

MLV-Viewer: protótipo para Multi-nível Visualização em Sistemas de Suporte à Decisão

MLV-Viewer: Multi-level Visualization in Decision Support Systems Prototype

Carlos Manuel Oliveira Alves¹, Dr. Manuel Pérez Cota², María Díaz Rodríguez², Dr. Miguel Ramón González Castro²

1 Instituto Politécnico de Castelo Branco, Av. D. Pedro Álvares Cabral 12,
6000-Castelo Branco, Portugal, cmoa@ipcb.pt

2 Universidade de Vigo, Rúa Torrecedeira 86; 36208 -Vigo, Spain, mpcota@uvigo.es; laportela@gmail.com;
miguelrgc@telefonica.net

Resumo - A visualização de informação (InfoVis) é definida como "o uso de representações visuais interativas suportadas por computador, para aumentar a cognição". As ferramentas e métodos da InfoVis ajudam-nos a acelerar a nossa compreensão de um grande volume de dados. A visualização de dados melhora a compreensão, principalmente com conjuntos de dados multidimensionais. Os métodos de análise visual permitem que os tomadores de decisão combinem sua flexibilidade humana, criatividade e conhecimento com os enormes recursos de armazenamento e processamento dos computadores atuais para obter informações sobre problemas complexos. Usando interfaces visuais avançadas, os seres humanos podem interagir diretamente com a análise de dados, adiantando-a mais ao seu agrado e necessidade. O protótipo MLV-Viewer será descrito neste artigo.

Palavras Chave: DSSM, Multi-nível Visualização em DSS

Abstract. - *Information visualization (InfoVis) is defined as "the use of visual, interactive and visual representations supported by computer, to increase cognition". InfoVis tools and methods help us accelerate our understanding of a large amount of data. Data visualization improves understanding, especially with multidimensional data sets. Visual analysis methods allow decision makers to combine their human flexibility, creativity and knowledge with the huge storage and processing capabilities of today's computers for information about complex problems. Using advanced visual interfaces, humans can interact directly with the data analysis, adding more to their liking and need. The MLV-Viewer prototype will be described in this article.*

Keywords: DSSM, Multi-Level Visualization on DSS

I. INTRODUÇÃO

No final da década de 1960 surge um novo tipo de sistema de informação orientado a modelos práticos, ou sistemas de apoio à decisão (DSS) ou sistemas de decisão de gestão (MDS) [1]. Peter Keen e Charles Stabe, pioneiros do conceito DSS, referem que o conceito evoluiu a partir estudos teóricos de tomada de decisão organizacional realizados no Instituto *Carnegie Institute of Technology* [1]. A origem do DSS remonta no início de meados do século 20 quando o objetivo militar era dominante. Um dos DSS mais antigos foi o SAGE (semi-automatic *Ground Environment*) projetado para unificar imagens diferentes sobre a área ampla e usado na guerra fria. O SAGE era o maior computador até então construído. De acordo com outra abordagem, o primeiro DSS pode ter origem no LEO I (*Lyons Electronic Office*) em 1951.

Neste artigo, faremos uma introdução ao tema, seguida de uma revisão da literatura [2] sobre o tema "Multi-nível Visualização em Sistemas de Suporte à Decisão", com foco principal no estado da arte e finalmente faremos a descrição do protótipo realizado e umas breves conclusões e trabalho futuro.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Gorry e Scott Morton construíram uma estrutura para melhorar os sistemas de informação de gestão usando as categorias Anthonys de atividade de gestão e a taxonomia Simons dos tipos de decisão Simon [1]. Gorry e Scott Morton conceberam DSS como sistemas que suportam qualquer atividade de gestão nas decisões, semi-estruturadas ou não. Keen e Scott Morton mais tarde estreitaram esta definição para decisões de gestão semi-estruturadas. A investigação em DSS suportados por computador começou há mais de 50 anos. No início, o modelo de DSS foi construído no final dos anos 1960, sendo que alguns desenvolvimentos teóricos foram realizados na década de 1970 [3]. Os DSSs baseados em planilhas e DSSs de grupo, surgiram em meados de 1980. As *data warehouses*

(sistemas executivos de informação e inteligência empresarial) apareceram no final dos anos 80 e início dos anos 90. Por fim, os DSS baseados no conhecimento e *web* apareceram em meados dos anos 90 [3].

O que é um Sistema de Apoio à Decisão (DSS)?

