

SISTEMATIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA A MODELAGEM DE DOMÍNIOS

SYSTEMATIZATION OF INFORMATION VISUALIZATION TECHNIQUES FOR DOMAIN MODELING

Tainá Regly^a

Maria Luiza de Almeida Campos^b

Linair Campos^c

RESUMO

Objetivo: Busca elencar e caracterizar técnicas de visualização de informação aplicáveis a sistemas e softwares relacionados com a modelagem de domínios do conhecimento que sejam voltados para representação e recuperação da informação.

Metodologia: Utiliza abordagem qualitativa, com objetivo exploratório e procedimento bibliográfico de natureza aplicada para identificar técnicas de visualização da informação presentes na literatura da Ciência da Informação e Ciência da Computação e estabelecer categorias de análise para realizar a sistematização dessas técnicas.

Resultados: Na categoria Estrutura linear foram alocadas as técnicas *Fish-eye* e *Perspective Wall*. Na segunda categoria, temos as técnicas Coordenadas Paralelas e *Table Lens* classificadas como Estruturas multidimensionais. Na categoria em que consistem as Estruturas hierárquicas, foram classificadas as técnicas *Cone Tree*, *Treemap* e *Árvore Hiperbólica*. A quarta e última categoria abordada é a de Estrutura em redes na qual consiste a técnica de Grafos. **Conclusões:** Quando o tratamento, a representação e a recuperação da informação com os SOCs não são pensados em conjunto com as formas de representação gráfica, torna-se costumeiro encontrarmos sistemas falhos que não apresentam subordinações e relações entre os conceitos de forma clara e coesa para seu usuário. As técnicas de visualização da informação manifestam-se como recursos que permitem uma representação interativa das informações, de modo que haja melhoria no seu processo cognitivo, busca e recuperação em um sistema.

Descritores: Visualização da informação. Sistemas de organização do conhecimento.

^a Doutoranda em Ciência da Informação no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal do Rio de Janeiro em convênio com o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (PPGCI-IBICT/UFRJ). E-mail: taina.regly@gmail.com

^b Docente dos Programas de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal Fluminense (PPGCI-UFF) e da Universidade Federal da Bahia (PPGCI-UFBA). E-mail: marialuizalmeida@gmail.com

^c Docente da Universidade Federal Fluminense do Departamento de Ciência da Informação e do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI-UFF). E-mail: linair@hotmail.com

Sistemas de recuperação da informação.

1 INTRODUÇÃO

Na Ciência da Informação são estudadas teorias que servem como base para a construção de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOCs), tal como taxonomias, tesouros e ontologias, que são essenciais para o tratamento e recuperação da informação. Um dos recursos para a construção desses instrumentos é a modelagem conceitual que, em certa medida, também pode ser nomeada de modelização de domínio. A criação de um modelo engloba a manipulação de características, seja agrupando, descartando ou encontrando características em comum entre os objetos. Modelos ajudam a construir nossa conceituação sobre determinada realidade, além de facilitar o entendimento, expressão e apreensão de informações sobre esta.

A utilização de representações gráficas que expressam relações de um domínio torna mais eficiente o processo de recuperação da informação pelo usuário. Assim sendo, a visualização da informação consiste no processo de transformação de dados abstratos em gráficos ou imagens com o objetivo “explorar a capacidade de percepção humana para que, a partir das relações espaciais exibidas, interprete e compreenda as informações apresentadas e, ainda, deduza novos conhecimentos” (NETTO; LIMA; PIEROZZI JUNIOR, 2016, p. 5).

Quando softwares ou sistemas de recuperação da informação não possuem requisitos ou funcionalidades que permitem uma representação gráfica de informações de qualidade, são evidenciadas falhas na apresentação das relações entre os conceitos. Além disso, podem ser gerados obstáculos para o usuário final do sistema, tais como: dificuldades no uso das ferramentas, na navegação, na encontrabilidade de informações e no entendimento das relações ali representadas.

Diante dessas dificuldades, percebemos prejuízos para o usuário do sistema de recuperação da informação. Como por exemplo, o mau uso dos SOCs ligadas ao processo de recuperação, tomadas de decisões equivocadas

ocasionadas pelo não alcance de todas as informações necessárias, atrasos de prazos, entre outros.

Campos (2004) enfatiza a importância do estudo da representação gráfica de um domínio para a elaboração de SOCs uma vez que as visualizações podem ser desenvolvidas de maneira a abarcar toda a expressividade demandada por um modelo de domínio. O aperfeiçoamento de estudos nessa área tende a melhorar a forma como ocorre a manifestação de conceitos em representações visuais. Além da autora, Correa e Vieira (2013, p. 32) defendem a aproximação da Ciência da Informação dos estudos sobre a visualização da informação ao apontar a “[...] necessidade de pesquisas que busquem explorar, de maneira mais específica, a aplicação das visualizações na recuperação de informação”.

As técnicas de visualização da informação têm o objetivo de tornar uma interface amigável para o usuário e de representar graficamente as informações de determinado domínio, de modo que os prejuízos ocasionados por dificuldades na navegação sejam minimizados. Contudo, softwares voltados para o tratamento e recuperação da informação nem sempre se preocupam em utilizar as técnicas de visualização ou não as aplicam de forma adequada.

Sendo assim, propomo-nos a responder à seguinte questão: quais técnicas de visualização da informação são aptas a representar relações conceituais de maneira gráfica, minimizando dificuldades e prejuízos para seus usuários?

Para sanar esse questionamento, foi utilizada uma abordagem qualitativa, com objetivo exploratório e procedimento bibliográfico de natureza aplicada. Identificamos técnicas de visualização da informação presentes na literatura da Ciência da Informação e Ciência da Computação e estabelecemos categorias de análise para realizar a sistematização dessas técnicas. A definição das categorias foi feita através de um levantamento nessas duas áreas do conhecimento de forma que a classificação das técnicas encontradas fosse adaptada para uma nova divisão onde pudéssemos classificar e caracterizar cada técnica aplicável a modelos de domínio individualmente conforme sua serventia e particularidade.

Nas próximas seções abordaremos, de maneira teórica, questões

referentes à visualização da informação, na sua influência na cognição humana e quais são as técnicas de visualização da informação aplicáveis a sistemas de recuperação da informação. Em seguida, com base no que foi tratado, serão evidenciadas as categorias de análise utilizadas para sistematizar as técnicas levantadas.

2 VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Nesta seção são abordadas questões relacionadas ao modo como o conceito de visualização da informação é tratado na literatura. Apresentamos os benefícios advindos do uso de visualizações, na sua influência a aspectos da cognição e percepção humana e elencamos as técnicas de visualização da informação que podem ser empregadas em sistemas voltados para a recuperação da informação.

Nos últimos anos, a visualização da informação se tornou um tema com desenvolvimento e pesquisa significativos graças ao auxílio do computador para o entendimento do processo visual. Nesse cenário, a visualização se transformou em um recurso inovador para que pessoas consigam encontrar a informação de que precisam de maneira mais simples e intuitiva.

