

UNIVERSIDADE ABERTA



Modelo de Criação de *Dashboards* Clínicos

Bruno Alexandre Pereira Moniz

Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web

2018

UNIVERSIDADE ABERTA



Modelo de Criação de *Dashboards* Clínicos

Bruno Alexandre Pereira Moniz

Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web

Dissertação orientada pela

Professora Doutora Elizabeth Simão Carvalho

2018

Resumo

É difícil encontrar métodos eficazes para visualizar a complexidade de dados clínicos sem dificultar a tomada de decisão informada, um elemento-chave do cuidado centrado no utente. Os *dashboards* (painel de indicadores) são conhecidos por agregar várias técnicas de visualização consolidadas e organizadas de forma a reduzir o esforço cognitivo. São principalmente utilizados para reunir dados e fornecer informações úteis, com o intuito de dar suporte na análise de informação e na tomada de decisão. Existem algumas evidências de que a introdução de *dashboards* clínicos pode ter um efeito positivo nos resultados e processos dos cuidados de saúde. Todavia, não são claras quais as características dos *dashboards* que estão relacionadas com melhores resultados, nem como os profissionais de saúde incorporam o seu uso na prática diária da profissão.

Pretende-se com este trabalho assumir que é possível desenvolver um modelo visual que facilite a análise, criação, e avaliação de *dashboards* e que permita um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas). O modelo é composto por várias fases e utiliza técnicas de avaliação em todas as fases, com o intuito de aferir a eficiência e a eficácia de cada processo. De forma a avaliar o modelo, foi desenvolvido e testado um protótipo funcional do *dashboard*.

Foi possível validar, através dos resultados das observações e dos inquéritos realizados durante as sessões de testes, que existe potencial na utilização dos *dashboards* e que os utilizadores gostariam de os utilizar com frequência. Os resultados também apontam para uma melhoria na prática diária da profissão. Contudo, esta afirmação baseia-se apenas na realização de uma sessão de testes em ambiente controlado com 6 participantes e com a primeira versão não revista do protótipo funcional, que certamente não permite aferir o impacto que a utilização dos *dashboards* têm na prática diária dos profissionais de saúde. O protótipo obteve uma média de 78,8 valores no *System Usability Scale*, considerando a usabilidade do *dashboard* como Bom.

Palavras-chave: Visualização da informação, *dashboards* clínicos, apoio a decisão clínica

Abstract

It is difficult to find effective methods to visualize the complexity of clinical data without hampering informed decision making, an essential element of user-centered care. Dashboards are known to aggregate several consolidated and organized visualization techniques to reduce cognitive effort. They are mainly used to gather data and provide useful information, in order to support information analysis and decision making. There is some evidence that the introduction of clinical dashboards can have a positive effect on health care outcomes and processes. However, it is not clear what the characteristics of dashboards are related to better results, nor how health professionals incorporate their use in the daily practice of the profession.

This work aims to assume that it is possible to develop a visual model that facilitates the analysis, creation, and evaluation of dashboards and that allows efficient support to the clinical analysis and clinical decision of a broad spectrum (several clinical areas). The model is composed of several phases and uses evaluation techniques in all phases, in order to assess the efficiency and effectiveness of each process. A functional prototype of the dashboard was developed and tested in order to evaluate the model.

It was possible to validate from the results of the observations and surveys conducted during the test sessions that there is potential in the use of dashboards and that users would like to use them frequently. The results also point to an improvement in the daily practice of the profession. However, this statement is based only on a controlled environment testing session with 6 participants and the first unreviewed version of the functional prototype, which certainly does not allow us to gauge the impact that the use of dashboards have on the daily practice of professionals of health. The prototype obtained an average of 78.8 values in the System Usability Scale, considering the usability of the dashboard as Good.

Keywords: Information visualization, clinical dashboards, clinical decision support

Agradecimentos

Quero agradecer aos membros do Conselho de Administração do Hospital da Horta E.P.E.R. pela oportunidade de desenvolver o projeto na instituição, aos meus colegas do Serviço de Tecnologias de Informação e Comunicação que fizeram um esforço extra para que me pudesse focar neste trabalho, e a todos os colaboradores que aceitaram o convite e fizeram parte dos grupos de discussão e de testes.

À minha orientadora Professora Dr.^a Elizabeth Carvalho por todo o auxílio, constante disponibilidade e espírito crítico. Obrigada pelas palavras de incentivo nas alturas em que o caminho mais fácil era desistir.

Aos meus fantásticos colegas de mestrado Paulo Pinheiro e Halestino Pimentel pelo companheirismo, troca de conhecimento e a incansável vontade de apresentarmos trabalhos com qualidade.

Um agradecimento especial ao meu irmão Nuno Moniz pela incessante colaboração e sentido crítico durante toda esta viagem, e aos meus pais que sem eles não estava aqui.

Por fim, à minha esposa e companheira de aventuras Tânia Machado. Não existem palavras para descrever o quanto estou eternamente grato por acordar todos os dias ao teu lado e saber que posso confiar em ti. Este trabalho também é teu.

A minha gratidão por vocês não tem fim,

Bruno Moniz

Horta, julho de 2018

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos e resultados esperados.....	3
1.2. Metodologia de investigação.....	5
1.3. Organização da Dissertação.....	6
2. Trabalho Relacionado	9
2.1. Visualização de Informação	9
2.2. Visualização de Informação aplicada à área da saúde	14
2.2.1. Dashboards	21
2.3. Conclusão	28
3. Modelo Conceptual.....	31
3.1. Análise e Seleção de Indicadores.....	33
3.1.1. Análise do problema e seleção de indicadores	35
3.1.2. Definição das métricas de avaliação.....	40
3.2. Escolha das Técnicas Visuais.....	42
3.2.1. Abstração de dados e definição de operações.....	43
3.2.2. Idioma de codificação visual e de interação.....	48
3.3. Conclusão	52
4. Protótipo	57
4.1. Infraestrutura tecnológica	57
4.2. Construção do <i>dashboard</i>	61
4.2.1. Idealizar.....	62
4.2.2. Prototipar e testar os indicadores	65
4.2.3. Prototipar e testar o <i>dashboard</i>	75
4.3. Avaliação de Usabilidade	78
4.3.1. Preparação das sessões de testes com cenários	79
4.3.2. Realização das sessões de testes.....	83
4.3.3. Avaliação quantitativa e qualitativa por observação	84
4.3.4. Avaliação quantitativa por questionário	90

4.3.5. Inquérito de avaliação de usabilidade <i>System Usability Scale</i>	93
4.4. Conclusão	95
5. Conclusões e trabalho futuro	97
5.1. Objetivos e resultados esperados	98
5.2. Limitações	99
5.3. Trabalho futuro	100
Referências Bibliográficas	103
Anexos	113
A. Consentimento informado para participação no projeto	114
B. Diagrama global dos processos, métodos de avaliação, resultados e metodologias usadas, das fases do modelo visual proposto.....	116
C. Guia de entrevista para a análise e seleção de indicadores	118
D. Guia de sessões de testes com cenários	122
E. Inquérito de avaliação de usabilidade <i>System Usability Scale</i>	126
F. Categorias definidas e elementos identificados na transcrição da entrevista com o grupo de discussão na 1ª fase do modelo visual	128
G. Figura do protótipo funcional desenvolvido e utilizado nas sessões de testes	132

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Referências para a escolha da codificação visual e do desenho de interações	13
Tabela 2.2 – Técnicas e diretrizes que podem ser utilizadas durante o processo de desenho de um <i>dashboard</i>	27
Tabela 2.3 – Métodos de avaliação e métricas de desempenho utilizados na implementação de <i>dashboards</i> clínicos	28
Tabela 3.1 – Caracterização da amostra do grupo de discussão	36
Tabela 3.2 – Métricas de avaliação definidas pelo grupo de discussão	41
Tabela 3.3 – Resumo da caracterização do "o quê", "porquê" e "como" dos indicadores ..	53
Tabela 4.1 – Sistemas aplicativos e de bases de dados que compõem o Sistema de BI ..	60
Tabela 4.2 – Descrição dos Conjuntos de Dados do Protótipo.....	61
Tabela 4.3 – Relacionamento de Filtros, Realces e Ligações entre indicadores	64
Tabela 4.4 – Caracterização da amostra dos utilizadores da sessão de testes.....	80
Tabela 4.5 – Cenários definidos para as sessões de testes	81
Tabela 4.6 – Tempos globais da realização das sessões de testes	83
Tabela 4.7 – Métricas de avaliação por observação, como e quando foram utilizadas para a avaliação quantitativa e qualitativa	85
Tabela 4.8 – Resultados estatísticos das métricas MA-2 e MA-4 para cada cenário	86
Tabela 4.9 – Lista de problemas identificados na métrica MA-5	89

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Estrutura de desenvolvimento da Dissertação	5
Figura 2.1 – Princípios de Gestalt mais identificados na área da VI	10
Figura 2.2 – <i>Framework</i> de análise para o uso de visualizações	11
Figura 2.3 – Modelo de Munzner para o desenho e validação de visualizações	12
Figura 2.4 – LifeLines.....	16
Figura 2.5 – Dados numéricos ao longo do tempo.....	16
Figura 2.6 – <i>Web-Based Interactive Visualization System (WBIVS)</i>	17
Figura 2.7 – LifeLines 2.....	18
Figura 2.8 – Exemplo de uma tabela com <i>heatmap</i>	23
Figura 2.9 – Utilização do canal visual da cor em <i>dashboards</i>	24
Figura 2.10 – Análise do histórico do utente para admissões hospitalares	25
Figura 2.11 – Áreas de investigação do trabalho relacionado.....	28
Figura 3.1 – Fases do modelo visual proposto	32
Figura 3.2 – Processos da fase de análise e seleção de indicadores	34
Figura 3.3 – Processos da fase de escolha das técnicas visuais.....	42
Figura 3.4 – O que pode ser visualizado: dados, conjuntos de dados e atributos	43
Figura 3.5 – Como se utiliza as visualizações em termos de ações e objetivos	45
Figura 3.6 – Como codificar e interagir com visualizações.....	49
Figura 4.1 – Fluxo de processos para obter o conjunto de dados do protótipo	58
Figura 4.2 – Processos da fase de construção do <i>dashboard</i>	62
Figura 4.3 – Prototipagem em papel dos indicadores.....	66
Figura 4.4 – Protótipo funcional do IND-1.....	68
Figura 4.5 – Linha temporal de um utente no IND-1.....	69
Figura 4.6 – Informação extra de um utente no IND-1	69
Figura 4.7 – Protótipo funcional do IND-2.....	70
Figura 4.8 – Seleção de um serviço de internamento no IND-2.....	71
Figura 4.9 – Protótipo funcional do IND-3.....	71
Figura 4.10 – Protótipo funcional do IND-4, Admissões por Tipo de Triagem	73

Figura 4.11 – Protótipo funcional do IND-4, Admissões por Hora	73
Figura 4.12 – Protótipo funcional do IND-4, seleção de atributos categóricos.....	74
Figura 4.13 – Protótipo funcional do IND-5	74
Figura 4.14 – Organização dos indicadores no SV	76
Figura 4.15 – Protótipo funcional utilizado nas sessões de testes.....	77
Figura 4.16 – Processos da fase de avaliação da usabilidade do <i>dashboard</i>	78
Figura 4.17 - Tempos de execução dos cenários (Cn) por participante (Pn)	86
Figura 4.18 – Resultados do inquérito de cada cenário	91
Figura 4.19 – Resultados do inquérito final após os cenários	92
Figura 4.20 – Resultados do inquérito SUS	94

Lista de Siglas

DW	<i>Data Warehouse</i>
HH	Hospital da Horta, E.P.E.R.
IND	Indicador
MA	Métrica de Avaliação
RCE	Registos Clínicos Eletrónicos
RGPD	Regulamento Geral de Proteção de Dados
SUS	<i>System Usability Scale</i>
SV	Sistema de Visualização
TAAT	Tempo necessário Antes de Atuar na Tarefa
TCT	Tempo para Concluir uma Tarefa
VI	Visualização de Informação

1. Introdução

Os profissionais de saúde enfrentam diariamente tarefas exigentes e difíceis. A necessidade de analisar, ponderar e decidir com base em informação diversa sobre cada utente e a gestão da própria instituição, cria a necessidade de investigar, criar e avaliar modelos de visualização de dados que possam apoiar estes profissionais. Qualquer modelo visual para esta área deve permitir ao utilizador compreender como melhorar a produtividade, perceber padrões e descobrir tendências. Também devem apoiar na execução de tarefas diárias como a vigilância de doenças, cuidados de saúde dos doentes, investigação e gestão da saúde, assim como permitir que ganhem a capacidade de interagir e lidar com a complexidade dos dados clínicos de uma forma eficaz, simples, interativa e intuitiva [1], [2].

Várias estratégias podem ser utilizadas para reduzir e resumir informação [3], mas devem ser feitas avaliações para confirmar se estas afetam o propósito da mensagem e se induzem os seus consumidores a utiliza-las de forma errada [2]. Atualmente, muitas das ferramentas de visualização de dados clínicos apenas utilizam gráficos simples que tipicamente representam apenas um ou outro ponto de vista dos dados, e de apenas uma área clínica. Estas limitam em muito a interação e exploração dos dados pelos profissionais. Quanto maior for o volume de dados mais difícil será identificar padrões e dar sentido à informação exposta [1], [2], [4]. Existe, portanto, o desafio para encontrar formas eficientes de representar visualmente a complexidade e as relações destes dados. Esta é uma das motivações para este trabalho.

Adicionalmente, a qualidade dos dados clínicos é frequentemente discutida [2], [4], [5], sendo que esta pode afetar negativamente o resultado visual final e os processos mentais dos profissionais, aumentando a sua carga cognitiva à medida que estes interagem com os dados [4], [6]. Um problema frequentemente presente na análise dos dados clínicos é a falta de homogeneidade, sendo comum observar a existência de dados incompletos, inconsistentes e redundantes. Outros aspetos como o desenho das representações visuais [6]–[10], a respetiva codificação visual [6], [10], ou ainda o não observar os princípios

fundamentais da Visualização de Informação (VI) [6], [7], [10] podem afetar o resultado final da mensagem que se pretende transmitir. Todas estas questões devem ser avaliadas e tidas em conta durante a criação e avaliação de um modelo visual [2].

No sentido de resolver várias das questões mencionadas, a utilização de *dashboards*¹ (painel de indicadores) clínicos apresenta-se como uma estratégia de exibição visual de informação de enorme potencial [2], [11]. Vários estudos indicam que já é possível verificar que existe uma evolução na utilização e eficácia dos *dashboards* clínicos, apresentando um efeito positivo nos resultados e processos dos cuidados de saúde [10]–[12]. No entanto, não é claro quais as características que esta técnica deva ter para obter bons resultados, nem como os profissionais da área clínica incorporam o uso desta na prática diária da profissão. É notório que existe um longo caminho a percorrer no processo de criação e avaliação deste tipo de técnica visual neste campo de trabalho.

A maioria dos estudos analisados sobre a VI de dados clínicos [1], [2], [13]–[17] e do desenho e avaliação de *dashboards* clínicos [4], [11], [25]–[28], [12], [18]–[24] estão concentrados em revisões do estado atual da área ou discutem o potencial que a VI apresenta para a visualização de dados clínicos. Alguns detalham o desenho, avaliação, o uso e os benefícios dos *dashboards*, mas estão limitados a apenas um problema clínico ou ao rastreio de uma única doença. Tendo em conta tal limitação, é possível reconhecer o enorme potencial e a necessidade de se proporem novas técnicas e modelos visuais que possam codificar e representar simultaneamente dados de várias áreas clínicas [1], [2].

Este trabalho pretende dar esse contributo. Tendo em conta a complexidade dos dados analisados por profissionais da saúde, e a sua interseção recorrente com múltiplas áreas clínicas, **é proposto o desenvolvimento de um modelo visual conceptual para a criação de *dashboards*, que permita um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas).**

¹ Técnica de visualização que agrega outras técnicas de visualização consolidadas e organizadas de forma a monitorizar condições e/ou facilitar a compreensão

1.1. Objetivos e resultados esperados

O modelo visual será composto por quatro fases:

- Análise e Seleção de Indicadores;
- Escolha das Técnicas Visuais;
- Construção do *Dashboard*;
- Avaliação da Usabilidade.

É esperado que o método de grupo de discussão (*focus group*) seja o ideal para a análise e seleção de indicadores, já que este está comprovado como sendo um método eficaz para obter informações sobre as necessidades, percepções, e atitudes de um dado grupo, e os fatores contextuais que influenciam essas perspectivas [21], [29], [30]. O objetivo é que o grupo composto por profissionais de saúde de várias áreas clínicas determine e valide indicadores que possam ser medidos e comparados entre o “antes” e o “depois” da utilização do modelo visual.

Os trabalhos desenvolvidos por Lam *et al.* [31], Munzner [6], [32] e Kirk [33] servirão para validar os processos da fase de análise e seleção de indicadores, e se a técnica visual escolhida para cada um dos indicadores é a mais correta. Lam *et al.* desenvolveram um conjunto de cenários de avaliação que fornecem uma aproximação diferente para chegar a decisões sobre o que poderá ser a avaliação mais eficaz. Munzner criou um modelo que fornece orientações para determinar as abordagens de desenho e validação mais apropriadas. Kirk criou um resumo categorizando os diversos tipos de gráficos e em que situações devem ser implementados.

Também se pretende que a construção do *dashboard* respeite as diretrizes definidas por Few [10]. O intuito será o de perceber se estas diretrizes conseguem efetivamente reduzir o esforço cognitivo necessário para que o profissional de saúde retire conclusões e tome decisões acertadas, que por vezes não são assim tão lineares quando se está perante a visualização de informação transversal a várias áreas clínicas.

Para a avaliação de usabilidade do *dashboard* serão implementados vários métodos de avaliação: testes com cenários (considerando um cenário como um conjunto de tarefas a serem executadas de forma estruturada); observações quantitativas e qualitativas; questionários; e o inquérito de avaliação de usabilidade *System Usability Scale* (SUS).

Espera-se que a avaliação da usabilidade do *dashboard* obtenha mais de 85 valores (em uma escala de 0-100) no SUS para o que se esteja a avaliar seja considerado como excelente [20], [21]. Durante a revisão de literatura constatou-se que os estudos [20]–[22] sobre o desenvolvimento de *dashboards* clínicos utilizaram o SUS.

De forma a validar as mais-valias introduzidas pelo modelo proposto, será necessário desenvolver um protótipo interativo de um *dashboard*, que tem como objetivo a aceitação do modelo visual e do conjunto de métodos de avaliação selecionados. Com o desenvolvimento do protótipo também pretende-se avaliar algumas especificações que estão definidas como sendo essenciais para que o *dashboard* seja funcional [20], como por exemplo: a capacidade de mostrar dados em tempo real e com um tempo de atualização aceitável; evidenciar as mudanças de condição de um determinado indicador; ou ainda o acesso diferenciado por perfil de utilizador.

O protótipo deve possibilitar avaliar não só as métricas definidas pelo grupo de discussão, mas também as seguintes métricas quantitativas de desempenho: média de tempo para concluir uma tarefa; e a média de tempo necessário antes de atuar na tarefa.

O protótipo utilizará dados reais obtidos a partir do *Data Warehouse* (DW) do Hospital da Horta E.P.E.R. (HH) da ilha do Faial nos Açores e, sempre que necessário, em conformidade com o novo Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD)².

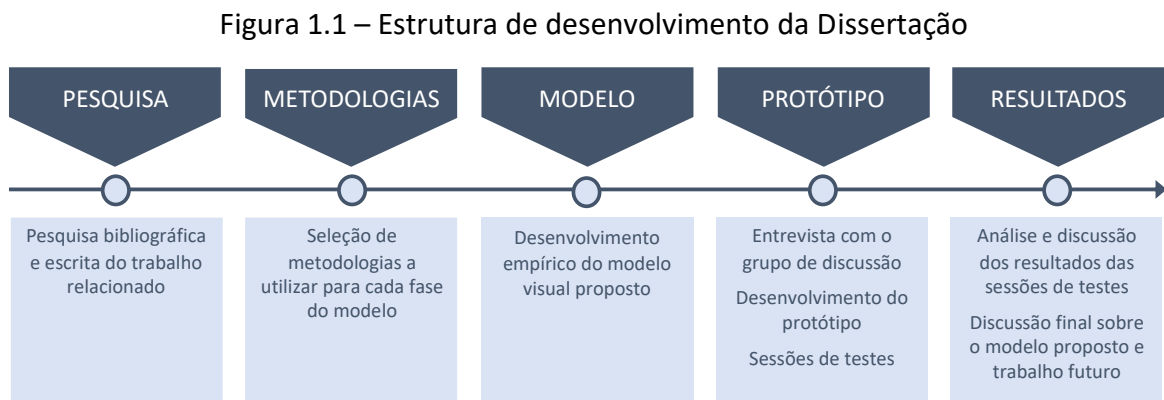
A realização deste projeto no HH foi aprovada em reunião de Conselho de Administração no dia 21 de dezembro de 2016. Foi entregue um consentimento informado (Anexo A) a

² https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_pt

todos os participantes da entrevista com o grupo de discussão e das sessões de testes com cenários.

1.2. Metodologia de investigação

Esta Dissertação foi desenvolvida em cinco fases, em que cada uma foi composta por várias tarefas e subtarefas. A Figura 1.1 ilustra essas fases e as respetivas principais tarefas.



Em cada uma das fases que compõem o modelo foi feita uma investigação baseada em uma revisão de literatura. Esta serviu para analisar vários modelos, sistemas, *frameworks*³, e taxonomias com o objetivo de escolher e/ou adaptar o mais adequado para cada fase.

Este trabalho categoriza-se como um estudo de desenho em que o resultado é um modelo visual para a análise, desenho e avaliação de *dashboards* clínicos. Esta metodologia empírica é definida na área da VI como sendo um projeto onde se analisa um problema enfrentado por especialistas do domínio de situação, desenha-se um sistema de visualização que suporte a solução do problema, seja feita a sua avaliação e validação, e se reflita sobre as lições aprendidas de forma a refinar as diretrizes do desenho do sistema de visualização proposto [8], [34], [35].

Sendo a avaliação um pilar essencial deste modelo, determinou-se para cada uma das fases um conjunto de técnicas de avaliação. Com isto pretendeu-se implementar uma

³ Estrutura conceptual que serve como suporte ou guia para o desenvolvimento de algo

metodologia de constante avaliação de forma a aferir a eficiência e a eficácia de cada tarefa e a sua relação com o modelo.

A pesquisa bibliográfica e de trabalho relacionado não incluiu técnicas visuais relacionadas com a representação de dados espaciais (*spatial data*) tais como imagens radiológicas ou outro tipo qualquer de imagem médica, que geralmente são mais associadas aos métodos da visualização científica.

Durante esta investigação foram utilizados vários sítios de internet de referência tais como o Google Académico⁴, ResearchGate⁵ e B-ON⁶. Também foram consultados vários livros e revistas/jornais das áreas de Visualização de Informação⁷, Interação Humano-Computador⁸ e Informática Médica⁹, bem como artigos apresentados nas conferências EuroVis¹⁰, IEEE VIS¹¹, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)¹² e no workshop Visual Analytics in Healthcare (VAHC)¹³.

As referências bibliográficas deste documento seguem a norma do *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) e foram geridas de forma automatizada pela aplicação Mendeley Desktop¹⁴.

1.3. Organização da Dissertação

Esta Dissertação está organizada em cinco capítulos. No capítulo 2 é feita uma revisão sobre os conceitos mais relevantes para o desenvolvimento do modelo visual desta Dissertação. O capítulo 3 descreve as fases conceptuais da análise e seleção de indicadores e da escolha das técnicas visuais, e ainda como estas são utilizadas para a criação do

⁴ <https://scholar.google.pt/>

⁵ <https://www.researchgate.net/>

⁶ <https://www.b-on.pt/>

⁷ <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=2945> e <http://journals.sagepub.com/home/ivi>

⁸ <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=8016801>

⁹ <https://academic.oup.com/jamia> e <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=6221020>

¹⁰ <http://www.eurovis2018.org/>

¹¹ <http://ieevis.org/>

¹² <https://chi2018.acm.org/>

¹³ <http://www.visualanalyticshealthcare.org/>

¹⁴ <https://www.mendeley.com/>

protótipo. No capítulo 4 são apresentadas as fases de implementação do modelo, nomeadamente o protótipo que foi criado e os resultados dos testes realizados, tendo em especial atenção os aspetos visuais relevantes. No capítulo 5 são revelados e discutidos se os resultados dos métodos de avaliação utilizados estão conforme o proposto pelo modelo conceptual, é feita uma avaliação crítica da implementação do modelo e, por fim, apresenta-se as conclusões relevantes e as sugestões para um trabalho futuro.

2. Trabalho Relacionado

Pretende-se com este capítulo rever e clarificar os conceitos mais relevantes e subjacentes para o desenvolvimento do modelo proposto, que é o da visualização de informação, com especial ênfase na área da saúde. Em termos de técnicas visuais, o foco será nos *dashboards* aplicados à área da saúde.

2.1. Visualização de Informação

Uma das definições mais utilizadas para descrever o que é a Visualização de Informação (VI)¹⁵ foi dada por Ben Shneiderman, Jock Mackinlay e Stuart Card, em 1999 no livro *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*:

*A visualização de informação é o uso de representações visuais interativas de dados abstratos, geradas por computador, para amplificar a cognição.*¹⁶

Pode-se dizer também que é o estudo de transformar dados, informação e conhecimento, em representações visuais interativas [8]. Esta transformação de dados implica que primeiramente se está a lidar com dados abstratos e não espaciais e que existe um processo de transformação destes em uma representação gráfica [7], interativa e intuitiva com informação que contém um valor significativo para o utilizador final [6], enfatizando o processo de busca de conhecimento em vez da noção de conhecimento em si [7].

A área de VI emergiu da investigação multidisciplinar em áreas como a interação humano-computador, ciência dos computadores, gráficos, desenho visual e psicologia. O grande objetivo é que os seus utilizadores obtenham uma perceção clara da informação que lhes é apresentada conseguindo identificar descobertas inesperadas, ter uma compreensão aprofundada dos dados ou gerar novas maneiras de pensar [7]. Esta apresenta uma grande oportunidade para descobrir ligações ou padrões entre dados que antes não era possível

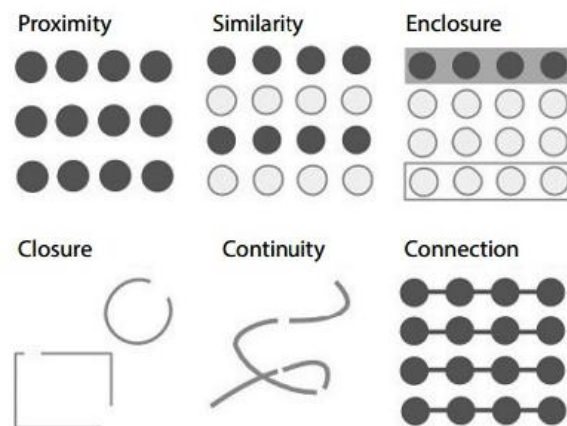
¹⁵ Também vulgarmente conhecido por *Infovis*

¹⁶ Tradução livre do autor. No original "*Information visualization is the use of computer-supported interactive visual representations of abstract data to amplify cognition*"

percecionar.

Existem vários fundamentos essenciais que definem a área da VI [7]. Os princípios de Gestalt (Figura 2.1) definem a tendência para identificar padrões em objetos individuais. A ideia é de que no que diz à nossa cognição e percepção, o todo é mais do que a soma das partes [7]. Os princípios mais identificados na área da VI são a proximidade (*proximity*); semelhança (*similarity*); região comum (*enclosure*); fechamento (*closure*); continuidade (*continuity*); e conexão (*connection*) [7], [10], [36], [37].

Figura 2.1 – Princípios de Gestalt mais identificados na área da VI



Fonte: [https://www.fusioncharts.com/blog/wp-](https://www.fusioncharts.com/blog/wp-content/uploads/2014/03/illustrations.jpg)

[content/uploads/2014/03/illustrations.jpg](https://www.fusioncharts.com/blog/wp-content/uploads/2014/03/illustrations.jpg) (17-maio-2018)

Ben Shneiderman criou em 1996 uma taxonomia para o desenho avançado de interfaces de utilizador a que lhe chamou de “*Visual Information Seeking Mantra*” [3], e que define o seguinte:

*Visão geral primeiro, focar e filtrar, seguido de detalhes a pedido.*¹⁷

Este mantra resume de uma forma única os elementos essenciais da interação nas visualizações de informação. Esta taxonomia divide a pesquisa de informação visual em sete tipos de dados (unidimensional, bidimensional, tridimensional, temporal, multidimensional, árvore e rede) e sete tipos de tarefas (visão geral, focar, filtrar, detalhes a pedido, relacionar, histórico e extração), e apresenta-se como sendo umas das primeiras

¹⁷ Tradução livre do autor. No original “*Overview first, zoom and filter, then details-on-demand*”

e mais influentes contribuições para a área da VI [3], [7].

De uma perspectiva de desenho, a melhor visualização será aquela que transmitirá efetivamente o seu significado. Do ponto de vista do utilizador, esta deve ser intuitiva, ou fácil de aprender a utilizar, para que não haja problemas de interpretação do significado da mensagem que se quer transmitir [7]. Também é importante para estes porque disponibiliza mapas mentais da informação que se pretende transmitir apresentando informações e padrões associados de forma rigorosa, precisa e fiel [7], [8].

A visão é o canal utilizado pelo qual flui a informação gerada graficamente até ao cérebro. A cognição é o processamento induzido por essa informação. Ambos os conceitos estão intimamente ligados e são fatos importantes no desenho de visualizações. Estes podem potenciar em muito se forem levados em conta durante o processo de desenho [9].

Alguns estudos afirmam que a memória humana de curto prazo (*short-term memory*) é capaz de manter 5 a 7 elementos simultaneamente [6], [9], [10]. A visualização cria codificações de dados em canais visuais para que o ser humano consiga ver, entender e manipular quantidades maiores de dados, a um nível de abstração mais alto e de uma complexidade maior, que de outra forma não seria possível [10]. A VI explora o sistema visual humano sendo uma ferramenta essencial para a compreensão da informação.

Entender o “porquê” (*why?*) e “como” (*how?*) as visualizações funcionam é uma questão importante e discutida em muitos trabalhos sobre a VI [6], [9], [35], [38]. Munzner [6] utiliza uma *framework* de análise (Figura 2.2) para o uso de visualizações que acrescenta o “quê” (*what?*). Esta procura responder a que dados o utilizador vê, porque é que o utilizador necessita de utilizar esta visualização, e como são aplicadas as escolhas de desenho.