Os DSSs inicialmente usavam uma variedade de modelos quantitativos que forneciam suporte para apoiar o problema de tomada de decisão semi-estruturada e não-estruturada, sendo necessária a participação do tomador de decisão, usando uma interface homem-máquina, para controlar os dados por modelo [4]. De seguida foi desenvolvido o *Intelligent Decision Support System* (IDSS), baseado no conhecimento utilizava um motor dedutivo por armazenamento de conhecimento para descrever os problemas qualitativos e quantitativos [4]. Este tipo de DSS não teve grande aceitação, pois recebia dados através dos utilizadores em vez de receber dados oriundos de sensores, sendo uma desvantagem importante por depender do conhecimento.

Os Sistemas de Apoio à Decisão (ou DSS) são uma classe de sistemas de informação computadorizados que suportam as actividades de tomada de decisão. Normalmente são sistemas interactivos, baseados em computador, destinados a ajudar os tomadores de decisão usando várias ferramentas (tais como tecnologias de comunicação, dados, documentos, conhecimento e modelos) para auxiliar na tomada de decisões [5] e utilizados nas mais variadas áreas de actividade, como por exemplo a telemedicina [6].

EL-Najdawi e Stylianou argumentam que um DSS é um “conjunto de ferramentas baseadas em computador usadas pelos gerentes para ajudá-los na tomada de decisões”. Um DSS é sistema resultante da mistura de vastas quantidades de conhecimento, pesquisa e habilidades derivadas de muitas disciplinas. Um DSS é mais apropriado quando usado para problemas semi-estruturados e não estruturados, p.e. no planeamento estratégico [7]. Existem vários tipos de sistemas de apoio à decisão [8]: DSS orientado por comunicação, DSS orientado por dados, DSS orientado por conhecimento, DSS orientado por modelo e DSS baseado em simulação. Os sistemas de apoio à decisão podem ser utilizados nas mais diversas áreas de actividades, podendo assumir diferentes formas, por esta razão não é fácil uma definição inequívoca. O conceito geralmente implica sistemas suportados por computador que visam apoiar as atividades de tomada de decisão. Estes sistemas integram modelos adequados, bases de dados, comunicações e interfaces com os utilizadores [8]. Adams R. afirma que os sistemas de apoio à decisão (DSS) podem ser vistos como uma extensão da ideia de sistemas de informação de gestão, fornecendo uma gama mais ampla de informações de forma mais flexível e interativa” [7]. Existe um grande espectro de softwares que afirmam oferecer suporte à decisão, desde planilhas, num extremo, e programas baseados em conhecimento ou DSS experientes, no outro extremo. Apesar de ser difícil uma definição de um DSS, podemos enumerar que os principais componentes de um sistema de apoio à decisão são [7]: tomador da decisão; base de dados; modelos e

procedimentos; *software*. Gerson M. et al sugerem que várias formas de tomada de decisão ocorrem em vários níveis [7]. Um DSS não especifica a decisão ideal, “apenas” deve ajudar o decisor a esclarecer opções. Ou seja, um DSS tem componentes de *software* e modelos usados pelo tomador de decisão que ajudam a compreensão ou estruturação da decisão. Além disso, um DSS tem a capacidade de gerar medidas estocásticas e implementar análises de sensibilidade em dados [7].

Genericamente, podemos referir que as vantagens e/ou benefícios de um DSS são: redução de custos; aumento da colaboração; melhoria de processos. Embora os DSS tenham as suas limitações, existe uma utilização global de DSS por todo o mundo assim como nas mais variadas áreas de actividades. Na maior parte das vezes, a estrutura do problema é determinada pela disponibilidade de dados e modelos apropriados, ficando muito dependente do conhecimento e experiência do tomador da decisão. O processo de resolução de problemas é composto por “*várias etapas: identificação e definição de problemas; geração e avaliação de alternativas; e implementação*” [7]. Para que um DSS seja útil na tomada de decisão, um problema deve ter uma dimensão quantificável, fornecendo critérios para a avaliação de soluções alternativas, sendo a decisão tomada de entre a melhor entre essas soluções alternativas. Nem sempre o DSS pode ajudar na melhoria da tomada de decisão, ajudando apenas na resolução de problemas permitindo escolher a melhor alternativa [9].

Estado da Arte

De uma forma simples, podemos referir que o processo de análise tem os seguintes passos: definição do problema; concepção do sistema; recolha de dados; análise de dados; apresentação e interpretação dos dados; tomada da decisão. Mesmo num sistema de help desk, o crescimento de dados (*big data*), e as enormes possibilidades de análise (transformações, visualização, métodos, etc) são muito difíceis de tratar [10].