De acordo com Nascimento e Ferreira (2011), a área de visualização de informações é um campo emergente de estudo que se preocupa com a construção de representações visuais de dados abstratos através da transformação desses dados em imagens que podem ser visualizadas e entendidas pelos seres humanos. A partir disso, a visualização pode ser utilizada para transmitir informações, gerar novos conhecimentos e auxiliar na identificação de estruturas, padrões, anomalias, tendências e relacionamentos presentes entre os dados (WARD; GRINSTEIN; KEIM, 2015).

Para Card e Mackinlay (1997), uma representação visual consiste em um conjunto de marcas (pontos, linhas, áreas, superfícies ou volumes), suas propriedades retinianas (cor e tamanho) e sua posição no espaço e no tempo. Os seres humanos têm habilidades perceptivas que são subutilizadas quando pensamos em interfaces gráficas. Usuários podem detectar alterações no tamanho, cor, forma, movimento ou textura, bem como podem reconhecer e

recuperar imagens rapidamente (SHNEIDERMAN, 1996).

Numa definição clássica, Card, Mackinlay e Shneiderman (1999, p. 7, tradução nossa) determinam que “a visualização da informação é o uso de representações visuais computacionais e interativas de dados abstratos utilizadas para ampliar a cognição.” A visualização da informação busca melhorar a interface de interação para que o olhar flua entre os dados expostos com o menor esforço cognitivo possível. Assim sendo, a visualização tem o papel de estimular a cognição e a percepção de seu usuário de modo que ele descubra novas informações a partir da interação com o que vê.

A visualização da informação aumenta a percepção da visão humana de modo que informações possam ser descobertas dentro de um grande volume de dados a partir do encontro de padrões, lacunas ou agrupamento de dados (WARE, 2020). O sistema perceptivo entra em funcionamento quando o usuário observa a estrutura visual e recebe informações pelo olho e inicia o processamento cognitivo que interpreta a estrutura gráfica e permite a inferência de novas informações.

Podemos aplicar a visualização da informação em sistemas de recuperação de informações e, conseqüentemente, transformar o processo de busca em uma atividade mais simples e intuitiva para seu usuário, visto que a interface não exigiria muito esforço cognitivo e conhecimentos específicos para sua manipulação.

Assim, quando tais sistemas possuem suas informações devidamente organizadas, a utilização de interfaces gráficas pode vir a ser um potencializador na representação e, conseqüentemente, na recuperação, minimizando algumas das dificuldades enfrentadas pelos sistemas, já que o uso dessas interfaces facilita a interação com o usuário e permite, como afirma Mazza (2009), entender sistemas complexos, tomar decisões e descobrir informações importantes que, de outra maneira, poderiam permanecer ocultas. (VIEIRA; PINHO, 2015, p. 340).

A visualização da informação é um campo de grande utilidade por agregar técnicas que facilitam o entendimento de informações a partir da transformação de dados abstratos em representações gráficas que potencializam o acesso, a localização e a recuperação da informação organizada (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005; VIEIRA; PINHO, 2015).

Em sua pesquisa, Ware (2020) apresenta cinco vantagens

proporcionadas pela utilização eficiente de visualizações:

- A compreensão de grandes quantidades de informação pelo usuário;
- A percepção de propriedades de um dado que não podem ser antecipadas através de um padrão que pode ser a base de um novo insight;
- Permite que problemas com dados se tornem imediatamente aparentes, pois faz revelações não apenas dos dados em si, mas também sobre a maneira como são coletados;
- Facilita a compreensão de recursos de grande escala e de pequena escala dos dados;
- E facilita a formação de hipóteses pelo usuário da visualização.

Além disso, entre os benefícios de aplicar a visualização no tratamento e recuperação da informação, temos a melhora na habilidade perceptiva humana, a redução da carga cognitiva e o aumento da eficácia da recuperação (ZHANG, 2008). A seguir trataremos das técnicas de visualização aplicáveis a SOCs visando o tratamento e a recuperação da informação.

2.1 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

As técnicas de visualização de informações são utilizadas para solucionar problemas oriundos de excesso de informações e “[...] também podem ser utilizadas para filtrar, analisar e gerenciar grandes quantidades de dados, como as informações que são geradas e disponibilizadas diariamente na Internet.” (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005, p. 1266).

Em sua pesquisa, Vieira (2014, p. 120) relata que o emprego dessas técnicas “[...] permite ao usuário perceber, interpretar e compreender as informações apresentadas de maneira transparente e interativa [...]” uma vez que buscam representar os dados a partir de recursos interativos gráficos que facilitam o entendimento, exigem menor esforço cognitivo e aumentam o acesso a informações precisas.

Shneiderman (1996) se preocupou em descrever as ações interativas que um usuário poderia realizar com as técnicas de modo que pudesse interagir de forma efetiva com a visualização. Diante disso, descreveu sete tarefas que

poderiam ser aplicadas às técnicas de visualização da informação que consistem em: visão geral, zoom, filtro, detalhe por demanda, relação, histórico e extração.

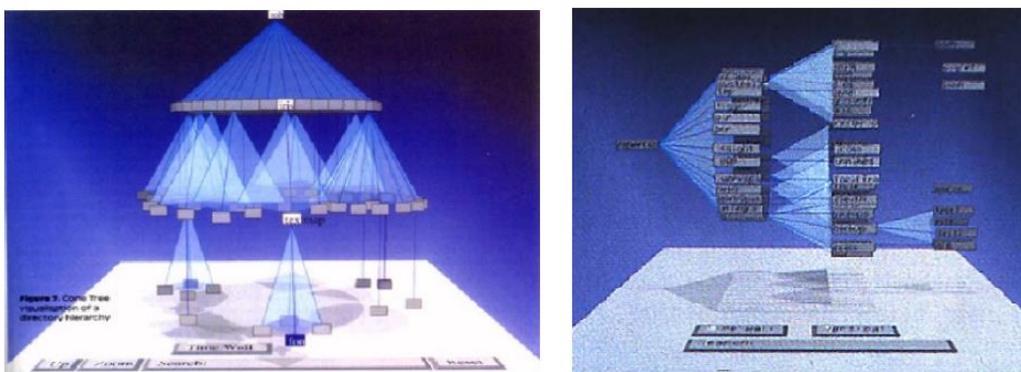
Como forma de interação também podemos listar o princípio foco+contexto. Nascimento e Ferreira (2005, p. 1293) definem o objetivo desse princípio como sendo “apresentar uma visão geral dos dados a serem visualizados, mas destacando uma região de interesse (foco) através de uma ampliação suave da mesma” enquanto o restante da imagem (contexto) é compactado. Seu desempenho baseia-se na distorção da representação, aumentando os dados de enfoque e diminuindo seu contexto.

Desse modo, a partir do entendimento do que são e de que forma podem ser manipuladas, buscaremos elencar e analisar técnicas de visualização da informação encontradas na literatura de Ciência da Informação e Ciência da Computação que possuem aplicação prática em sistemas e softwares que lidam com a representação e recuperação da informação.

