conclusão de que a doença estava relacionada à contaminação da água que era distribuída para a população em algumas das fontes de abastecimento da cidade.

Figura 1 - Mapa da incidência de cólera elaborado por John Snow: pontos representam os casos de cólera e as cruzes as localizações de fontes de água



Neste caso, pode-se notar o principal benefício oferecido pela aplicação da Visualização Cartográfica, permitir a análise de maneira mais intuitiva, considerando diversos aspectos e características, como as relacionadas com a localização geográfica. Estas características podem ser visualizadas simultaneamente, permitindo a descoberta de novas informações implícitas, a partir do relacionamento das informações.

Ramos (2005) define visualização como um processo de apreensão do conhecimento, que esteve presente durante toda a história da humanidade. Porém, a utilização de tecnologia para reforçar esse processo começou a ser pesquisada com maior ênfase somente no final dos anos 80, sendo esta, chamada de Visualização Científica. Este novo conceito foi definido por Habber e MaNabb (1990 cit. por Ramos, 2005) como o uso de tecnologias computacionais de imagens, conceituada como uma ferramenta para a compreensão de dados obtidos por simulação ou por medição física.

A Visualização Cartográfica deriva do conceito de Visualização Científica. Cabe aqui diferenciar Visualização Cartográfica de Cartografia Digital, uma vez que a Cartografia

Digital visa a elaboração final do mapa estático, mesmo que usando tecnologia, enquanto a Visualização Cartográfica compreende o processo de interatividade e exploração por parte do usuário. Segundo Ramos (2005) atualmente muitas pesquisas, em Visualização Cartográfica, consistem em estudar o uso de novas tecnologias para fornecer meios de exploração por meio da visualização espacial, fornecendo ao leitor informações que não seriam facilmente visíveis por meio de mapas de papel. O mesmo autor, ainda deixa claro que é evidente a importância do mapa impresso e que o mesmo também é resultado do uso de tecnologias, porém, seu uso continua preso ao diálogo unilateral entre cartógrafo e usuário.

Segundo Bertin (1998 cit. por Ramos, 2005), a representação eficiente deve possibilitar a visão de um fenômeno e não sua leitura. O objetivo da Visualização Cartográfica é gerar uma visão da situação abordada, sem que o analista tenha que formar esta visão mentalmente a partir de dados em tabelas ou gráficos por exemplo. A visualização pode ser vista como uma importante ferramenta que oferece mais agilidade à representação de uma realidade, auxiliando e facilitando a análise dos dados.

Para a representação ser realmente eficiente, esta deve considerar o processo de visualização e análise como a combinação dos recursos oferecidos pela máquina, quanto ao processamento de dados, com as capacidades humanas utilizadas para a interpretação. Assim como afirmado por Keim e colaboradores (2008), a combinação destas capacidades, do homem e da máquina, enriquecem o processo de análise com o emprego de técnicas de visualização.

A escolha das técnicas de visualização a serem utilizadas, são condicionadas ao contexto que serão aplicadas. A grande variação das características dos dados de entrada requer a definição de um modelo que atenda a representação primitiva destes dados. Desta forma, é possível inferir sobre a relação entre diferentes variáveis no processo de análise.

Sendo assim, para uma representação adequada, é importante considerar as bases teóricas de técnicas de representação, analisando-se diversos fatores. No caso da Visualização Cartográfica aplicada no sistema Mapper, dois fatores são de fundamental importância: o modo de representação e o tipo de fenômeno estudado. No contexto

de Educação a Distância (EaD) diversos atributos estão disponíveis no AVA e podem ser relacionados com características georreferenciadas. Kenski (2005) defende a utilização do AVA como suporte a ambientes de cursos a distância, pois oferecem uma solução para o problema de presença e contato físico, eliminando a barreira imposta pela distância geográfica.

A cartografia temática aborda, de maneira geral, três modos de representação: pontual, linear e areal. A representação pontual corresponde à informação que contém um par de coordenadas conhecidas, podendo ser localizado em um só ponto, como, por exemplo, a representação da localização de um polo de ensino a distância, onde será atribuído um par de coordenadas para aquele dado, tendo este então uma representação única no mapa. A representação linear envolve pares de coordenadas formando sequências de pontos, gerando linhas, como os casos de representações de rios ou estradas, que no presente trabalho não apresenta relevância. E a representação areal que envolve regiões predefinidas ou que se estendem pelo espaço, como exemplo a representação da área de um município.