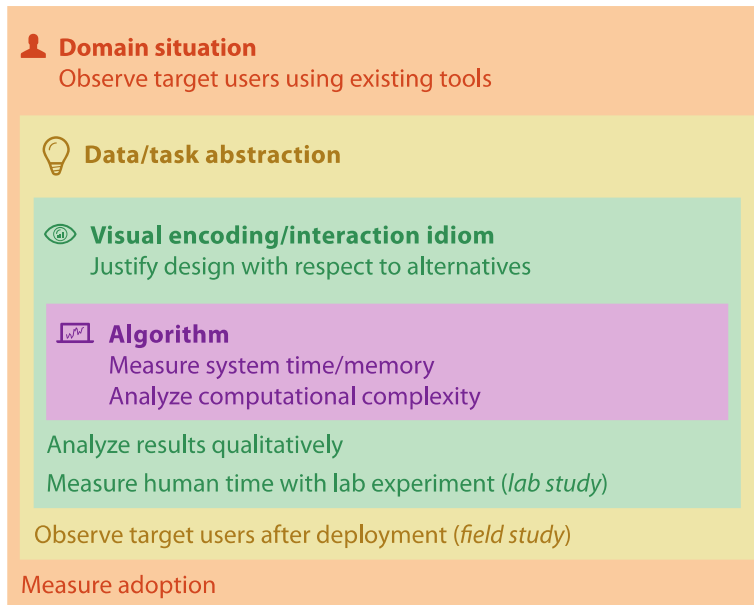
Figura 2.2 – *Framework* de análise para o uso de visualizações



Fonte: [6]

O processo de desenho de uma codificação visual apropriada pode, segundo Munzner [6], ser dividido em quatro níveis (Figura 2.3) em que, cada um deles, trata de diferentes preocupações que se encontram interligadas: Domínio da situação; Abstração de dados e tarefas; Idioma de codificação visual e interação; Algoritmo¹⁸.

Figura 2.3 – Modelo de Munzner para o desenho e validação de visualizações



Fonte: [6]

Este modelo, a que Munzner chamou de “*Nested Model*”, é considerado pela comunidade da visualização um dos modelos mais importantes de decisão de desenho [38]. Em 2013, sofreu uma evolução, a que chamaram “*Nested Blocks and Guidelines Model*”, passando a fornecer uma caracterização mais precisa das decisões de desenho individuais como blocos em cada nível, e com diretrizes a descrever as relações entre esses blocos [39].

É importante referir que ambos não são modelos de processo, isto é, não se focam em descrever os passos que devem ser dados no decurso da criação de uma visualização. Estes não descrevem como (*how*) se desenha uma visualização, mas apenas os tipos de decisão (*what*) e a lógica (*why*) que é necessária aplicar durante a criação [38].

¹⁸ Tradução livre do autor. No original “*Domain situation; Data/task abstraction; Visual encoding/interaction idiom; Algorithm*”

É evidente que existe imensa literatura que define sistemas, taxonomias, orientações e outras metodologias para a escolha da codificação visual e do desenho de interações. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados como referências chave os vários trabalhos que estão identificados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Referências para a escolha da codificação visual e do desenho de interações

Tema	Referências
Codificação Visual	[6], [33]
Desenho de Interações	[3], [6], [33], [40], [41]
Percepção Visual e Cognição	[9], [10], [42], [43]
Orientações, guias e semelhantes	[10], [13], [48], [33], [36], [37], [41], [44]–[47]

A avaliação na área da VI é extremamente complexa no sentido em que para existir uma completa compreensão do uso de uma ferramenta, esta não só envolve a avaliação das visualizações, mas também a avaliação dos processos que a ferramenta suporta. Pode ser intimidatório para quem avalia identificar corretamente as questões de avaliação, determinar as variáveis mais adequadas a serem avaliadas, escolher as tarefas e utilizadores, ou ainda os métodos de avaliação mais apropriados [31], [49]–[51].

Para Dix *et al.* [52], existem vários métodos para a implementação da avaliação. Uns são baseados na avaliação de especialistas (métodos analíticos, métodos de revisão, e métodos baseados em modelos); outros envolvem utilizadores (métodos experimentais, métodos observacionais, e métodos de inquirição). Qualquer que seja o método – ou conjunto de métodos – utilizado, este deve ser escolhido com cuidado e adequado à situação.

Na revisão sistemática da literatura efetuada por Martins *et al.* [29, p. 34]:

Os quatro principais métodos de avaliação de usabilidade são: teste, inquérito, experiência controlada e inspeção. Os três primeiros são normalmente utilizados nos modelos empíricos e baseiam-se em dados recolhidos dos utilizadores. O quarto está relacionado com os modelos analíticos e baseia-se na inspeção feita por especialistas.

Carpendale [51] e Plaisant [53] afirmam que, na generalidade, a avaliação de sistemas de

VI é considerada difícil. A maioria destes sistemas são desenhados para desenvolver atividades cognitivas de alto nível, tais como entender determinados fenômenos, identificar tendências, ou tomar decisões face a um enorme conjunto de dados complexos [31].

Lam *et al.* [31] mostram no seu estudo empírico que a maioria dos artigos analisados não incluem qualquer tipo de avaliação. Posto isto, desenvolveram um conjunto de sete cenários divididos em dois grupos: compreensão da análise de dados; e compreensão das visualizações. O objetivo é fornecer uma visão geral dos diferentes tipos de cenários de avaliação, e ajudar os profissionais a definir corretamente os objetivos da avaliação, escolher as perguntas certas, e considerar alternativas metodológicas para avaliação dos objetivos e das perguntas definidas.

Aproveitando os cenários definidos por Lam *et al.*, outro estudo foi realizado com o intuito de apresentar uma revisão sistemática – a partir dos artigos publicados na conferência IEEE VIS – sobre a prática da avaliação na VI. Isenberg *et al.* [54] relatam que os métodos de avaliação específicos para avaliar as visualizações criadas e o desempenho do algoritmo são os que mais prevalecem, mas que existe um aumento constante nos métodos de avaliação que incluem participantes, seja avaliando o seu desempenho e feedback subjetivo, ou avaliando as suas práticas de trabalho e melhoria da sua capacidade de análise e raciocínio ao usar as ferramentas visuais.

2.2. Visualização de Informação aplicada à área da saúde

Os dados de saúde têm um enorme potencial para melhorar a produtividade, eliminar o desperdício e apoiar uma panóplia de tarefas diárias como a vigilância de doenças, cuidados de saúde dos doentes, investigação e gestão da saúde [2]. Ao lidar com estes dados, os profissionais de saúde podem se deparar com uma enorme quantidade de informação tais como resultados de exames, diários clínicos e planos de tratamento [13], [17].

Compreender o que fazer com toda esta informação é um processo desafiador, sendo que a VI revela-se como essencial nesta tarefa [17]. Esta também pode ser utilizada para suportar outras tarefas tais como o rastreamento geográfico de doenças, a análise da prevalência de doenças, a triagem de registos médicos, a previsão de surtos, a descoberta de populações em risco, entre outros [1], [14], [17].

Os Registos Clínicos Eletrónicos (RCE), por natureza, contêm dados longitudinais de visitas dos utentes ao longo do tempo. Estes dados representam registos de mudanças de problemas, medicamentos, tratamentos e respostas relacionados com a evolução do estado de saúde. A exibição destes dados longitudinais, através de técnicas de visualização inovadoras, tem um tremendo potencial para descobrir informações úteis.

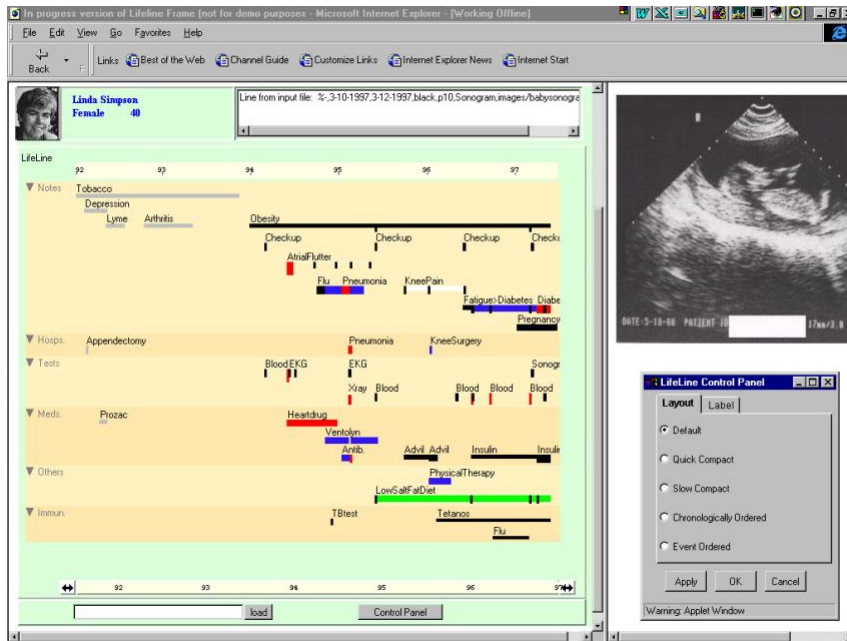
Atualmente existem muitas ferramentas de visualização na saúde que fazem uso de gráficos simples para representar apenas alguns pontos de vista dos dados [1], [2]. Apesar destas ferramentas serem benéficas para simples tarefas perceptivas e cognitivas, são limitativas e não são eficazes quando se lida com tarefas mais complexas e que envolvam a exploração de grandes volumes de dados [2], [4].

A sobrecarga de informação também é um problema identificado [4], [6], [16]. Este surge quando o utilizador tenta analisar um conjunto de variáveis que ultrapassam os limites da cognição humana, levando os utilizadores a simplesmente ignorar ou interpretar incorretamente informações cruciais.

Numa revisão sistemática elaborada por West *et al.* em 2014 [2], várias técnicas de visualização de dados clínicos foram extensamente analisadas, e estes afirmam que o sistema mais maduro é o LifeLines e as suas aplicações LifeLines2, EventFlow e LifeFlow. O sistema LifeLines, desenvolvido por Plaisant *et al.* [55], é um dos sistemas mais discutidos na área da VI para a saúde [2], [13]–[15], [17], [22], [27], [31]. Este foi desenvolvido como um meio para visualizar o resumo de um utente usando diferentes atributos gráficos, como por exemplo, cores e linhas que descrevem os eventos do utente num estilo de linha de tempo (*timeline*) em que o tempo é representado no eixo horizontal e os eventos (problemas, alergias, queixas, medicação, etc.) são listados verticalmente (Figura 2.4).

Este sistema evoluiu para o LifeLines2 em que já era possível visualizar os resumos clínicos de vários utentes em simultâneo. Durante o desenvolvimento deste sistema, constatou-se que os utilizadores tinham a necessidade de aceder simultaneamente a dados numéricos e categóricos, e que a capacidade de aceder aos detalhes (*drill down*) era uma funcionalidade importante [2].

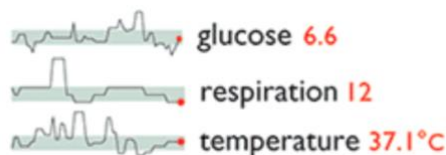
Figura 2.4 – LifeLines



Fonte: <http://www.cs.umd.edu/hcil/lifelines/screenian98.jpg> (02-junho-2018)

A visualização de dados numéricos ao longo do tempo (Figura 2.5) é algo muito comum na saúde, sendo os gráficos de pontos e de linhas uma técnica de visualização amplamente utilizada para visualizar resultados de laboratório, monitorizar dados biométricos, eletrocardiogramas, entre outros.

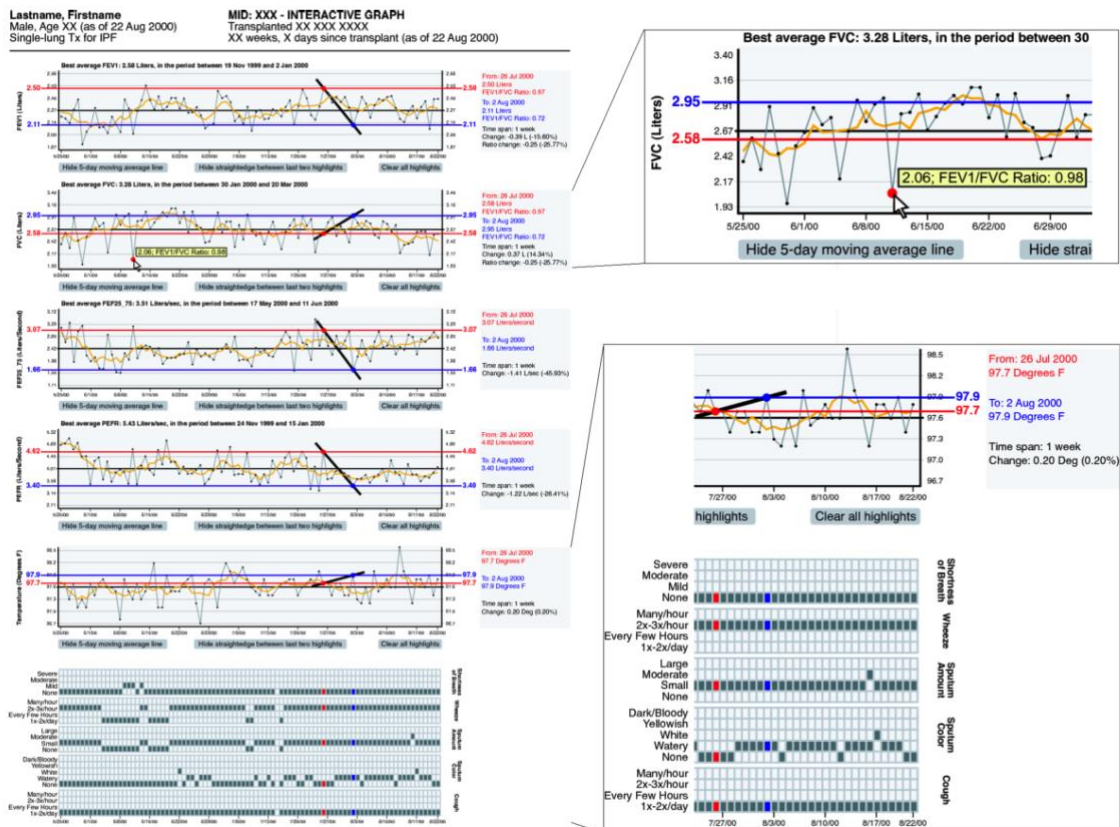
Figura 2.5 – Dados numéricos ao longo do tempo



Fonte: https://www.edwardtufte.com/bboard/q-and-a-fetch-msg?msg_id=0001OR (02-junho-2018)

A visualização combinada de eventos com dados numéricos ao longo do tempo é uma característica de muitos sistemas de RCE e, geralmente combinam diferentes técnicas de visualização alinhadas num eixo de tempo horizontal comum [13]. Exemplo disto é o sistema *Web-Based Interactive Visualization System* (WBIVS) que monitoriza dados de transplante pulmonar e mostra dados numéricos e categóricos. Este combina gráficos de linhas para múltiplas variáveis numéricas e gráficos de matriz para variáveis categóricas [56]. A interação também tem um papel importante neste sistema já que este disponibiliza algumas técnicas de interação interessantes, como por exemplo a técnica *brushing and linking* [6], que permite um utilizador seleccionar um ponto no gráfico e os outros pontos, para o mesmo período de tempo, são realçados em todos os gráficos (Figura 2.6).

Figura 2.6 – *Web-Based Interactive Visualization System* (WBIVS)



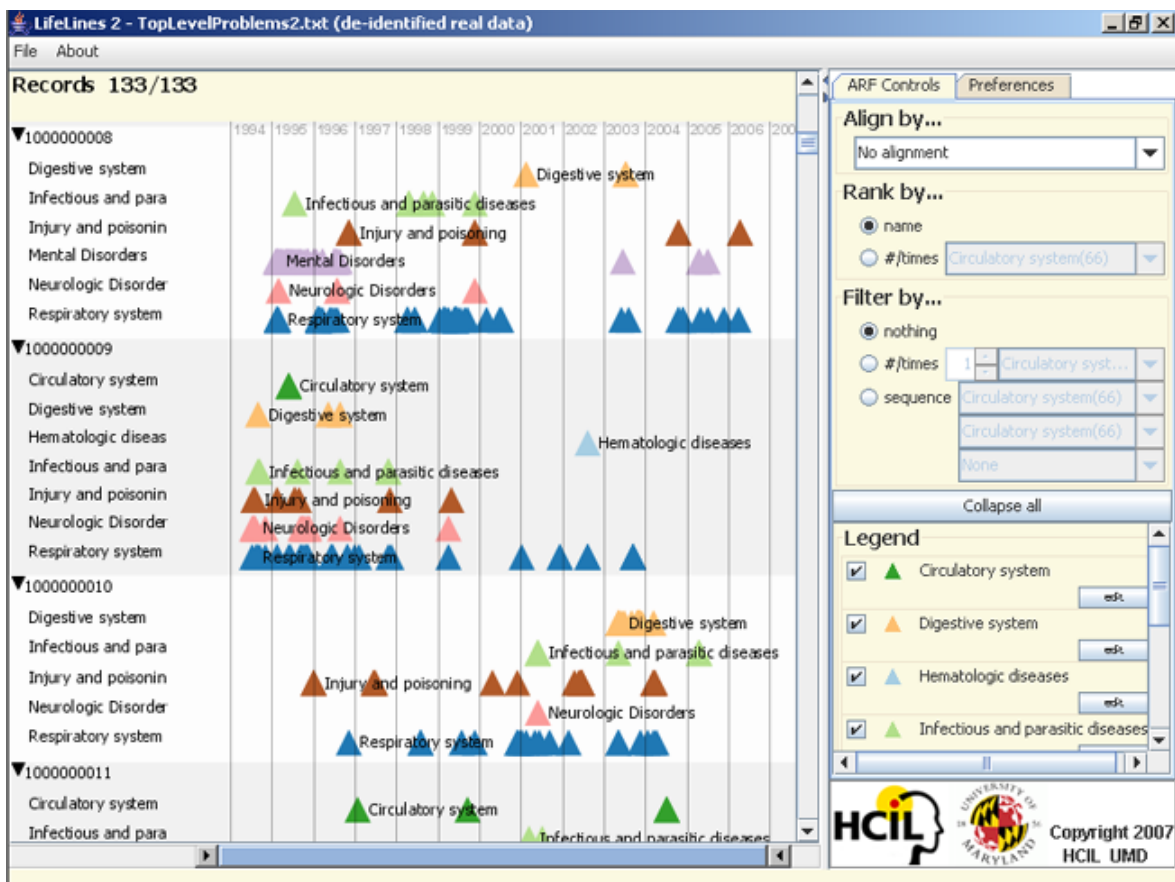
Fonte: [13]

Rind *et al.* [13], com base em uma pesquisa de literatura científica e nas evidências obtidas a partir de estudos de avaliação de sistemas de exploração e consulta de RCE, acreditam que uma visualização eficaz de informação pode facilitar a análise de dados clínicos, e

consequentemente aumentar a qualidade dos dados disponíveis. Este estudo examina como os sistemas diferem nos recursos que disponibilizam e identifica como essas diferenças estão relacionadas com o seu desenho e os cenários médicos que abordam.

Segundo Rind *et al.* [13], para sistemas que tratam de dados numéricos, a técnica de visualização mais utilizada é o gráfico de linhas, sendo que os gráficos de pontos e de barras também costumam ser utilizados. Para sistemas que utilizam dados numéricos e categóricos, estes utilizam várias técnicas de visualização alinhando-as ao longo de um eixo temporal. Constatou-se que os sistemas analisados não utilizam visualizações e técnicas de interação distintas para tipos específicos de informação clínica. Resultados de testes médicos tendem a ser numéricos, os diagnósticos e tratamentos são categóricos, e independentemente de os dados serem categóricos ou numéricos estes têm impacto na visualização.

Figura 2.7 – LifeLines 2



Fonte: <http://www.cs.umd.edu/hcil/lifelines/lifelines2-sc.png> (06-junho-2018)

A melhor forma de visualizar múltiplas variáveis médicas é coloca-las no mesmo eixo horizontal temporal, já que a partilha do mesmo eixo facilita a visualização temporal das relações entre variáveis. Para sistemas que suportam a visualização de dados de vários utentes em simultâneo (Figura 2.7), a prática mais comum é colocar os registos em linhas paralelas e partilhando o mesmo eixo horizontal temporal. Estes sistemas proporcionam várias técnicas de interação, tais como a pesquisa, ordenação, agregação e agrupamento de utentes [13].

No estudo efetuado por West *et al.* [2], são fornecidos alguns pontos-chave sobre os desafios que necessitam de ser abordados em investigações sobre a visualização de RCE, e que aqui se apresentam de uma forma resumida:

- A quantidade dos dados dos RCE e a sua visualização é um desafio. Quanto mais dados, mais difícil é ver e identificar padrões importantes nas visualizações;
- O tamanho e a complexidade dos dados dos RCE são um desafio;
- A capacidade de usar dados temporais na visualização de dados agregados dos RCE é importante para os utilizadores;
- Os dados dos RCE muitas vezes estão incompletos, a entrada dos dados é imprecisa e os tipos de dados são mistos;
- A apresentação de uma grande quantidade de informações em apenas um único ecrã, onde o utilizador pode interagir com a informação, é um grande desafio e um recurso muito importante no desenho;
- Os utilizadores pretendem visualizar dados categóricos e numéricos quando exploram os dados de uma forma interativa e, ao mesmo tempo, gostam de ter a possibilidade de poderem olhar para o detalhe no registo;
- Um esquema de normalização é necessário para dados numéricos agregados.

Shneiderman *et al.* [14] dizem que a visualização interativa de informações e os métodos de análise visual trarão mudanças profundas para os programas de saúde pessoal, na prestação de cuidados de saúde clínicos e na elaboração de políticas de saúde pública.

Um incorreto desenho das interações destas ferramentas podem impor elevadas barreiras técnicas aos seus utilizadores [13], como por exemplo a visualização de dados temporais de um utente fragmentados por vários ecrãs dificultando a revisão da sequência de eventos.

A utilização das técnicas de visualização associadas a dados clínicos continua a levantar algumas preocupações na área da usabilidade e segurança. O estudo elaborado por Zahabi *et al.* [57] revelou que existem problemas de usabilidade nestes sistemas, tais como, violação do diálogo natural, controlo de consistência, uso efetivo da linguagem, apresentação eficaz da informação, falta de prevenção de erros, incapacidade para minimizar a carga cognitiva, e a falta de feedback. Estes também reportam que a maioria dos estudos que identificaram problemas de usabilidade implementaram métodos de análise descritivos ou qualitativos (análise de tarefas, análise funcional, observação de utilizadores, testes, entrevistas, análise de padrões de comportamento, avaliação heurística), e recomendam que sejam utilizados, em conjunto, métodos de avaliação quantitativos e qualitativos com o intuito de obter uma melhor compreensão dos problemas.

Bhutkar *et al.* [58], com base em uma revisão de literatura sobre métodos de avaliação de usabilidade na saúde, concluem que os métodos são essencialmente utilizados para avaliar dispositivos médicos terapêuticos e sistemas de informação de saúde e que os métodos mais utilizados são a avaliação heurística e orientação cognitiva.

Um estudo recente – através de um questionário especialmente desenvolvido para o efeito – foi efetuado em Portugal acerca da usabilidade do sistema de informação clínico SClínico. O SClínico é desenvolvido pelos Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS) e está implementado em mais de 50 instituições de saúde em Portugal. Além das questões de usabilidade constatadas nos resultados, uma das funcionalidades mais desejadas pelos profissionais de saúde inquiridos (100%) é a capacidade de visualizar a informação do utente de um modo integrado – holístico – que cubra todo o historial clínico deste, e que esteja dentro do mesmo campo visual. A área da VI pode trazer um enorme contributo para esta questão [59].

2.2.1. Dashboards

Não existe consenso na definição do que é um *dashboard* [10], [60]–[63]. De uma forma simples pode afirmar-se que é uma técnica de exibição visual que agrega técnicas de visualização consolidadas e organizadas de forma a permitir a monitorização de condições e/ou facilitar a compreensão.

Alguns autores vão mais longe e afirmam que esta exibição visual deve estar toda em um único ecrã. Eles consideram que um dos benefícios da utilização desta técnica é a comunicação simultânea de informação e, se esta estiver distribuída por vários ecrãs, pode causar problemas na análise e na comparação entre indicadores [10], [18].

Os *dashboards* são utilizados principalmente para reunir dados e fornecer informações úteis com o intuito de dar suporte à análise de informação e na tomada de decisão. Pode pensar-se no *dashboard* como uma técnica que tem a finalidade de ajudar pessoas a manterem uma consciência da situação (*situation awareness*) [10]. As pessoas têm trabalhos a fazer, e para que estes sejam bem-sucedidos, devem ter a noção do que se está a passar enquanto o fazem. Esta consciência é alimentada por um conjunto de fatos que juntos formam uma visão geral da situação. Devem estar sempre disponíveis e exibidos de tal forma que sejam fáceis e eficientes de perceber, entender, e se necessário tomar uma decisão. A consciência da situação trabalha em três níveis: percepção dos elementos no ambiente; compreensão da situação atual; e projeção de futuros estados [64].

Few [10] descreve algumas das características que considera serem de extrema importância nos *dashboards*: São essencialmente exibições visuais; mostram a informação necessária para atingir determinados objetivos; a informação deve estar em apenas um ecrã; devem ser utilizados para monitorizar a informação de relance; devem apresentar informação utilizando meios de exibição pequenos, concisos, diretos e claros; e devem permitir a personalização.

Os *dashboards* clínicos levam estes conceitos para a gestão da saúde e para as atividades clínicas. A principal característica que os *dashboards* clínicos apresentam, e que os separam

dos sistemas informatizados de apoio à decisão (CDSS)¹⁹ ou dos sistemas de registo médico eletrónico (EMR)²⁰ é a disponibilização de resumos de informação sobre o desempenho medido em relação a métricas frequentemente relacionadas com a qualidade dos cuidados de saúde ou produtividade dos processos [11], [12].

Em estudos recentes [11], [12], é possível verificar que os *dashboards* clínicos já fornecem dados analíticos, muitas vezes permitindo a visualização e interação dos dados. Também apresentam uma potencialidade de inferência com o intuito de estender as capacidades habituais da visualização de indicadores de chave de desempenho (KPI)²¹ e de dados sumarizados.

No estudo realizado por Dowding *et al.* [11], constata-se que os *dashboards* apresentam uma considerável heterogeneidade nos ambientes em que foram usados; que existem algumas evidências de que a introdução destes podem ter um efeito positivo nos resultados e nos processos dos cuidados de saúde; e que não são claras quais as características dos *dashboards* que estão relacionadas com melhores resultados, nem como os profissionais de saúde incorporam o uso destes na prática diária da profissão.

Embora estes profissionais consigam obter informações importantes a partir dos *dashboards*, muitos destes acabam sempre por ter de aceder aos Sistemas de Informação Hospitalar (SIH) de forma a obter informação mais detalhada. Este processo pode ser maçador e demorado, acabando por interferir nas tomadas de decisão [19].

A maioria dos *dashboards* mostram dados em tabelas ou como um conjunto de um ou mais gráficos básicos, tais como gráfico de barras, gráfico de linhas ou gráfico circular [11], [12]. Estas tabelas e gráficos funcionam bem para transmitir informações básicas, mas a sua eficácia torna-se limitada quando pretende-se compreender vários KPIs ou outros indicadores mais complexos [11]. Funcionam bem para alguns cenários, mas para cenários com um grande volume de dados já não são tão adequados.

¹⁹ *Computerized Decision Support Systems*

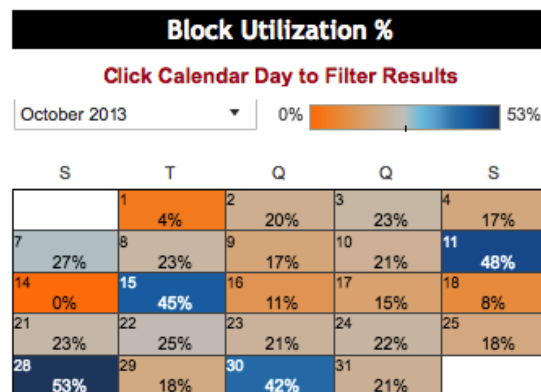
²⁰ *Electronic Medical Record*

²¹ *Key Performance Indicator*

A tabela é um elemento visual frequentemente utilizado para comunicar listas de informação quantitativa [37], inclusive no caso dos *dashboards*. Esta interage com o nosso sistema verbal, ou seja, o utilizador lê a tabela através das linhas e colunas procurando e comparando valores [36]. Por vezes, a interpretação da informação pode tornar-se difícil se a tabela não for complementada com outras técnicas visuais.

Uma técnica visual comumente utilizada para facilitar a leitura de tabelas é o *heatmap* (Figura 2.8). O *heatmap* é uma forma de visualizar dados em formato tabular, onde no lugar dos – ou em conjunto com – os números, aproveita-se as células para aplicar uma cor que transmita a magnitude relativa dos números. De forma a reduzir o processo mental durante a interpretação da tabela, pode aplicar-se uma saturação de cores, que permite fornecer dicas visuais e ajuda o utilizador a atingir mais rapidamente os possíveis pontos de interesse [6], [10], [36].

Figura 2.8 – Exemplo de uma tabela com *heatmap*

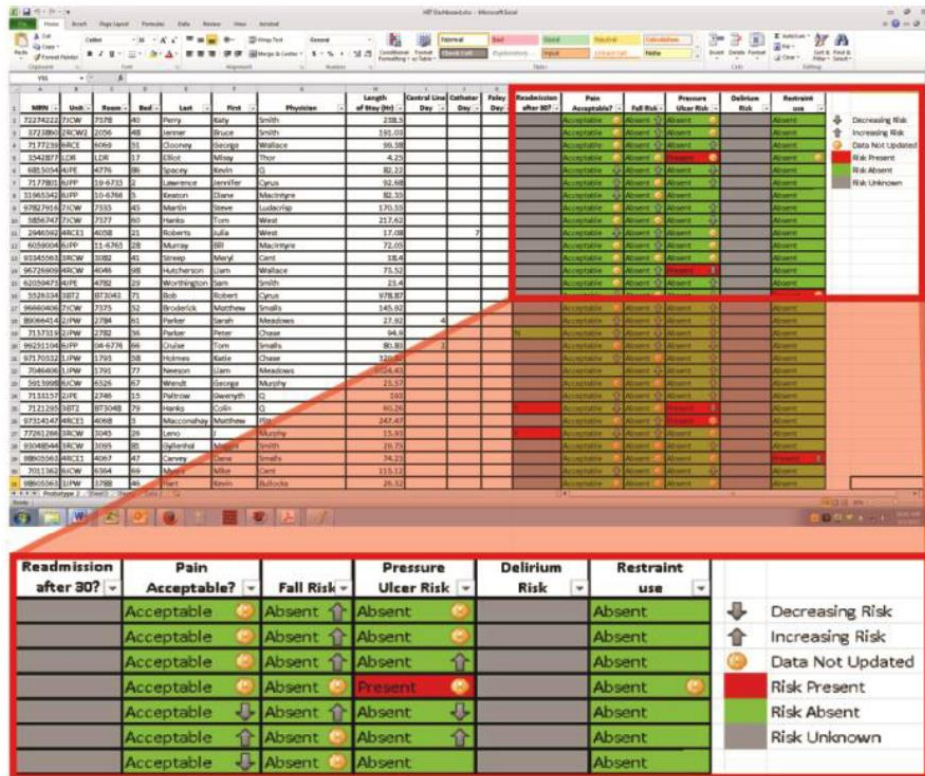


Fonte: <https://public.tableau.com/profile/dan2491#!/vizhome/HealthDataViz-ORBlockGanttChart/ORBlockUtilizationbyDay> (08-junho-2018)

Dowding *et al.* [11] relata que a maioria dos estudos avaliados na sua revisão de literatura usou listas de indicadores em tabelas com o canal visual da cor (Figura 2.9). Também diz que 9 dos 11 estudos apresentam informação aos utilizadores usando o canal visual da cor baseado no sistema de semáforos, onde o vermelho indica um estado que requer ação, e o verde indica que o estado está normal ou que nenhuma ação é necessária. Esta técnica é descrita na literatura como sendo comum para apresentar de uma forma geral as

informações de risco [11], [26] onde se reconhece que o sistema de semáforos é um método universalmente compreendido e eficaz para a comunicação da informação.