Cone Tree

A *Cone Tree* (figura 1) é uma técnica de visualização tridimensional para dados hierárquicos desenvolvida com o propósito de representar subordinações com grandes números de nós (MAZZA, 2009). Seu objetivo “é apresentar uma estrutura na qual uma hierarquia inteira ou um grande percentual dela seja visível sem necessidade de *scrolling*, e permita a supressão ou exibição de nodos durante a navegação” (XAVIER, 2009, p. 39).

Figura 1 - Técnica Cone Tree.



Fonte: Dix (2012).

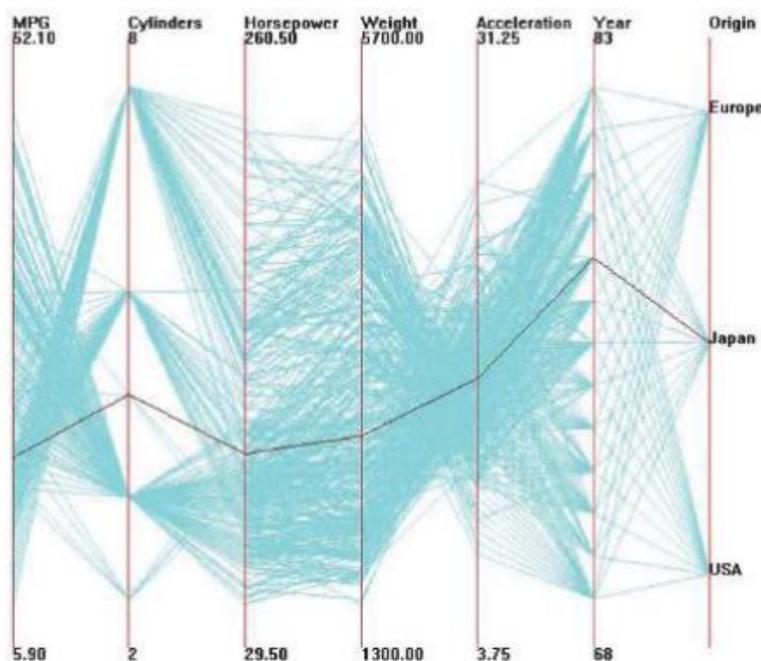
De acordo com Dix (2012), a árvore é formada a partir da raiz nó, com

todos os nós filhos dispostos a mesma distância do pai de modo que seja formado um cone semitransparente conforme mostra a figura 1. Esse procedimento é repetido em todos os nós da hierarquia, formando diversos cones manipuláveis, que podem ser rotacionados de forma que tragam para o primeiro plano as informações que antes eram ocultas na parte traseira do cone. “Recursos de rotação, animação e zoom permitem acesso rápido às informações com boa orientação para visualização” (FREITAS *et al.*, 2001, p. 152).

Coordenadas Paralelas

A técnica de Coordenadas Paralelas (figura 2) mapeia um espaço multidimensional em uma estrutura bidimensional a partir da combinação de eixos paralelos verticais equidistantes chamados coordenadas. Destaca as relações entre os eixos adjacentes e conjuntos de dados com características semelhantes e permite que a busca por relações entre as variáveis se torne um processo mais intuitivo de reconhecimento de padrões 2D (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005).

Figura 2 - Coordenadas Paralelas



Fonte: Ward, Grinstein e Keim (2010).

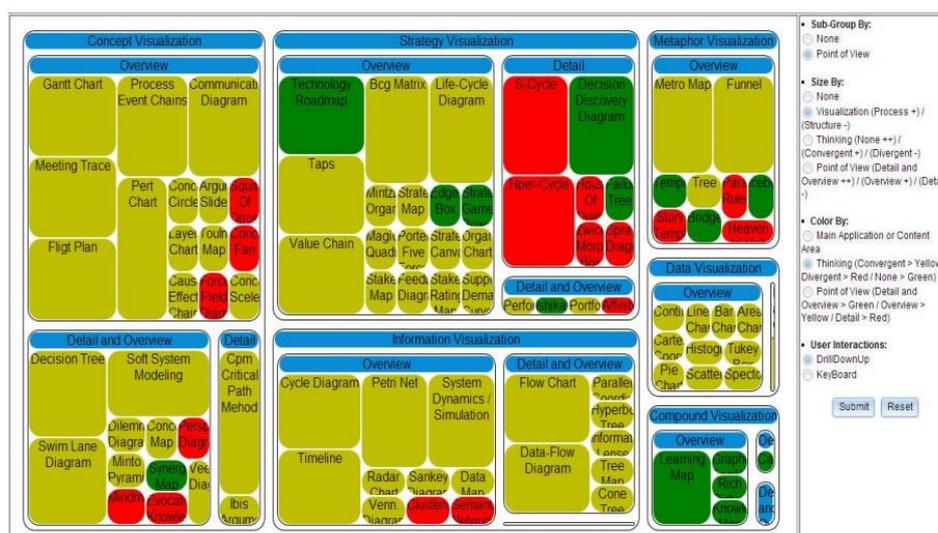
Para Mazza (2009), a técnica de Coordenadas Paralelas é uma ferramenta poderosa e permite uma análise exploratória eficaz. Nela, cada atributo corresponde a um eixo que está disposto em paralelo a outros eixos. Todo registro do conjunto de dados é representado por uma cadeia poligonal que conecta valores aos atributos em seus eixos. Nascimento e Ferreira (2005) destacam a inclusão ou remoção de eixos (coordenadas), a seleção de um intervalo de interesse no eixo e a seleção simultânea de duas ou mais coordenadas como formas de interação possibilitadas pelo uso da técnica de Coordenadas Paralelas.

Treemaps

A *Treemap* (figura 3) é uma técnica que consiste na representação de uma estrutura hierárquica através da utilização de retângulos que são subdivididos de acordo com suas subordinações em uma tela até que todos os componentes dessa hierarquia sejam representados. Mazza (2009, p. 85, tradução nossa) conta que

essa técnica é muito eficiente para representar dados hierárquicos, onde a representação dos nós através da dimensão e cor dos blocos ajuda o usuário a destacar e comparar os nós imediatamente, individualizar padrões e identificar exceções.