A partir dos fatores que podem ser analisados, diversas combinações podem ser feitas para a escolha do tipo de representação. No estudo apresentado por Kraak e Ormeling (1996) métodos de representação são definidos como formas padronizadas de aplicação das variáveis gráficas para apresentar componentes de informação. Os autores apresentam nove tipos de representações, no entanto para este estudo foram consideradas situações com cinco tipos de representação: representação por pontos; representação por figuras proporcionais; representação por diagramas; representação por fluxo e representação por superfícies estatísticas.

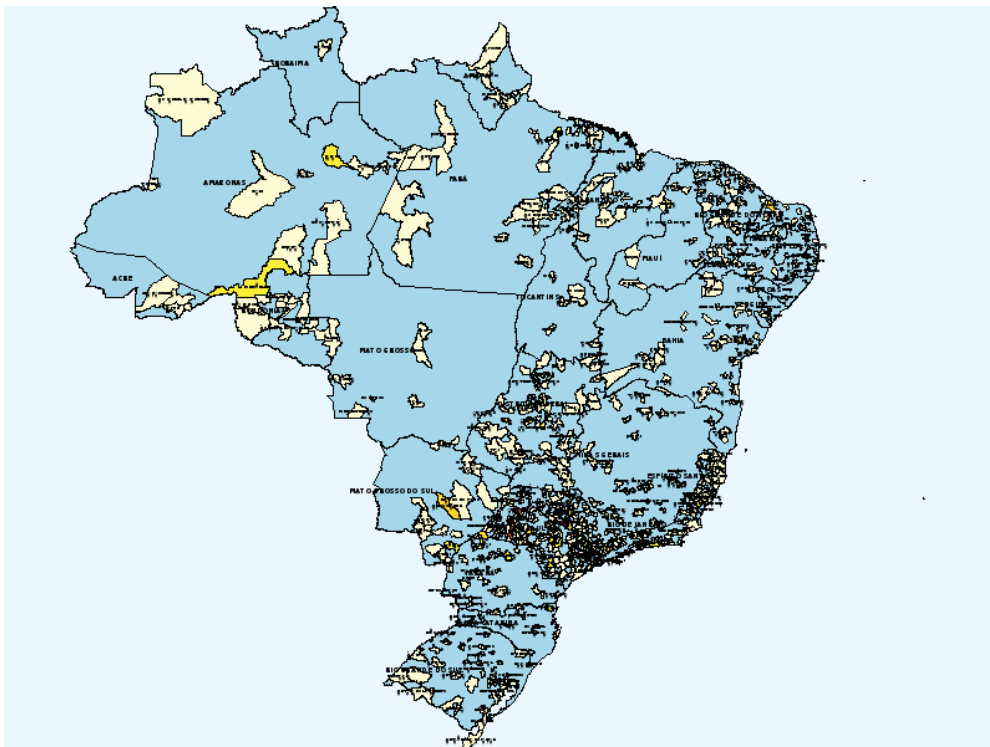
Existem diversas tecnologias que oferecem a possibilidade de construção de mapas dinâmicos. Uma das plataformas que oferecem tal recurso, com a vantagem de ser *Open Source* e voltada para Web, é o MapServer. Com o MapServer, é possível construir e disponibilizar conteúdos com dados espaciais obtidos a partir da georreferência armazenada em um servidor de dados espaciais, como, por exemplo, o PostgreSQL com a extensão espacial PostGIS, ou em arquivos de dados geoespaciais, conhecidos como *shapefile*. O sistema Mapper foi desenvolvido utilizando a plataforma

MapServer para a construção dinâmica de mapas, em conjunto com a biblioteca *Open Source* PHPPlot para a elaboração dinâmica de gráficos e cruzamento dos dados. A seguir serão demonstradas as possibilidades de representações do sistema Mapper, de acordo com o contexto de sua aplicação na análise de dados do AVA.

3. SISTEMA MAPPER

Além de outras representações visuais em gráficos e diagramas, a atual configuração do sistema Mapper permite dois tipos de representação por superfície estatística que utilizam as informações geográficas, conforme apresentado por CARMO et al (2011). O sistema possui filtros que permitem gerar visualizações dinâmicas com a distribuição dos alunos pelo território, agrupados por municípios ou por estados, conforme as Figuras 2 e 3, respectivamente.

Figura 2 - Representação da distribuição dos cursistas por município.



4. TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

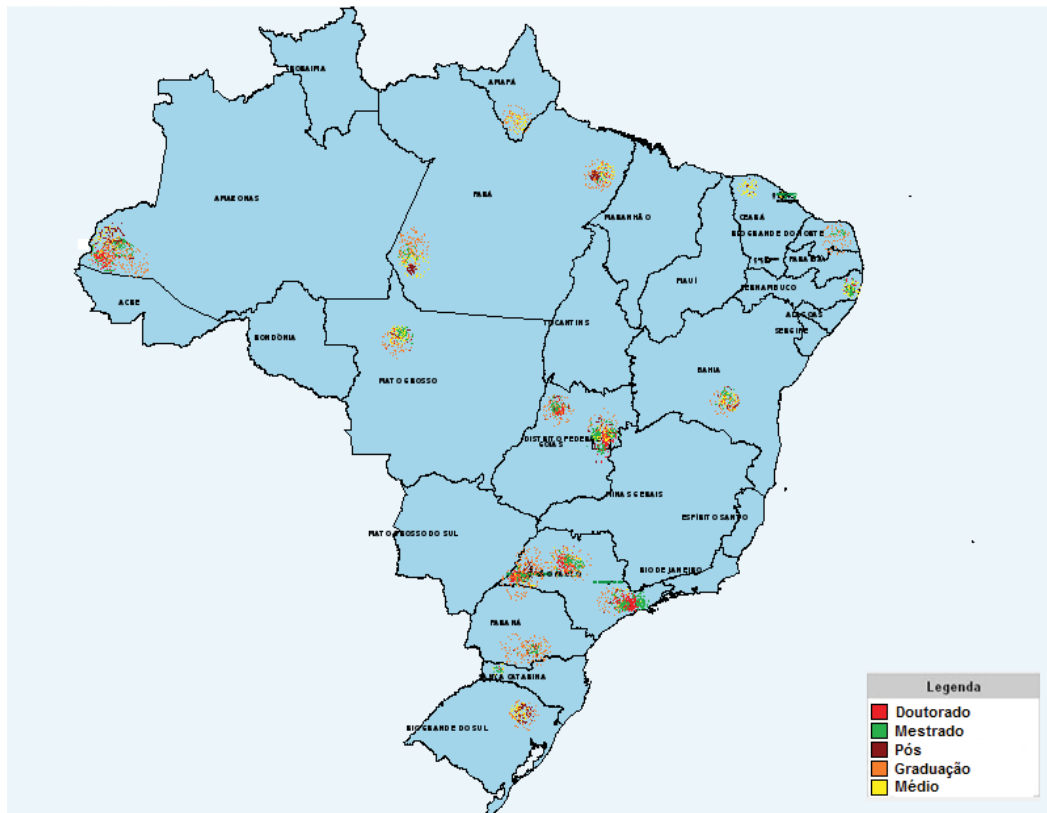
Nesta seção são apresentadas formas de representação, aplicadas neste estudo, para diferentes cruzamentos de informações com relação à localização dos alunos ou formadores e outros dados disponíveis como escolaridade, gênero, faixa etária e número de acessos ao ambiente virtual de aprendizagem. Vale ressaltar que nas simulações são utilizadas localizações e níveis de escolaridade atribuídos aleatoriamente, como dados de cruzamento, apenas para ilustração.

4.1 Representação por pontos

Neste tipo de representação, os dados são apresentados por meio de pontos com coordenadas que indicam sua localização geográfica no mapa. Sendo assim, a análise ocorre a partir da verificação da concentração dos pontos em cada região, correspondendo a concentração à intensidade do fenômeno observado.

Gerando-se um mapa para a representação da escolaridade dos cursistas seria obtido um resultado semelhante ao demonstrado na Figura 4 a seguir:

Figura 4 - Simulação de distribuição dos cursistas por escolaridade



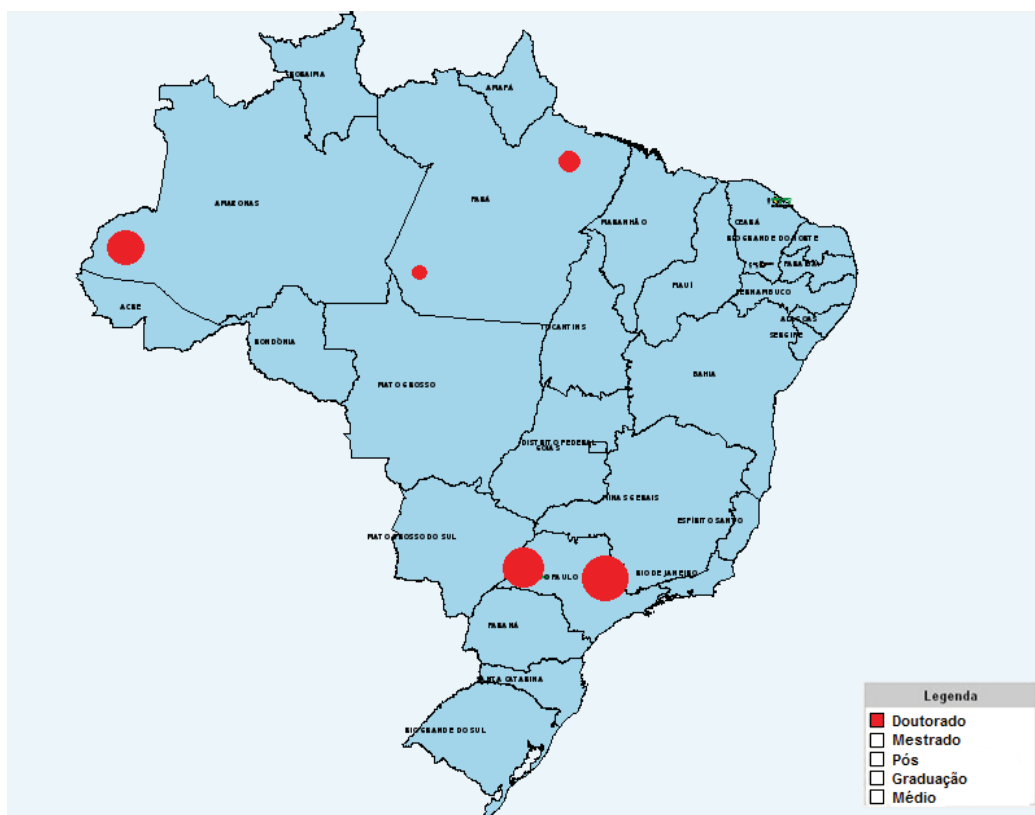
Na simulação gerada, os pontos representam os estudantes distribuídos pelo território, onde cada cor representa o nível de escolaridade, indicado na legenda.

Possíveis problemas como a poluição visual, devido ao excesso de informação no mapa, podem ser minimizados atribuindo-se valores quantitativos aos pontos, nos quais não necessariamente cada ponto corresponderia a apenas um aluno, por exemplo.

4.2 Representação por figuras proporcionais

Representação realizada a partir de figuras que também são posicionadas considerando coordenadas predefinidas no mapa, e possuem área proporcional ao valor dos dados representados, conforme simulado na Figura 5.

Figura 5 - Simulação da distribuição dos cursistas com doutorado por figuras proporcionais



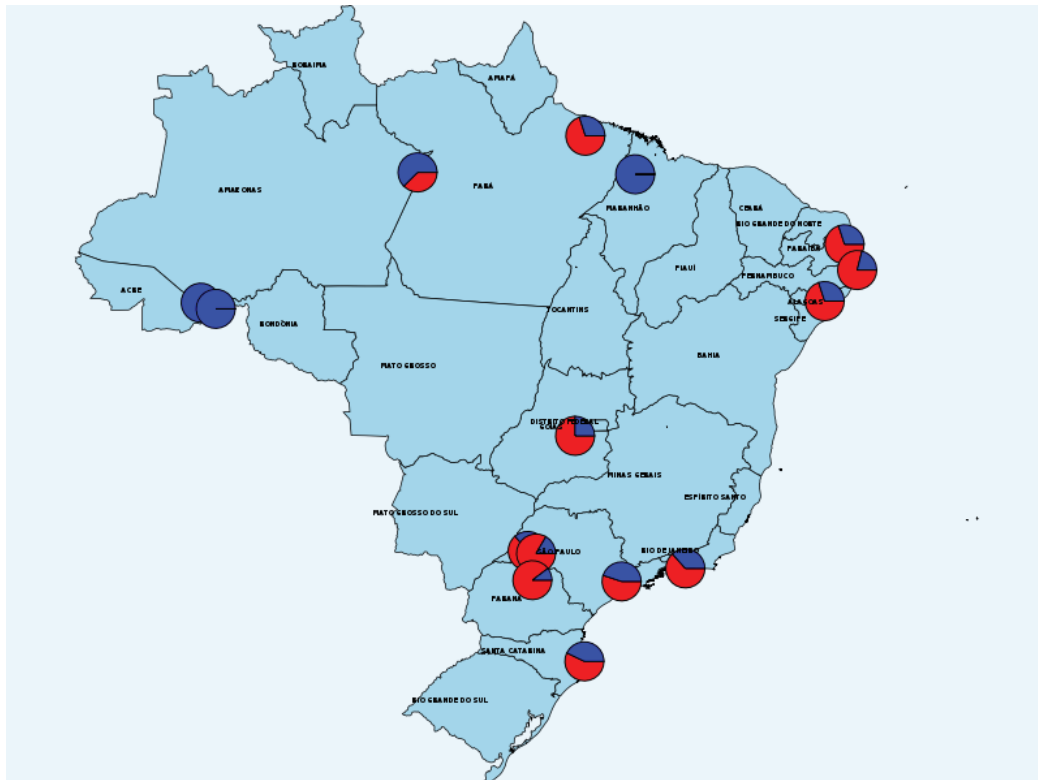
Nesse tipo de representação a análise do tamanho de cada figura fica a cargo do analista, para identificar as regiões com maiores ou menores ocorrências do fenômeno estudado. No caso simulado na Figura 5 as marcações representam a distribuição dos alunos com nível de doutorado.