Figura 2.9 – Utilização do canal visual da cor em *dashboards*



Fonte: [21]

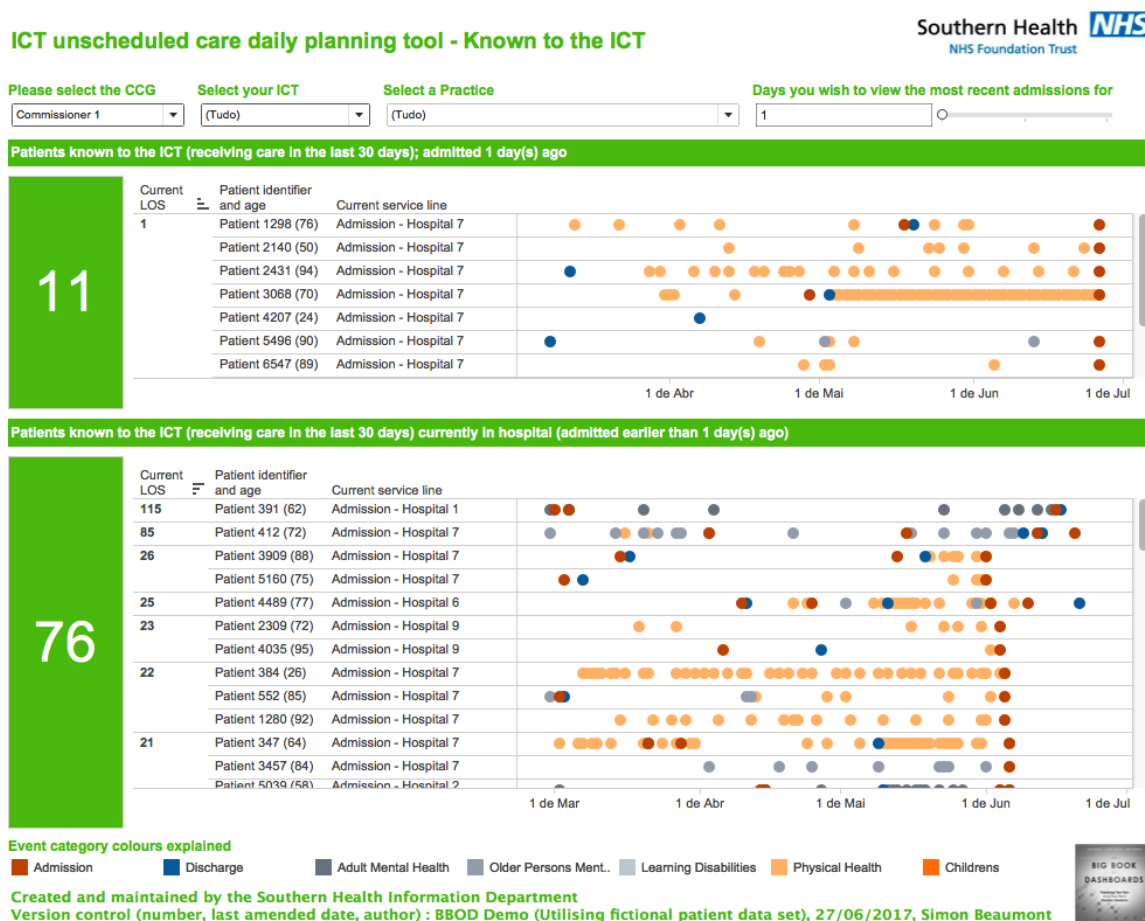
Nos cenários com um grande volume de dados não será fácil utilizar uma técnica de visualização única para transmitir os dados. Será necessário aplicar algum tipo de técnica de redução dimensional ou analítica aos dados antes de tentar criar a visualização. Deve-se reduzir a complexidade dos dados, mas continuar a captar as características essenciais destes [65]. Podem ser utilizadas técnicas como a segmentação, agrupamento, ou ainda regressão linear [66]. Resumir todas as informações importantes, mesmo visualmente, é uma tarefa praticamente impossível. Portanto, será sempre necessário tomar decisões sobre a prioridade da informação.

A utilização das técnicas de redução dimensional ou analítica [66], para uma melhor manipulação de dados não funciona em todas as situações, especialmente quando se fala de dados clínicos e em que cada evento registado pode ser vital para a decisão clínica. A

Figura 2.10 exemplifica um caso destes [60], em que é disponibilizado a informação completa – e não agregada – do histórico de utentes nas admissões.

A partir da utilização de várias técnicas visuais e interativas, este permite uma visão holística da história dos utentes. Para cada utente existe uma linha temporal no eixo horizontal em que cada evento é representado por um ponto. Cada ponto tem uma cor consoante a categoria do evento, e é possível interagir com os pontos a partir de uma ligação (*hyperlink*) que disponibiliza informação mais detalhada do evento.

Figura 2.10 – Análise do histórico do utente para admissões hospitalares



Fonte: [60]

Outras técnicas visuais importantes de mencionar são a utilização de indicadores chave no lado esquerdo e do conjunto de filtros disponíveis no topo. A escolha de colocar os indicadores de uma forma mais destacada indica que pretende-se que estes respondam a questões importantes; o topo é provavelmente o primeiro sítio que uma pessoa olha

quando começa a utilizar o *dashboard*, ou seja, a escolha de colocar os filtros no topo deve-se ao fato deste ser utilizado por várias equipas e estas necessitam de filtrar a informação quando o começarem a utilizar [60].

Outro aspeto importante a ter em conta e que deve ser evitado nos *dashboards* é a combinação de muitos gráficos em uma única página [10]. Isto pode levar a gerar confusão e dificultar a análise do utilizador. Se se colocar os gráficos em páginas diferentes e criar um sistema de navegação entre estas, pode levar a outro problema que é o de como integrar os gráficos internamente ou relacionar as diferentes medidas entre as páginas.

O desenho de *dashboards* não é uma tarefa simples. Few afirma que a maioria falha na comunicação eficiente e eficaz, não por causa da utilização de tecnologia não adequada, mas devido a uma má escolha no desenho da visualização da informação [10]. Estes são eficientes apenas se os entendermos a nível da perceção visual. Alguns erros comuns são a apresentação excessiva de detalhe ou precisão; má escolha da codificação; má codificação de dados quantitativos ou qualitativos; expressar medidas de forma errada; entre outros. Existe muita literatura a descrever técnicas e diretrizes que podem ser utilizadas durante o processo de desenho de um *dashboard*. A Tabela 2.2 lista as de maior relevo.

Tabela 2.2 – Técnicas e diretrizes que podem ser utilizadas durante o processo de desenho de um *dashboard*

Técnica / Diretriz	Objetivo	Referências
<i>Data-Ink Ratio</i>	Essencial para eliminar o ruído no processo de desenho.	[10], [37]
Ícones	Nos <i>dashboards</i> , os ícones mais úteis são aqueles que comunicam um estado de alerta, cima/baixo e ligado/desligado.	[6], [10], [44]
Escolha de cor apropriada e com significado	Usar cores com pouca saturação exceto quando se pretende identificar informação que requer atenção imediata.	[6], [10], [33], [37], [44], [60], [67]
Legibilidade da Tipografia	Nos gráficos, o foco deve estar nos dados e não na tipografia. Uma fraca tipografia atrai uma atenção indevida.	[10], [33], [44]
Legendas e etiquetas	Evitar colocar legendas/etiquetas longe da informação e estas não devem ser intrusivas.	[33], [37], [44]
Ordem/Hierarquia visual	Ter em conta o alinhamento, agrupamento, ordem dos elementos visuais e utilizar eficazmente o espaço em branco (<i>white space</i>) do <i>dashboard</i> .	[6], [33], [37], [44], [60], [68]
Contraste	O uso eficaz do contraste ajuda a focar a atenção.	[6], [37], [44], [60]
Interação	Implementação de interações para o ajuste dos dados (afeta que dados são mostrados) ou ajuste da apresentação (afeta como os dados são mostrados)	[6], [33], [40]

Durante a revisão de literatura efetuada para este trabalho, foram identificados 9 estudos sobre implementação de *dashboards* clínicos. A Tabela 2.3 descreve os métodos de avaliação e métricas de desempenho utilizados para cada estudo.

Tabela 2.3 – Métodos de avaliação e métricas de desempenho utilizados na implementação de *dashboards* clínicos

Estudo	Métodos de avaliação e métricas de desempenho
Lee <i>et al.</i> [19]	Questionários
Schall <i>et al.</i> [20]	TCT, TECT, PSSUQ ²² , SUS
Schall <i>et al.</i> [21]	Heurísticas, SUS
Croon <i>et al.</i> [22]	SUS, TCT, TECT, DPET, Framework de O’Leary [69]
Stadler <i>et al.</i> [4]	Métodos estatísticos para calcular ganhos de tempo
Dolan <i>et al.</i> [23]	Observação, TAAT, TCT, DPET, Questionários
LeRouge <i>et al.</i> [24]	Heurísticas
Hartzler <i>et al.</i> [28]	Orientação Cognitiva, Observação
Ratwani e Fong [70]	Grupos de Discussão
Legenda	
TCT – Tempo para Concluir uma Tarefa TAAT – Tempo necessário Antes de Atuar na Tarefa TECT – Taxa de Erro de Conclusão de uma Tarefa DPET – Dificuldade Percebida para Executar uma Tarefa	

2.3. Conclusão

A Figura 2.11 resume as quatro áreas de investigação essenciais para o trabalho relacionado com o desenvolvimento do modelo visual proposto.

Figura 2.11 – Áreas de investigação do trabalho relacionado



A VI é uma área multidisciplinar que vai buscar inspiração a outras tais como a interação humano-computador, psicologia ou desenho visual. Esta permite transformar dados,

²² Post-Study System Usability Questionnaire

informação e conhecimento, em representações visuais interativas e descobrir ligações ou padrões entre dados que antes não era possível perceber. Para entender como as visualizações funcionam é necessário responder a que informação o utilizador quer ver, porque é que este necessita de a usar e como é que este a visualizará. A avaliação da VI é extremamente complexa porque não só envolve a avaliação das visualizações, mas também a avaliação dos processos que a ferramenta suporta.

Os dados de saúde representam na maioria das vezes uma enorme quantidade de informação espalhada por várias fontes de dados e de várias áreas clínicas. Analisar um conjunto de variáveis que ultrapassam os limites da cognição humana pode levar os utilizadores a simplesmente ignorar ou interpretar incorretamente informações cruciais.

A VI tem um papel essencial neste aspeto e na área da saúde em geral. Esta disponibiliza ferramentas que permitem melhorar a produtividade, apoiar na vigilância e rastreamento geográfico de doenças, a triagem de registos médicos, a previsão de surtos, ou a descoberta de populações em risco. A avaliação das técnicas de visualização associadas à saúde é crucial para que não exista preocupações na área da usabilidade e segurança.

A utilização de *dashboards* apresenta-se como uma estratégia de exibição visual de informação com enorme potencial para a área clínica. Esta técnica é principalmente utilizada para reunir dados e fornecer informações úteis com o intuito de dar suporte à análise de informação e na tomada de decisão, e ajuda as pessoas a manterem uma consciência da situação. O desenho de *dashboards* não é uma tarefa simples e é necessário ter em conta vários aspetos durante a fase de idealização e desenho desta ferramenta.

O próximo capítulo introduz e descreve o modelo visual proposto para esta Dissertação.

3. Modelo Conceptual

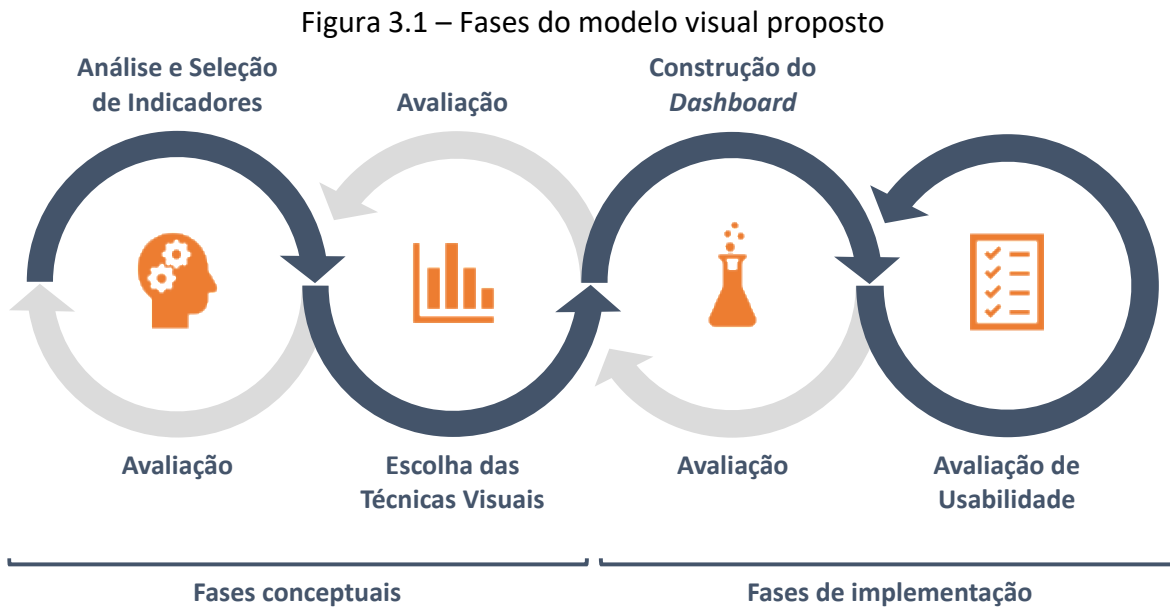
O principal contributo desta Dissertação é a proposta do desenvolvimento de um modelo visual conceptual para a análise, desenho e avaliação da técnica de exibição visual denominada de *dashboard* (painel de indicadores) com o intuito de permitir um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas). Pretende-se com este modelo descrever o conhecimento essencial sobre um conjunto de processos que são necessários para implementar *dashboards* com eficácia.

O modelo tem como objetivo avaliar se a técnica de exibição visual proposta permite aos profissionais de saúde compreenderem e melhorarem a sua produtividade, e ainda conseguirem o apoio necessário na execução das suas tarefas diárias. Outro ponto de interesse é aferir se os profissionais conseguem melhorar a capacidade de interagir e lidar com a complexidade dos dados clínicos de forma simples, interativa e intuitiva.

O modelo foca-se na análise e escolha da informação que o utilizador pretende visualizar, porque é que este necessita de a usar, como é que esta será visualizada, e em que momentos este avalia se o que está a visualizar faz sentido e efetivamente o ajuda. Os resultados de uma fase (*output*) são os requisitos essenciais (*input*) para o início da fase seguinte. É devido a este fluxo que o processo de avaliação é essencial e transversal em todas as fases deste modelo.

Este modelo tem uma abordagem centrada no utilizador. A primeira tarefa contextual do utilizador é considerar porque é que se está a desenvolver uma solução e qual é o seu objetivo. Para que a solução seja útil, o objetivo deve ser definido antes da fase de implementação, e as técnicas visuais que compõem a solução devem ser pensadas e desenvolvidas com esse objetivo em mente. O utilizador também é considerado peça-chave na idealização e desenvolvimento do *dashboard* e deve participar no desenho iterativo deste.

A Figura 3.1 ilustra as fases conceptuais e de implementação do modelo proposto e como o fluxo de trabalho entre estas se procede, tendo sempre em conta a forte componente de avaliação transversal em todo o modelo:



A fase de **Análise e Seleção de Indicadores** tem como objetivo investigar e aprender sobre o domínio do problema para o qual se pretende encontrar uma solução, e o resultado esperado é uma clara caracterização do fluxo de trabalho do domínio do problema. A de **Escolha das Técnicas Visuais** tem como objetivo chegar a um conjunto de operações e tipos de dados abstratos que depois possam ser utilizados na codificação visual e no desenho de interações. A fase de **Construção do Dashboard** passa por idealizar e desenvolver um protótipo para que se possa consolidar e organizar as técnicas visuais definidas anteriormente. Por fim, a de **Avaliação de Usabilidade** garante que o protótipo desenvolvido esteja conforme o esperado, que cumpra com os requisitos definidos anteriormente e consiga transmitir eficientemente a informação desejada. As últimas duas são fases de implementação com base no modelo conceptual e encontram-se descritas no capítulo 4.

É importante definir o vocabulário que será utilizado neste modelo. Munzner constata que a palavra *tarefa* está profundamente sobrecarregada na literatura sobre VI [32]. Utilizando

o vocabulário definido por esta no seu modelo²³, e outro definido especificamente para este trabalho, apresentam-se os seguintes conceitos:

- **Problema ou Objetivo** denota uma tarefa descrita a nível do domínio;
- **Operação** descreve tarefas a um nível abstrato;
- **Tarefa** representa aspetos que cruzam os vários níveis ou uma ação – ou conjunto de ações – efetuada por utilizadores durante os testes;
- **Idioma** é uma possível abordagem para decidir como será criada e manipulada a representação visual dos dados e tarefas abstratas;
- **Sistema de Visualização (SV)** é composto pelo *dashboard* – codificações visuais e interações – e as funcionalidades que este disponibiliza;
- **Indicador** representa a informação – ou conjunto de informações – associada a um tema específico que se pretende incluir no *dashboard*;
- **Cenário** é constituído por um conjunto de tarefas a serem executadas de forma estruturada.

Encontra-se no Anexo B um diagrama global dos processos, métodos de avaliação, resultados e metodologias usadas, das fases constituintes do modelo visual proposto.

As próximas secções deste capítulo descrevem em pormenor o objetivo de cada uma das fases conceptuais que constituem o modelo, as metodologias que devem ser implementadas em cada um dos processos constituintes da fase, e os cuidados necessários para a realização de uma avaliação eficiente. Também detalham a aplicação prática necessária para o desenvolvimento do protótipo funcional e respetiva avaliação.

3.1. Análise e Seleção de Indicadores

É fundamental investigar e aprender sobre o domínio do problema para o qual se pretende encontrar uma solução. É essencial ter conhecimento das práticas, necessidades,

²³ A *Nested Model for Visualization Design and Validation*

problemas e requisitos dos utilizadores nesse domínio, a fim de descobrir se e como o SV permite o conhecimento e a descoberta de informação [35].

Esta fase está dividida em quatro processos (Figura 3.2): Análise do problema; Seleção de indicadores; Definição das métricas de avaliação; e Avaliação. Os três primeiros são sequenciais e o quarto ocorre em paralelo com os outros. Este conjunto de processos deve repetir-se as vezes que forem necessárias até estar concluída esta fase.

Figura 3.2 – Processos da fase de análise e seleção de indicadores



Sedlmair, Meyer e Munzner identificaram alguns perigos que podem surgir desta fase de descoberta e análise [35]. Estes não recomendam que o foco seja apenas nas partes problemáticas do fluxo de trabalho ignorando os aspetos bem-sucedidos que funcionam. Também alertam para o fato de que tipicamente o método de entrevista não é suficiente nesta fase de análise e que também deve ser utilizado, sempre que possível, o método de observação. Outro perigo que pode surgir é permitir que durante as entrevistas os utilizadores concentrem as conversas na sua visão de possíveis soluções de visualização, em vez de explicarem os seus problemas [35].

A tarefa de escolher que informação deverá estar presente no *dashboard* não é fácil. Alguma pode ser extremamente importante, outra provavelmente será útil, mas muita é apenas ruído que dificulta a comunicação e complica a compreensão do conhecimento e consequente tomada de decisão. A quantidade de dados clínicos disponíveis é de tal forma gigantesca que é tentador mostrar o máximo que se conseguir. A escolha deve ser baseada nos objetivos definidos pelo grupo de discussão.

O processo de avaliação é importante em todas as fases deste modelo. Deve ser uma constante a avaliação e validação das decisões tomadas pelo grupo de discussão.

3.1.1. Análise do problema e seleção de indicadores

Segundo Iliinsky e Steele [71], o objetivo, ou conjunto de objetivos, devem ser definidos em função das necessidades e motivações dos seus utilizadores finais. Estes devem ser expressos em termos de conhecimento que pode ser obtido a partir das técnicas visuais desenvolvidas e evitar referências a conteúdos ou implementações específicas. É essencial determinar que conhecimento será visualizado e porquê, e não como este será estruturado.

Enquadrando estes processos no modelo²⁴ de Munzner [6, p. 67], estamos no nível de “Domínio da situação” onde se deve considerar os detalhes de um domínio de aplicação específico para visualização. A este nível requer-se que se tenha conhecimento dos problemas, tarefas e dados dos utilizadores que representam um determinado domínio. E o resultado esperado para esta fase é uma clara caracterização do fluxo de trabalho do domínio da situação que na maioria das vezes é representado por um conjunto detalhado de perguntas ou ações realizadas pelos utilizadores alvo [32].

O principal contributo deste trabalho é que o modelo visual desenvolvido permita um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro, ou seja, que a técnica de visualização escolhida – o *dashboard* – possa disponibilizar informação proveniente de várias áreas clínicas. Com isto em mente, deve-se ter em conta três tipos de *dashboards* operacional, tático e estratégico [26]. A identificação dos problemas que se pretendem solucionar devem ser claros e ter em conta as características de cada tipo, ou seja, se se pretende por exemplo consolidar e gerir fluxos de trabalho, avaliação urgente de casos, vigilância de casos, descobrir tendências, padrões ou anomalias.

É importante que seja criado um grupo de trabalho constituído por profissionais de saúde de várias áreas e que sejam estes, em conjunto, a analisar e selecionar os indicadores que constituirão o *dashboard*. O método escolhido para a análise e seleção de indicadores é o grupo de discussão (*focus group*) [30], [72], [73]. Segundo Preece, Rogers e Sharp, o

²⁴ *Nested Model*

número de participantes do grupo de discussão deve variar entre 3 a 10 [73]. Existem outras opiniões que são descritas no trabalho de Silva, Veloso e Keating [30]. Interessa é que este número seja definido conforme a situação e deve ser uma amostra representativa do público alvo do SV que se pretende implementar. Em situações que existam vários públicos alvo devem ser constituídos vários grupos de discussão.

O grupo de discussão foi constituído por 5 elementos: 1 técnico superior da área de informática da equipa de implementação de projetos (EIP); 1 farmacêutico do Serviço de Farmácia (SF); 1 farmacêutica do Serviço de Patologia Clínica (SPC); e 2 enfermeiras da Comissão de Controlo de Infeção e de Antibióticos (CCIA). A Tabela 3.1 apresenta a caracterização da amostra do grupo.

Tabela 3.1 – Caracterização da amostra do grupo de discussão

Variável	Número (Percentagem)	
Sexo	Feminino	3 (60%)
	Masculino	2 (40%)
Idade (anos)	18 a 24	0 (0%)
	25 a 34	2 (40%)
	35 a 44	2 (40%)
	45 a 54	0 (0%)
	55 ou mais	1 (20%)
Anos de Serviço na Instituição	< 5	2 (40%)
	5 a 14	1 (20%)
	15 a 24	2 (40%)
	25 a 34	0 (0%)
	35 ou mais	0 (0%)
Categorial Profissional	Enfermeiro	2 (40%)
	Farmacêutico	2 (40%)
	Técnico Superior	1 (20%)

Foi utilizado o guia de entrevista (Anexo C) desenvolvido especificamente para esta fase do modelo. Antes de se iniciar a entrevista, houve uma conversa informal com as enfermeiras da CCIA em que foi pedido para ser discutido o tema das infeções hospitalares. A entrevista teve a duração de 1h20m.

Utilizou-se as orientações de Preece, Rogers e Sharp [73] para a implementação e respetivo tratamento das entrevistas. De seguida, apresentam-se algumas das orientações que foram tidas em conta:

- Utilizar um guia semiestruturado para a entrevista, mas ser o suficientemente flexível para permitir seguir questões imprevistas à medida que são levantadas;
- O entrevistador deve explicar o objetivo da entrevista, como esta se irá proceder e se existe algum inconveniente com os métodos utilizados para a gravar;
- A entrevista deve ser gravada (áudio e/ou vídeo) para posterior análise. O entrevistador, sempre que seja possível, deve fazer notas. As gravações de áudio devem ser transcritas para uma melhor análise;
- Em entrevistas exploratórias as questões do tipo aberta são as mais indicadas;
- As questões devem ser curtas, diretas e neutras, sem vocabulário técnico que possa prejudicar a compreensão do entrevistado;
- As questões apresentadas devem apresentar uma ordem lógica.

Como já estava identificado o tema a ser discutido, foi pedido a uma das enfermeiras para iniciar com a descrição do problema para o qual se pretendia encontrar solução. A partir daqui a conversa procedeu-se de forma exploratória em que o grupo de discussão conversou entre si e o entrevistador ia questionando as situações apresentadas. Durante a entrevista ficou claro que existem duas situações de identificação de infeção hospitalar 1) do utente internado e 2) do utente que é admitido na urgência e não estava identificado como tendo uma infeção hospitalar. Após decisão do grupo foi determinado que o foco seria no 2) porque o fluxo de trabalho atual deste é incoerente e não permite a constante monitorização das admissões pela CCIA.

Após o término da entrevista, e para que fosse feito a análise qualitativa desta, foi necessário transcrever a gravação de áudio. A metodologia para a análise qualitativa seguiu as orientações de [73]. Foi criado uma tabela com a informação gerada, separada por elementos, anonimizada e categorizada num esquema baseado em questões e definido em conformidade com o que se pretende para esta fase. A tabela completa que lista as categorias e os elementos identificados na transcrição encontra-se no Anexo F.

Um dos sete cenários definidos por Lam *et al.* no seu estudo sobre a avaliação de VI é “Entendendo Ambientes e Práticas de Trabalho”²⁵ (UWP) e foi utilizado como referência para a avaliação das decisões do grupo de discussão [31]. As avaliações no cenário UWP são essenciais para descobrir os requisitos formais para o desenho das técnicas visuais. O objetivo desta avaliação é no sentido de compreender o trabalho, a análise ou práticas de processamento de informações por um grupo de utilizadores específico, e tem como resultado final implicações de desenho baseadas em uma compreensão mais abstrata dos fluxos e práticas de trabalho atuais e das condições do ambiente de trabalho [31].

Com base no cenário UWP de Lam *et al.* [31], e seguindo as orientações de [73], foi criada uma lista de controlo de questões chave e de fator avaliatório, e que foram respondidas no final da análise das entrevistas por forma a validar a aceitação desta fase. Confrontando a tabela do Anexo F com a lista de controlo foi possível chegar às seguintes conclusões que são descritas de seguida:

Foi determinado que conhecimento será visualizado e porquê? Sim. Pretende-se efetuar a vigilância epidemiológica de casos de infeção hospitalar, monitorizando os eventos de admissão de consulta, urgência e internamento, e ainda a prescrição de antibióticos e realização de análises laboratoriais durante os eventos de internamento.

Existe uma clara caracterização do fluxo de trabalho do domínio da situação? Sim.

Existem aspetos positivos no funcionamento atual deste processo? Não. Atualmente este é inconsistente, acontece esporadicamente e não permite a validação do processo em termos de metodologia de investigação por parte da CCIA.

Identificou-se que dados são utilizados atualmente e que tarefas e/ou operações são executadas nestes? Sim. Esporadicamente, durante a hora de trabalho, é verificado no processo clínico de todos os utentes presentes no Serviço de Urgência naquele momento se existem internamentos recentes que possa ter sido identificado uma infeção hospitalar.

²⁵ Tradução livre do autor. No original “*Understanding Environments and Work Practices*”

Existem SV atualmente em uso? Ajudam a resolver os problemas atuais? Não.

Os indicadores são considerados críticos e passível de serem avaliados com uma métrica?

Sim. Será avaliado o tempo que demora a efetuar a tarefa.

Existem padrões regulatórios ou restrições necessárias para validar a solução? Sim, mas serão avaliados manualmente pela equipa do CCIA. O acesso automatizado a resultados laboratoriais não será disponibilizado no protótipo porque implica custos para o Hospital.

Foram definidos os cenários de teste? Não de forma direta. Serão definidos indiretamente a partir da tabela completa que lista as categorias e os elementos identificados na transcrição da entrevista.

Foram definidos os métodos de avaliação, como serão implementados e quando? Sim. Deve ser desenvolvido um protótipo para testar e ajudar a avaliar se a solução apresentada efetivamente melhora o processo atual.

Foi definido o contexto de utilização das visualizações? Sim. A solução deve estar disponível para consulta diária por parte da equipa da CCIA, e sempre com a informação atualizada. Após a identificação visual de potenciais casos de infeção hospitalar a partir das admissões ao Serviço de Urgência, dar-se-á início ao processo de averiguação e validação do caso por parte da CCIA.

Foi definido em que atividades diárias o SV deve ser integrado? Sim. A solução fará parte da tarefa de monitorização das infeções hospitalares. Também irá permitir, além das infeções, perceber o volume de doentes com readmissões aos internamentos e urgências.

Foi definido que tipo de análise o SV deve suportar? Sim. Pretende-se que a solução possibilite a monitorização visual das admissões ao Serviço de Urgência das últimas 24 horas. A solução deve apresentar todas as admissões ao Serviço de Urgência, internamento e efetivações de consultas, desde o dia atual até aos últimos 3 meses, com possibilidade de filtrar por tipo de admissão e espaço temporal.

Com as conclusões descritas anteriormente e com o descrito na tabela do Anexo F, definiu-se os seguintes indicadores e requisitos funcionais que constituem o protótipo que será criado e avaliado:

- **Indicadores**

IND-1. Visualizar todas as admissões ao Serviço de Urgência, internamentos e as efetivações da Consulta Externa dos últimos 3 meses para identificar potenciais casos de infecção hospitalar;

IND-2. Saber a média dos dias de internamento para o espaço temporal escolhido (por serviço de internamento);

IND-3. Conhecer quais os antibióticos mais utilizados por serviço de internamento;

IND-4. Ter uma visão geral das admissões ao Serviço de Urgência (total; por triagem; por causa);

IND-5. Identificar casos de reinternamento (visão geral, por serviço).

- **Requisitos funcionais**

- Filtros por tipo de admissão e espaço temporal;
- Filtrar o Serviço de Urgência por triagem e causa;
- A lista de utentes que será visualizada para identificar potenciais casos de infecção hospitalar é constituída pelos utentes que foram, no momento do acesso ao SV, admitidos no Serviço de Urgência nas últimas 24 horas;
- Informação deve estar atualizada quando o utilizador acede ao *dashboard*.