Figura 3 - Modelo de *Treemap*



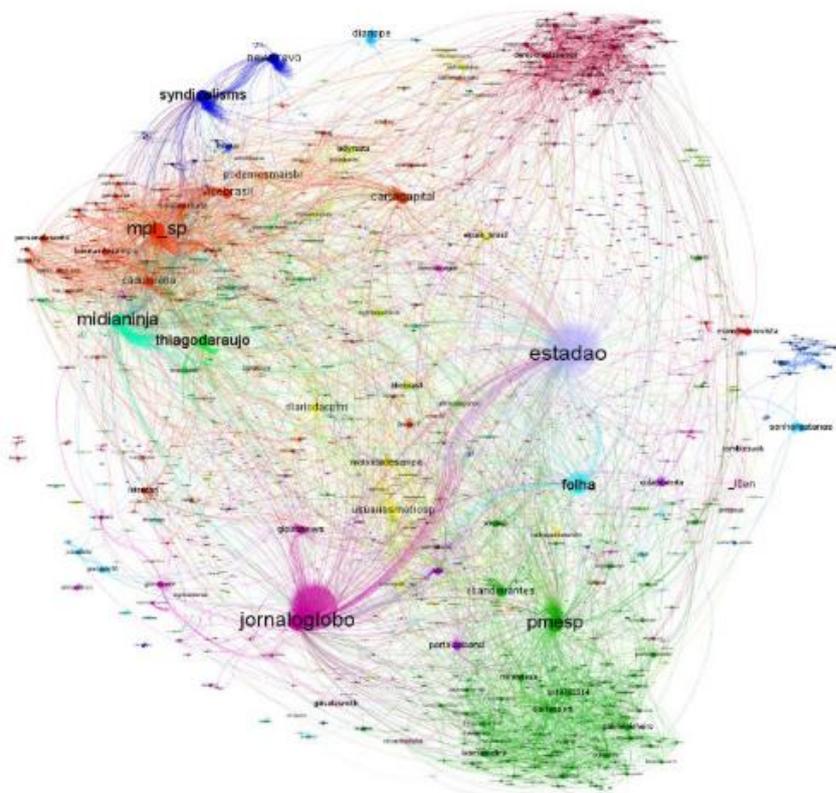
Fonte: Oliveira e outros (2017).

Com a utilização de *Treemaps*, o usuário pode realizar a separação das informações segundo critérios como a cor, posição, área ou textura dos retângulos. Usuários daltônicos também são alcançados por essa técnica devido à variedade de escolha de formas de visualização, o que permite um rápido acesso à informação ao separar as informações desejadas através de um processo interativo de busca (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Grafos

Nascimento e Ferreira (2005) relatam que Grafos (figura 4) são comumente utilizados para representar relações entre objetos e pessoas em uma hierarquia, visto que são modelos matemáticos formados por estruturas simples constituídas de conjuntos de vértices e arestas que representam, respectivamente, objetos concretos e abstratos e as relações entre esses objetos. Ao serem construídos, os Grafos formam uma rede de conceitos possibilitada a partir da representação desses conceitos e suas relações.

Figura 4 - Técnica de grafo



Fonte: Malini (2016).

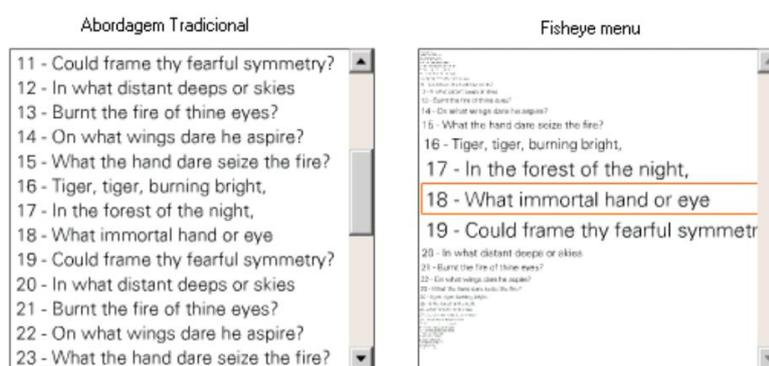
Para Dias (2007), as estruturas de grafos representam diversos relacionamentos entre as instâncias de determinada classe. Essa visualização espacial entre instâncias auxilia na busca de informações ao permitir que usuário tenha noção da dimensão do contexto sobre o qual está navegando.

Na técnica de Grafos, é escolhida uma representação visual onde se define a posição de cada vértice e aresta, onde o primeiro pode representar termos ou documentos e, o segundo, as relações semânticas ou ocorrência dos termos. Essa técnica pode ser utilizada para o desenvolvimento de sistemas, o que permite que representemos conceitos e seus relacionamentos (VIEIRA, 2014).

Fish-eye

De acordo com Nascimento e Ferreira (2005, p. 1294), a técnica *Fish-eye* é uma das aplicações do princípio foco+contexto e “produz um efeito semelhante ao de um olho de peixe ou de uma lente de aumento”, pois ela maximiza o uso de uma tela limitada ao ser capaz de ampliar o centro da região de interesse e ir decrescer o tamanho no sentido das bordas da visualização (figura 5). O usuário dessa técnica de visualização “deve ser capaz de comparar mentalmente a representação distorcida com a visualizada antes da transformação visual.” (XAVIER, 2009, p. 68).

Figura 5 - Técnica Fish-eye



Fonte: Nascimento e Ferreira (2005).

Apesar de ser mais empregada na visualização de imagens, a técnica *Fish-eye* inicialmente foi projetada como abordagem de visualização de textos (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005). O olho de peixe pode transferir-se suave e

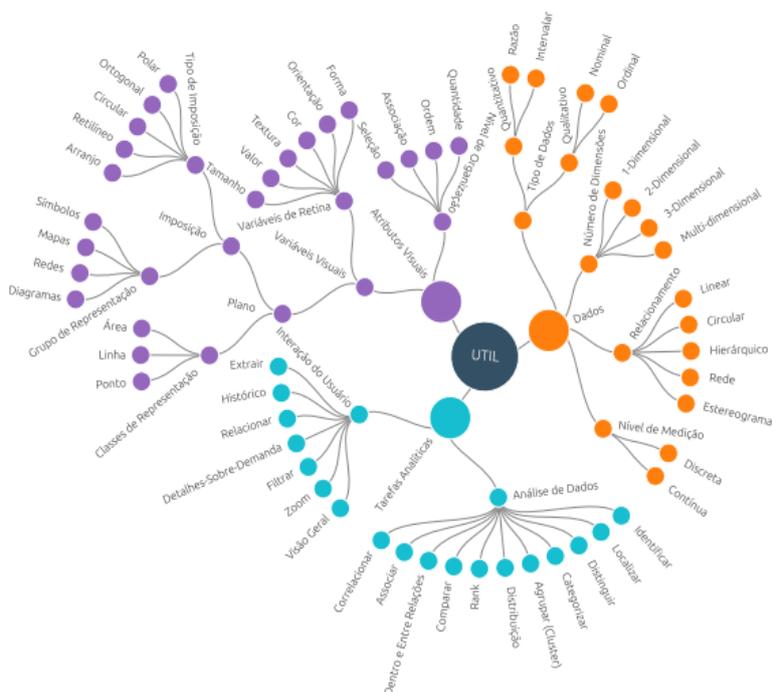
gradualmente da área de foco para outra área de foco, de modo que todas as áreas estejam naturalmente conectadas. Tanto o tamanho da área de foco quanto seu grau de detalhes podem ser manipulados pelo usuário da visualização. Esses recursos de navegação auxiliam na recuperação de informações, pois, na medida em que os interesses mudam, a área de foco também muda.