O sistema de suporte à decisão FUMAHES contém cinco módulos principais: base de dados para materiais; base de dados para produção; base de dados de conhecimento; motor de dedução; módulo de tomada de decisão suportado por multi-atributos. O NED-2 usa um processo de decisão orientado ao objectivo, ou seja, necessita de parâmetros assim como de regras definidas pelos utilizadores [10]. O UDSS [10] é baseado numa arquitectura de três níveis: base de dados; lógico; e apresentação. O nível de base de dados é uma interface orientada à regra, permitindo definir regras de transformação para alterar a estrutura dos dados de entrada. O nível lógico possui *queries* para obtenção dos desejados dados da base de dados. Por fim o nível de apresentação (que contém o core, a interface, o gerador, apresentação privada e apresentação pública), é um conjunto de vistas e níveis, algoritmos e métodos de manipulação, permitindo ao utilizador a definição de novas entidades através de uma linguagem comum. O AgMine [11] disponibiliza uma arquitectura para a previsão climática através de seis componentes de entrada de dados: entrada de dados (aceita dados fornecidos pelo utilizador ou de ficheiros de configuração armazenados na base de dados), análise estatística, base de dados, previsão, e visualização.

O sistema de previsão de catástrofes naturais DISASOR [12], tem uma arquitectura que consiste nos seguintes módulos:

repositório de dados, preparação de dados, limpeza de dados, análise, previsão, e especialista.

ViDSS [13] é uma tecnologia para visualização interactiva para tomada de decisões clínicas, apresenta uma arquitectura baseada num sistema *multi-agent* contendo três módulos: interface com o utilizador, base de dados, modelo de gestão. Em [14], um sistema de imagens 2D *data-driven* para profissionais de saúde consiste nos módulos “*Constructor* and *Visualizer*”. Por outro lado, o ADSyS [15], consiste num sistema de três módulos principais: o *Integrated Interface*; o *Scheduling*; e o *User Modeling*. Em [13] é apresentada uma ferramenta de visualização 2D e 3D para físicos usando XSLT, Python, VisIt e Matplotlib, sendo possível o funcionamento em *standalone* ou conectado a um servidor remoto de visualização. O *Agent-based Modeling* [16] permite visualizar e descobrir dinâmicas emergentes no estudo de doenças infectocontagiosas, usando para tal o modelo *Represent, Abstract, Interact, Simulation* para obter uma *Advanced* vista e uma *Augmented* vista a partir do modelo *Reference*.

As interações *user modeling* e *user adaptive* surgiram como áreas de investigação por forma a entender como os utilizadores interagem com a tecnologia e melhorando a colaboração entre homem e máquina [17] resultando em sistemas personalizáveis, sistemas interativos adaptativos e sistemas de interface com o utilizador inteligentes. As ferramentas de visualização podem ser tratadas como execução de código *in-situ* ou *post-process* [18]. Os sistemas de análise visual necessitam da capacidade de identificar *patterns* escondidas nos dados que são críticas para uma análise profunda [19]. A visualização ajuda na perceção do significado dos dados [20][21][22] e permite a interpretação dos mesmos para produzir informação, assistir os tomadores de decisão a alcançar as suas necessidades. Na maioria dos casos, a visualização é um requisito sempre que exista um elevado número de componentes.

Quatro ferramentas *add-in* foram desenvolvidas em [23]: *visual analysis tool*, *interpolation*, *animation*, e *decision support analysis*. Desta forma o utilizador pode usar estas ferramentas para controlar o nível a visualizar no mapa.

Usando símbolos dinâmicos [24], em vez de estáticos, alterando o tamanho, cor, forma ou contorno em concordância com a informação a apresentar, possibilita uma semântica adicional.

O nível de apresentação presente no UDSS [25] consiste num *core*, numa interface e num gerador. No *core* temos um conjunto de vistas, algoritmos e métodos de manipulação de dados. No gerador o utilizador escolhe o que pretende visualizar escolhendo entre uma visualização pública ou privada.

O AgMine [26] possui uma arquitetura focada em: *data set* pré-processamento; visualização de dados genérica; visualização de dados usando interpolação espacial; *data mining*; interpolação e análise de cenários.

O VMAG [27] - *Visualization of system Models Assisted by Gestures* – permite ao utilizador escolher vistas 3D com controlos gestuais possuindo um *Kinect Sensor*, que capta a posição e seleciona o tipo de informação a visualizar.