3.1.2. Definição das métricas de avaliação

A seleção dos tipos de indicadores que compõem o *dashboard* é importante e afeta a definição das métricas de avaliação. Dependendo da situação e da área clínica é necessário determinar se o indicador é considerado crítico e passível de ser avaliado com uma métrica. Além destas métricas, e quando se justificar, outras devem ser identificadas e definidas a partir de padrões regulatórios necessários para acreditar e/ou certificar o *dashboard* [26].

Deve ser o grupo de discussão a determinar e validar que indicadores serão medidos. Sempre que possível esta definição deverá ter em conta a comparação entre o “antes” e o “depois” de cada indicador. Também deverá ser o grupo a definir quais os cenários a serem testados durante as sessões de testes com cenários e, quando necessário, escolher quais os métodos de avaliação adequados, como serão implementados e quando.

Avaliando as respostas dadas na lista de controlo da secção anterior, cruzando essa informação com a tabela do Anexo F, e com a lista de indicadores, foi possível definir as métricas de avaliação descritas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Métricas de avaliação definidas pelo grupo de discussão

Métrica de Avaliação (MA-1)	
Conseguir identificar os potenciais casos de infeção hospitalar a partir do Serviço de Urgência.	
Antes	Inconsistente. O processo de identificação acontece esporadicamente algumas vezes ao dia e visualizando apenas as admissões ao Serviço de Urgência no período de acesso.
Depois	Visão completa e sempre disponível do Serviço de Urgência nos últimos 3 meses (dependendo do filtro aplicado).
Indicadores	IND-1
Métrica de Avaliação (MA-2)	
Tempo que demora a efetuar uma tarefa. Esta métrica será aplicada a todas as tarefas dos cenários.	
Antes	Não se aplica.
Depois	Avaliado consoante a tarefa.
Indicadores	Em todos os indicadores
Métrica de Avaliação (MA-3)	
Conseguir identificar casos de reinternamento.	
Antes	Depende do tempo que o Serviço de Estatística demora a produzir a informação. Nunca será menos que 1 hora.
Depois	Identificação imediata dos casos.
Indicadores	IND-1 e IND-5

3.2. Escolha das Técnicas Visuais

Esta fase pode ser dividida em 3 processos (Figura 3.3): Abstração de dados e definição de operações; Idioma de codificação visual e de interação; e Avaliação. Os dois primeiros são sequenciais e o terceiro ocorre em paralelo com os outros. Este conjunto de processos deve repetir-se as vezes que forem necessárias até estar concluída esta fase.

Figura 3.3 – Processos da fase de escolha das técnicas visuais



A abstração de dados e consequente definição de operações são dois processos utilizados para desconstruir problemas e mapeá-los de um vocabulário próprio do domínio da situação para um vocabulário do domínio das ciências da computação [32]. O objetivo é chegar a um conjunto de operações e tipos de dados abstratos que depois possam ser utilizados na codificação visual e no desenho de interações.

Após a abstração dos dados e das operações, inicia-se o processo da escolha do idioma de codificação visual e de interação. Este é composto por duas componentes chave: o idioma da codificação visual que controla o que o utilizador vê; e o idioma da interação que controla como o utilizador manipula aquilo que vê. O resultado deste processo é um bloco de idiomas que compõem as decisões tomadas para cada um dos componentes. As decisões tomadas devem ser baseadas na compreensão das habilidades humanas, especialmente em termos de percepção visual e memória [6].

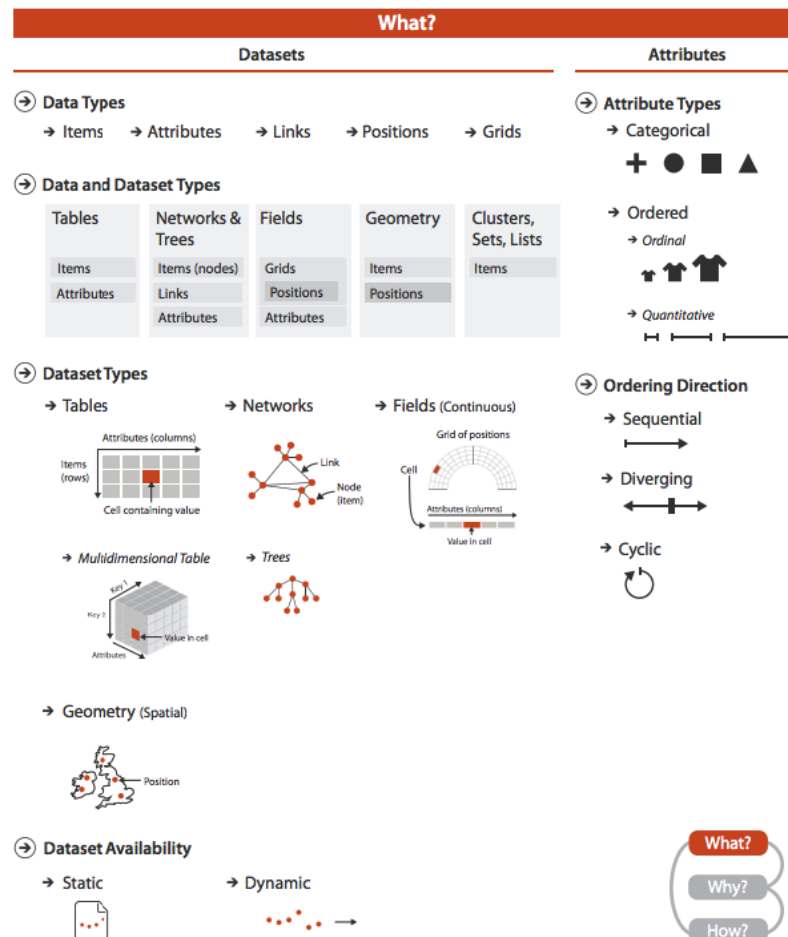
Munzner afirma que uma forma de avaliar se o SV está conforme o desejado é justificar as escolhas do desenho com os princípios de percepção visual e cognição [32]. No processo de avaliação da escolha da visualização adequada para cada um dos indicadores, utilizou-se os trabalhos de Munzner [32] e de Kirk [33].

3.2.1. Abstração de dados e definição de operações

Existe alguma literatura que aborda a abstração de operações [74]–[78], porém para o desenvolvimento deste modelo será utilizado o trabalho de Munzner já que este apresenta uma aceitação bastante considerável a nível científico²⁶ [6]. Este processo foca-se no “o quê” (abstração de dados) e no “porquê” (definição de operações).

A Figura 3.4 mostra os tipos de abstração do que podem ser visualizados (dados, conjuntos de dados e atributos). Será esta a classificação utilizada durante este processo.

Figura 3.4 – O que pode ser visualizado: dados, conjuntos de dados e atributos



Fonte: [6]

²⁶ https://scholar.google.pt/scholar?cites=10601963828344753381&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=pt-PT (14-julho-2018)

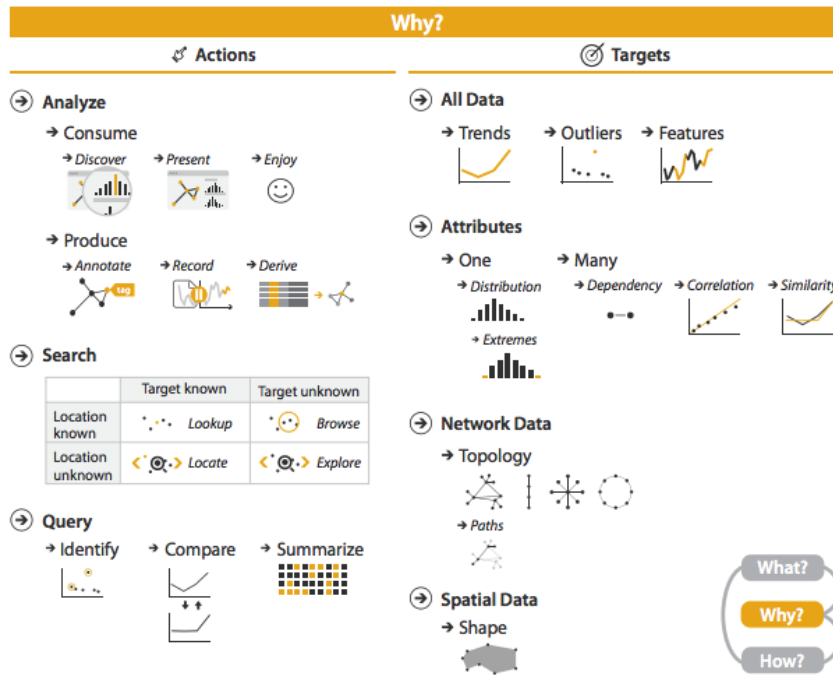
A abstração passa, em parte, pela obtenção, identificação e transformação dos dados originais (*raw data*)²⁷ em conjuntos de dados (*datasets*) que possam ser utilizados pelas técnicas visuais. O objetivo é encontrar o tipo correto de dado para que a visualização possa tratar do problema em questão e, que muitas vezes, requer a transformação dos dados originais em outro tipo de dado [32]. É comum efetuar transformações em dados, como por exemplo, transformar dados quantitativos em dados categóricos ou ordenados.

Um ponto-chave neste processo é a compreensão dos diferentes tipos de dados e o impacto que a sua definição tem para determinar o tipo de análise exploratória que se pode fazer sobre os dados, o tipo específico de técnica visual que se pode utilizar ou ainda a escolha de cores e decisões de esquema relacionadas com a composição final [33]. Outro ponto importante é a determinação da semântica dos dados. Para o desenvolvimento e/ou utilização de técnicas visuais é necessário perceber-se que tipo de dados existem, que tipo de informação ou significado é possível retirar destes ou ainda quais os conceitos de alto nível que permitirão dividir os conjuntos de dados em partes mais gerais e úteis [6].

Transformar as descrições das tarefas de uma linguagem associada ao domínio de situação para um nível abstrato permite raciocinar acerca das semelhanças e diferenças entre estas [6]. A Figura 3.5 representa o sistema utilizado por Munzner e que reparte a abstração de operações em ações e nos objetivos pelo qual a técnica visual está a ser utilizada.

²⁷ Considera-se como dados originais os dados obtidos que ainda não foram estatisticamente e/ou matematicamente manipulados e que ainda não foram alterados por nenhum processo.

Figura 3.5 – Como se utiliza as visualizações em termos de ações e objetivos



Fonte: [6]

As ações são divididas em três níveis: ações de alto nível representam a análise; as de médio nível estão relacionadas com a pesquisa; e as de baixo nível centram-se na questão. Munzner afirma que um ponto importante na análise da tarefa é perceber “se” e “como” se pode transformar, através de derivação, os dados originais em dados novos. Ou seja, se a abstração da tarefa pode e deve guiar a abstração dos dados [6].

Na fase anterior do modelo, o grupo de discussão definiu 5 indicadores essenciais e que devem fazer parte do *dashboard*. O próximo passo é efetuar uma análise inicial destes indicadores para que se consiga executar o processo de abstração dos dados e a definição de operações que devem ser realizadas sobre estes. Um resumo deste processo encontra-se na Tabela 3.3 das conclusões (secção 3.3) deste capítulo.

IND-1 – Visualizar todas as admissões ao Serviço de Urgência, internamentos e as efetivações da Consulta Externa dos últimos 3 meses para identificar potenciais casos de infecção hospitalar.

Um dos requisitos funcionais definidos pelo grupo está relacionado com este indicador. É indicado que a lista de utentes que será visualizada para identificar potenciais casos de infecção hospitalar deve ser constituída pelos utentes que foram, no momento de acesso ao SV, admitidos no Serviço de Urgência nas últimas 24 horas. Portanto, temos uma lista de utentes em que será necessário relacioná-los, ao longo do tempo, com eventos de vários tipos de admissão.

Essencialmente, o que se pretende é um meio para visualizar eventos clínicos (dados numéricos e categóricos) de vários utentes em simultâneo, usando diferentes atributos gráficos, como por exemplo, cores, linhas e formas que descrevem os eventos do utente num estilo de linha de tempo (*timeline*) em que o tempo é representado no eixo horizontal e os eventos são listados verticalmente. Também deve possibilitar aceder aos detalhes de cada um dos eventos.

IND-2 – Saber a média dos dias de internamento para o espaço temporal escolhido (por serviço de internamento).

O intuito deste indicador é apresentar as médias dos dias de internamento e compará-las entre serviços. Para que isto aconteça será necessário derivar o conjunto de dados para que seja feito o cálculo da média, por mês, para cada serviço. De forma a encontrar um ponto comum para comparação dos meses de um serviço específico, também será calculado a média de dias de internamento do conjunto de todos os meses.

A nível de atributos, temos o serviço de internamento como um atributo categórico e que será relacionado com um atributo quantitativo calculado (a média dos dias) e um atributo quantitativa ordenado (os meses).

IND-3 – Conhecer quais os antibióticos mais utilizados por serviço de internamento.

Para este indicador pretende-se listar os antibióticos mais utilizados de cada um dos serviços de internamento, ou seja, derivar a informação disponível sobre a prescrição dos antibióticos para evidenciar uma relação quantitativa entre dois atributos categóricos (antibiótico e serviço de internamento).

O resultado da distribuição desta contabilização pela lista de antibióticos, terá de ser evidenciada de alguma forma. Uma hipótese é utilizar o canal da cor aplicando a técnica de saturação que ajuda reduzir o processo mental durante a interpretação. A técnica fornece dicas visuais e ajuda o utilizador a atingir mais rapidamente os possíveis pontos de interesse [6], [10], [36].

IND-4 – Ter uma visão geral das admissões ao Serviço de Urgência (total; por triagem; por causa).

O Serviço de Urgência (SU) é o ponto de entrada de um hospital para situações não programadas e que requerem atenção imediata. Um claro conhecimento de como funciona e qual o estado da produção do serviço é essencial para uma boa gestão deste. O hospital onde foi desenvolvido este trabalho utiliza o Sistema de Triagem de Manchester (STM)²⁸.

O grupo de discussão pretende obter uma visão geral das admissões ao SU, visualizando o total de admissões num determinado espaço temporal e, dessas admissões, contabilizar e categorizar em função do STM. Como um extra, também se pretende categorizar as admissões por causa. Analisando estes fatos é possível concluir que existem dois atributos categóricos (STM e causa da admissão) e dois atributos quantitativos (total de admissões e data). O objetivo principal será possibilitar a comparação dos atributos categóricos por forma a possibilitar a identificação de tendências e casos especiais.

²⁸ http://www.grupoportuguestriagem.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=110
[03-agosto-2018]

IND-5 – Identificar casos de reinternamento.

A problemática dos reinternamentos é um importante tema na área da saúde. A questão foca-se essencialmente nos custos diretos e indiretos associados aos reinternamentos que poderiam ser evitáveis, e na qualidade dos cuidados de saúde hospitalares. Uma correta identificação deste caso é essencial para o estudo de potenciais casos de infeção hospitalar.

O que se pretende visualizar é uma lista de utentes que num determinado espaço temporal tiveram mais do que um internamento, e que também seja possível representar o número de dias do internamento em questão. Também será importante categorizar os diversos serviços de internamento.

Após concluída a análise inicial de cada um dos indicadores, e aplicando o processo de Munzner [6], executou-se os processos de abstração dos dados e a definição de operações dos indicadores definidos pelo grupo de discussão. O resultado destes processos encontra-se na Tabela 3.3 das conclusões (secção 3.3) deste capítulo.

3.2.2. Idioma de codificação visual e de interação

O desenho de visualizações tem uma enorme relação com a perceção visual e a cognição. O trabalho de Ware é essencial nesta relação e foi considerado os seguintes aspetos para o desenvolvimento do modelo: os limites da memória de trabalho; codificação de dados para uma rápida perceção; e os princípios de Gestalt para a perceção visual [43].

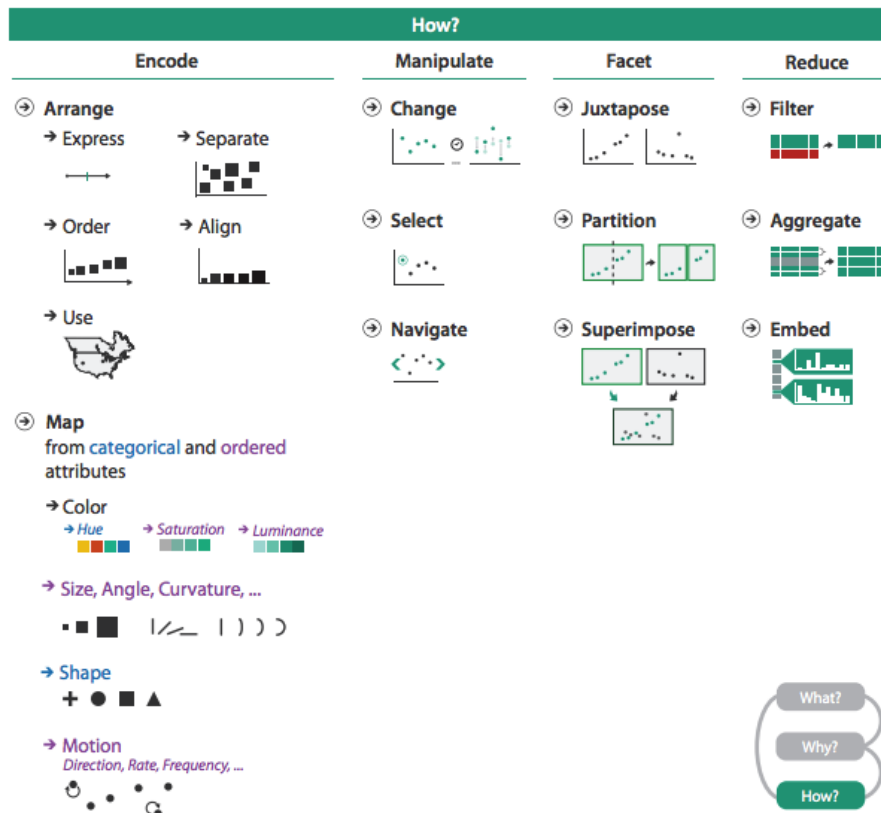
A incorporação de interações, nas circunstâncias certas, oferece muitas vantagens no desenho de visualizações. Esta expande os limites físicos do que se pode visualizar num determinado espaço; aumenta a quantidade e amplia a variedade de ângulos de pesquisa para servir diferentes curiosidades; facilita a manipulação dos dados; aumenta o controlo geral e potencializa a customização da experiência [33].

Existem muitas opções quando se trata de considerar possíveis recursos para o desenho de interações. Para este modelo será utilizado a proposta de Kirk que organiza os recursos em dois grupos principais: ajustamento de dados que afeta que dados são visualizados; e

ajustamento de apresentação que afeta como é que esses dados são visualizados [33]. Também foi utilizada a taxonomia de Shneiderman (*Visual Information Seeking Mantra*) no desenho de interações [3].

Baseando-se novamente no sistema utilizado por Munzner [6], a Figura 3.6 identifica como é que um idioma pode ser construído a partir de um conjunto de escolhas de desenho. Este sistema está dividido em quatro grandes classes: Codificar; Manipular; Facetar; Reduzir²⁹.

Figura 3.6 – Como codificar e interagir com visualizações



Fonte: [6]

Voltando novamente aos indicadores definidos pelo grupo de discussão, o próximo passo é, novamente, efetuar uma análise inicial antes do processo da escolha dos idiomas de codificação e de interação. Um resumo deste processo encontra-se na Tabela 3.3 das conclusões (secção 3.3) deste capítulo.

²⁹ Tradução livre do autor. No original "Encode; Manipulate; Facet; Reduce"

IND-1 – Visualizar todas as admissões ao Serviço de Urgência, internamentos e as efetivações da Consulta Externa dos últimos 3 meses para identificar potenciais casos de infecção hospitalar.

O tipo de situação que se pretende representar visualmente é muito conhecida na literatura da VI relacionada com a saúde [2], [13]–[15], [17], [22], [27], [31]. A codificação visual criada para este indicador terá como base o sistema LifeLines desenvolvido por Plaisant *et al.* [55]. De uma forma simples, foi escolhido um gráfico de pontos ordenados ao longo do tempo. Dependendo da forma como forem implementadas as várias codificações visuais que compõem este indicador, também o podemos considerar como sendo um gráfico de instância³⁰ [33, p. 200].

Cada ponto do gráfico representa um evento que deve ser diferenciado conforme o tipo de admissão (urgência, internamento, consulta). Estes devem ser diferenciados utilizando o canal da cor e forma, sendo que a forma é um complemento à cor. Para os casos que se prolongam por mais de 1 dia, os pontos da admissão e da alta do evento devem ser unidos pela marca linha por forma a demonstrar uma continuidade do evento ao longo do tempo.

IND-2 – Saber a média dos dias de internamento para o espaço temporal escolhido (por serviço de internamento).

Pretende-se visualizar um atributo quantitativo (média de dias) associado a um atributo categórico (serviço de internamento) e posicionado ao longo de um eixo horizontal com outro atributo quantitativo (o tempo). A escolha da codificação visual recai sobre o gráfico de pontos e linhas porque é uma das melhores formas para visualizar tendências ao longo do tempo [33, p. 191]. Cada ponto do gráfico representa a média de dias de internamento num determinado mês, e a linha que liga cada um dos pontos servirá para evidenciar a tendência ao longo dos meses.

O espaço disponível para visualizar este idioma é um fator crucial quando se fala em *dashboards*. Para resolver esta questão do espaço, será utilizada uma variação da

³⁰ Tradução livre do autor. No original “*Instance Chart*”. Também conhecido por “*Milestone map, barcode chart, strip plot*”

codificação visual escolhida chamada de *sparklines* e frequentemente utilizada nos *dashboards* [10, p. 159]. Esta variação será essencial para separar os serviços de internamento em vários gráficos aumentando a legibilidade de leitura da informação. Também será necessário ter atenção para alinhar (sincronizar) os gráficos no mesmo eixo horizontal porque facilita a visualização temporal das relações entre as médias de cada serviço.

IND-3 – Conhecer quais os antibióticos mais utilizados por serviço de internamento.

Para este indicador será utilizado uma tabela com os antibióticos (linhas) e os serviços de internamento (colunas), com o total de utilização em percentagem evidenciado pelo canal da cor e saturação para transmitir a magnitude relativa do valor quantitativo. O nome frequentemente utilizado para esta codificação visual de evidenciação é mapa de calor³¹ [33, p. 186]. Esta é utilizada para mostrar valores quantitativos como resultado da relação entre dois atributos categóricos e vem facilitar a interpretação da informação.

A tabela é um elemento visual frequentemente utilizado para comunicar listas de informação quantitativa [37], inclusive no caso dos *dashboards*. Esta interage com o nosso sistema verbal, ou seja, o utilizador lê a tabela através das linhas e colunas procurando e comparando valores [36]. A tabela deve ser manipulável através de filtros dos atributos categóricos. Também deve ser possível, ao selecionar cada célula da tabela, mostrar informação extra disponível no conjunto de dados sobre a relação em questão.

IND-4 – Ter uma visão geral das admissões ao Serviço de Urgência (total; por triagem; por causa).

Este indicador tem duas partes: os totais das admissões categorizadas por triagem; e os totais das admissões categorizadas por causa. Para tornar a visualização deste indicador mais simples e intuitiva decidiu-se separar o indicador em duas visualizações. Também está definido que o importante é ver a informação para um determinado período temporal e não a comparação entre períodos.

³¹ Tradução livre do autor. No original "*Heat Map*". Também conhecido por "*Matrix chart, Mosaic plot*"

A codificação visual escolhida para as duas visualizações foi o gráfico de barras [33, p. 161]. O gráfico é ideal para representar os valores quantitativos de cada um dos atributos categóricos (triagem e causa). Neste caso, e como a descrição dos atributos categóricos é longa, optou-se por dispor as barras no eixo vertical e os valores quantitativos no eixo horizontal. Ao selecionar uma barra do gráfico deve ser possível visualizar informação extra, e os dois gráficos devem ser controlados simultaneamente por um filtro onde é possível mudar o espaço temporal.

IND-5 – Identificar casos de reinternamento.

Para este indicador será utilizado novamente uma codificação visual baseada no sistema LifeLines desenvolvido por Plaisant *et al.* [55]. Será utilizado um gráfico de pontos ordenados temporalmente ao longo do eixo horizontal.

Deverá existir um ponto a representar a admissão do internamento e um ponto para a alta, que depois devem ser conectados por uma linha para visualmente indicar a duração do internamento. O canal da cor deve ser utilizado para diferenciar o serviço de internamento. Ao selecionar o internamento deve aparecer mais informação sobre este e, por fim, deve existir a possibilidade de filtrar os internamentos por períodos temporais e por serviços.

Finalizado a análise inicial da escolha dos idiomas de codificação e de interação para cada um dos indicadores, foi aplicado o processo de Munzner [6]. Os idiomas de codificação e de interação para cada um dos indicadores escolhidos, completando assim o fluxo de trabalho definido anteriormente com a abstração dos dados e a definição das operações, encontram-se na Tabela 3.3 das conclusões (secção 3.3) deste capítulo.

3.3. Conclusão

Os resultados da conclusão das fases conceptuais do modelo visual (Análise e Seleção de Indicadores e Escolha das Técnicas Visuais) são a caracterização do fluxo de trabalho do domínio de situação; a definição dos indicadores e dos requisitos funcionais destes; os métodos de avaliação das sessões de testes; as métricas de avaliação dos indicadores; e

uma clara caracterização do “o quê”, “porquê” e “como” para cada um dos indicadores. A Tabela 3.3 faz o resumo desta caracterização.

Tabela 3.3 – Resumo da caracterização do "o quê", "porquê" e "como" dos indicadores

IND-1 – Visualizar todas as admissões ao Serviço de Urgência, internamentos e as efetivações da Consulta Externa dos últimos 3 meses para identificar potenciais casos de infecção hospitalar		
O quê?	Porquê?	Como?
Tabela dinâmica com itens contendo vários eventos como atributos quantitativos (datas) ordenados e atributos categóricos.	O objetivo é identificar as características especiais que identificam um caso específico. Será necessário pesquisar pelo objetivo conhecido (o caso) sem saber a sua localização, por forma a conseguir identificá-lo.	Gráfico de pontos ordenados ao longo do tempo. Utilização do canal posição, cor e forma para identificar e diferenciar os diversos atributos dos eventos. Selecionar um evento para obter informação extra sobre este. Filtrar os eventos por atributos.
IND-2 – Saber a média dos dias de internamento para o espaço temporal escolhido (por serviço de internamento)		
O quê?	Porquê?	Como?
Tabela dinâmica com uma relação entre três atributos quantitativos (data, média em função da parte da data, média em função da totalidade das datas) e um categórico. O eixo vertical deverá ser composto por séries (atributo categórico e atributo quantitativo)	A informação existente será derivada de forma a produzir as médias. A informação nova será apresentada ao utilizador para que este a possa pesquisar de forma comparar e sumarizar a informação e ainda identificar tendências.	Gráfico de linhas e pontos para cada atributo categórico sincronizados pelo atributo quantitativo ordenado (data). A linha do gráfico pode ser destacada ao selecionar o atributo categórico. A marca ponto em cada um dos gráficos representa o total do atributo categórico para um determinado período temporal. Também existe para cada gráfico uma marca linha a representar a média total do período temporal completo e que deve destacar-se da outra linha utilizando o canal da cor.

IND-3 – Conhecer quais os antibióticos mais utilizados por serviço de internamento		
O quê?	Porquê?	Como?
Tabela dinâmica com uma relação quantitativa entre dois atributos categóricos.	<p>A informação existente será derivada de forma a produzir as percentagens da relação dos atributos categóricos.</p> <p>Esta nova informação será então apresentada ao utilizador para ser consumida.</p> <p>Tem como objetivo pesquisar, identificar e comparar o corelacionamento dos atributos categóricos.</p>	<p>Tabela com utilização do canal cor com saturação para transmitir a magnitude relativa da relação entre os atributos.</p> <p>Selecionar uma célula da tabela para obter informação extra.</p> <p>Manipular a tabela modificando-a através da utilização de filtros com os atributos categóricos.</p>
IND-4 – Ter uma visão geral das admissões ao Serviço de Urgência (total; por triagem; por causa)		
O quê?	Porquê?	Como?
Tabela dinâmica com itens contendo vários eventos com atributos quantitativos (datas e totais) e atributos categóricos.	<p>A informação será apresentada ao utilizador para que este a possa consumir com o objetivo de comparar e sumarizar eventos, para que seja possível identificar casos únicos ou tendências.</p> <p>Também será necessário derivar a informação de forma a produzir os totais e os totais agrupados por atributos categóricos.</p>	<p>Gráfico de barras horizontal.</p> <p>Utilização do canal tamanho na marca barra para representar a quantificação do atributo categórico.</p> <p>Utilização de filtro para manipular o atributo quantitativo data.</p>
IND-5 – Identificar casos de reinternamento		
O quê?	Porquê?	Como?
Tabela dinâmica com itens contendo eventos com atributos quantitativos (data de início e data de fim) ordenados e atributos categóricos.	<p>O objetivo é identificar um conjunto de características especiais que identificam um caso específico.</p> <p>Será necessário pesquisar pelo objetivo conhecido (o caso) sem saber a sua localização, por forma a conseguir identificá-lo.</p>	<p>Gráfico de pontos ordenados ao longo do tempo.</p> <p>Utilização da marca forma para representar a data de início e de fim do evento e utilização da marca barra e canal tamanho para conectar as duas formas.</p> <p>Utilização do canal cor para diferenciar atributos categóricos.</p> <p>Selecionar um evento para obter informação extra sobre este.</p> <p>Filtrar os eventos por atributos quantitativos e categóricos.</p>

O próximo capítulo descreve as fases de implementação (Construção do *Dashboard* e Avaliação de Usabilidade) de um protótipo com base no modelo conceptual definido até agora.

4. Protótipo

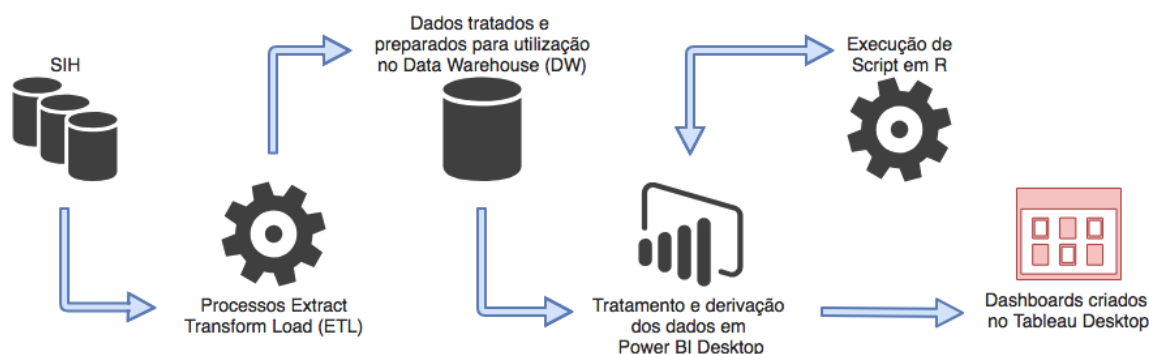
O desenvolvimento de um protótipo funcional é ação essencial para a validação de certos aspetos inerentes ao modelo proposto, tais como a praticabilidade do modelo visual; a implementação do SV proposto no modelo conceptual; os métodos de avaliação propostos; e todas as métricas de avaliação e desempenho definidas pelo grupo de discussão. Também tem o intuito de avaliar especificações funcionais definidas como sendo essenciais para que o *dashboard* seja funcional [20], como por exemplo: a capacidade de mostrar dados em tempo real e com um tempo de atualização aceitável; evidenciar as mudanças de condição de um determinado indicador; ou ainda o acesso diferenciado por perfil de utilizador.