Em casos de dados semelhantes em que pequenas variações tem importância, a análise mais detalhada precisaria ser auxiliada por dados como os representados por gráfico, função esta já presente no sistema Mapper.

4.3 Representação por diagramas

Caso semelhante ao de figuras proporcionais, porém, no lugar das figuras temos gráficos com as informações dos dados cruzados, onde esses gráficos encontram-se no local de ocorrência. Apesar de poder gerar confusão devido à poluição visual, em casos de dados e mapas mais simples, seu uso pode ser eficiente. Como é o caso da simulação mostrada na Figura 6.

Figura 6 - Simulação de cursistas distribuídos por gênero no território utilizando diagramas



4.4 Representação por fluxo

Esta representação é constituída por linhas que indicam o movimento do fenômeno no espaço, a intensidade do mesmo pode ser representada por diferentes tonalidades e espessuras das linhas utilizadas. Este tipo de representação possibilitaria a análise de dados relacionando a localização atual dos alunos e suas origens. Um modelo desse tipo de representação é mostrado a seguir, a partir da Figura 7, onde as setas indicam a saída dos cursistas de suas cidades de origem para as atuais.

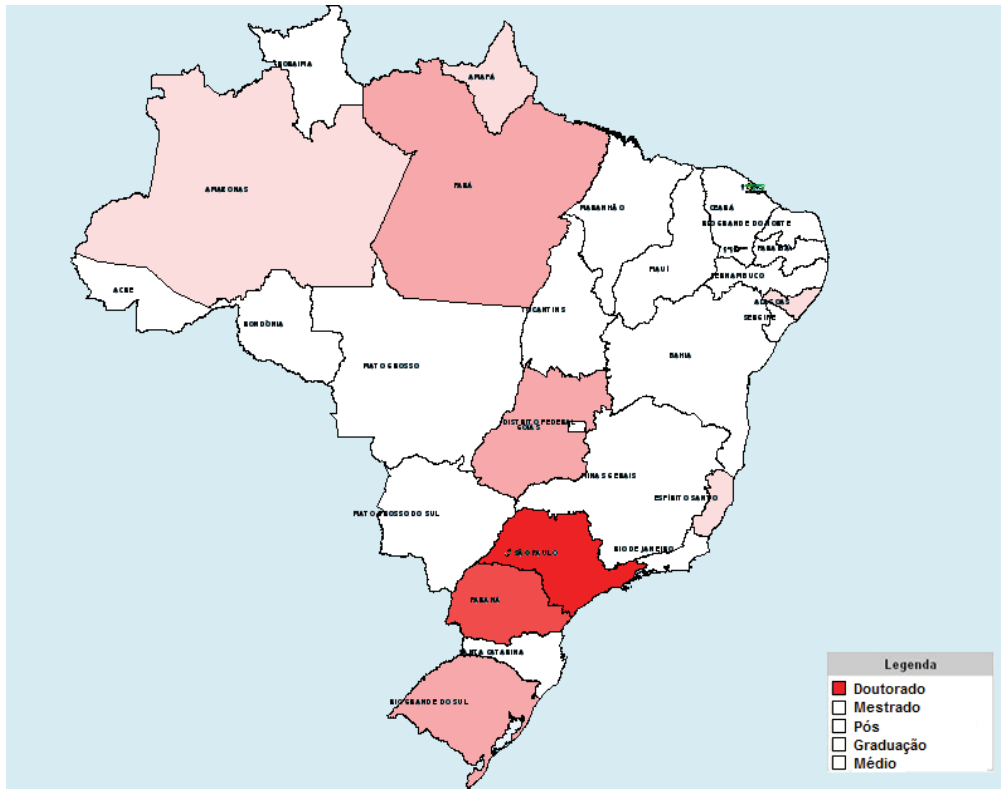
Figura 7 - Simulação da migração dos cursistas de seus estados de origem para os atuais