O DISASOR [26], é um sistema de predição de acidentes naturais numa mina de carvão, possibilita a visualização de dados agregados (*time-series*) no período de tempo selecionado. Enquanto o ViDSS [27], possui *agents* (*user interface*, *coordinator*, *data preparation*, *data mining*, *visualization*, *evaluation*, e *knowledge*).

No ADSyS [17], os módulos de interação (*Task Editor*, *Machines Editor*, *Order Set Editor*, e *Gantt Chart Editor*) são responsáveis pela entrada de dados, definição do problema, e visualização de resultados através de multinível.

Em [28] é apresentada uma interface gestual interativa de imagens médicas para suporte de terapias médicas consistindo em *Model Generation* e *Model Manipulation*. Através das imagens é criado um modelo 3D com vários pontos de vista, sendo possível deslocar, rodar e e fazer *zoom*. Já em InVEST [29] são criados vários *displays* interativos permitindo visualizações abstratas de dados.

Os cargos (ou multiníveis) normalmente referenciados são: especialista, tomador da decisão e analista são apresentados em [30]. Por outro lado, [31] apresenta uma visualização gráfica multinível baseada em eventos clínicos associados a um paciente.

As ferramentas para visualização usadas em sistemas de apoio à decisão podem ser agrupadas [22] como: *Domain-Specific Tool*; e *General-Purpose Tool*. Exemplos de *Domain-Specific Tools* temos *ProductExplorer*, *SmartClient*, *EZChooser*. Como exemplos de *General-Purpose Tools* temos *ScatterDice*, *HomeFinder*, *ValueCharts*, *LineUp*, *WeightLifter*, *CommonGIS* e *Data Context Map*.

III. UMA NOVA APROXIMAÇÃO: MLV-VIEWER

O protótipo desenvolvido permite ao utilizador, de forma dinâmica e interactiva, seleccionar o que visualizar e como visualizar. Começa por seleccionar qual a base de dados, depois qual(is) a(s) tabela(s), e finalmente a(s) coluna(s) e respectivos conteúdos. Se por ventura a base de dados não existir ainda no SGBD MySQL pode realizar a importação quer da estrutura lógica (contida num ficheiro XML Schema) quer dos dados (contidos num ficheiro XML). Se seguida serão apresentadas as várias visualizações disponibilizadas: 1D; 2D; 2D+1; e 3D.

Arquitectura do MLV-Viewer

O protótipo desenvolvido necessita de um servidor de MySQL assim como um servidor de PHP, para além destes requisitos pode ser utilizado por um utilizador com um *browser web*. Refira-se ainda que pela necessidade de cálculo o PC deverá uma capacidade de processamento elevada.

Visualizações no MLV-Viewer

Após a seleccionar a(s) tabela(s), o utilizador pode optar por visualizar os respectivos dados em formato (1D) CSV, XML ou Listagem (ver Figuras 1, 2 e 3).

artigo_id	artigo_tipo	artigo_sub_tipo	artigo_descricao	artigo_medida	artigo_quantidade
1	1	1.1	parafuso 2mm rosca direita	2mm	10
2	2	2.1	porca 2mm rosca esquerda	2mm	5
3	1	1.1	parafuso 3mm rosca direita	3mm	15
5	1	1.1	parafuso 4mm rosca direita	4mm	23
6	1	1.1	parafuso 6mm rosca direita	6mm	9
7	2	2.1	porca 6mm rosca direita	6mm	27
9	2	2.1	parafuso 7mm rosca direita	7mm	31
11	2	2.1	porca 7mm rosca direita	7mm	31
12	1	1.1	parafuso 9mm rosca direita	9mm	12
13	2	2.1	porca 9mm rosca direita	9mm	33
14	1	1.1	parafuso 10mm rosca direita	10mm	18
15	2	2.1	porca 10mm rosca direita	10mm	34
16	2	2.1	porca 2mm rosca direita	2mm	14
17	2	2.1	porca 2mm rosca direita	2mm	5
18	1	1.1	parafuso 2mm rosca esquerda	2mm	33