Nas próximas secções serão apresentadas as fases de implementação do modelo, nomeadamente a Construção do *Dashboard* e a Avaliação de Usabilidade. Será introduzida a infraestrutura tecnológica utilizada e detalhado a aplicação prática das metodologias escolhidas e que culminou no desenvolvimento de um protótipo funcional e respetiva avaliação.

4.1. Infraestrutura tecnológica

Para que fosse possível a criação de um protótipo funcional, foi necessário obter dados clínicos reais a partir do *Data Warehouse* (DW) do Hospital. A Figura 4.1 ilustra o fluxo de processos utilizado para a obter o conjunto de dados (*dataset*) com a informação clínica.

Figura 4.1 – Fluxo de processos para obter o conjunto de dados do protótipo



O conjunto de dados (CD) foi obtido através de processos *Extract Transform Load* (ETL) e guardado no DW do Sistema de *Business Intelligence* (SBI) do Hospital. A definição e execução manual dos processos de análise dos dados, dos processos ETL e da disponibilização dos dados tratados e preparados para utilização no DW, foram feitas em colaboração com o responsável pelo SBI e não serão descritas neste trabalho porque não estão no âmbito desta Dissertação.

A primeira escolha da ferramenta para construir o protótipo do *dashboard* foi o Power BI Desktop. Uma das vantagens em utilizar o Power BI Desktop é de que o HH dispõe de licenças Power BI Pro³² e SQL Server Enterprise SA³³. É necessário ressaltar que a utilização de *software* proprietário para o desenvolvimento deste protótipo se deve apenas ao fato do Hospital ter licenças. O modelo visual proposto deve ser agnóstico da infraestrutura tecnológica necessária para a construção do SV. Isto permite que se possa escolher e utilizar qualquer tecnologia (bases de dados, SBI, ferramentas de construção de *dashboards*, etc.) para extrair e manipular os dados, para determinar como e quando estes serão disponibilizados, e para construir o SV.

Foi definido como requisito funcional do *dashboard* de que a informação deve estar atualizada quando o utilizador acede ao sistema. Tal não foi possível implementar em tempo útil porque requer criar rotinas com processos ETL; criar e automatizar processos

³² <https://powerbi.microsoft.com/pt-pt/power-bi-pro/> (10-julho-2018)

³³ <https://www.microsoft.com/pt-pt/sql-server/sql-server-2017-editions> (10-julho-2018)

para a limpeza e derivação dos dados; e implementar um *software* intermédio (*gateway*) que receba os dados e os disponibilize ao SV sempre que o utilizador acede.

Os dados extraídos estão em conformidade com o disposto no n.º 1 do Artigo 9.º do Capítulo II do Regulamento (UE) N.º 2016/679, de 27 de abril de 2016 (RGPD)³⁴. Também foi tido em atenção que o disposto no n.º 1 do Artigo 9.º não se aplica se se verificar o caso descrito na alínea h) do n.º 2 e sob reserva das condições e garantias previstas no n.º 3. Esta conformidade com o RGPD também implicou que o protótipo fosse desenvolvido tendo em conta a metodologia *Privacy by Design* (Privacidade desde a Conceção) e *Privacy by Default* (Privacidade por Defeito).

O CD original contém registos de todas admissões a consultas, internamentos (3 dos 6 existentes) e urgências desde o dia anterior à extração dos dados e os últimos 6 meses (n = 54.138). Utilizou-se o dia anterior à extração para que fosse possível simular no protótipo um dia com 24 horas de admissões. Na fase de Análise e Seleção de Indicadores foi determinado pelo grupo de discussão que seriam extraídos 3 meses de registos. No entanto, e para existir uma maior flexibilidade na construção do protótipo, acabou-se por extrair 6 meses.

Para o tratamento e derivação inicial do CD foi utilizada a ferramenta Power BI Desktop³⁵ e a execução de um *script* em linguagem R³⁶. O Power BI foi utilizado para fazer a ligação ao DW e extrair o CD. Posteriormente foi feito um tratamento dos campos do tipo data e hora. O *script* em R foi utilizado para derivar dois CDs novos: um com apenas os eventos dos utentes que foram admitidos no Serviço de Urgência no dia anterior à extração dos dados e que apresentam pelo menos um evento nos 6 meses anteriores (n = 301); e outro com admissões aos internamentos dos utentes que no dia anterior à extração apresentam pelo menos um evento nos 6 meses anteriores (n = 654).

De forma a ter disponível um protótipo funcional num curto espaço de tempo e que possibilite a realização dos testes, processo crucial desta Dissertação, este acabou por ser

³⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN> (10-julho-2018)

³⁵ <https://powerbi.microsoft.com/en-us/desktop/> (10-julho-2018)

³⁶ <https://www.r-project.org/> (10-julho-2018)

desenvolvido na ferramenta Tableau Desktop³⁷. Esta mudança de ferramenta acontece devido a uma maior familiaridade com esta.

Um dos indicadores definidos pelo grupo de discussão (IND-3) está relacionado com a antibioterapia nos internamentos. Esta informação, atualmente, é compilada num ficheiro Excel partilhado entre o SF e o CCIA, e também será utilizado no protótipo. O tratamento inicial da informação contida no ficheiro foi efetuado diretamente no Microsoft Excel.

A Tabela 4.1 resume e identifica todos os sistemas aplicativos e de bases de dados que foram utilizados para o desenvolvimento do protótipo.

Tabela 4.1 – Sistemas aplicativos e de bases de dados que compõem o Sistema de BI

Sistemas aplicativos de origem
SONHOv2 / SClinico – Base de dados Oracle DB 11g EE Release 11.2.0.3.15 x64
Área de extração e estágio de dados
Processos ETL – SQL Server Integration Services 13.0 x64 Dados em fase de estágio – Base de dados SQL Server 13.0.4457.0 x64
Área de armazenamento e apresentação de dados
Dados tratados e preparados para utilização (DW) – Base de dados SQL Server 13.0.4457.0 x64
Ferramentas de tratamento e derivação de dados
Tratamento e derivação de dados – Power BI Desktop 2.59.5135.781 x64 (junho de 2018) Script R – Microsoft R Open 3.3.2 x64
Ferramentas de criação de <i>dashboards</i>
Criação do <i>dashboards</i> – Tableau Desktop 2018.2.0 x64

Resumindo, serão utilizados 4 CDs com informação clínica real. A Tabela 4.2 descreve os CD originais após a importação destes no Tableau Desktop.

³⁷ <https://www.tableau.com/products/desktop> (10-julho-2018)

Tabela 4.2 – Descrição dos Conjuntos de Dados do Protótipo

Todas admissões a consultas, internamentos e urgências desde o dia anterior à extração e os últimos 6 meses (n = 54.138)
Número de Processo, Módulo, Data e Hora da Admissão, Data e Hora da Alta, Especialidade, Data de Nascimento, Sexo, Causa da Admissão ao Serviço de Urgência, Código da Triagem, Tipo de Admissão do Internamento, Reinternamento, Tipo de Consulta
Eventos dos utentes que foram admitidos no Serviço de Urgência no dia anterior à extração e que apresentam pelo menos um evento nos 6 meses anteriores (n = 301)
Número de Processo, Módulo, Data e Hora da Admissão, Data e Hora da Alta, Especialidade, Data de Nascimento, Sexo, Causa da Admissão ao Serviço de Urgência, Código da Triagem, Tipo de Admissão do Internamento, Reinternamento, Tipo de Consulta
Admissões aos internamentos dos utentes que no dia anterior à extração apresentam pelo menos um evento nos 6 meses anteriores (n = 654)
Número de Processo, Data e Hora da Admissão, Data e Hora da Alta, Especialidade, Data de Nascimento, Sexo, Tipo de Admissão do Internamento, Reinternamento
Antibióterapia dos serviços de internamento desde janeiro de 2018 (n = 639)
Número de Processo, Data de Internamento, Data da Alta de Internamento, Prescrição, Data de Início da Prescrição, Data de Fim da Prescrição

4.2. Construção do *dashboard*

A fase de construção do *dashboard* passa por agregar todos os idiomas de codificação visual e de interação escolhidos anteriormente construindo assim um único SV.

Esta fase pode ser dividida em três processos (Figura 4.2): Idealizar; Prototipar; Testar. Entenda-se o processo de Testar como sendo a avaliação do resultado da idealização e prototipagem. O fluxo de trabalho destes processos é, em parte, semelhante ao fluxo de trabalho dos processos da ideologia do *Design Thinking* [79]. Este conjunto de processos deve repetir-se as vezes que forem necessárias até estar concluída esta fase.

Figura 4.2 – Processos da fase de construção do *dashboard*



O principal desafio no desenho de um SV como o *dashboard* é tentar colocar uma grande quantidade de informação útil em uma pequena área de espaço, tentando preservar a clareza da informação [10]. Um *dashboard* bem idealizado e desenhado deve apresentar informação que está excepcionalmente bem organizada, condensada e especificamente escolhida para apoiar a tarefa em mão.

4.2.1. Idealizar

Tendo em consideração o cenário UWP de Lam *et al.* [31], durante a fase de análise foi definido o ambiente de trabalho onde o SV será implementado porque este tem implicações diretas com o desenvolvimento das funcionalidades do *dashboard*. Também procurou-se responder a um conjunto de questões para que fosse possível tomar decisões sobre as funcionalidades, interações e aspetos visuais a serem implementados durante o desenho. De seguida, apresenta-se as respostas ao conjunto de questões colocadas:

O *dashboard* é para ser utilizado em computadores onde o utilizador interage com este, ou apenas vai estar disponível num monitor/televisão sem qualquer interação por parte do utilizador?

As técnicas de interação serão definidas e desenvolvidas considerando que o SV será utilizado diretamente pelo utilizador num posto de trabalho normal (computador, monitor sem *touch screen*, rato e teclado).

Uma das preocupações é se a informação deve estar toda concentrada e disponível em apenas um único ecrã [10], [60]–[63]. O SV deve suportar a resolução mínima utilizada no Hospital que é 1280x1024 pixels e adaptar-se a resoluções maiores.

Como é que a informação estará organizada?

A organização e relação dos elementos visuais que constituem o *dashboard* é uma das principais preocupações. Será utilizado um sistema de grelha para dispor os elementos visuais [80], para que estes estejam organizados em uma hierarquia onde o grau de importância dos elementos é tido em conta. O objetivo não é que o *dashboard* seja apenas bonito, mas que organize as informações de uma maneira que cumpra a sua função.

Os indicadores, as suas interações e relações serão implementadas e organizadas segundo os princípios de Gestalt [10], [36]. A colocação da informação também deve ter em conta o padrão de leitura dominante³⁸ [81], apesar deste ser influenciável pela implementação de algumas técnicas visuais [82], [83].

Vai ser usado por quem?

Como o SV será utilizado unicamente pela equipa da CCIA, não existe a necessidade de implementar o acesso diferenciado. No entanto, e tendo em consideração que o SV tem de estar em conformidade com o RGPD, este tem de ter um sistema de acesso controlado.

Vai ser crucial para tomadas de decisão com risco de vida?

Não, mas serão implementadas algumas técnicas visuais que identificam situações com alguma importância. A informação que responda a questões importantes deve estar destacada das outras e colocada em pontos chave do *dashboard* [10], [60]. Se a informação importante se relaciona com outra, estas devem estar juntas tal como demonstra a Figura 2.10. Estas técnicas devem ser discutidas, validadas e aprovadas pelos profissionais de saúde durante a fase de testes.

Qual o tempo de atualização da informação?

O SV tem como objetivo a monitorização e identificação de situações especiais considerando eventos que já aconteceram. Posto isto, não existe a necessidade do SV

³⁸ Tradução livre do autor. No original “*F-Shaped Pattern*”

atualizar-se em tempo real e este deve atualizar a informação sempre que o utilizador aceder ao sistema.

Que técnicas se devem utilizar para identificar as mudanças, realçar e/ou filtrar a informação?

Será utilizado o canal da cor e/ou da forma para identificar informações chave em atributos categóricos. Para atributos ordenados que expressem valores em função da sua criticidade e/ou magnitude relativa, serão utilizados os canais do comprimento, área e saturação da cor [10, p. 77], [36, p. 99].

Serão implementados filtros para enquadrar (*framing*) a informação dos indicadores [33, p. 225]. Será utilizada a técnica de realce (*highlight*) para focar a informação selecionada [33, p. 234]. De forma a complementar e interligar as duas técnicas anteriores, será utilizada a técnica de ligação (*linking*) [33, p. 235]. O relacionamento entre os filtros que podem ser utilizados, os realces que serão permitidos e as ligações entre indicadores, estão resumidas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Relacionamento de Filtros, Realces e Ligações entre indicadores

Indicador	Tema	Filtros	Realces	Ligações
IND-1	Eventos de Urgência; Internamento; Consulta	Módulo; Meses.	Módulo; Utente; Evento	IND-4; IND-5
IND-2	Dias de Internamento	Serviço; Meses	Serviço; Quantidade; Média	IND-3; IND-5
IND-3	Prescrição de Antibióticos no Internamento	Antibióticos; Serviço	Antibiótico; Serviço; Porcentagem	IND-2; IND-5
IND-4	Tipo de Triagem e de Causa na Urgência	Meses	Tipo de Triagem; Tipo de Causa; Intervalos de Idade; Sexo; por hora	IND-1; IND-5
IND-5	Eventos de Internamento	Serviço; Meses	Serviço; Utente; Evento	IND-1; IND-2; IND-3; IND-4

Que características devem ser tidas em conta na escolha do esquema de cores?

A cor, quando usada com moderação, é uma das técnicas visuais mais poderosas para atrair a atenção do utilizador [6], [33], [36]. A utilização eficaz de um esquema de cores é essencial e a sua aplicação deve ser sempre uma escolha intencional.

O esquema de cores definido para o protótipo do *dashboard* deve ter em conta o daltonismo. A uniformização das cores também será essencial para criar uma consistência ao longo de todo o SV, como por exemplo utilizar uma variação da cor vermelha para representar o Serviço de Urgência.

4.2.2. Prototipar e testar os indicadores

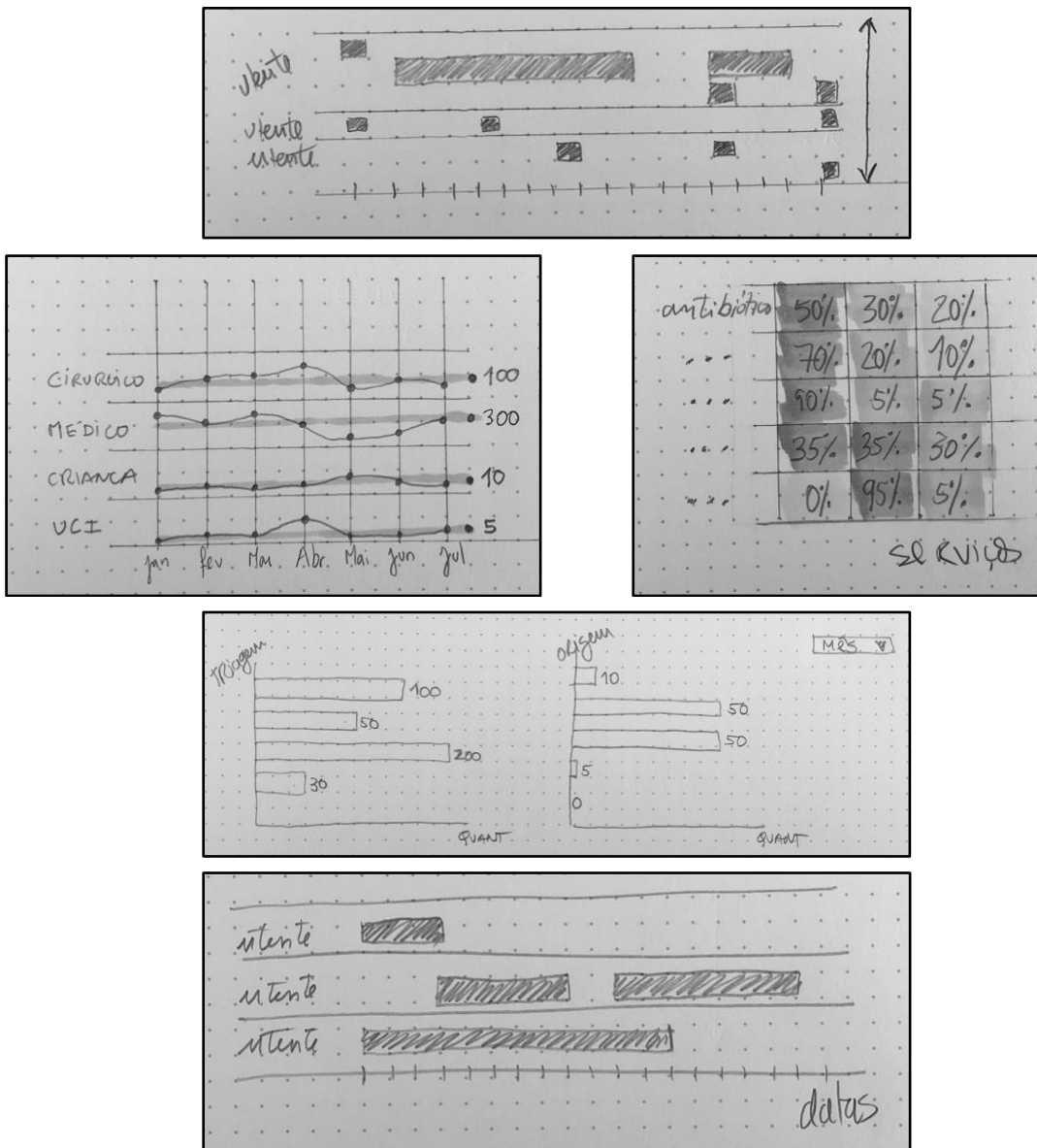
A prototipagem é crucial para discutir e avaliar ideias com os utilizadores e um meio extremamente eficaz para explorar ideias; criar novos conceitos; identificar falhas visuais e de interação no desenho; testar a viabilidade técnica de uma ideia; ou clarificar requisitos vagos [73].

Existem diversas preocupações durante o processo de desenho visual e que costumam prejudicar a utilidade de um *dashboard*. Few descreve em [10, p. 35] os erros mais comuns no desenho de *dashboards* e que foram tidos em conta durante esta fase.

Os *dashboards* só são eficientes se os entendermos a nível de perceção visual. Alguns erros comuns são a apresentação excessiva de detalhe ou precisão; má escolha da codificação; má codificação de dados quantitativos ou qualitativos; expressar medidas de forma errada; entre outros. Durante a fase de desenho de um *dashboard* existem os desafios de fazer com que a informação mais importante se destaque do resto e que esta seja organizada de uma forma que faça sentido. Os limites da memória de trabalho, a codificação de dados para uma rápida perceção e os princípios de Gestalt da perceção visual, são aspetos da perceção visual que oferecem informações e que foram úteis na abordagem destes desafios durante a fase de desenho [6], [10], [36], [60], [84].

Numa fase inicial, a prototipagem da codificação visual principal de cada indicador foi executada separadamente e feita em papel (prototipagem de baixa fidelidade) porque tende a ser uma técnica simples, barata, rápida de produzir e ideal para explorar ideias na fase inicial do desenho. A Figura 4.3 ilustra o resultado da prototipagem.

Figura 4.3 – Prototipagem em papel dos indicadores



Já durante a fase de criação do SV, foi tomada a decisão de acrescentar algumas codificações visuais (nomeadamente gráficos) ao IND-4 com o intuito de complementar a informação já disponível. Foi acrescentado um gráfico de barras (com as mesmas

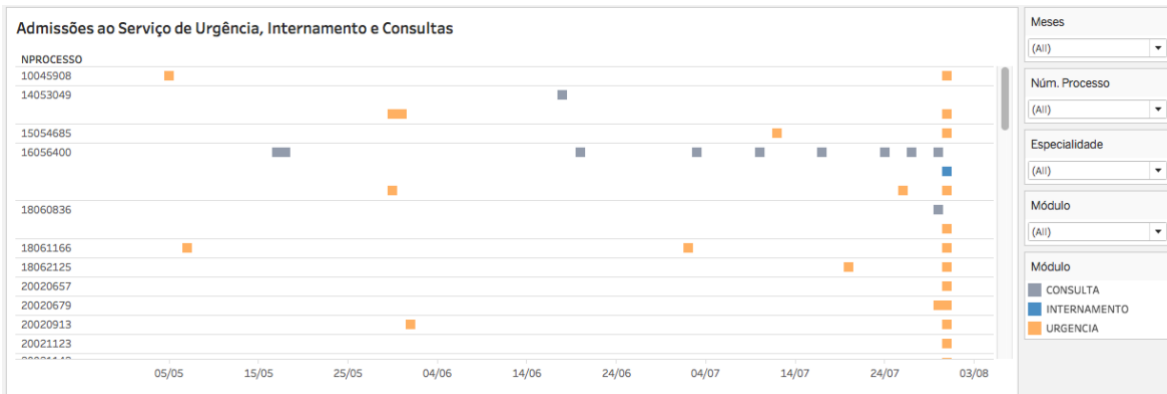
características e codificações visuais que o IND-4) para as Admissões por Idade. Para as Admissões por Sexo optou-se por um gráfico de barras com o atributo categórico (sexo) ao longo do eixo horizontal e a utilização do canal tamanho ao longo do eixo vertical para representar a quantificação do atributo categórico, acrescentando-se ainda uma anotação (legenda) no topo de cada barra com o valor total de cada atributo categórico. Por fim, foi criado um gráfico de linhas e pontos para representar as Admissões por Hora, em que cada hora está representada ao longo do eixo horizontal por um ponto, que por sua vez estão ligados entre si por uma linha demonstrando a tendência das admissões ao longo das horas.

Cada um dos indicadores foi desenvolvido separadamente no Tableau Desktop e só depois é que se criou o *dashboard* para agregar e organizar todos os indicadores, implementando as interações, ligações entre estes e outros aspetos transversais do SV. De seguida, e para cada um dos indicadores, é apresentado de forma resumida os aspetos mais relevantes da criação destes.

IND-1 – Visualizar todas as admissões ao Serviço de Urgência, internamentos e as efetivações da Consulta Externa dos últimos 3 meses para identificar potenciais casos de infeção hospitalar.

Normalmente esta identificação é feita verificando se existe em poucos dias, e após uma alta de internamento, alguma admissão ao Serviço de Urgência (SU) e consequente internamento do tipo urgente. A visualização final criada para este indicador encontra-se representada pela Figura 4.4.

Figura 4.4 – Protótipo funcional do IND-1

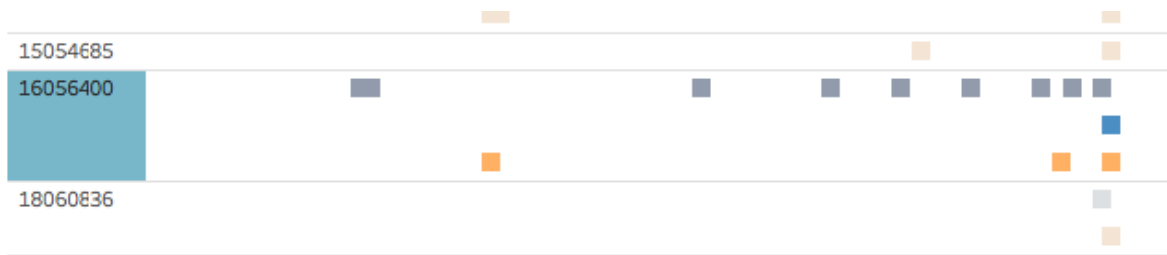


Para cada utente, existe uma linha temporal disposta horizontalmente e que representa todos os eventos de consultas, internamentos e urgências. Este conjunto de eventos está separado por uma linha superior e inferior que cria uma região comum para cada um dos utentes da lista. Dentro desta região comum, e consoante o tipo de evento, a linha temporal pode expandir-se verticalmente de uma linha até 3 linhas (1 linha por cada tipo de evento), evitando assim que eventos com a mesma data se sobreponham.

A cor e a forma também têm um papel importante no indicador. Devido a restrições do Tableau optou-se por utilizar a mesma forma (quadrado) e cor diferente para todos os tipos de eventos porque este não permite modificar a cor das legendas das formas, ou seja, seria necessário colocar duas legendas o que poderia confundir o utilizador. Cada evento tem uma marca de início (admissão do evento) e fim (alta do evento). Quando este tem a duração de 1 dia as marcas sobrepõem-se, mas quando tem uma duração de vários dias as marcas de início e fim ligam-se dando uma sensação de continuidade ao longo do tempo.

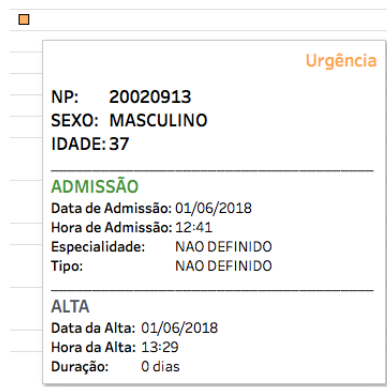
A nível de interações, existe a possibilidade de interagir com a linha temporal de um determinado utente fazendo-a sobressair em relação às outras (Figura 4.5) para que o utilizador se possa focar apenas naquele utente. Também é possível sobressair um determinado tipo de evento em toda a visualização interagindo com a legenda desta.

Figura 4.5 – Linha temporal de um utente no IND-1



Além da informação visível no imediato, existe mais informação extra que é disponibilizada quando o utilizador passa o rato por cima de – ou clica evidenciando – um determinado evento (Figura 4.6). Este conjunto de idiomas, chamado de foco+contexto (*focus+context*) [6, p. 323], é ideal para reduzir a quantidade de informação disponível, mas ao mesmo tempo estando acessível através de uma interação. Neste caso, foi utilizado para disponibilizar mais informação sobre o utente e sobre a admissão e alta do evento.

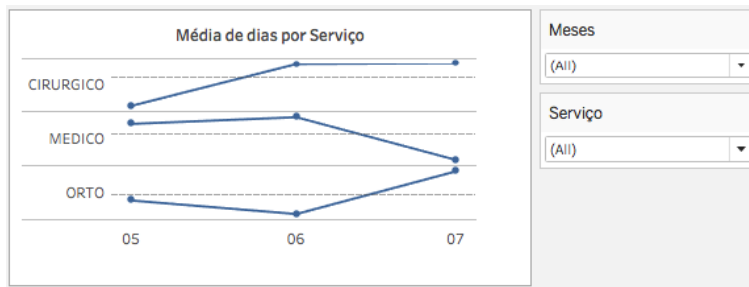
Figura 4.6 – Informação extra de um utente no IND-1



IND-2 – Saber a média dos dias de internamento para o espaço temporal escolhido (por serviço de internamento).

O indicador criado (Figura 4.7) apresenta a média de dias de internamento por mês para cada um dos serviços de internamento disponíveis no conjunto de dados. Além desta informação também se disponibilizou a média de dias de internamento para o conjunto de meses selecionado.

Figura 4.7 – Protótipo funcional do IND-2

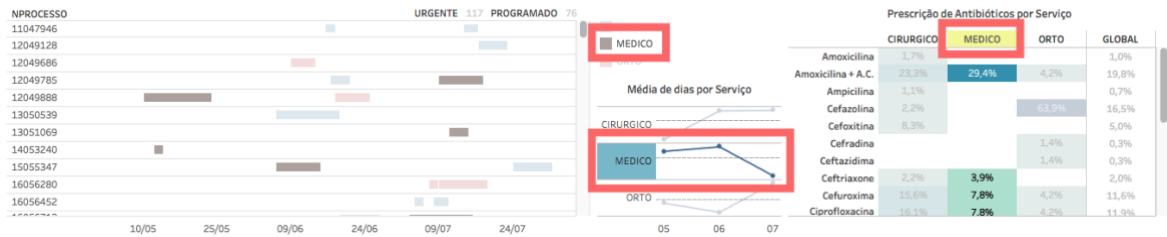


O gráfico do tipo *sparklines* (neste caso constituído por pontos e linhas) permite condensar num curto espaço, informação que se pretenda visualizar ao longo de um eixo horizontal (meses). Cada marca ponto representa a relação entre o mês e a média de dias de internamento e a marca linha que liga os pontos serve para identificar a tendência entre meses. Foram criadas linhas horizontais para definir uma região visual comum para cada serviço de internamento. Também se configurou o eixo vertical da média dos dias para não incluir o 0 de forma a acentuar a tendência entre cada mês e que o intervalo de valores das linhas e colunas se comportem de forma independente.

Para cada região comum dos serviços foi inserida uma marca linha que percorre o gráfico horizontalmente representando a média de dias de internamento, e que é calculada consoante os meses selecionados. Ao passar o rato por cima da linha aparece uma legenda com o valor. A mesma interação existe para a marca ponto e mostra a média dos dias de internamento apenas para o mês selecionado.

Algumas interações foram desenvolvidas para este indicador. É possível isolar um serviço clicando no nome deste e, além de o isolar, também coloca em foco o mesmo serviço nos IND-3 e IND-5 (Figura 4.8) criando uma sensação de ligação entre os indicadores. Esta interação também é possível através do filtro geral "Serviço", mas neste caso os serviços que não estejam selecionados no filtro desaparecem por completo do SV. Além do serviço, pode escolher-se quais os meses que se pretendem visualizar a partir do filtro geral Meses e que se comporta da mesma forma de que o filtro geral "Serviço".

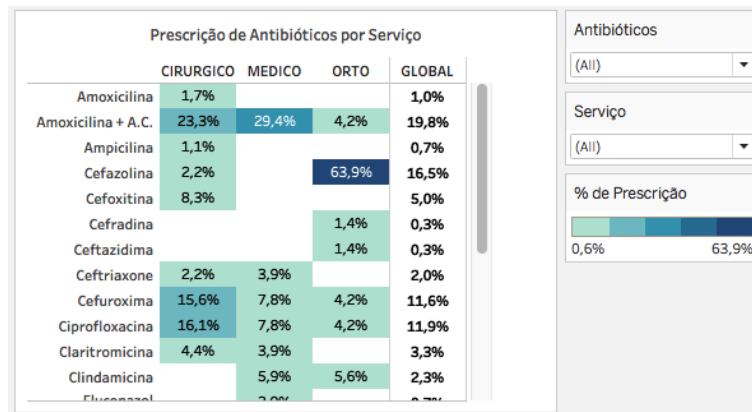
Figura 4.8 – Seleção de um serviço de internamento no IND-2



IND-3 – Conhecer quais os antibióticos mais utilizados por serviço de internamento.