Árvore Hiperbólica

Na literatura, a técnica da Árvore Hiperbólica (figura 6) também é conhecida como Browser Hiperbólico e consiste na apresentação de “hierarquias por meio de uma visualização disposta em um plano hiperbólico que, para ser gerada, faz uso do desenho radial de árvores, onde a estrutura de uma árvore é mapeada em uma representação gráfica.” (VIEIRA, 2014, p. 125). É uma técnica interativa que visa representar estruturas de árvores extensas e cujo objetivo é apresentar os dados de maneira geral, de modo que dados de interesse possam ser destacados através da funcionalidade foco+contexto, que amplia esses dados sem que o todo seja esquecido.

Na técnica browser hiperbólico, os conceitos estão organizados por hierarquias (categorias) tendo relacionados a ele, por meio de vértices em uma espécie de árvore. Na estrutura, dentro de cada assunto específico estão dispostos os termos que se ligam a ele, por meio de ramificações que condensam os assuntos cada vez mais específicos, sendo possível, através desta estrutura, visualizar desde os assuntos mais abrangentes até aqueles menos inclusivos dentro da árvore, possibilitando a compactação das informações à medida que se aproxima da periferia do desenho. (VIEIRA, 2014, p. 126).

Figura 6 - Árvore hiperbólica



Fonte: Barros (2015).

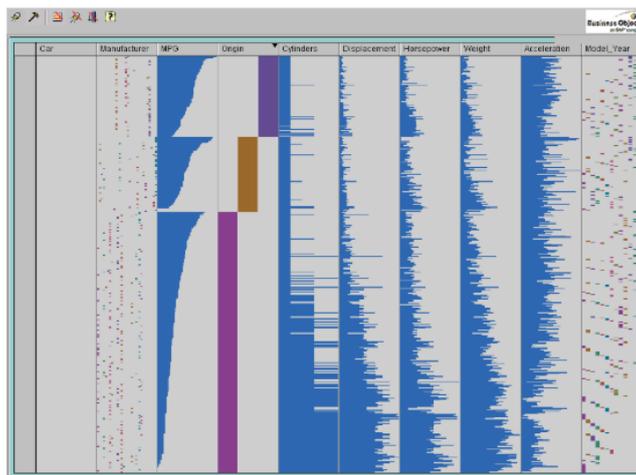
A Árvore Hiperbólica possibilita a representação de muitas categorias em pouco espaço visual. Em razão disso, permite que dez vezes mais vértices sejam apresentados do que num plano cartesiano. Nessa técnica, a circunferência do círculo onde estão apresentados os dados coincide com o centro da tela, o que possibilita dar foco aos elementos da tela e compactar os que estão em sua extremidade. Por isso a navegação torna-se simples: o usuário da visualização seleciona o item de interesse e o arrasta para o centro da tela, dando o enfoque aos dados desejados enquanto o contexto continua representado, de maneira menos detalhada, mas mantendo o mapa mental construído para a estrutura (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005).

Table Lens

A técnica *Table Lens* (figura 7) é utilizada para o entendimento de grandes quantidades de dados numéricos e categóricos multidimensionais. Consiste em uma tabela onde é permitida a expansão da visualização dos dados relevantes para o usuário e na redução do restante dos itens através funcionalidade foco+contexto.

Nessa técnica, o usuário possui autonomia para alterar a ordem das colunas, ocultar ou apresentá-las, classificar os dados a partir dos valores, focalizar e ampliar linhas ou colunas de seu interesse, mantendo compactado o que está ao seu redor de forma em que o contexto da visualização não é perdido com a focalização de determinado item (NASCIMENTO, FERREIRA, 2005).

Figura 7 - Aplicação da técnica *Table Lens*



Fonte: Ward, Grinstein e Keim (2010).

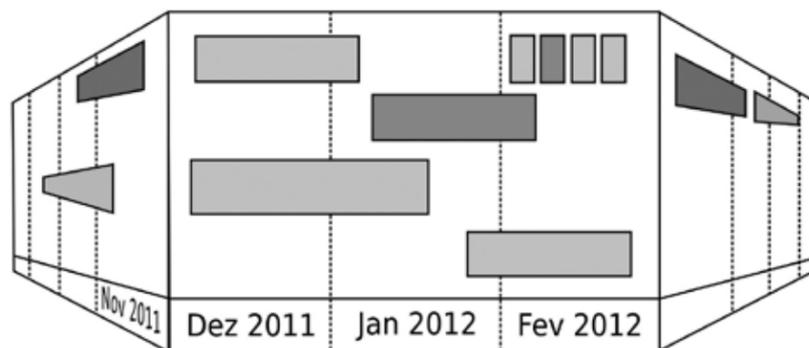
Mazza (2009) informa que a estrutura da técnica *Table Lens* foi inspirada em uma planilha onde dados (linhas) são representados utilizando-se barras horizontais em vez de valores numéricos. Geralmente, as barras horizontais são representadas em um espaço muito limitado, a utilização dessa técnica permite que grandes quantidades de instâncias sejam expostas na mesma tela, de modo que o usuário esteja apto a identificar padrões, tendências e relações entre esses atributos.

Perspective Wall

Segundo Mazza (2009), a técnica *Perspective Wall* (figura 9) deriva de uma exibição bifocal que utiliza perspectiva tridimensional mais o princípio foco+contexto para representar os dados. A técnica

[...] permite a visualização de muitas informações lineares em um retângulo horizontal, o qual é dobrado para trás nos limites à direita e à esquerda da região de interesse, fornecendo, assim, uma perspectiva 3D do resultado. (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005, p. 1296).

Figura 8 - Aplicação da técnica *Perspective Wall* em calendário



Fonte: Nascimento e Ferreira (2011).

A *Perspective Wall* busca “integrar o detalhe e o contexto de uma estrutura linear em uma única visualização” (VIEIRA, 2014, p. 129) através da utilização de uma parede frontal que exibe os dados que são de interesse e de duas paredes laterais decrescentes que mostram o contexto das informações apresentadas em destaque. “Essa distorção intuitiva do *layout* permite o uso eficiente do espaço da tela.” (MAZZA, 2009, p. 112, tradução nossa). Na figura 8, vemos essa descrição posta em prática onde o foco é apresentado no retângulo central e as informações de menos interesse ficam localizadas nas dobras laterais da visualização.

3 SISTEMATIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Nesta seção utilizamos classificações de técnicas de visualização da informação encontradas na literatura como guia para sistematizar as técnicas descritas na seção anterior. A partir da sistematização podemos visualizar de maneira estruturada as relações aptas a serem representadas por cada uma das técnicas de visualização da informação, exemplos de sua aplicação e suas características fundamentais.

A identificação dos atributos em que consistem os dados é uma observação importante a ser feita no processo de escolha de uma visualização (FREITAS *et al.*, 2001). A escolha resulta de uma análise do tipo de informação que está sendo apresentada e das tarefas que poderão ser realizadas pelo usuário. Durante o exame do levantamento bibliográfico, surgiram diversas

proposições de classificação das técnicas de visualização da informação.