Figura 1 - Visualização 1D no formato CSV

```

<documentacao>
  <tablica_artigos>
    <artigo>
      <id>1</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 2mm rosca direita</descricao>
      <medida>2mm</medida>
      <quantidade>10</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>2</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 2mm rosca esquerda</descricao>
      <medida>2mm</medida>
      <quantidade>5</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>3</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 3mm rosca direita</descricao>
      <medida>3mm</medida>
      <quantidade>15</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>5</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 4mm rosca direita</descricao>
      <medida>4mm</medida>
      <quantidade>23</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>6</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 6mm rosca direita</descricao>
      <medida>6mm</medida>
      <quantidade>9</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>7</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 6mm rosca direita</descricao>
      <medida>6mm</medida>
      <quantidade>27</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>9</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 7mm rosca direita</descricao>
      <medida>7mm</medida>
      <quantidade>31</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>11</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 7mm rosca direita</descricao>
      <medida>7mm</medida>
      <quantidade>31</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>12</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 9mm rosca direita</descricao>
      <medida>9mm</medida>
      <quantidade>12</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>13</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 9mm rosca direita</descricao>
      <medida>9mm</medida>
      <quantidade>33</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>14</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 10mm rosca direita</descricao>
      <medida>10mm</medida>
      <quantidade>18</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>15</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 10mm rosca direita</descricao>
      <medida>10mm</medida>
      <quantidade>34</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>16</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 2mm rosca direita</descricao>
      <medida>2mm</medida>
      <quantidade>14</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>17</id>
      <tipo>2</tipo>
      <sub_tipo>2.1</sub_tipo>
      <descricao>porca 2mm rosca direita</descricao>
      <medida>2mm</medida>
      <quantidade>5</quantidade>
    </artigo>
    <artigo>
      <id>18</id>
      <tipo>1</tipo>
      <sub_tipo>1.1</sub_tipo>
      <descricao>parafuso 2mm rosca esquerda</descricao>
      <medida>2mm</medida>
      <quantidade>33</quantidade>
    </artigo>
  </tablica_artigos>
</documentacao>

```

Figura 3 - Visualização 1D no formato XML

id	tipo	sub_tipo	descricao	img	medida	quantidade
1	1	1.1	parafuso 2mm rosca direita		2mm	10
2	2	2.1	porca 2mm rosca esquerda		2mm	5
3	1	1.1	parafuso 3mm rosca direita		3mm	15
5	1	1.1	parafuso 4mm rosca direita		4mm	23
6	1	1.1	parafuso 6mm rosca direita		6mm	9
7	2	2.1	porca 6mm rosca direita		6mm	27
9	2	2.1	parafuso 7mm rosca direita		7mm	31
11	2	2.1	porca 7mm rosca direita		7mm	31

Figura 2 Visualização 1D no formato Listagem

Caso o utilizador opte por uma visualização em 2D, este tem como opção uma visualização em “Barras” (Figura 4), em “Linhas” (Figura 5), ou em “Donut” (Figura 6).



Figura 4 – Visualização 2D “Barras”

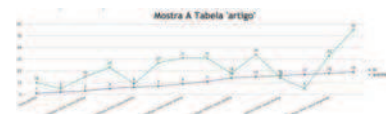


Figura 5 - Visualização 2D "Linhas"



Figura 6 - Visualização 2D "Donut"

Até aqui nada de novo foi acrescentado ao “usualmente” utilizado para visualização de dados. O protótipo permite um conjunto de visualizações “inteligentes” com a possibilidade de o utilizador decidir o que visualizar e como visualizar. Neste contexto, o utilizador pode escolher que campos de uma tabela visualizar assim como que “parte” da coluna da tabela mostrar, sendo que caso sejam escolhidas mais do que uma “parte” será visualizada de forma “emparelhada” a informação correspondente (ver Figuras 7, 8 e 9).



a) Escolher campos

b) - Visualização

Figura 7 - Visualização 2D Barras “Inteligente”



Figura 8 - Visualização 2D Stacked "Inteligente"

Refira-se que na Figura 9 (classificada como 2D+1) a dimensão das “bubbles” reflecte a dimensão “+1”.

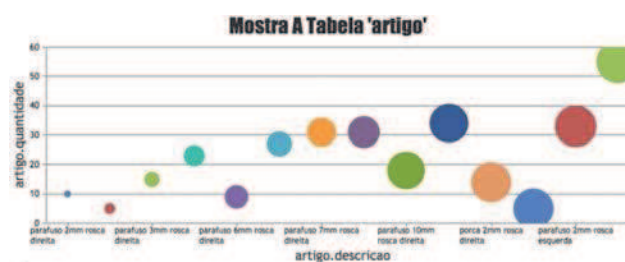


Figura 9 - Visualização 2D Bubble "Inteligente"

Nas Figuras 10 (“Points”), 11 (“Stacked”), 12 (“Line”) e 13 (“Bars”) são apresentadas visualizações em 3D que permitem ao utilizador a visualização em 3D interactiva (possibilitando, entre outros, a rotação de mudança de angulo de visualização).