A visualização criada (Figura 4.9) para este indicador utiliza a técnica visual *heatmap* para facilitar a leitura da magnitude do valor apresentado em cada célula da tabela. A técnica é aplicada apenas nas colunas dos serviços de internamento deixando de fora a coluna GLOBAL.

Figura 4.9 – Protótipo funcional do IND-3



Existem dois cálculos percentuais na tabela: um cálculo vertical que representa a percentagem dos antibióticos distribuída por serviço; e o cálculo vertical da coluna GLOBAL que representa o valor global da utilização de determinado antibiótico para todos os serviços.

O esquema de cores utilizado no *heatmap* foi configurado para uma escala de 5 cores (25 valores percentuais por cada cor) e que pode ir dos 0 aos 100%. No entanto, esta ajusta-se às percentagens disponíveis, ou seja, no caso da Figura 4.9 o valor mínimo da escala é 0,6% e o máximo é 63,9%. A cor mais clara representa as percentagens baixas e a cor mais escura

– e com mais contraste – as percentagens mais altas, fazendo com que o utilizador se foque de imediato nestas. As células sem cor não contêm valores. Ficou decidido que a distribuição do esquema de cores pela tabela fosse calculada por todas as percentagens dos serviços e não serviço a serviço.

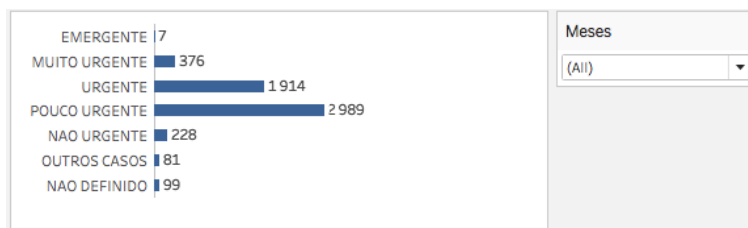
É possível interagir com a tabela utilizando os filtros gerais “Meses” e “Serviço” e estes aplicam-se de forma semelhante aos outros indicadores (esconde as opções que não estão seleccionadas). Na interação direta com a visualização é possível utilizar o clique do rato para isolar uma coluna de um determinado serviço e também isolar a linha de um antibiótico. Esta interação direta também tem ligação com os IND-2 e IND-5 e possibilita que o utilizador se foque na relação entre os 3 indicadores.

IND-4 – Ter uma visão geral das admissões ao Serviço de Urgência (total; por triagem; por causa).

Este indicador foi pensado para ser dividido em 2 componentes: os totais das admissões categorizadas por triagem (ATT); e os totais das admissões categorizadas por causa (ATC). Durante o desenvolvimento decidiu-se acrescentar mais 3 componentes: admissões categorizadas por intervalos de idade (All); admissões categorizadas por sexo (ATS); e a quantificação do número de admissões categorizadas por 24 horas (ATH). Também foi definido que o importante é ver a informação para um determinado período temporal e não a comparação entre períodos, exceto para a visualização ATH.

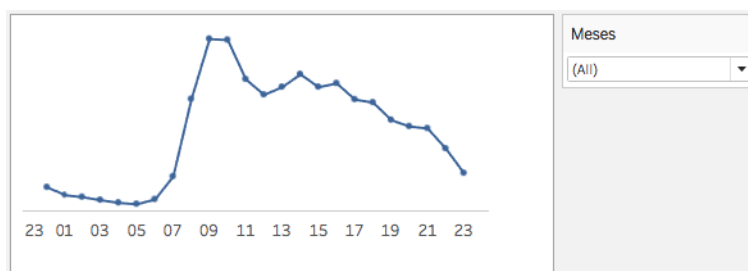
As visualizações das ATT (Figura 4.10), ATC e All têm o mesmo idioma de codificação visual e de interação. Ambos apresentam o total da contabilização de cada atributo categórico no fim da barra horizontal que está dimensionada conforme o valor. Os atributos categóricos do gráfico ATT e All foram ordenados numa lógica específica do tema, enquanto os atributos do gráfico ATC são ordenados dinamicamente do maior para o menor valor quantitativo. O gráfico das ATS é semelhante aos anteriores, mas os atributos categóricos estão dispostos no eixo horizontal.

Figura 4.10 – Protótipo funcional do IND-4, Admissões por Tipo de Triagem



A visualização das ATH é composta por um gráfico de pontos e linhas (Figura 4.11). O atributo quantitativo das horas está disposto no eixo horizontal enquanto a contabilização das admissões naquele intervalo de hora está disposta ao longo do eixo vertical representado pela marca ponto. Cada ponto está ligado pela marca linha para ligar e dar continuidade entre as horas além de evidenciar as tendências.

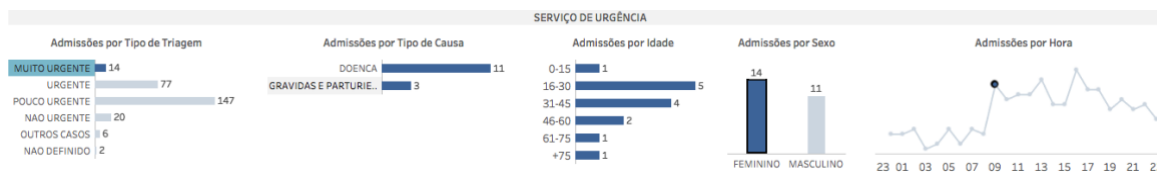
Figura 4.11 – Protótipo funcional do IND-4, Admissões por Hora



Todas as visualizações deste indicador passaram por um processo de remoção de ruído (técnica *Data-Ink Ratio* [10], [37]) de forma a evidenciar a informação, onde se removeu as linhas dos eixos que não eram necessárias.

As visualizações deste indicador atualizam-se em função do filtro geral Meses. Também é possível selecionar um qualquer atributo categórico. Sempre que o utilizador selecionar um atributo, como por exemplo (Figura 4.12) o sexo feminino, todas as outras visualizações atualizam-se para mostrar a informação apenas dos utentes com o sexo feminino. Também é possível encadear seleções, ou seja, a partir da seleção do sexo feminino escolher uma hora para saber qual o maior intervalo de idades para as admissões com o tipo de triagem muito urgente.

Figura 4.12 – Protótipo funcional do IND-4, seleção de atributos categóricos

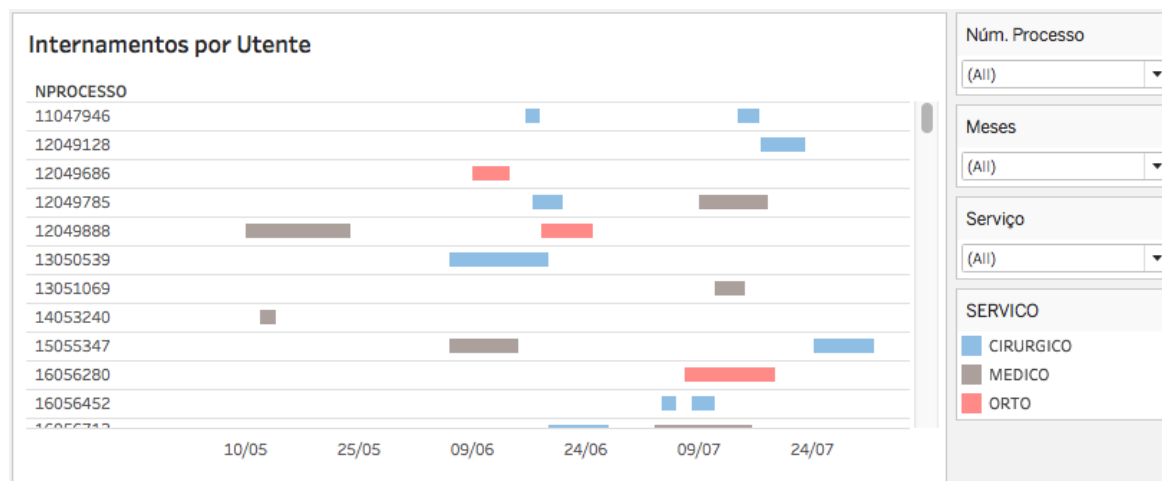


IND-5 – Identificar casos de reinternamento.

O idioma da codificação visual e de interação deste indicador (Figura 4.13) é semelhante ao IND-1, mudando apenas o tema e o esquema de cores utilizado. Este indicador concentra-se apenas nas admissões e nas altas de internamento (por serviço) e dispostas temporalmente no eixo horizontal.

Tal como acontece no IND-1, a marca da admissão e a marca da alta estão ligadas quando o número de dias de internamento tem uma duração superior a 1 dia. A cor das marcas é utilizada para diferenciar o serviço de internamento.

Figura 4.13 – Protótipo funcional do IND-5



A nível de interações, este indicador atualiza-se quando se utiliza os filtros gerais “Meses” e “Serviço”. Sempre que se seleciona um serviço de internamento este é evidenciado ofuscando os outros e a interação tem ligação com todas as outras visualizações relacionadas com internamentos (IND-2 e IND-3). Neste indicador também é possível evidenciar apenas um utente e visualizar informação extra sobre cada um dos eventos.

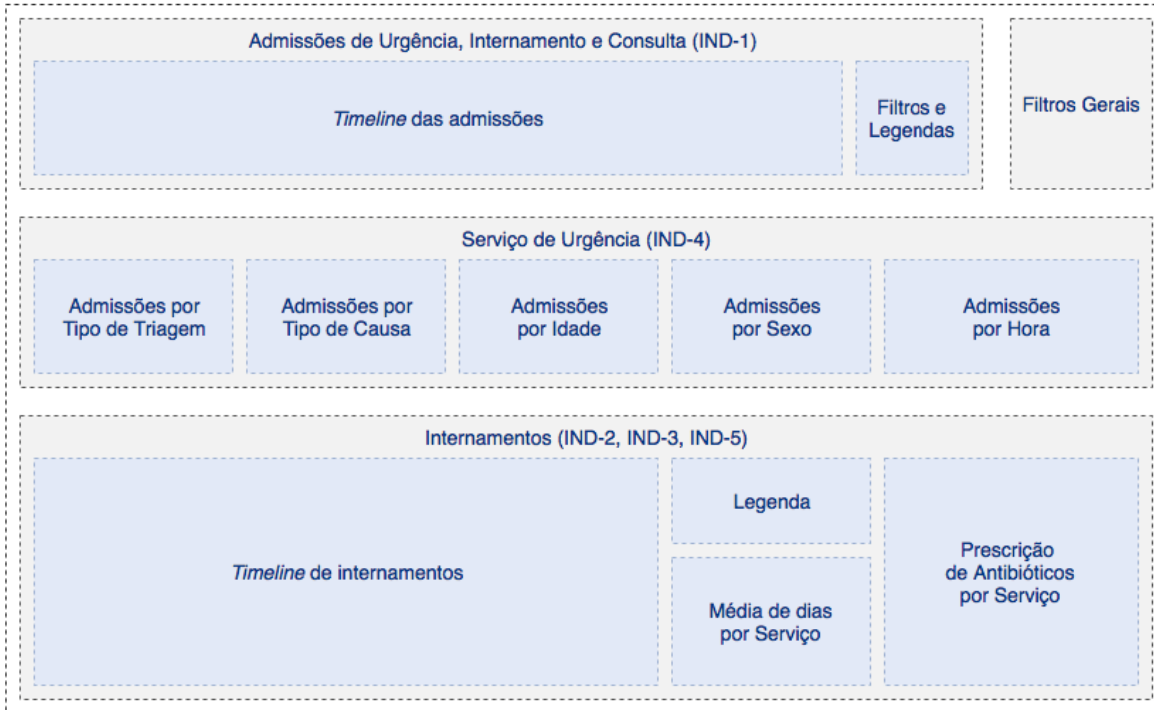
4.2.3. Prototipar e testar o *dashboard*

Após a criação individual de cada indicador passou-se à criação do SV e respectivas interações. O primeiro passo na construção do *dashboard* passou pela organização visual dos indicadores dentro do espaço mínimo definido (resolução de 1280x1024 *pixels*). A organização utilizada encontra-se ilustrada na Figura 4.14 e está dividida em 4 zonas: Admissões de Urgência, Internamento e Consulta (IND-1); Serviço de Urgência (IND-4); Internamentos (IND-2, IND-3 e IND-5; e Filtros Gerais.

A ordem da organização também foi tida em conta [10, p. 183]. Tendo em conta o padrão de leitura dominante³⁹ [81], é muito provável que o utilizador comece por visualizar a informação que se apresenta no canto superior esquerdo, e é aqui que deve estar a visualização relacionada com o tema principal que é a relação entre as altas de internamento e conseqüente admissão ao serviço de urgência e internamento urgente. De seguida estão as visualizações relacionadas com o Serviço de Urgência e, por fim, as visualizações relacionadas com os internamentos e a prescrição de antibióticos por serviço. As legendas e os filtros, quando existentes, estão sempre do lado direito da visualização em questão, e os filtros gerais estão no canto superior direito do *dashboard* porque são complementos ao SV e utilizados esporadicamente [60, p. 76].

³⁹ Tradução livre do autor. No original “*F-Shaped Pattern*”

Figura 4.14 – Organização dos indicadores no SV



Foram criados alguns filtros durante o desenvolvimento individual das visualizações e que posteriormente não foram utilizados no *dashboard* ou que deixaram de fazer sentido porque existia um filtro geral que manipulava a mesma informação. Foi o caso dos filtros dos meses e dos serviços de internamento que passaram a ser gerais para todo o *dashboard*. A interação com o filtro geral “Meses” manipula a informação de todas as visualizações, ao contrário do filtro geral “Serviço” que apenas manipula as visualizações que estão relacionadas com serviços de internamento (IND-2, IND-3 e IND-5).

Outros filtros como a especialidade (IND-1), lista de utentes (IND-1 e IND-5) e a lista de antibióticos (IND-3) deixaram de fazer sentido na forma como estavam implementados e relacionados com a informação disponível e foram removidos do *dashboard*.

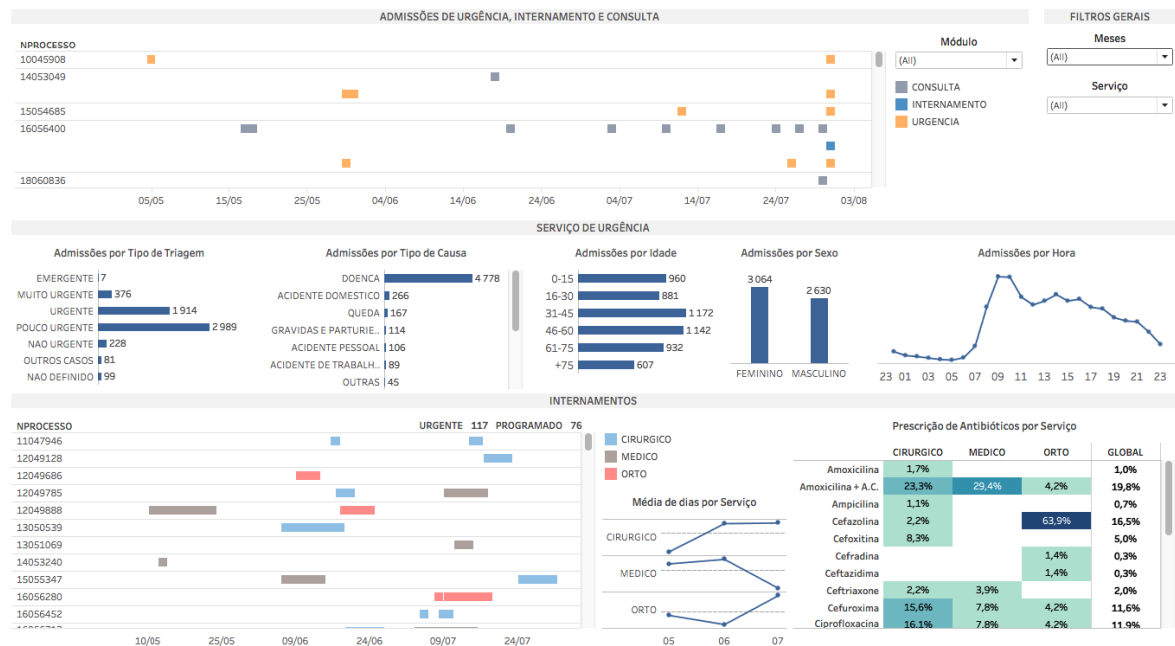
É recomendada a utilização de uma legenda para melhorar a interpretação dos dados quando é utilizada a codificação visual *heatmap* [36, p. 43]. No entanto, foi decidido que a legenda com o esquema de cores que representa a magnitude da percentagem da prescrição de antibióticos por serviço (IND-3) fosse removida do *dashboard* já que se prevê que a própria saturação das cores na tabela seja suficiente para fornecer pistas visuais para

que o utilizador possa de uma forma rápida identificar os potenciais pontos de interesse. Esta decisão será tida em conta e observada durante as sessões de testes.

A uniformização das cores também foi um aspeto relevante na construção do *dashboard*. Foi utilizado um esquema de cores para os módulos (consulta, internamento e urgência); um esquema de cores para os serviços de internamento; outro esquema de cores para o *heatmap* da prescrição de antibióticos por serviço; as visualizações com gráficos de colunas pontos e linhas apresentam a mesma cor; e a cor das linhas dos eixos e das referências é a mesma.

A Figura 4.15 apresenta o resultado da criação do protótipo funcional do SV e que será utilizado nas sessões de testes (O Anexo G contém uma figura de maior resolução).

Figura 4.15 – Protótipo funcional utilizado nas sessões de testes



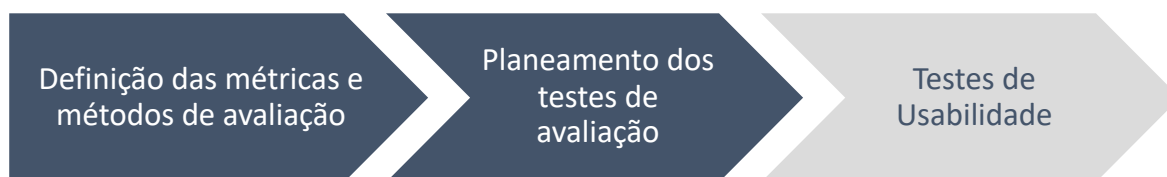
Em algumas das visualizações a lista de registos/eventos é demasiada grande para ficar totalmente visível. Isto acontece na visualização do IND-1, IND-3, IND-5 e na visualização de admissões por tipo de causa do IND-4. Para resolver esta questão, disponibilizou-se do lado direito de cada uma das visualizações uma barra de deslocação (*scroll bar*) que aparece sempre que necessário e permite o utilizador mover a lista.

A próxima secção descreve os métodos de implementação e avaliação das sessões de testes de usabilidade e funcionalidade do SV, bem como os respetivos resultados.

4.3. Avaliação de Usabilidade

Na secção anterior descreveu-se os aspetos mais relevantes do processo de construção do protótipo funcional do SV. O próximo passo é a realização dos testes de usabilidade e de funcionalidade deste. Isto garante que este esteja conforme o esperado, cumpra com os requisitos definidos pelo grupo de discussão e consiga transmitir eficientemente a informação desejada. Esta fase pode ser dividida em três processos (Figura 4.16): Definição das métricas e métodos de avaliação; Planeamento dos testes de avaliação; e Testes de Usabilidade.

Figura 4.16 – Processos da fase de avaliação da usabilidade do *dashboard*



É importante que as avaliações definidas tenham em consideração os conceitos mais importantes associados à usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) [85], e cumpram com os objetivos principais da avaliação de usabilidade: avaliar a acessibilidade da funcionalidade do sistema; avaliar a experiência dos utilizadores na interação com o sistema; e identificar problemas específicos com o sistema [52].

De forma a avaliar a usabilidade e funcionalidade do *dashboard* desenvolvido neste trabalho, definiu-se que devem ser utilizados os métodos de avaliação de testes com cenários (Anexo D), observações quantitativas e qualitativas (Anexo D) e o inquérito de avaliação de usabilidade SUS (Anexo E). Estes servirão para avaliar os seguintes pontos:

- A capacidade de aprendizagem do participante;
- O tempo que o utilizador demora para começar a interagir com o *dashboard*;
- A eficácia na conclusão das tarefas;

- Os erros cometidos na execução das tarefas;
- O nível de conforto do utilizador durante a utilização do *dashboard*;
- A acessibilidade das funcionalidades;
- A interação entre os utilizadores e o *dashboard* e as técnicas visuais que o compõem;
- Se as técnicas de interação implementadas interferem na tomada de decisão;
- Identificar problemas específicos.

Nas próximas secções será feita uma descrição mais pormenorizada dos métodos escolhidos, as métricas avaliadas por cada um, como e quando estas foram implementadas durante as sessões de testes com cenários, e os respetivos resultados.

4.3.1. Preparação das sessões de testes com cenários

O método de teste consiste na observação de utilizadores durante a realização de tarefas de um determinado produto/serviço [86]. Tem como objetivos a identificação de problemas para melhorar o desenho do sistema e validar se os utilizadores conseguem executar tarefas com o interface apresentado [87], sendo que o principal componente é a obtenção de dados sobre o desempenho dos utilizadores na execução dessas tarefas [73].

Para o âmbito deste trabalho define-se o conceito de “cenário” como sendo um conjunto de tarefas a serem executadas de forma estruturada. Os testes foram baseados num número finito de cenários (n=4) que os utilizadores tiveram de realizar.

O planeamento e desenho dos testes são cruciais para o sucesso destes [52], [73], [87], [88]. Utilizando as orientações de Forsell e Cooper [88], respondeu-se a um conjunto de questões essenciais para a fase de desenho dos testes:

Que tipos de participantes, e quantos, são necessários?

Nielsen afirma que, salvo algumas exceções, não é necessário mais que 5 participantes para obter os melhores resultados em estudos de usabilidade. Quando o objeto em estudo tem vários perfis de utilizadores, será necessário entre 3 a 4 participantes por perfil [89], [90].

Para a realização dos testes com o protótipo funcional, e devido a restrições temporais e à ausência de alguns elementos do grupo de discussão por motivos de férias, os testes foram realizados apenas com 6 participantes repartidos entre 4 perfis.

Devem-se obter dados de um perfil de participantes ou vários?

O grupo de utilizadores da sessão de testes foi constituído por 6 elementos: 2 técnicos superiores (TS) da área de informática da equipa de implementação de projetos (EIP); 1 técnico superior de farmácia (TSF) do Serviço de Farmácia (SF); 1 TSF do Serviço de Patologia Clínica (SPC); 1 enfermeira (ENF) da Comissão de Controlo de Infecção e de Antibióticos (CCIA); e 1 técnica superior de diagnóstico e terapêutica (TSDT) do SPC. A Tabela 4.4 apresenta a caracterização da amostra do grupo:

Tabela 4.4 – Caracterização da amostra dos utilizadores da sessão de testes

Variável	Número (Percentagem)	
Sexo	Feminino	3 (50%)
	Masculino	3 (50%)
Idade (anos)	18 a 24	0 (0%)
	25 a 34	3 (50%)
	35 a 44	3 (33%)
	45 a 54	0 (0%)
	55 ou mais	1 (17%)
Anos de Serviço na Instituição	< 5	4 (67%)
	5 a 14	1 (17%)
	15 a 24	1 (17%)
	25 a 34	0 (0%)
	35 ou mais	0 (0%)
Categorial Profissional	ENF	1 (17%)
	TS	2 (33%)
	TSDT	1 (17%)
	TSF	2 (33%)

Que tarefas devem os participantes realizar, e como devem ser apresentadas?

Algumas métricas de avaliação já foram definidas anteriormente pelo grupo de discussão e encontram-se na Tabela 3.2. Durante a fase de Análise e Seleção de Indicadores do modelo conceptual, foi utilizada uma lista de controlo de questões chave e fator avaliatório

que continha a questão “Foram definidos os cenários de teste?” em que a resposta foi “Não de forma direta. Serão definidos indiretamente a partir da tabela completa que lista as categorias e os elementos identificados na transcrição da entrevista.”. Tendo em consideração a resposta à questão da lista de controlo, aos dados existentes na tabela do Anexo F, e o protótipo funcional do SV, definiu-se os cenários e tarefas (Tabela 4.5) que constituem cada cenário e que devem ser executados durante as sessões de testes.

Tabela 4.5 – Cenários definidos para as sessões de testes

Cenário 1 (C1) – Pretende-se identificar potenciais casos de infeção hospitalar. Uma das formas é verificar se os utentes que estiveram internados voltaram a ser internados ou admitidos ao serviço de urgência num curto espaço de tempo.
Consegue identificar potenciais casos de infeção hospitalar no cronograma das Admissões de Urgência, Internamento e Consulta? Consegue identificar potenciais casos de infeção hospitalar no cronograma dos Internamentos?
Cenário 2 (C2) – Para determinar potenciais casos de infeção hospitalar é importante identificar admissões de utentes à urgência que consequentemente foram internados como urgente.
Consegue identificar esta situação no cronograma das Admissões de Urgência, Internamento e Consulta? Se identificou algum caso, consegue determinar o sexo e a idade do utente?
Cenário 3 (C3) – Para o bom funcionamento do Serviço de Urgência (SU) é importante conhecer algumas das características das admissões tais como o tipo de triagem, a causa de admissão, idade, entre outros.
Consegue identificar qual é intervalo de idades mais admitido ao SU na hora de maior afluência, durante o mês de junho? Qual a maior hora de afluência para admissões Emergentes nos últimos 3 meses?
Cenário 4 (C4) – A prescrição de antibióticos é essencial na identificação de potenciais casos de infeção hospitalar.
Qual o antibiótico mais prescrito no serviço Cirúrgico, durante o mês de julho? Qual o antibiótico mais prescrito em todos os serviços de internamento neste mês? Qual a média de dias de internamento para o serviço Médico, durante os meses de junho e julho?

Como se deve instruir e treinar os participantes antes dos testes de avaliação?

Não existirá nenhum contato prévio nem sessões de treino com o protótipo funcional. Pretende-se avaliar a capacidade que o SV tem para ser utilizado sem uma formação prévia. A única informação que será dada aos participantes é que o SV é interativo e estes podem

manipular as visualizações através da aplicação de filtros e utilizando o clique do rato para seleccionar pontos de potencial interesse.

Para que a sessão cumpra com as orientações de Preece, Rogers e Sharp em [73] e por Forsell e Cooper em [88], foi criado um guia de sessão (Anexo D) composto pelas seguintes secções:

Introdução: Texto introdutório com o que se pretende com a sessão, os objetivos da avaliação e porque é importante. Nesta fase introdutória da sessão também foi explicado ao participante como se irá proceder à observação da sessão e como este se deve comportar.

Dados demográficos: A inclusão dos dados demográficos é essencial para contextualizar algumas das respostas dos participantes [73], [88]. Sendo o trabalho focado na área da saúde, foi pedido para preencher o sexo, um intervalo de idade, um intervalo do tempo de serviço na instituição e a categoria profissional. A idade é um fator importante de análise para a introdução de novas ferramentas de trabalho clínico no dia-a-dia do profissional de saúde [19].

Cenários: Os cenários são compostos por uma introdução concisa e uma descrição clara e enumerada das tarefas a serem realizadas. A ordem dos cenários foi tida em consideração já que o impacto de uma questão pode ser influenciada pela ordem [73]. No final de cada cenário foi apresentado um questionário de resposta fechada para avaliar a satisfação geral.

Questionário de avaliação da funcionalidade clínica do sistema: Depois da conclusão dos cenários, foi apresentado um questionário de resposta fechada para avaliar e validar a funcionalidade clínica do *dashboard*.

Questionário de avaliação de usabilidade: A usabilidade do *dashboard* foi avaliada através do inquérito de avaliação SUS e que foi apresentado ao colaborador no final da sessão (Anexo E).

4.3.2. Realização das sessões de testes

Uma questão frequentemente colocada é a escolha do ambiente em que a sessão deve ser realizada [52], [73], [88]. As sessões foram realizadas em gabinete com porta fechada por forma a facilitar o controlo sobre o que os participantes estão a fazer, quando o fazem e por quanto tempo, e ajudando a reduzir influências e distrações exteriores.

As sessões de testes foram realizadas num portátil MacBook Air e no *software* Tableau Desktop para o sistema operativo Mac OS. O protótipo foi executado em modo de janela completa. As sessões de testes foram gravadas com o *software* QuickTime Player 10.4 e foi utilizado a gravação do ecrã e o som ambiente para captar a conversa entre o orientador da sessão e o participante. A gravação da sessão era iniciada após a apresentação do SV ao participante para que este pudesse interagir com o SV à medida que ia lendo os cenários, e só parava depois do participante preencher o último questionário e fazer uma última observação geral de toda a experiência. A Tabela 4.6 apresenta os resultados globais da duração das sessões de testes.

Tabela 4.6 – Tempos globais da realização das sessões de testes

Variável Estatística	Resultado (minutos)	Gráfico (P _n corresponde aos participantes)
Sessão mais curta	16m	<p>Gráfico de dispersão mostrando os tempos das sessões de teste para seis participantes (P1 a P6). O eixo Y representa o tempo em minutos, variando de 16m a 34m. O eixo X representa os participantes. O gráfico inclui linhas horizontais para o desvio padrão (+1 e -1), a mediana e a média. Os pontos de dados são coloridos de acordo com a categoria: ENF (azul), TS (cinza), TSDT (laranja) e TSF (roxo).</p>
Sessão mais longa	34m	
Média	25m	
Mediana	28m	
Desvio padrão	6m	
+1 Desvio padrão	31m	
-1 Desvio padrão	19m	

As sessões tiveram uma duração média de 25 minutos (m). Dos 6 participantes, 3 (50%) estão dentro do intervalo de +1 (31m) e -1 (19m) do desvio padrão (6m). Apenas 2 participantes (33%) realizaram a sua sessão abaixo dos 19m e ambos pertencem à categoria

profissional TS e são da área de informática, o que pode levar às seguintes conclusões: ou estes participantes possuem conhecimento suficiente sobre o domínio de situação e/ou a forma de como interagir com *dashboards* que os permitiu completar os cenários mais rapidamente; ou algo de inesperado ocorreu durante as entrevistas. O participante P3 foi o que levou mais tempo, mas também foi o que mais levantou questões e forneceu observações.

4.3.3. Avaliação quantitativa e qualitativa por observação

O método de avaliação por observação é uma técnica de recolha de informação útil e que pode ser usada em várias fases do desenvolvimento de um sistema. Se aplicado durante uma fase de avaliação, este pode ser utilizado para analisar e determinar o quanto um protótipo desenvolvido suporta as necessidades, objetivos e tarefas dos utilizadores [73].

Os participantes, durante as sessões de testes, foram observados diretamente pelo avaliador enquanto executavam os cenários. Com a observação direta pretendeu-se obter dados qualitativos oferecendo uma avaliação direta da usabilidade do sistema e identificando problemas. Também se observou indiretamente os participantes, a interagirem com o protótipo através da gravação do ecrã, com o objetivo de avaliar algumas métricas de desempenho do utilizador.