Para executar a sistematização das técnicas de visualização, propomos a adaptar as classificações de Card, Mackinlay e Shneiderman (1999), Shneiderman (1996), Heer, Bostock e Ogievetsky (2010) e Carvalho (2009) com o intuito de categorizar as técnicas de visualização da informação. Por fim, chegamos às seguintes categorias:

- **Estrutura linear** – Estruturas lineares equivalem à representação de dados unidimensionais que ocorrem em listas sequenciais - na maior parte das vezes essas listas são textuais - onde, segundo Shneiderman (1996), cada item representado equivale a uma linha de texto que contém uma série de caracteres. A categoria linear ou unidimensional pode ser observada em dados temporais - como linhas do tempo - documentos textuais, listas alfabéticas, resultados de pesquisas, documentos com muitas linhas, código fonte de programas, entre outros (CARD; MACKINLAY; SHNEIDERMAN, 1999; SHNEIDERMAN, 1996; CARVALHO, 2009). Essa estrutura tem o objetivo de oferecer métodos para se percorrer longas listas até que o item desejado seja alcançado. Além disso, agrega técnicas que podem destacar relações categoriais e informações relevantes a partir da aplicação de determinado critério, seja no momento da recuperação da informação ao filtrar as informações que serão ordenadas, ou no momento da visualização ao selecionar a forma com que essas informações poderão ser vistas e/ou manipuladas.

- **Estrutura multidimensional** – esse tipo de estrutura é caracterizado por dispor de visualizações que apresentem itens com mais de três atributos, ou seja, esse tipo de estrutura permite que n atributos sejam representados no mesmo espaço. Ahlberg e Shneiderman (1994, *apud* SHNEIDERMAN, 1996) exemplificam que essa representação pode ser estruturada a partir da apresentação de duas dimensões e que cada dimensão adicional pode ser controlada no menu pelo usuário. Técnicas de visualizações com múltiplas dimensões podem ser aplicadas a estatísticas do mercado de ações ou qualquer tipo de estatística, coleções de livros em uma biblioteca, atributos de metadados, ou a fenômenos que

apresentem n dimensões, o que possibilita a representação de relações entre categorias distintas.

- **Estrutura hierárquica** – estruturas hierárquicas ou de árvore podem ser consideradas como conjunto de nós de dados onde cada nó possui um único pai que está acima dele na hierarquia, mas que pode ter vários irmãos ou filhos, que estão localizados ao lado ou abaixo do nó, respectivamente. Para Shneiderman (1996), os nós e os links entre os dados podem apresentar diversos tipos de atributos e que aparecem em taxonomias, nas estruturas de organizações, nas genealogias, em diretórios, na Classificação Decimal de Dewey, entre outros. Dados representados em estruturas hierárquicas permitem que o usuário produza inferências a partir de micro-observações dos elementos individuais, de macro-observações de grandes grupos, do encontro de determinado nó, da visualização do contexto de uma hierarquia, do exame da estrutura e das relações encontradas em uma árvore (HEER; BOSTOCK; OGIEVETSKY, 2010). Técnicas que fazem parte da estrutura hierárquica indicam, sobretudo, a subordinação entre os conceitos e são capazes de evidenciar relações de gênero e espécie e partição ao representar graficamente informações.

- **Estrutura em rede** – Estruturas baseadas em redes são estruturas formadas por nós e links onde os nós consistem em pontos de dados e os links representam o relacionamento presente entre os nós. Para Shneiderman (1996), representar itens através de uma estrutura de árvore em determinadas situações pode não ser conveniente, dado que determinados elementos possuem complexidades que estão além da representação permitida por uma hierarquia. Por mais que hierarquias sejam formas especializadas de redes, a segunda perde sua estrutura hierárquica ao evidenciar diversos tipos de relacionamentos e, por isso, necessita de um algoritmo diferente para posicionar os nós (HEER; BOSTOCK; OGIEVETSKY, 2010). Estruturas gráficas gerais como links de nós hipermédia, redes semânticas e teias permitem que pesquisadores encontrem caminhos mais curtos ou baratos para conectar dois itens

localizados numa rede através da representação de relações de equivalência, entre categorias, categoriais, partitivas e hierárquicas. A representação em rede não é a melhor forma de visualizar subordinações, mas permite que o usuário tenha uma visão geral do domínio representado.

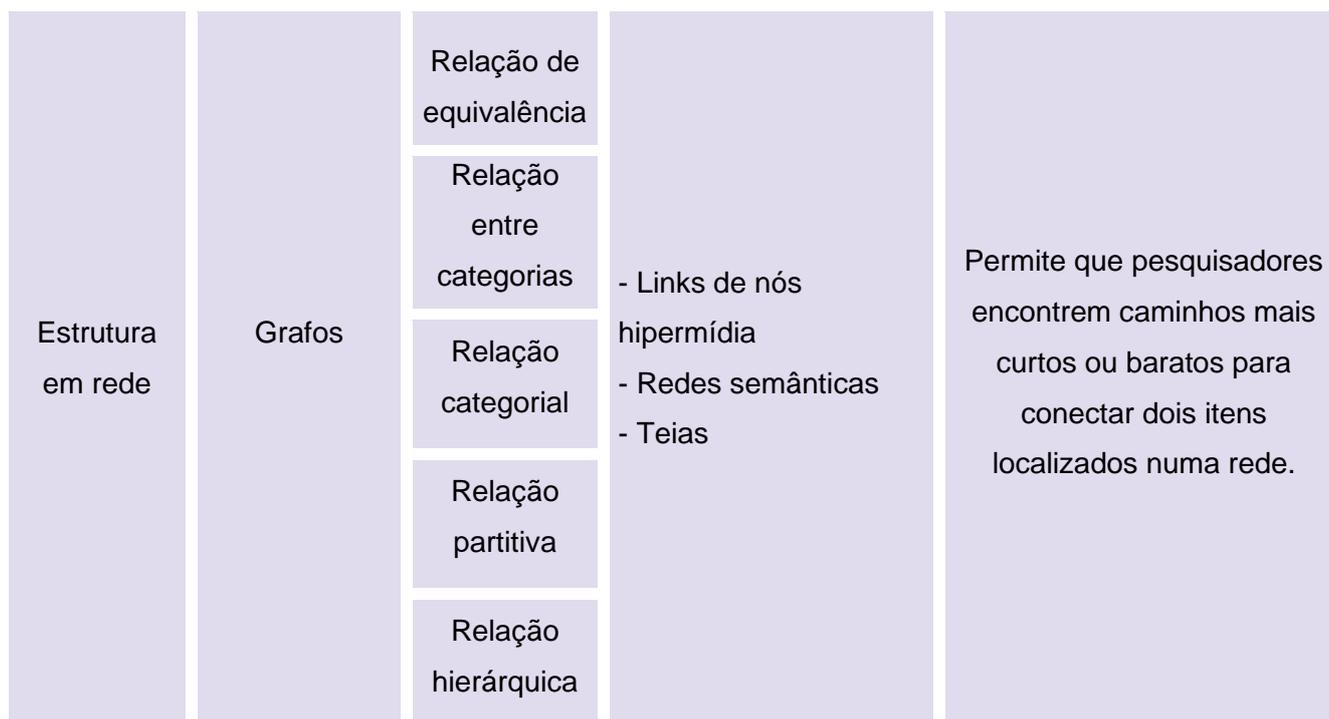
Constatamos ainda uma quinta classificação: a de estrutura espacial que compreende dimensões bi e tridimensionais. Essa categoria consiste em gráficos, mapas, representações de dados físicos, entre outros. Optamos por não colocá-la dentre as categorias de sistematização por não termos elencado e analisado nenhuma técnica de visualização voltada para a recuperação da informação pertencente a essa faceta, uma vez que esse tipo de técnica não é adequado ao escopo do trabalho apresentado.