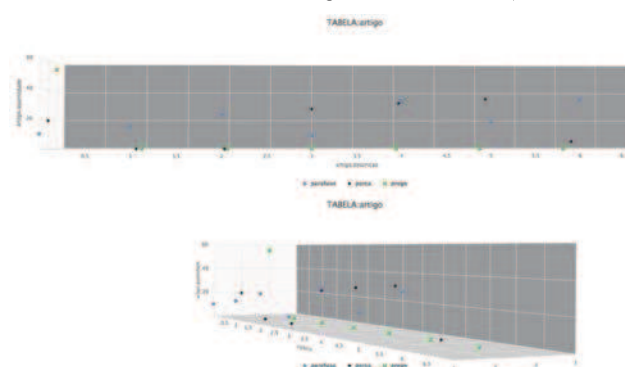


Figura 10 - Visualização 3D Points

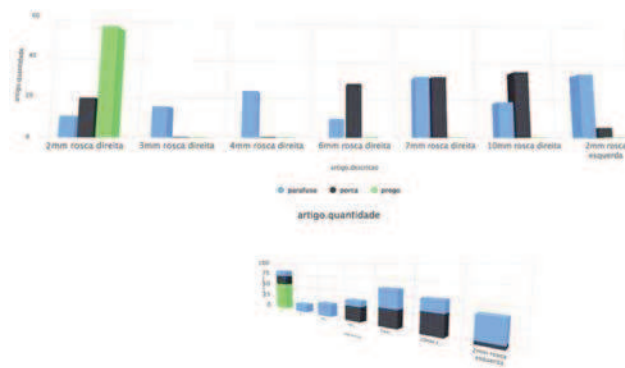


Figura 11 - Visualização 3D Stacked

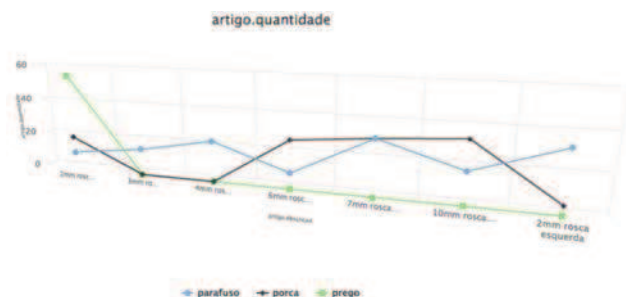


Figura 12 - Visualização 3D Line

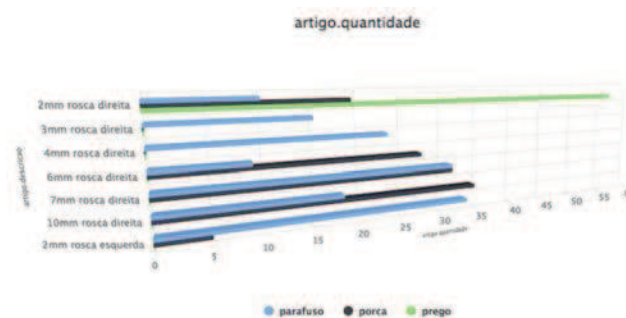


Figura 3 - Visualização 3D Horizontal Bars

Nesta fase da implementação deste protótipo o objectivo foi permitir que o utilizador, independentemente das suas competências e privilégios dentro da empresa, possa visualizar da forma que mais lhe agrade os dados por si seleccionados.

IV. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Todos semelhantes, todos diferentes. Mais, mesmo “dentro” do mesmo indivíduo temos diferenças (caso o leitor tenha dúvidas experimente visualizar o mesmo cenário com um olho de cada vez). Todo o sistema informática deve estar preparado para responder o mais amplamente possível, a todas estas vicissitudes dos mais variados utilizadores. Não é fácil, claro que não. É tão importante permitir a um utilizador escolher o que visualizar tanto, ou mais, permitir que esta escolha a forma de visualizar esses mesmos dados. Uma escolha errada do tipo de visualização pode inibir a obtenção da informação pretendida.

O desenvolvimento de uma ferramenta de *software* para suportar o *design* da *interface* do utilizador de um DSS não é suficiente por si só, devendo tanto quanto possível ir de encontro com as especificidades de cada utilizador. Por exemplo, embora as informações possam ser exibidas graficamente, os utilizadores talvez não consigam entender tudo o que está a ser mostrado ou podem estar sobrecarregados com excesso de dados a serem apresentadas no monitor. Como sabemos, em qualquer sistema temos entrada e saída de dados, contudo a saída/apresentação de dados ao utilizador através de um conjunto de símbolos é mais facilmente compreensível pelo utilizador. Um bom sistema, portanto, deve apoiar os utilizadores em encontrar informações [21] significativas de

uma maneira simples, devendo esse sistema ser amigável e personalizável sugerindo também a melhor visualização para a obtenção dessas informações.