A Tabela 4.7 lista estas métricas de avaliação por observação, como e quando foram utilizadas. Também incluí as métricas definidas pelo grupo de discussão na Tabela 3.2. No total foram avaliadas 5 métricas onde uma diz respeito ao indicador IND-1 (MA-1), outra ao indicador IND-5 (MA-3), e as restantes a todos os cenários.

Tabela 4.7 – Métricas de avaliação por observação, como e quando foram utilizadas para a avaliação quantitativa e qualitativa

#	Descrição	Como?	Quando?
MA-1	Conseguir identificar os potenciais casos de infeção hospitalar a partir do Serviço de Urgência (IND-1)	Gravação de áudio. Foi pedido ao participante para identificar em voz alta.	Durante a execução de cada cenário por parte do participante.
MA-2	TCT - Tempo para Concluir uma Tarefa (a eficácia na conclusão das tarefas)	Gravação do ecrã. Analisado o tempo de início e de fim da execução do cenário.	Durante a execução de cada cenário por parte do participante.
MA-3	Conseguir identificar casos de reinternamento (IND-5)	Gravação de áudio. Foi pedido ao participante para identificar em voz alta.	Durante a execução de cada cenário por parte do participante.
MA-4	TAAT - Tempo Necessário Antes de Atuar na Tarefa (a eficácia na conclusão das tarefas)	Gravação do ecrã. Foi analisado o tempo de início e de fim, até o participante começar a utilizar o sistema.	Durante a execução de cada cenário por parte do participante.
MA-5	Identificar problemas específicos com interações, codificações visuais, técnicas visuais, entre outros	Gravação de áudio. Foi pedido ao participante para pensar em voz alta.	Durante toda a sessão.

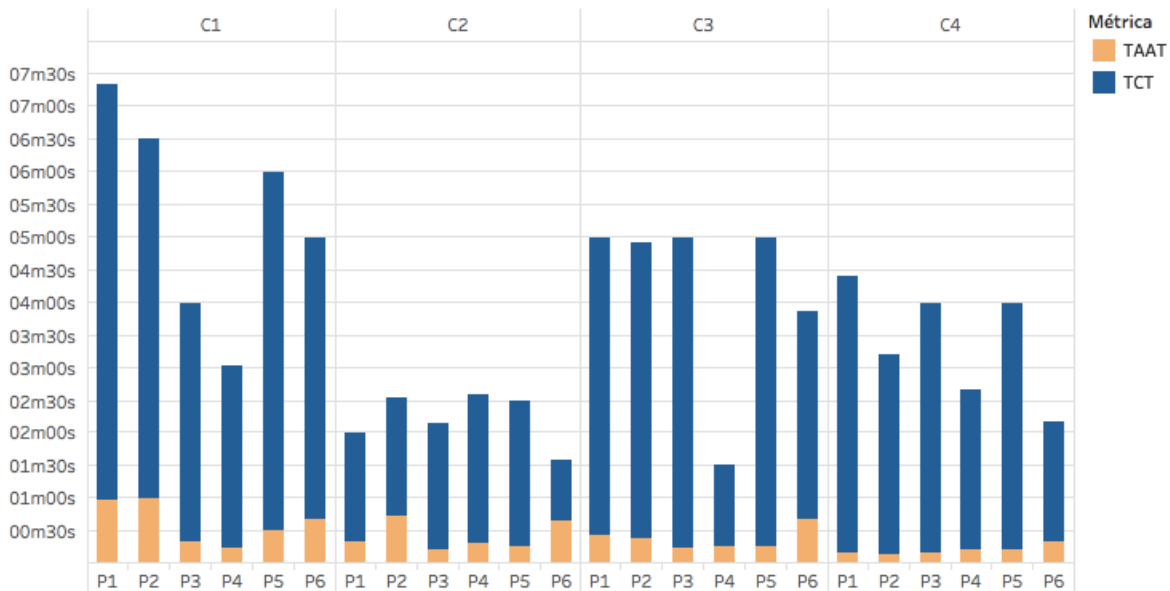
As métricas MA-1 e MA-3 constituem as tarefas do cenário C1. Todos os 6 participantes (100%) conseguiram cumprir com o esperado para as duas métricas. No caso da MA-1 concluíram que não existiam potenciais casos de infeção hospitalar na visualização do IND-1 para o espaço temporal disponível; para o MA-3 conseguiram identificar vários potenciais casos de reinternamento a partir da visualização do IND-5.

O cenário C1 diz respeito aos indicadores IND-1 e IND-5. Foi observado em 3 dos 6 participantes (50%) uma dificuldade inicial em como interpretar as visualizações destes indicadores, o que levou o avaliador a fornecer uma breve explicação de como interagir e interpretar as visualizações. Também foi observado durante as interações de 3 participantes (50%), com estes dois indicadores, que estes alternavam entre as duas visualizações e, por vezes, até as confundiam e tentavam concluir uma tarefa na visualização errada.

A métrica MA-4 avalia o tempo necessário antes de atuar num cenário (TAAT) e a métrica MA-2 avalia o tempo total (contabilizando o TAAT) necessário para concluir o cenário (TCT). A Figura 4.17 apresenta os resultados dos tempos de execução destas métricas para os

cenários por participante e a Tabela 4.8 os resultados estatísticos (média, mediana, desvio padrão, entre outros) para cada cenário.

Figura 4.17 - Tempos de execução dos cenários (Cn) por participante (Pn)



Os cenários C1 e C2 dizem respeito a visualizações semelhantes. Analisando o TCT destes cenários na Figura 4.17 e complementando com a média apresentada na Tabela 4.8 (média do C1 = 05m19s e a média do C2 = 02m14s), podemos concluir que a percepção de como interagir com as visualizações melhoraram do C1 para o C2.

Tabela 4.8 – Resultados estatísticos das métricas MA-2 e MA-4 para cada cenário

Cenários	C1		C2		C3		C4	
	TAAT	TCT	TAAT	TCT	TAAT	TCT	TAAT	TCT
Tempo mais curto	00:30	03:00	00:30	02:00	00:30	02:00	00:30	02:00
Tempo mais longo	01:00	07:00	01:00	03:00	01:00	05:00	00:30	04:00
Média	00:37	05:19	00:25	02:14	00:22	04:13	00:12	03:25
Mediana	00:35	05:30	00:20	02:20	00:19	04:58	00:11	03:37
Desvio Padrão	00:18	01:28	00:12	00:22	00:09	01:17	00:04	00:48
+1 Desvio Padrão	00:55	06:47	00:37	02:36	00:31	05:30	00:16	04:13
-1 Desvio Padrão	00:19	03:50	00:13	01:52	00:13	02:56	00:08	02:37

A média do TAAT manteve-se abaixo dos 26 segundos (seg) exceto para o cenário C1 que foi de 37seg. Uma hipótese pode ser devido ao cenário C1 ser o primeiro a ser realizado e, nesta fase, os participantes ainda estão na expectativa do que vão encontrar e não sabem bem como interagir com o SV. Com os dados disponíveis não foi possível encontrar uma relação entre o TAAT e o TCT.

O cenário C3 é composto por 2 tarefas e está relacionado com o indicador IND-4 e tem como objetivo testar a capacidade do participante em interagir com filtros e a seleção de atributos de uma forma hierárquica. Na primeira tarefa era necessário aplicar um filtro geral (meses) e selecionar um atributo (hora de maior afluência no gráfico das Admissões por Hora); na segunda tarefa era necessário retirar a seleção do atributo da primeira tarefa, mudar o filtro e selecionar outro atributo (emergente no gráfico das Admissões por Tipo de Triagem).

Este cenário foi o segundo com a maior média de TCT de 04m13s e avaliando a mediana esta sobe para 04m58s. O participante P4 demorou apenas 02m00s a executar o cenário C3 destacando-se dos outros participantes. Novamente, e de um modo geral, os participantes P4 e P6 demoraram menos tempo a realizar os cenários do que os restantes participantes e uma possível explicação para isto é que ambos são da categoria profissional TS da área de informática e estão habituados a interagir com este tipo de SV.

Todos os 6 participantes (100%) não tiveram problemas em encontrar o filtro. Dos 6 participantes, 5 (83%) conseguiram identificar a hora de maior afluência sem problemas, mas apenas 4 participantes (67%) é que tiveram a percepção imediata que podiam selecionar o ponto correspondente à hora. A limpeza do atributo selecionado, e necessário para executar corretamente a segunda tarefa deste cenário, causou problemas a 4 participantes (67%). Podemos concluir que a percepção do participante diminui quando é necessário encadear várias ações tais como aplicar filtros e selecionar atributos e/ou legendas.

O cenário C4 é composto por 3 tarefas em que duas estão relacionadas com o indicador IND-3 e uma com o IND-2. A utilização de um esquema de cores no IND-3 para representar a magnitude dos valores da prescrição de antibióticos nos serviços foi eficiente e todos os participantes (100%) afirmaram que o contraste da cor os ajudou a identificar o antibiótico mais prescrito. Apenas 2 participantes (33%) não tiveram uma percepção imediata da existência de uma barra de deslizamento na tabela.

O IND-2 foi o indicador com mais problemas identificados e 4 participantes (67%) apresentaram dificuldades na interpretação da visualização. Novamente, os 2 participantes que não tiveram dificuldades são da categoria profissional TS da área de informática e apenas estes é que perceberam e identificaram, sem ajuda, a linha da média de dias de internamento para o espaço temporal selecionado. Todos os participantes (100%) tiveram dificuldades em perceber os valores apresentados no eixo horizontal da visualização.

Outro aspeto importante foi a correta utilização por parte de todos os 6 participantes (100%) da informação extra disponível e das legendas nas visualizações de todos os indicadores, facilitando na análise e interpretação das tarefas a realizar. Também foi observado que após os participantes constatarem que era possível selecionar as legendas de forma a focar num determinado atributo, estes melhoraram a sua forma de interagir com o SV. Por fim, não se registou qualquer problema na interpretação das cores das legendas disponíveis.

A métrica MA-5 tem como objetivo identificar problemas específicos com interações, codificações visuais, técnicas visuais, entre outros, durante as sessões realizadas. Os problemas descritos na Tabela 4.9 foram identificados e/ou sugeridos pelos participantes e pelo avaliador.

Tabela 4.9 – Lista de problemas identificados na métrica MA-5

#	Descrição
MA-5-01	Nas visualizações dos IND-1 e IND-5, e dependendo do espaço temporal escolhido, existem eventos que são independentes e que estão em dias diferentes e seguidos, mas por causa da forma escolhida para codificar visualmente o evento (quadrado) estes parecem ser apenas um evento de vários dias.
MA-5-02	A atualização das visualizações do IND-4, quando é selecionado um atributo categórico num dos gráficos, está a levar demasiado tempo e confunde o participante levando-o a tentar selecionar repetidamente o mesmo atributo.
MA-5-03	Faltou um botão para limpar todos as seleções e filtros aplicados.
MA-5-04	A barra de deslizamento, quando existe, não está muito visível e, por vezes, dificultou a conclusão de alguns dos cenários.
MA-5-05	Falta integrar com resultados laboratoriais e com o processo clínico eletrónico.
MA-5-06	Existe uma tendência dos participantes, nos filtros gerais, para clicar no texto da opção que pretendem filtrar e não na <i>checkbox</i> das outras opções para as retirar.
MA-5-07	Má escolha do texto dos valores do eixo horizontal da visualização do IND-2. Leva a que os participantes interpretem os textos como sendo médias de dias de internamentos e não como meses.
MA-5-08	A coluna GLOBAL da visualização do IND-3 também devia estar com o canal da cor para representar a magnitude da percentagem.
MA-5-09	Dificuldades em interpretar que a linha a tracejado da visualização do IND-2 representa a média de dias de internamento para o espaço temporal escolhido.
MA-5-10	Os eventos das admissões ao internamento devem ter uma indicação de que são urgentes.
MA-5-11	A causa da admissão ao internamento será uma mais valia na identificação de potenciais casos de infeção hospitalar e de reinternamentos.
MA-5-12	O filtro geral Serviço deveria estar junto das visualizações dos internamentos.
MA-5-13	Existe alguma dificuldade quando é necessário aplicar um conjunto ordenado de filtros e seleções.
MA-5-14	Não existe uma opção para controlar de forma mais granular a linha temporal das visualizações dos IND-1 e IND-5.
MA-5-15	Devia ser possível filtrar os eventos das admissões urgentes ao internamento.
MA-5-16	A legenda das marcas pontos da visualização do IND-2, com o valor da média de dias de internamento por serviço, devia estar mais detalhada e não apresentar apenas o valor.
MA-5-17	Não faz sentido selecionar marcas e/ou atributos nas visualizações do IND-4 e as visualizações relacionadas com internamentos também mudarem.
MA-5-18	Deve existir uma indicação visual para identificar a hora de maior afluência do gráfico das Admissões por Hora (IND-4)

4.3.4. Avaliação quantitativa por questionário

Após a conclusão de cada cenário, foi apresentado ao participante um questionário de resposta fechada (Anexo D). A inclusão deste aumenta potencialmente a validade da satisfação geral dos participantes [91]. Este tipo de questionário deve ser curto e fácil de responder. Para este trabalho foi utilizado o inquérito de avaliação *After-Scenario Questionnaire* (ASQ) [92], composto por 3 questões (Q1 e Q2 na Figura 4.18) que estão pontuadas em uma escala de resposta psicométrica de 5 pontos (Escala de Likert⁴⁰). Pretende-se com a utilização do ASQ avaliar o nível de satisfação dos participantes como a facilidade de concluir o cenário e o tempo necessário para concluir o cenário.

Não tendo sido encontrado nenhum estudo de validação da tradução do ASQ para português, a tradução das questões do questionário que se segue foi efetuada pelo autor:

1. No geral, estou satisfeito com a facilidade com que conclui estas tarefas.
2. No geral, estou satisfeito com o tempo que levei a concluir estas tarefas.
3. No geral, estou satisfeito com a informação de suporte (ajuda on-line, mensagens, documentação) que utilizei para concluir estas tarefas.

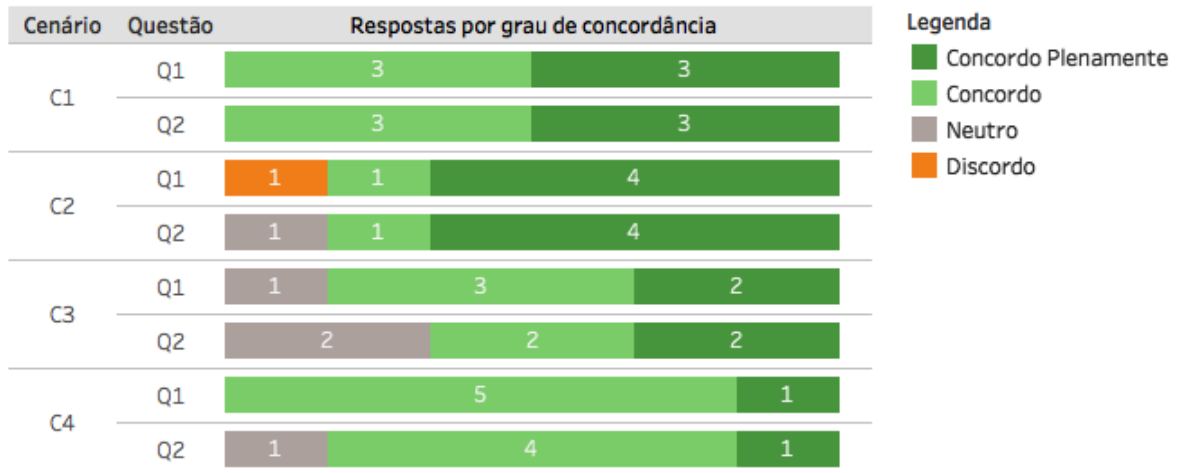
Não só foi necessário traduzir as questões, mas também a escala que varia de “Discordo Fortemente”, “Discordo”, “Neutro”, “Concordo” a “Concordo Plenamente”.

A terceira questão do ASQ está relacionada com a qualidade da informação de suporte e, não sendo relevante para os objetivos deste trabalho, não será usada. O estudo de Tedesco e Tullis [93] comprova que a remoção desta questão não afeta a fiabilidade do questionário.

A Figura 4.18 apresenta os resultados dos inquéritos realizados. Conclui-se que existem incongruências na relação entre estes resultados e os da avaliação quantitativa e qualitativa por observação dos cenários.

⁴⁰ <https://pt.surveymonkey.com/mp/likert-scale/> (16-junho-2018)

Figura 4.18 – Resultados do inquérito de cada cenário



Os resultados para os cenários C1 e C2 não se relacionam de forma válida com os resultados das observações. Para o C1 existe concordância na satisfação com que se concluiu as tarefas, mas o que realmente foi observado é que 3 dos 6 participantes (50%) sentiram dificuldades na interpretação e interação com as visualizações e que teve impacto no tempo de conclusão das tarefas. No C2 esta concordância continua, mas com um participante a responder que discorda e outro que é neutro e, no entanto, este cenário foi o que melhor TCT (média = 02m14s) obteve e é, de certa forma, semelhante ao anterior que serviu como veículo de aprendizagem na interpretação e interação do SV.

Os resultados do C3 apresentam 3 respostas neutras e 5 concordo (num total de 12) que alinham com a observação de que este cenário (excluindo o C1 que serviu de aprendizagem) foi o mais complexo de concluir por causa da múltipla seleção de filtros, valores e atributos nas visualizações.

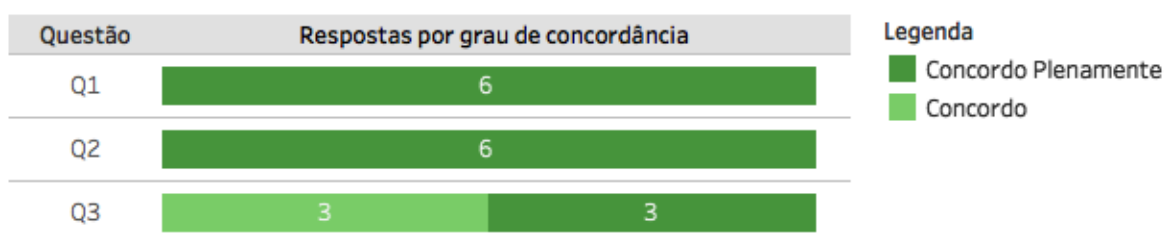
Por fim, o C4 obteve 11 respostas (num total de 12) dentro do espetro positivo da escala. Tendo em conta que este cenário continha uma visualização (IND-2) em que 4 participantes (67%) apresentaram dificuldades na interpretação e interação da visualização e que todos os participantes (100%) afirmaram que os valores apresentados no eixo horizontal não era o mais correto, é possível concluir que os resultados deste cenário não espelham o observado durante as sessões de testes.

Após o participante concluir todos os cenários da sessão, este preencheu outro questionário de resposta fechada (Anexo D) composto por 3 questões (Q1, Q2 e Q3 na Figura 4.19) em uma escala Likert de 5 pontos (escala idêntica à utilizada no ASQ). As seguintes questões foram as apresentadas e pretendem aferir a funcionalidade e a interatividade do *dashboard* e como este se relaciona com a área clínica:

1. A utilização de um sistema destes pode melhorar o acompanhamento dos utentes por parte dos profissionais de saúde.
2. A interação com este tipo de visualizações podem ser uma fonte útil de feedback.
3. Este sistema pode ser eficaz na prevenção e redução de erros em ambientes clínicos.

A Figura 4.19 apresenta os resultados do inquérito final onde é possível constatar que existe uma elevada concordância de que um SV destes pode efetivamente melhorar a prática diária da profissão. No entanto, e tendo em conta que estes resultados foram obtidos a partir da realização de testes com um protótipo funcional em ambiente controlado, utilizando um guião com a indicação das tarefas que deviam ser realizadas, e com apenas 6 participantes, não é correto afirmar que este SV possa ter impacto na prática diária.

Figura 4.19 – Resultados do inquérito final após os cenários



Para efetivamente validar que é possível utilizar um SV destes na prática diária da profissão será necessário dar formação e testar o sistema em ambiente de produção, por períodos de longa duração e com mais profissionais de saúde de várias categorias.

4.3.5. Inquérito de avaliação de usabilidade *System Usability Scale*

O inquérito de avaliação de usabilidade *System Usability Scale* (SUS) é uma escala de avaliação “rápida e suja”⁴¹ que dá a possibilidade de avaliar a usabilidade de um sistema de uma forma rápida e fácil [94], [95]. Tem como objetivos fornecer uma medição das percepções subjetivas das pessoas sobre a usabilidade de um sistema, e permitir fazê-lo no pouco tempo disponível durante uma sessão de avaliação [96]. O SUS é composto por um questionário de 10 afirmações que estão pontuadas em uma escala de Likert de 5 pontos (escala idêntica à utilizada no ASQ). Os resultados têm uma escala de 0 a 100 valores, onde resultados mais elevados indicam uma melhor usabilidade. Uma classificação superior a 68 valores está acima da média considerando o sistema como aceite [97].

Os estudos [94], [96], [98], [99] mostram que a utilização deste inquérito é confiável, correlaciona bem com outros modelos de avaliação, e apresenta-se como uma métrica útil para a avaliação geral da usabilidade do sistema. Estes fatores foram importantes na escolha do inquérito para ser utilizado neste trabalho. Este foi apresentado aos participantes no final de cada sessão de testes.

O único estudo de tradução do SUS para a língua portuguesa encontrado durante a revisão de literatura foi realizado por Martins *et al.* [98]. De seguida, apresenta-se a lista das 10 afirmações (Q1 a Q10 na Figura 4.20) que constituem o sistema de avaliação SUS, traduzidos para a língua portuguesa:

1. Acho que gostaria de utilizar este sistema com frequência.
2. Considerarei o sistema mais complexo do que necessário.
3. Achei o sistema fácil de utilizar.
4. Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este sistema.
5. Considerarei que as várias funcionalidades deste sistema estavam bem integradas.
6. Achei que este sistema tinha muitas inconsistências.
7. Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este sistema.
8. Considerarei o sistema muito complicado de utilizar.

⁴¹ Tradução livre do autor. No original “*quick and dirty*”

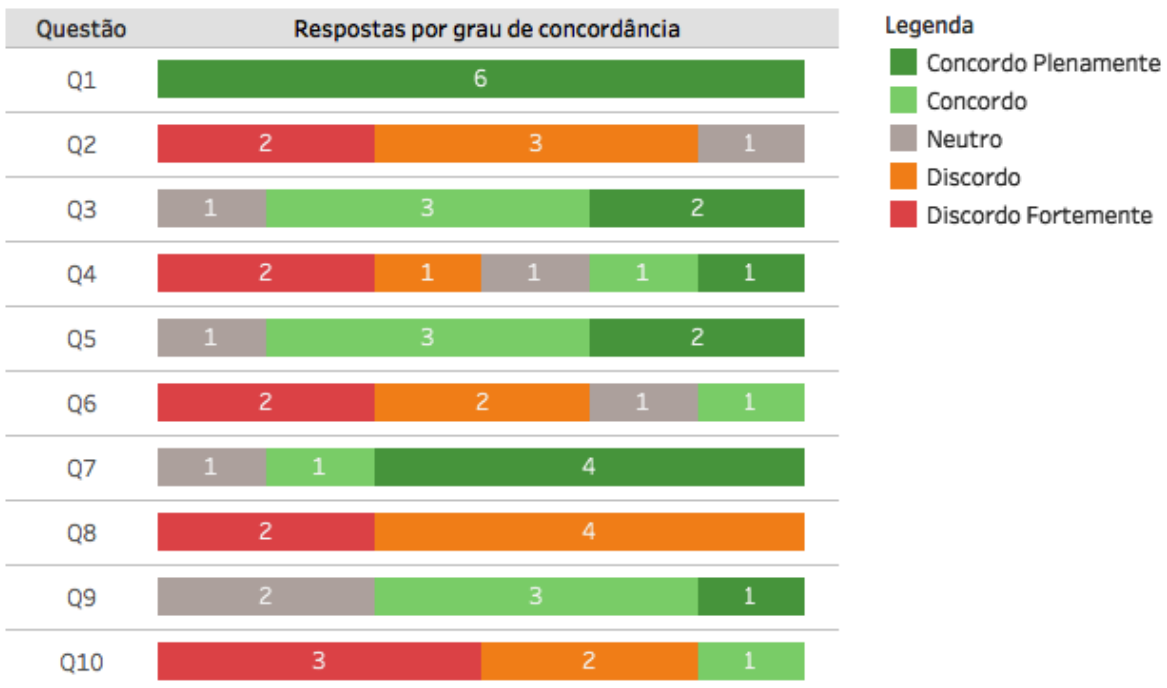
9. Senti-me muito confiante a utilizar este sistema.

10. Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este sistema.

De notar que Martins *et al.* [98] traduziram a palavra “*system*” para “produto”. É escolha de o autor fazer a tradução literal de “*system*” para “sistema” porque faz mais sentido para este trabalho.

A Figura 4.20 apresenta os resultados do inquérito SUS (Anexo E). Este resultou na média de 78,8 valores (desvio padrão = 11,1 e mediana = 75,0) que considera o sistema como “Bom”. O valor está acima dos 68 valores que considera o sistema como “Aceite” [97]. No entanto, este resultado não atinge um dos objetivos para este trabalho que era obter 85 valores e considerar a usabilidade do SV como “Excelente”.

Figura 4.20 – Resultados do inquérito SUS



As questões Q4 e Q10, que estão relacionadas com a capacidade de aprendizagem do participante [100], obtiveram uma média de 2,7 e 1,8 (grau de concordância) respetivamente, levando a afirmar que existe uma boa perceção da capacidade de aprendizagem em relação ao SV, mesmo existindo 2 dos 6 participantes (33%) que concordaram que seria necessário ajuda de um técnico para conseguir utilizar o SV.

Todos os participantes (100%) estão plenamente de acordo que gostariam de utilizar este SV com frequência (Q1) o que vai de encontro com os resultados do inquérito final após os cenários (Figura 4.19). Dos 6 participantes, 5 (83%) discordam que o sistema seja mais complexo do que o necessário (Q2), concordam que este será fácil de utilizar (Q3) e que as várias funcionalidades do SV estavam bem integradas (Q5).

Existem 4 participantes (67%) que discordam que o SV tenha muitas inconsistências (Q6), mas foram identificados 18 problemas (Tabela 4.9) durante a avaliação qualitativa por observação.

O participante P4 obteve 100 valores na escala do inquérito SUS levantando a questão se o seu resultado foi tendencioso e está a influenciar o resultado geral do inquérito. Retirando a sua participação e recalculando o resultado geral, obteve-se a média de 74,5 valores (desvio padrão = 6,2 e mediana = 72,5) que continua a considerar o sistema como “Bom”.

4.4. Conclusão

Uma correta idealização e implementação da infraestrutura que suporta o SV é crucial para o bom funcionamento deste. Constata-se que é requisito essencial que a informação existente no SV esteja atualizada e que apresente um elevado grau de consistência e qualidade, algo usualmente requerido na área da saúde.

A implementação de idiomas de codificação visual e de interação tais como o mapa de calor (*heatmap*), a visualização que simula uma linha temporal de eventos (*timeline*) ou a técnica foco+contexto (*focus+context*) revelaram-se bastante eficazes na comunicação da mensagem pretendida. O idioma de codificação visual e de interação desenvolvido (*timeline*) para os indicadores IND-1 e IND-5 apresentam bastante potencial e foram bem aceites pelos participantes dos testes com cenários. No entanto, constatou-se que a presença de duas visualizações idênticas pode confundir o utilizador. Foi identificado que as codificações visuais escolhidas para o idioma de codificação visual e de interação do indicador IND-2 não foram de todo eficazes e necessitam de ser reavaliadas.

O protótipo apresentado para testes foi a primeira versão desenvolvida. Este nunca tinha sido avaliado anteriormente nem o seu desenho submetido a iterações. Se as visualizações tivessem sido analisadas e avaliadas pelo grupo de discussão é possível teorizar que seria possível reduzir alguns dos 18 problemas identificados durante os testes (Tabela 4.9). A falta de formação prévia no SV desenvolvido foi importante no desenrolar dos testes e foi a causa para o elevado tempo de conclusão do cenário C1. Uma correta formação e/ou ambientação ao SV teria melhorado a percepção e interação dos participantes.

O inquérito final, após a conclusão dos cenários, não tem impacto nas condições em que os testes se realizaram. Para que este tenha impacto será necessário testar o SV em contexto de trabalho, por um período mais longo e com mais participantes. Só assim será possível avaliar a sua real praticabilidade.

Os resultados do inquérito SUS não atingiram o objetivo proposto para considerar a usabilidade do SV como “Excelente”. Foi utilizado uma amostra com 6 participantes, mas o estudo de Tullis e Stetson [101] demonstra que uma amostra entre 8 a 12 participantes é necessária para que tenhamos uma medição da usabilidade percebida de um sistema com bastante confiança.

No próximo capítulo são revelados e discutidos se os resultados dos métodos de avaliação utilizados validam o proposto pelo modelo conceptual, é feita uma avaliação crítica da implementação do modelo e, por fim, apresenta-se as conclusões relevantes e as sugestões para um trabalho futuro.

5. Conclusões e trabalho futuro

A área científica da Visualização de Informação reconhece que existe um enorme potencial em investigar, criar e avaliar novas técnicas e modelos de visualização de dados que possam codificar e representar simultaneamente dados de várias áreas clínicas. Estas técnicas e modelos devem apoiar os profissionais de saúde na análise, ponderação e decisão em executar tarefas diárias como a vigilância de doenças, cuidados de saúde dos doentes e gestão da saúde, assim como permitir que ganhem a capacidade de interagir e lidar com a complexidade dos dados clínicos de uma forma eficaz, simples, interativa e intuitiva [1], [2], [13]–[17].

Existe, portanto, o desafio para encontrar formas eficientes de representar visualmente a complexidade e as relações dos dados e a sua interseção recorrente com múltiplas áreas clínicas. Este desafio foi uma das motivações para este trabalho e que contribuiu com o desenvolvimento de um modelo visual conceptual para a criação de *dashboards*⁴² (painel de indicadores), que permita um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas).

A utilização de *dashboards* clínicos apresenta-se como uma estratégia de exibição visual de informação de enorme potencial [2], [11]. Foi possível validar, através dos resultados dos inquéritos realizados durante as sessões de testes, que esse potencial existe e todos os participantes dos testes concordam que gostariam de o utilizar com frequência.

Os resultados dos inquéritos também concluem que a utilização dos *dashboards* pode efetivamente melhorar a prática diária da profissão apresentando um efeito positivo nos resultados e processos dos cuidados de saúde [10]–[12]. Apesar dos resultados apontarem para essa melhoria não a podemos validar com um alto grau de certeza porque os resultados são baseados na realização de apenas uma sessão de testes em ambiente controlado e com apenas 6 participantes.

⁴² Técnica de visualização que agrega outras técnicas de visualização consolidadas e organizadas de forma a monitorizar condições e/ou facilitar a compreensão

5.1. Objetivos e resultados esperados

Era esperado que o método de grupo de discussão (*focus group*) fosse o ideal para a análise e seleção de indicadores (primeira fase do modelo conceptual). O método revelou-se eficaz, mas existem indícios de que os processos utilizados podem ser melhorados. A metodologia [73] utilizada na análise qualitativa da entrevista com o grupo de discussão terá de ser revista e avaliada por forma a tornar o método confiável e passível de ser replicado. A definição dos indicadores terá de ser mais granular para que o resultado seja uma clara caracterização do fluxo de trabalho do domínio do problema.