Com base nas quatro categorias encontradas na literatura, traremos, a seguir, a sistematização das técnicas de visualização da informação, listando para cada uma das classes, as técnicas que se enquadram em cada classificação, as relações que podem ser representadas, exemplos de aplicação das técnicas de visualização da informação e as características que diferem cada uma das quatro classes elencadas.

Quadro 1 – Sistematização das técnicas de visualização da informação

Categoria	Técnica	Relação que evidência	Exemplo de aplicação	Característica diferencial
Estrutura linear	<i>Fish-eye</i>	Relação categorial	- Dados temporais (como linhas do tempo)	Facilita o acesso e realça elementos individuais em longas listas a partir da aplicação de critérios, seja no momento da recuperação da informação ao filtrar as informações que serão ordenadas ou no momento da visualização ao
	<i>Perspective Wall</i>		- Documentos textuais - Listas alfabéticas - Resultados de pesquisas	

			<ul style="list-style-type: none"> - Documentos com muitas linhas - Código fonte de programas 	selecionar a forma com que essas informações poderão ser vistas e/ou manipuladas.
Estrutura multi dimensional	<i>Table Lens</i>	Relação entre categorias	<ul style="list-style-type: none"> - Estatísticas do mercado de ações ou qualquer tipo de estatística - Coleções de livros em uma biblioteca - Atributos de metadados - Fenômenos que apresentem n-dimensões 	Viabiliza a representação de n atributos no mesmo espaço a partir da apresentação de duas dimensões, onde cada dimensão adicional pode ser controlada no menu pelo usuário.
	Coordenadas Paralelas			
Estrutura hierárquica	<i>Cone Tree</i>	Relação hierárquica	<ul style="list-style-type: none"> - Taxonomias - Estruturas de organizações - Genealogias - Diretórios - Classificação Decimal de Dewey - Entre outros 	Possibilita que o usuário produza inferências a partir de micro-observações dos elementos individuais, de macro-observações de grandes grupos, do encontro de determinado nó, da visualização do contexto de uma hierarquia, do exame da estrutura, das relações e da subordinação de uma árvore.
	<i>Treemaps</i>			
	Árvore Hiperbólica	Relação partitiva		



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na categoria Estrutura linear, temos as técnicas *Fish-eye* e *Perspective Wall* como técnicas que viabilizam a ilustração de relações categoriais através da facilitação da visualização e interpretação de documentos com várias linhas, como as listas. Essas duas técnicas atendem à estrutura linear, pois representam informações unidimensionais e lineares de modo que sua visualização permita destaque do que for de mais interesse e relevante para o usuário do sistema. O acesso e realce a elementos individuais em longas listas é a característica diferencial das técnicas que compõem a categoria estrutura linear.

Na segunda categoria, temos as técnicas Coordenadas Paralelas e *Table Lens* classificadas como Estruturas multidimensionais, uma vez que permitem o usuário visualizar e interagir com os vários atributos presentes nos dados, seja ocultando alguma das dimensões, mudando-a de lugar, alterando cores e formatos, entre outras possibilidades. Consideramos que essas técnicas de visualização são eficientes para representar relações entre categorias uma vez que apresentam e relacionam múltiplas dimensões, as quais podemos julgar equivalentes a classes diferentes onde os conceitos se relacionam.

Na categoria em que consistem as Estruturas hierárquicas, foram

classificadas as técnicas *Cone Tree*, *Treemap* e *Árvore Hiperbólica*. Essas técnicas possibilitam a representação das relações hierárquicas e partitivas que, por sua vez, revelam subordinações entre os conceitos de um domínio. Ao serem colocadas em prática, essas aplicações permitem que o usuário produza inferências a partir da visualização da hierarquia e de suas subordinações.

A quarta e última categoria abordada é a de Estrutura em redes no qual consiste a técnica de Grafos, responsável pela representação das relações de equivalência, entre categorias, categorial, partitiva e hierárquica. Através do uso de nós (conceitos) e *links* (ligação entre os conceitos), principalmente devido ao último elemento, diversas relações podem ser explicitadas entre os conceitos de um domínio. Podemos atingir um alto grau de representação devido à capacidade da técnica de Grafos em manipular os *links*, seja dando nome às linhas que os formam, alterando sua cor ou o seu formato dependendo da relação que se pretende representar.

Diante da sistematização das técnicas de visualização da informação, pudemos compreender melhor a funcionalidade de cada técnica de visualização, além de entender quais são as melhores formas de representar as relações presentes entre conceitos de um domínio do conhecimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, se tornaram nítidas a importância e a necessidade de promover pesquisas que aproximem os estudos da Ciência da Informação, sob o aspecto da modelagem de domínios do conhecimento, com a visualização da informação, de modo que possam ser propostos argumentos que visem o aperfeiçoamento dos processos de tratamento, representação e recuperação da informação com os SOCs.

Quando esses processos não são pensados em conjunto com as formas de representação gráfica, torna-se costumeiro encontrarmos sistemas falhos que não apresentam subordinações e relações entre os conceitos de forma clara e coesa para seu usuário. Diante desse cenário, o utilizador do sistema se torna suscetível ao mau funcionamento dos instrumentos utilizados na recuperação da informação, às tomadas de decisões não totalmente asseguradas, atrasos no

cumprimento de prazos, lentidão no processo de busca, entre outros.

Esses problemas podem ser minimizados com a escolha e implantação de uma interface que permita a interação do usuário com as representações gráficas modeladas. As técnicas de visualização da informação manifestam-se como recursos que permitem uma representação interativa das informações, de modo que haja melhoria no seu processo cognitivo, busca e recuperação em um sistema.