A visualização de informação contida nos dados através de gráficos ou imagens, é uma tecnologia em desenvolvimento transformando os métodos tradicionais de observação e análise de tabelas de dados relacionais de forma que as pessoas possam descobrir relações e estrutura de uma forma mais intuitiva. Assim, a informação escondida pode ser descoberta facilmente [32]. Uma ferramenta de visualização DSS pode ser muito importante e vantajosa [33] na tomada de decisões, apoiando os gestores e líderes a alcançarem a decisão mais correta assim como garantindo a continuidade de negócio e, mais importante ainda, garantir a satisfação do cliente. É também importante que a escolha do DSS seja a correta desde o primeiro instante para reduzir tempo e custo na tomada de decisões corretas e de qualidade. Tanto quanto possível, o DSS deve ser fácil, simples, eficaz e personalizável. A visualização de dados e, consequentemente, de informação tem um papel fundamental na tomada de decisão apoiada por sistemas de suporte à decisão, mas acreditamos que os desafios estão ainda no início.

Como trabalho futuro pretende-se tornar este protótipo numa aplicação aconselhe o utilizador num conjunto de visualizações que sejam mais recomendadas/aconselhadas para o ramo de actividade em questão (mas caso o utilizador pretenda, poderão ser escolhidas outras). Por outro lado, pretende-se que existam utilizadores com diferentes perfis, e consequentemente com diferentes níveis de acesso aos dados, que serão visualizados com imagens em 3D, na sequência da construção de uma *query* de forma dinâmica e com interpolação dos dados em falta, assim como realizar testes com dados de várias áreas de negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] Peter P. Groumpos, "Conceptual modeling and decision making support systems for complex dynamical systems: A critical overview", 2016 ELEKTRO, 2016.
- [2] Carlos Manuel Oliveira Alves ; Manuel Pérez Cota, "Multi-level visualization in decision support systems: Literature review", 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2018.
- [3] Sanaz Imen, Ni-Bin Chang, Y. Jeffrey Yang, Arash Golchubian, "Developing a Model-Based Drinking Water Decision Support System Featuring Remote Sensing and Fast Learning Techniques", IEEE Systems Journal, 2016.
- [4] Jianjun Ni; Chuanbiao Zhang; Li Ren, "An Intelligent Decision Support System of Lake Water Pollution Control Based on Multi-agent Model", 2009 International Conference on Computational Intelligence and Security, 2009.
- [5] Amnah Siddiq; Muaz Niazi; Farah Mustafa; Habib Bokhari; Amir Hussain; Noreen Akram; Shabnum Shaheen; Fouzia Ahmed; Sarah Iqbal, "A new hybrid agent-based modeling & simulation decision support system for breast cancer data analysis", 2009 International Conference on Information and Communication Technologies, 2009.
- [6] Antonino Galletta; Lorenzo Carnevale; Alessia Bramanti; Maria Fazio, "An Innovative Methodology for Big Data Visualization for Telemedicine", IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019.
- [7] Imad Dawood; Mustafa Alshawi, "Decision Support Systems (DSS) Model for the Housing Industry", 2009 Second International Conference on Developments in eSystems Engineering, 2009.
- [8] Darko Dukic; Tomislav Pasalic; Ivana Sesar, "Stochastic sum-of-ratios fractional programming model in an agricultural decision support system", Proceedings of the ITI 2009 31st International Conference on Information Technology Interfaces, 2009.
- [9] Manuel Pérez Cota; Miguel Ramón González Castro, "Problems with the use of 3D environments in DCS: New model of visualization in operation displays", 7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2012), 2012.
- [10] Dhara Modi; Aldo Fabregas; Luis Otero, "Requirements and decision model for a taxiway route support system", 2015 Annual IEEE Systems Conference (SysCon) Proceedings, 2015.
- [11] Ardiles Sinaga, Murnawan, "Decision support system model analysis for proposed activities on development planning forum in district level (Case study: Government of Cimahi)", 2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management, 2016.
- [12] Sugiarto Hartono; Evaristus Didik Madyatmadja, "Decision support system model to determine contribution of own source revenue towards regional government", 2016 22nd Asia-Pacific Conference on Communications (APCC), 2016.
- [13] Rizun Nina; Taraninko Yurii, "Simulation Model of the Decision-Making Support for Human-Machine Systems Operators", 2015 IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS'15), 2015.
- [14] Andreas Reschka; Gerrit Bagschik; Simon Ulbrich; Marcus Nolte; Markus Maurer, "Ability and skill graphs for system modeling, online monitoring, and decision support for vehicle guidance systems", 2015 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2015.
- [15] G. Anadiotis, E. Hatzoplaki, K. Tsatsakis and T. Tsitsanis, "A Data Model for Energy Decision Support Systems for Smart Cities - The Case of BESOS Common Information Model", 2015.
- [16] A. S. Baliuk; N. A. Peryazev; A. I. Gaidukov; Yu. V. Peryazeva, "Mathematical Logic Models for Decision Support Systems in the Case of Incomplete Information", 2015.
- [17] A. Madureira, S. Gomes, B. Cunha, J.P. Pereira, J. M. Santos, I. Pereira: Prototype of an Adaptive Decision Support System for Interactive Scheduling with MetaCognition and User Modeling Experience, 2014 Sixth World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC 2014), 2014
- [18] Leon Kos et al: Visualization Support for Code Development in EUROfusion Integrated Modelling, MIPRO 2014, 2014.
- [19] Xin Yan; Mu Qiao; Jia Li; Timothy W. Simpson; Gary M. Stump; Xiaolong Zhang: A Work-Centered Visual Analytics Model to Support Engineering Design with Interactive Visualization and Data-Mining, 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences, 2012
- [20] Manuel Pérez Cota; Miguel R. González Castro; Javier Álvarez Domínguez, "Importance of visualization usage in enterprise decision making environments", 2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2014.
- [21] "Seis consejos para optimizar la visualización de datos en la empresa", <http://www.haycanal.com/noticias/6868/seis-consejos-para-optimizar-la-visualizacin-de-datos-en-las-empresa>.
- [22] Manuel Pérez Cota, María Díaz Rodríguez; Miguel Ramón González-Castro, Ramiro Manuel Moreira Gonçalves, "Massive Data Visualization Analysis", 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2018.
- [23] Tieming Liu, Qinyue Pan, Javier Sanchez, Shuzhen Sun, Ning Wang, and Hongbo Yu: Prototype Decision Support System for Black Ice Detection and Road Closure Control, IEEE Intelligent transportation systems magazine, 2017
- [24] H. Müller, R. Reihls, A. E. Posch, A. Kremer, D. Ulrich, and K. Zatloukal: Data Driven GUI Design and Visualization for a NGS based Clinical Decision Support System, 2016 20th International Conference Information Visualisation, 2016
- [25] G. Bencsik, L. Bacsárdi: Towards to decision support generalization: the Universal Decision Support System Concept, 2015 IEEE 19th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES), 2015
- [26] Leisa J. Armstrong, Sreedhar A. Nallan: Agricultural Decision Support Framework for Visualization and Prediction of Western Australian Crop Production, 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016
- [27] Sérgio Henriques M. B. B. Antunes, Cláudia Susie C. Rodrigues, and Cláudia M. L. Werner: Supporting System Modeling Learning Using