4.5 Representação por superfícies estatísticas

Caso semelhante ao já proporcionado pelo Mapper na representação do número de cursistas por estado é proposto, agora, o mesmo formato para a representação de outros dados do curso, onde não somente cores diferentes podem ser utilizadas para a representação das quantidades, como oferecido pelo Mapper, mas também a representação simultânea de várias variáveis. Uma forma proposta seria utilizar uma cor por dado analisado e trabalhar as variações de intensidade de acordo com a frequência que ocorre, conforme apresentado na Figura 8, onde é mostrado apenas os alunos que possuem doutorado como nível de escolaridade distribuídos pelo território nacional.

Figura 8 - Simulação da distribuição dos cursistas com doutorado por superfícies



5. CONCLUSÕES

A apresentação de informações em formato visual pode ser um instrumento facilitador para análise e interpretação de dados estatísticos, pois se beneficia do estímulo do sistema visual humano, aproveitando da capacidade de percepção e cognição visual. A percepção e a cognição envolvidas na leitura de mapas possibilitam atos de reconhecimento nos quais as informações adquirem significados em termos de localização (Anderson, 1982).

Como apresentado nas simulações exibidas na Seção anterior, a partir das visualizações pode-se, por exemplo, perceber que, na simulação experimental, a maior concentração de cursistas com título de doutor encontra-se nos estados de uma determinada região. Com informações como estas, outras análises são possíveis, como a busca por relações entre o desempenho do cursista e seu grau de escolaridade.

Na representação por fluxo, pode-se verificar a existência de relação histórica que justifique a saída de cursistas de suas cidades de origem para as que residem agora. E ainda, se há relação entre a região e a evasão de cursistas, entres tantas outras

análises.

Em relações como estas, as técnicas de Visualização Cartográfica aplicada ao sistema Mapper visa auxiliar na compreensão, proporcionando uma visão mais ágil dessas situações, a partir dos dados disponíveis. Possibilitando assim que ações sejam tomadas para a melhoria dos cursos bem como favorecer a percepção das necessidades dos cursistas, e também dos tutores, para que estas sejam identificadas e atendidas.

Vale ressaltar que o projeto de visualização, para atender as necessidades dos usuários, precisa estar em constante aperfeiçoamento, portanto, estudos contínuos da realidade dos cursos devem ser desenvolvidos para que a ferramenta possa ser aperfeiçoada, mantendo assim sua contribuição neste sentido.

REFERÊNCIAS

Anderson, P. S. (1982). Princípios de Cartografia Básica. Brasília, Brasil.

Carmo, A. F. C.; Ferreira, E. R. A.; Vani, B. C.; Shimabukuro, M. H.; Schlünzen Junior, K. (2011). Mapper: Sistema de automação e análise gráfica estatística em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. In Anais do III Simpósio de Educação Inclusiva e Adaptações (SEIA) e o I Simpósio Internacional de Educação a Distância (SIEaD). Presidente Prudente - SP, Brasi. p. 569 - 582.

Keim, D. et al (2008). Information visualization. In: KERREN, A. et al. (Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. cap. Visual Analytics: Definition, Process, and Challenges, p. 154-175. ISBN 978-3-540-70955-8.

Kenski, V. M. (2005). Das salas de aula aos ambientes virtuais de aprendizagem. FE/USP. Retirado de <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/030tcc5.pdf>.

Kraak, M.-J.; Ormeling, F. (1996). *Cartography: Visualization of spatial data*. São Paulo: Prentice Hall.

Peterson, M. P. (1998). That interactive thing you do. *Cartographic Perspectives*, n.29, p.3-4. Retirado de http://www.nacis.org/documents_upload/cp29winter1998.pdf.

Ramos, C. S. (2005). *Visualização cartográfica e cartografia multimídia: Conceitos e tecnologias*. São Paulo: Unesp.