A fim de responder a questão feita no início deste trabalho, estabelecemos enfoque em técnicas que podem ser utilizadas em sistemas de recuperação da informação e estão aptas a demonstrar relações conceituais em modelos de domínio. Para tal, buscamos entender quais as técnicas de visualização da informação são aptas a representar relações entre conceitos de maneira gráfica, percebemos como as técnicas de visualização da informação e sua aplicação são distintas entre si.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, M. L. A. Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abr. 2004.
- CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in information visualization: using vision to think**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999. 686 p.
- CARD, S. K.; MACKINLAY, J. The structure of the information visualization designs pace. *In*: IEEE SYMPOSIUM ON INFORMATION VISUALIZATION, 3., 1997, Phoenix. **Proceedings...** Washington, DC: IEEE, out. 1997.
- CARVALHO, A. M. B. V. **Spatio-temporal information management and visualization**. 2009. 173 f. Tese (Doutoramento em Engenharia Informática) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009.
- CORREA, R. F.; VIEIRA, J. M. L. Representações visuais para recuperação de informação na BDTD-UFPE. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 18-34, out./dez. 2013.
- DIAS, M. F.; CARVALHO, J. O. F. A visualização da informação e a sua contribuição para a ciência da informação. **DataGramZero** - Revista de Ciência da Informação, [s.l.], v. 8, n. 5, out. 2007.

DIAS, M. P. **A contribuição da visualização da informação para a Ciência da Informação**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Pós-Graduação em Ciência da Informação, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2007.

DIX, A. Introduction to information visualization. *In*: AGOSTI, M.; FERRO, N. F.; AGOSTI, M.; FERRO, N.; FORNER, P.; MÜLLER, H.; SANTUCCI, G. (ed.). **Information visualization meets information retrieval**. Switzerland: Promise Winter School, 2012, p. 1-27.

FREITAS, C. *et al.* Introdução à visualização de informações. **RITA: Revista de Informática Teórica e Aplicada**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 143-158, out. 2001.

HEER, J.; BOSTOCK, M.; OGIEVETSKY, V. A tour through the visualization zoo: a survey of powerful visualization techniques, from the obvious to the obscure. **ACMQueue**, [s.l.], v. 8, n. 5, p. 1-22, maio 2010.

MALINI, F. Um método perspectivista de análise de redes sociais: cartografando topologias e temporalidades em rede. *In*: ENCONTRO ANUAL DA COMPÓS, 25., 2016, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2016.

MAZZA, R. **Introduction to information visualization**. Londres: Springer-Verlag, 2009.

NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C.B.R. Uma introdução à visualização de informações. **Visualidades**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 13-43, jul./dez. 2011.

NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C. B. R. Visualização de informações: uma abordagem prática. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25., 2005, São Leopoldo. **Anais...** São Leopoldo: UNISINOS, 2005. p. 1262-1312.

NETTO, C. M.; LIMA, G. A. B. O.; PIEROZZI JUNIOR, I. Modelos de visualização de informação para ontologias de domínio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 17., 2016, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2016.

OLIVEIRA, E. C.; OLIVEIRA, L. C.; CARDOSO, A.; MATTIOLI, L.; LAMOUNIER JÚNIOR, E. A. Meta-model of information visualization based on Treemap. **Universal Access in the Information Society**, v. 16, n. 4, p. 903-912, 2017.

SHNEIDERMAN, B. The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations. *In*: SYMPOSIUM ON VISUAL LANGUAGES, 1996, Boulder, **Proceedings...** Boulder: IEEE, 1996.

VIEIRA, J. M. L.; PINHO, F. A. A contribuição da organização e da visualização da informação para os sistemas de recuperação de informação. **Informação & Informação**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 110-136, jan./abr. 2015.

VIEIRA, J. M. L. **A contribuição da organização e da visualização da informação para os sistemas de recuperação de informação**. 2014. 225 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

WARD, M.; GRINSTEIN, G. G.; KEIM, D. **Interactive data visualization: Foundations, techniques, and applications**. Natick: AK Peters, 2010.

WARE, C. **Information visualization: perception for design**. 4. ed. New York: Morgan Kaufmann Publishers, 2020.

XAVIER, R. F. **Análise de métodos de produção de interfaces visuais para recuperação da informação**. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2009.

ZHANG, J. **Visualization for information retrieval**. New York: Springer, 2008. 287 p.

SYSTEMATIZATION OF INFORMATION VISUALIZATION TECHNIQUES FOR DOMAIN MODELING

ABSTRACT

Objective: It seeks to elencar and characterize information visualization techniques applied to systems and software related to the modeling of knowledge domains that are turned for representation and retrieval of information. **Methodology:** It uses a qualitative approach, with an exploratory objective and a bibliographic procedure of an applied nature to identify information visualization techniques present in the literature of the Information Science and Computer Science and establish categories of analysis to carry out the systematization of technical data. **Results:** Na category Linear structure foram crazy as Fish-eye and Perspective Wall techniques. In the second category, we have the Parallel Coordinates and Table Lens techniques classified as multidimensional structures. A category that consists of Hierarchical Structures, classified as Cone Tree, Treemap and Hyperbolic Tree techniques. A fourth and last category addressed is Network Structure which consists of Graphing technique. **Conclusions:** When the treatment, the representation and the recovery of the information as the SOCs are not thought together with the forms of graphic representation, we will find false systems that do not present subordinations and relationships between the concepts in a clear and convenient way. Username. The information visualization techniques manifest themselves as resources that allow an interactive representation of information, so that it does not follow its cognitive process, it seeks and retrieves it in a system.

Descriptors: Information visualization. Information retrieval systems. Knowledge organization systems.

SISTEMATIZACIÓN DE TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN PARA MODELADO DE DOMINIOS

RESUMEN

Objetivo: Busca enumerar y caracterizar técnicas de visualización de información aplicables a sistemas y software relacionados con el modelado de dominios de conocimiento que tienen como objetivo la representación y recuperación de información.

Metodología: Utiliza un enfoque cualitativo, con objetivo exploratorio y procedimiento bibliográfico de carácter aplicado para identificar técnicas de visualización de información presentes en la literatura de Ciencias de la Información e Informática y establecer categorías de análisis para llevar a cabo la sistematización de estas técnicas.

Resultados: En la categoría Estructura lineal, se asignaron las técnicas *Fish-eye* y *Perspective Wall*. En la segunda categoría, tenemos las técnicas de Coordenadas Paralelas y *Table Lens* clasificadas como estructuras multidimensionales. En la categoría en la que constan las estructuras jerárquicas se clasificaron las técnicas *Cone Tree*, *Treemap* y *Hyperbolic Tree*. La cuarta y última categoría abordada es la de Estructura de Red, que consiste en la técnica Graph. **Conclusiones:** Cuando el tratamiento, representación y recuperación de información con los SOCs no se piensa junto con las formas de representación gráfica, se acostumbra encontrar sistemas defectuosos que no presentan subordinaciones y relaciones entre los conceptos de forma clara y cohesionada. usuario. Las técnicas de visualización de información se manifiestan como recursos que permiten una representación interactiva de la información, de manera que se produce una mejora en su proceso cognitivo, búsqueda y recuperación en un sistema

Descriptores: Visualización de información. Sistemas de almacenamiento y recuperación de información. Sistemas de organización del conocimiento.

Recebido em: 03.04.2021

Aceito em: 26.07.2021