- Gestures for Visualization Control as Method of Immersion, 2016 XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2016
- [28] Hyong-Euk Lee, Nahyup Kang, Jae-Joon Han, Ji-Yeon Kim, Kyung Hwan Kim, James D.K. Kim, ChangYeong Kim: Interactive Manipulation and Visualization of a Deformable 3D Organ Model for Medical Diagnostic Support, The 10th Annual IEEE CCNC Conference-3D Imaging & Processing & Communication and Display Track, 2013
 - [29] Kathryn Trase, Eric Fink: A Model-Driven Visualization Tool for Use with Model Based Systems Engineering Projects, 2014 IEEE Aerospace Conference, 2014
 - [30] Nataliya D. Pankratova, Nadezhda I.Nedashkovskaya, "A Decision Support System for Evaluation of Decision Alternatives on Basis of a Network Criteria Model ", 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) , 2017
 - [31] Xin Ye; Zailin Dai; Jiangnan Qiu; Fang Fang, "A Metadata-Based Flexible Function Model of Decision Support Systemfor Emergency Management", 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008
 - [32] Honglin Ma; Lei Yan; Ting Wang, " Dynamic Model for Enterprise Human Resources Decision SupportSystem", 2011 3rd International Workshop on Intelligent Systems and Applications, 2011.
 - [33] L. Wang, G. Wang, C.A. Alexander, "Big data and visualization: Methods, challenges and technology progress".<http://pubs.sciepub.com/dt/1/1/7/>, 2015.