Os trabalhos desenvolvidos por Lam *et al.* [31], Munzner [6], [32] e Kirk [33] foram essenciais para validar se a técnica visual escolhida para cada um dos indicadores foi a mais correta. A ausência da avaliação, pelo grupo de discussão, dos idiomas de codificação visual e de interação pode ter sido uma das causas para o indicador IND-2 não tenha sido eficaz e que tenham sido identificados 18 problemas de usabilidade e funcionalidade durante os testes (Tabela 4.9).

A construção do *dashboard* respeitou as diretrizes definidas por Few [10] e, em algumas situações, foi possível observar uma redução do esforço cognitivo na análise e tomada de decisão acertada. Exemplo disso foi a implementação da técnica visual mapa de calor (*heatmap*) no indicador IND-3.

Todas as 5 métricas de avaliação por observação (Tabela 4.7) que foram definidas para a avaliação quantitativa e qualitativa, foram observadas e analisadas com sucesso. As métricas MA-1, MA-2 e MA-3 foram definidas pelo grupo de discussão tendo sido possível comparar entre o “antes” e o “depois” da utilização do modelo visual.

Definiu-se como objetivo que a avaliação da usabilidade do *dashboard* obtivesse mais de 85 valores (em uma escala de 0-100) no inquérito *System Usability Scale* para o que se esteja a avaliar seja considerado como “Excelente” [20], [21]. O resultado não foi o esperado, obtendo-se 78,8 valores com um desvio padrão de 11,1 valores e mediana de 75,0 valores considerando o sistema como “Bom”. Um possível problema para este

resultado pode estar no grupo de testes que foi constituído por 6 participantes quando o estudo de Tullis e Stetson demonstra que é necessário pelo menos 8 para que tenhamos uma medição da usabilidade com bastante confiança [101].

Tendo em conta que as avaliações foram realizadas com a primeira versão do protótipo funcional e apenas uma sessão de testes, e que este protótipo nunca obteve feedback nem revisões de desenho iterativas – processos essenciais no modelo conceptual desenvolvido – os 78,8 valores obtidos no inquérito *System Usability Scale* e os problemas de usabilidade e funcionalidade identificados nas sessões de testes, dão a confiança necessária para se perspetivar melhorias consideráveis nas próximas versões do protótipo.

De uma forma geral, os resultados obtidos confirmaram o inicialmente proposto por este trabalho, ou seja, foi alcançado o desenvolvimento de um modelo visual conceptual para a criação de *dashboards*, que permitiu um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas).

5.2. Limitações

O modelo baseia-se numa abordagem centrada no utilizador em que este é considerado peça chave na idealização e desenvolvimento do *dashboard* e deve participar no desenho iterativo deste. A amostra de participantes apesar de significativa no contexto deverá ser ampliada de forma a envolver mais utilizadores durante as fases conceptuais e de implementação do modelo proposto, no futuro.

Os testes de usabilidade e funcionalidade foram efetuados por 6 participantes, sem formação prévia, num protótipo funcional desenvolvido com *software* proprietário e utilizando um conjunto de dados estáticos com 3 meses de dados clínicos e com 3 dos 6 serviços de internamento do Hospital. Todas estas constatações não invalidam o trabalho desenvolvido, mas certamente não permite aferir de forma precisa o impacto que a utilização dos *dashboards* têm na prática diária dos profissionais de saúde.

Uma das áreas clínicas associadas ao protótipo era os resultados das análises laboratoriais durante os episódios de internamento. Não foi possível integrar e extrair um conjunto de dados do sistema de informação laboratorial porque existem custos associados a esta integração. O conjunto de dados utilizado também não continha informações clínicas que foram consideradas como importantes na interpretação das visualizações criadas.

Uma das vantagens da captura e geração de dados quantitativos durante as sessões de testes foi a significância estatística. Apesar de os dados terem sido tratados e apresentados de forma sólida, não foram utilizados instrumentos matemáticos como os intervalos de confiança ou significância estatística para validar se os dados analisados refletem a verdade ou se apenas são um efeito de ruído aleatório provocado por uma má escolha dos participantes dos testes ou das condições em que a sessão foi realizada [102].

5.3. Trabalho futuro

Bhutkar *et al.* [58], com base em uma revisão de literatura sobre métodos de avaliação de usabilidade na saúde, concluem que os métodos mais utilizados para avaliar sistemas de informação de saúde são a avaliação heurística [73, p. 500] e a orientação cognitiva [73, p. 511]. A utilização destes métodos poderá melhorar a fiabilidade da avaliação e do modelo conceptual proposto.

Para efetivamente validar que os *dashboards* apresentam um efeito positivo nos resultados e processos dos cuidados de saúde e como os profissionais da área clínica incorporam o uso destes na prática diária da profissão, pretende-se realizar um estudo de campo (*field study*) [73, p. 488], em contexto de trabalho diário com um protótipo revisto e validado pelo grupo de discussão, por um período não menos que 1 mês e com a participação de pelo menos 3 profissionais de saúde por categoria profissional de interesse para o domínio de situação do problema.

A próxima versão do protótipo terá de ser desenvolvida com tecnologias que o Hospital disponha de licença, estar totalmente integrada com o Sistema de *Business Intelligence* e a

informação apresentada ser atualizada em tempo real. Também deve ser implementado o acesso controlado e diferenciado por perfis.

Referências Bibliográficas

- [1] O. Ola and K. Sedig, “Beyond simple charts : Design of visualizations for big health data,” *Online J. Public Health Inform.*, vol. 8, no. 3, 2016.
- [2] V. L. West, D. Borland, and W. E. Hammond, “Innovative Information Visualization of Electronic Health Record Data: A Systematic Review,” *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, pp. 1–7, 2014.
- [3] B. Shneiderman, “The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations,” *Proc. 1996 IEEE Symp. Vis. Lang.*, pp. 336–343, 1996.
- [4] J. G. Stadler, K. Donlon, J. D. Siewert, T. Franken, and N. E. Lewis, “Improving the Efficiency and Ease of Healthcare Analysis Through Use of Data Visualization Dashboards,” *Big Data*, vol. 4, no. 2, pp. 129–135, 2016.
- [5] R. M. Hanson, “Good health information--an asset not a burden!,” *Australian health review : a publication of the Australian Hospital Association*, vol. 35, no. 1. pp. 9–13, 2011.
- [6] T. Munzner, *Visualization Analysis and Design*. CRC Press, 2014.
- [7] C. Chen, “Information visualization,” *Wiley Interdiscip. Rev. Comput. Stat.*, vol. 2, no. 4, pp. 387–403, Jul. 2010.
- [8] S. Liu, W. Cui, Y. Wu, and M. Liu, “A survey on information visualization: recent advances and challenges,” *Vis. Comput.*, vol. 30, no. 12, pp. 1373–1393, Dec. 2014.
- [9] J. F. Rodrigues Jr, L. A. M. Zaina, M. C. F. de Oliveira, and A. J. M. Traina, “A survey on Information Visualization in light of Vision and Cognitive sciences,” *arXiv1505.07079 [cs]*, no. 1, pp. 1–29, 2015.
- [10] S. C. Few, *Information Dashboard Design : Displaying data for at-a-glance monitoring*. Analytics Press, 2013.

- [11] D. Dowding *et al.*, "Dashboards for improving patient care: Review of the literature," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 84, no. 2. Elsevier Ireland Ltd, pp. 87–100, Feb-2015.
- [12] S. Maktoobi and M. Melchiori, "A brief survey of recent clinical dashboards," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 1658, no. June, pp. 1–6, 2016.
- [13] A. Rind, "Interactive Information Visualization to Explore and Query Electronic Health Records," *Found. Trends® Human–Computer Interact.*, vol. 5, no. 3, pp. 207–298, 2013.
- [14] B. Shneiderman, C. Plaisant, and B. W. Hesse, "Improving health and healthcare with interactive visualization methods," *IEEE Comput.*, vol. 46, no. 5, pp. 58–66, 2013.
- [15] A. Dasgupta, E. Maguire, A. Abdul-rahman, and M. Chen, "Opportunities and Challenges for Privacy-Preserving Visualization of Electronic Health Record Data," *Proc. IEEE VIS 2014 Work. Vis. Electron. Heal. Rec.*, 2014.
- [16] J. J. Caban and D. Gotz, "Visual analytics in healthcare - opportunities and research challenges," *J. Am. Med. Informatics Assoc.*, vol. 22, no. 2, pp. 260–262, 2015.
- [17] S. Faisal, A. Blandford, and H. W. Potts, "Making sense of personal health information: Challenges for information visualization," *Health Informatics J.*, vol. 19, no. 3, pp. 198–217, 2013.
- [18] S. Rocha, J. Bernardino, I. Pedrosa, and I. Ferreira, "Dashboards and Indicators for a BI Healthcare System," in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 569, 2017, pp. 81–90.
- [19] K. Lee *et al.*, "A novel concept for integrating and delivering health information using a comprehensive digital dashboard: An analysis of healthcare professionals' intention to adopt a new system and the trend of its real usage," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 97, pp. 98–108, Jan. 2017.

- [20] M. C. J. Schall, L. Cullen, P. Pennathur, H. Chen, K. Burrell, and G. Matthews, "Usability Evaluation and Implementation of a Health Information Technology Dashboard of Evidence-Based Quality Indicators.," *Comput. Inform. Nurs.*, vol. 00, no. 0, pp. 1–8, 2016.
- [21] M. C. Schall, H. Chen, P. R. Pennathur, and L. Cullen, "Development and Evaluation of a Health Information Technology Dashboard of Quality Indicators," *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.*, vol. 59, no. 1, pp. 461–465, Sep. 2015.
- [22] R. De Croon, J. Klerkx, and E. Duval, "Design and Evaluation of an Interactive Proof-of-Concept Dashboard for General Practitioners," in *2015 International Conference on Healthcare Informatics*, 2015, pp. 150–159.
- [23] J. G. Dolan, P. J. Veazie, and A. J. Russ, "Development and initial evaluation of a treatment decision dashboard.," *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 13, p. 51, 2013.
- [24] C. LeRouge *et al.*, "Using Heuristic Evaluation to Enhance the Visual Display of a Provider Dashboard for Patient-Reported Outcomes," *eGEMs (Generating Evid. Methods to Improv. patient outcomes)*, vol. 5, no. 2, p. 6, 2017.
- [25] M. Ghazisaeidi, R. Safdari, M. Torabi, M. Mirzaee, J. Farzi, and A. Goodini, "Development of Performance Dashboards in Healthcare Sector: Key Practical Issues," *Acta Inform. Medica*, vol. 23, no. 5, p. 317, 2015.
- [26] M. Karami, R. Safdari, and A. Rahimi, "Effective radiology dashboards: key research findings," *Radiol. Manage.*, vol. 35, no. 2, pp. 42–45, 2013.
- [27] M. A. Badgeley *et al.*, "EHDViz: clinical dashboard development using open-source technologies.," *BMJ Open*, vol. 6, no. 3, p. e010579, Mar. 2016.
- [28] A. L. Hartzler, S. Chaudhuri, B. C. Fey, D. R. Flum, and D. Lavalley, "Integrating Patient-Reported Outcomes into Spine Surgical Care through Visual Dashboards: Lessons Learned from Human-Centered Design," *eGEMs (Generating Evid. Methods to Improv. patient outcomes)*, vol. 3, no. 2, p. 2, 2015.

- [29] A. I. Martins, A. Queirós, N. P. Rocha, and B. S. Santos, “Avaliação de usabilidade: Uma revisão sistemática da literatura,” *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Technol. Inf.*, vol. 2013, no. 11, pp. 63–66, 2013.
- [30] I. S. Silva, A. L. Veloso, and J. B. Keating, “Focus group: Considerações teóricas e metodológicas,” *Rev. Lusofona Educ.*, no. 26, pp. 175–190, 2014.
- [31] H. Lam, E. Bertini, P. Isenberg, C. Plaisant, and S. Carpendale, “Empirical studies in information visualization: Seven scenarios,” *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 18, no. 9, pp. 1520–1536, Sep-2012.
- [32] T. Munzner, “A Nested Model for Visualization Design and Validation,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 15, no. 6, pp. 921–928, Nov. 2009.
- [33] A. Kirk, *Data Visualisation: A Handbook for Data Driven Design*. Los Angeles: Sage Publications, 2016.
- [34] T. Munzner, “Process and pitfalls in writing information visualization research papers,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 4950 LNCS, pp. 134–153, 2008.
- [35] M. Sedlmair, M. Meyer, and T. Munzner, “Design Study Methodology: Reflections from the Trenches and the Stacks,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 18, no. 12, pp. 2431–2440, Dec. 2012.
- [36] C. N. Knaflic, *Storytelling with Data*. John Wiley & Sons, Inc., 2015.
- [37] S. C. Few, *Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten*, 2nd ed. Analytics Press, 2012.
- [38] S. McKenna, D. Mazur, J. Agutter, and M. Meyer, “Design Activity Framework for Visualization Design,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 20, no. 12, pp. 2191–2200, Dec. 2014.
- [39] M. Meyer, M. Sedlmair, P. S. Quinan, and T. Munzner, “The nested blocks and

- guidelines model,” *Inf. Vis.*, vol. 14, no. 3, pp. 234–249, Jul. 2015.
- [40] N. Elmqvist, A. Vande Moere, H.-C. Jetter, D. Cernea, H. Reiterer, and T. Jankun-Kelly, “Fluid interaction for information visualization,” *Inf. Vis.*, vol. 10, no. 4, pp. 327–340, Oct. 2011.
- [41] R. Spence, *Information Visualization*, vol. 2, no. 4. 2001.
- [42] R. E. Patterson *et al.*, “A human cognition framework for information visualization,” *Comput. Graph.*, vol. 42, pp. 42–58, 2014.
- [43] C. Ware, *Information Visualization: Perception for Design: Second Edition*. 2004.
- [44] D. M. Wong, *The Wall Street Journal Guide to Information Graphics : the dos and don'ts of presenting data, facts, and figures*, 1st ed. New York, USA: W. W. Norton & Company Ltd., 2010.
- [45] E. Dimara, A. Bezerianos, and P. Dragicevic, “The Attraction Effect in Information Visualization,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 23, no. 1, pp. 471–480, Jan. 2017.
- [46] S. Bresciani and M. J. Eppler, “The Pitfalls of Visual Representations,” *SAGE Open*, vol. 5, no. 4, p. 215824401561145, Dec. 2015.
- [47] M. Gleicher, “Considerations for Visualizing Comparison,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 24, no. 1, pp. 413–423, 2018.
- [48] H. Lam, “A Framework of Interaction Costs in Information Visualization,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 14, no. 6, pp. 1149–1156, Nov. 2008.
- [49] N. Elmqvist and J. S. Yi, “Patterns for visualization evaluation,” *Inf. Vis.*, vol. 14, no. 3, pp. 250–269, Jul. 2015.
- [50] L. E. Matzen, M. J. Haass, K. M. Divis, Z. Wang, and A. T. Wilson, “Data Visualization Saliency Model: A Tool for Evaluating Abstract Data Visualizations,” *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, pp. 1–1, 2017.

- [51] S. Carpendale, "Evaluating information visualizations," in *Information Visualization*, vol. 4950, no. December, A. Kerren, J. T. Stasko, J.-D. Fekete, and C. North, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 19–45.
- [52] R. Dix, Alan; Finlay, Janet E.; Abowd Gregory D.; Beale, *Human–Computer Interaction*, 3rd ed. Prentice-Hall, Inc., 2003.
- [53] C. Plaisant, "The challenge of information visualization evaluation," in *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces - AVI '04*, 2004, p. 109.
- [54] T. Isenberg, P. Isenberg, Jian Chen, M. Sedlmair, and T. Moller, "A Systematic Review on the Practice of Evaluating Visualization," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 19, no. 12, pp. 2818–2827, Dec. 2013.
- [55] C. Plaisant, B. Milash, A. Rose, S. Widoff, and B. Shneiderman, "LifeLines: visualizing personal histories," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems common ground - CHI '96*, 1996, p. 221-.
- [56] P. D.S. and F. S.M., "Design and evaluation of a web-based interactive visualization system for lung transplant home monitoring data," *AMIA ... Annual Symposium proceedings / AMIA Symposium. AMIA Symposium*. pp. 598–602, 2007.
- [57] M. Zahabi, D. B. Kaber, and M. Swangnetr, "Usability and Safety in Electronic Medical Records Interface Design," *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 57, no. 5, pp. 805–834, Aug. 2015.
- [58] G. Bhutkar, A. Konkani, D. Katre, and G. G. Ray, "A Review : Healthcare Usability Evaluation Methods," *Biomed. Instrum. Technol.*, vol. 47, no. s2, pp. 45–53, Aug. 2013.
- [59] J. Pavão, R. Bastardo, M. Covêlo, and V. Costa, "Estudo da Usabilidade do SClínico Usability Study of SClínico," 2015.
- [60] S. Wexler, J. Shaffer, and A. Cotgreave, *The Big Book of Dashboards*. Hoboken, NJ,

USA: John Wiley & Sons, Inc., 2017.

- [61] S. C. Few, "There's Nothing Mere About Semantics," *Perceptual Edge*, 2017. [Online]. Available: <https://www.perceptualedge.com/blog/?p=2793>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [62] J. Shaffer, "The Definition of a Dashboard," *Data Plus Science, LLC*, 2018. [Online]. Available: <https://www.dataplusscience.com/DashboardDefinition.html>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [63] O. M. Yigitbasioglu and O. Velcu, "A review of dashboards in performance management: Implications for design and research," *Int. J. Account. Inf. Syst.*, vol. 13, no. 1, pp. 41–59, 2012.
- [64] M. R. Endsley and D. G. Jones, *Designing for situation awareness : an approach to user-centered design*, 2nd ed. CRC Press, 2012.
- [65] A. Keahey, "Using visualization to understanding big data," pp. 1–16, 2013.
- [66] M. Gama, João; Carvalho, André; Faceli, Katti; Lorena, Ana; Oliveira, *Extração de Conhecimento de Dados - Data Mining*, 2nd ed. Lisboa: Edições Sílabo, Lda., 2015.
- [67] P. Bera, "How colors in business dashboards affect users' decision making," *Commun. ACM*, vol. 59, no. 4, pp. 50–57, 2016.
- [68] E. Dimara, A. Bezerianos, and P. Dragicevic, "The Attraction Effect in Information Visualization," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 23, no. 1, pp. 471–480, 2016.
- [69] P. O'Leary, N. Carroll, and I. Richardson, "The Practitioner's Perspective on Clinical Pathway Support Systems," in *2014 IEEE International Conference on Healthcare Informatics*, 2014, no. September, pp. 194–201.
- [70] R. M. Ratwani and A. Fong, "'Connecting the dots': leveraging visual analytics to make sense of patient safety event reports.," *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 22, no. 2, pp. 312–7, 2015.

- [71] N. Iliinsky and J. Steele, *Designing Data Visualizations*. 2011.
- [72] S. M. Smith and G. S. Albaum, *Basic Marketing Research : Volume 1 Handbook for Research Professionals*, vol. 1. 2012.
- [73] H. Preece, Jenny; Rogers, Yvonne; Sharp, *Interaction Design: beyond human-computer interaction*, 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., 2015.
- [74] R. Amar, J. Eagan, and J. Stasko, "Low-level components of analytic activity in information visualization," in *IEEE Symposium on Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005.*, 2005, pp. 111–117.
- [75] R. Amar and J. Stasko, "BEST PAPER: A Knowledge Task-Based Framework for Design and Evaluation of Information Visualizations," in *IEEE Symposium on Information Visualization, 2004*, pp. 143–150.
- [76] M. Brehmer and T. Munzner, "A Multi-Level Typology of Abstract Visualization Tasks," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 19, no. 12, pp. 2376–2385, Dec. 2013.
- [77] H.-J. Schulz, T. Nocke, M. Heitzler, and H. Schumann, "A Design Space of Visualization Tasks," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 19, no. 12, pp. 2366–2375, Dec. 2013.
- [78] S. K. Card, J. D. Mackinlay, and B. Shneiderman, "Readings in information visualization: using vision to think," *Morgan Kaufmann*, no. January 2014, 1999.
- [79] S. Gibbons, "Design Thinking 101," 2016. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/design-thinking/>. [Accessed: 05-Jul-2018].
- [80] K. Vinh, *Ordering Disorder: Grid Principles for Web Design*. Berkeley: New Riders, 2011.
- [81] J. Nielsen, "F-Shaped Pattern For Reading Web Content (original eyetracking research)," 2006. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content-discovered/>. [Accessed: 08-Jul-2018].

- [82] M. A. Borkin *et al.*, “What Makes a Visualization Memorable?,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 19, no. 12, pp. 2306–2315, Dec. 2013.
- [83] M. A. Borkin *et al.*, “Beyond Memorability: Visualization Recognition and Recall,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 22, no. 1, pp. 519–528, Jan. 2016.
- [84] S. Few and P. Edge, “Information Visualization , Design , and the Arts Collision or Collaboration ?,” *Percept. Edge Vis. Bus. Intell. Newsl.*, no. January, pp. 1–11, 2010.
- [85] O. Kulyk, R. Kosara, J. Urquiza, and I. Wassink, *Human-Centered Visualization Environments*, vol. 4417. 2007.
- [86] J. Nielsen, *Usability Engeneering*. Boston: Academic Press, 2003.
- [87] M. Tory, “User Studies in Visualization: A Reflection on Methods,” in *Handbook of Human Centric Visualization*, W. Huang, Ed. Springer Science, 2014, pp. 411–425.
- [88] M. Forsell, Camilla; Cooper, “An Introduction and Guide to Evaluation of Visualization Techniques Through User Studies,” in *Handbook of Human Centric Visualization*, W. Huang, Ed. Springer Science, 2014, pp. 285–313.
- [89] J. Nielsen, “Why You Only Need to Test with 5 Users,” 2000. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. [Accessed: 13-Jun-2018].
- [90] J. Nielsen, “How Many Test Users in a Usability Study?,” 2012. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>. [Accessed: 13-Jun-2018].
- [91] J. Sauro and J. S. Dumas, “Comparison of three one-question, post-task usability questionnaires,” in *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems - CHI 09*, 2009, p. 1599.
- [92] J. R. Lewis, “Psychometric evaluation of an after-scenario questionnaire for computer usability studies,” *ACM SIGCHI Bull.*, vol. 23, no. 1, pp. 78–81, Dec. 1990.

- [93] D. P. Tedesco and T. S. Tullis, "A Comparison of Methods for Eliciting Post-Task Subjective Ratings in Usability Testing," *Upa 2006*, no. 2004, pp. 1–9, 2006.
- [94] A. Bangor, P. T. Kortum, and J. T. Miller, "An Empirical Evaluation of the System Usability Scale," *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 24, no. 6, pp. 574–594, Jul. 2008.
- [95] J. Brooke, "SUS - A quick and dirty usability scale," *Usability Eval. Ind.*, vol. 189, no. 194, pp. 4–7, 1996.
- [96] J. Brooke, "SUS: A Retrospective," vol. 8, no. 2, pp. 29–40, 2013.
- [97] J. Sauro, *A practical guide to the System Usability Scale: Background, Benchmarks & Best Practices*. Denver, CO: Measuring Usability LLC., 2011.
- [98] A. I. Martins, A. F. Rosa, A. Queirós, A. Silva, and N. P. Rocha, "European Portuguese Validation of the System Usability Scale (SUS)," in *Procedia Computer Science*, 2015, vol. 67, pp. 293–300.
- [99] J. Sauro and J. R. Lewis, "When designing usability questionnaires, does it hurt to be positive?," in *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems - CHI '11*, 2011, p. 2215.
- [100] J. R. Lewis and J. Sauro, "The factor structure of the system usability scale," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5619 LNCS, pp. 94–103, 2009.
- [101] T. S. Tullis and J. N. Stetson, "A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability ABSTRACT : Introduction," *Usability Prof. Assoc. Conf.*, no. June 2006, pp. 1–12, 2004.
- [102] R. Budi, "Quantitative vs. Qualitative Usability Testing," 2017. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/quant-vs-qual/>. [Accessed: 25-Jun-2018].

Anexos

A. Consentimento informado para participação no projeto

CONSENTIMENTO INFORMADO PARA A PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO COM O TEMA “MODELO DE CRIAÇÃO DE DASHBOARDS CLÍNICOS”

Foi convidado a participar no desenvolvimento de um projeto no âmbito da Dissertação do Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web da Universidade Aberta, com o tema “Modelo de Criação de *Dashboards* Clínicos”. A realização deste projeto no Hospital da Horta E.P.E.R. (HH) foi aprovada em reunião de Conselho de Administração no dia 21 de dezembro de 2016.

É difícil encontrar métodos eficazes para visualizar a complexidade dos dados clínicos sem dificultar a tomada de decisão informada, um elemento-chave do cuidado centrado no utente. A apresentação de informações desconhecidas pode levar a uma compreensão incompleta na tarefa de decisão. Os *dashboards* (painel de indicadores) são conhecidos por agregar várias técnicas de visualização consolidadas e organizadas de forma a reduzir o esforço cognitivo. São principalmente utilizados para reunir dados e fornecer informações úteis com o intuito de dar suporte na análise de informação e na tomada de decisão. Com este projeto, assume-se que é possível desenvolver um modelo visual para a criação de *dashboards*, que permita um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas). De forma a avaliar o modelo, será desenvolvido um protótipo funcional do *dashboard* e testado com dados reais anonimizados obtidos a partir dos Sistemas de Informação Hospitalares do HH, e sempre em conformidade com o novo Regulamento Geral de Proteção de Dados.

No sentido de ser possível utilizar qualquer informação que deseje transmitir, será necessário o seu consentimento. Apenas o responsável do projeto terá acesso às informações que disponibilizar. Este será responsável pelas operações de tratamento de dados desde a recolha, registo, consulta, utilização, modificação, análise e conservação dos mesmos. Apenas serão recolhidos os dados estritamente necessários para o projeto, e serão conservados apenas durante o tempo necessário para as finalidades a que foram recolhidos. Os dados serão tratados de forma anónima.

Se aceitar participar neste projeto, assine este formulário marcando todas as caixas que refletem os seus desejos preenchendo o seu nome, assinando e datando o formulário.

Eu aceito que os meus dados (intervalo de idade, sexo e categoria profissional) sejam tratados estatisticamente.

Eu aceito que seja permitido tirar fotografias, gravar vídeo e/ou som das sessões que participar.

Eu aceito que seja permitido transcrever conversas e observações que tenha tido/feito nas sessões que participar.

Eu aceito participar nos inquéritos disponibilizados durante e depois das sessões que participar.

NOME

ASSINATURA

DATA

CONTATOS DO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Bruno Alexandre Pereira Moniz
Serviço de Informática do Hospital da Horta, E.P.E.R.
Telefone: *****
E-mail: *****

B. Diagrama global dos processos, métodos de avaliação, resultados e metodologias usadas, das fases do modelo visual proposto

 ANÁLISE E SELEÇÃO DE INDICADORES	 ESCOLHA DAS TÉCNICAS VISUAIS	 CONSTRUÇÃO DO DASHBOARD	 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE
<p>Análise do problema</p> <p>Requer-se que se tenha conhecimento dos problemas, tarefas e dados dos utilizadores que representam um determinado domínio de situação.</p> <p>Seleção de indicadores</p> <p>É essencial determinar que conhecimento será visualizado e porquê, e não como este será estruturado.</p> <p>Definição das métricas de avaliação</p> <p>Determinar e validar que indicadores serão medidos. Sempre que possível esta definição deverá ter em conta a comparação entre o “antes” e o “depois” de cada indicador.</p>	<p>Abstração de dados e definição de operações</p> <p>Definir “o quê?” e “porquê”.</p> <p>O objetivo é chegar a um conjunto de operações e tipos de dados abstratos que depois possam ser utilizados na codificação visual e no desenho de interações.</p> <p>Idioma de codificação visual e de interação</p> <p>Definir “como”.</p> <p>Definir os idiomas que compõem as decisões tomadas para cada indicador. As decisões devem ser baseadas na compreensão das habilidades humanas, especialmente em termos de percepção visual e memória.</p>	<p>Idealizar</p> <p>Idealizar e tomar decisões sobre as funcionalidades, interações e aspetos visuais a serem implementados durante o desenho.</p> <p>Prototipar</p> <p>Crucial para discutir e avaliar ideias com os utilizadores e um meio extremamente eficaz para explorar ideias; criar novos conceitos; identificar falhas visuais e de interação no desenho; testar a viabilidade técnica de uma ideia; ou clarificar requisitos vagos</p>	<p>Definição das métricas e métodos de avaliação</p> <p>Deve ser o grupo de discussão a definir quais os cenários a serem testados, as métricas de avaliação e, quando necessário, escolher quais os métodos de avaliação adequados, como serão implementados e quando.</p> <p>Planeamento dos testes de avaliação</p> <p>O planeamento e desenho dos testes são cruciais para o sucesso destes. Um desenho bem pensado e uma boa análise do resultado irá responder às métricas definidas com dados sólidos e resultados bem argumentados.</p>
<p>Avaliação</p> <p>Utilizar uma lista de controlo de questões-chave que devem ser respondidas no final por forma a validar a aceitação desta fase.</p>	<p>Avaliação</p> <p>Utilizar os trabalhos de Munzner [32] e de Kirk [33] para o processo de avaliação da escolha da visualização adequada para cada um dos indicadores.</p>	<p>Testar</p> <p>Avaliar o resultado da idealização e prototipagem;</p> <p>Ter em conta os erros mais comuns no desenho de <i>dashboards</i> definidos por Few em [10, p. 35].</p>	<p>Testes de usabilidade e funcionalidade</p> <p>Avaliar a acessibilidade da funcionalidade do sistema;</p> <p>Avaliar a experiência dos utilizadores na interação com o sistema;</p> <p>Identificar problemas específicos com o sistema.</p>
<p>Resultados</p> <p>Caracterização do fluxo de trabalho do domínio da situação;</p> <p>Indicadores;</p> <p>Métodos de avaliação das sessões de testes;</p> <p>Métricas de avaliação dos indicadores;</p> <p>Cenários a utilizar nas sessões de testes.</p>	<p>Resultados</p> <p>Caracterização do “o quê”, “porquê” e “como” para cada um dos indicadores.</p>	<p>Resultados</p> <p>Protótipo funcional do <i>dashboard</i>.</p>	<p>Resultados</p> <p>Garantir que o sistema visual esteja conforme o esperado, cumpra com os requisitos definidos pelo grupo de discussão e consiga transmitir eficientemente a informação desejada;</p> <p>Análise das métricas de avaliação definidas na primeira fase;</p> <p>Análise dos resultados das observações e dos inquéritos.</p>
<p>Metodologias usadas</p> <p>Grupo de discussão (<i>focus group</i>) por profissionais de saúde de várias áreas clínicas.</p>	<p>Metodologias usadas</p> <p>Trabalho de Munzner [6] para a abstração de dados e definição de operações;</p> <p>Trabalho de Munzner [6] para o idioma de codificação visual;</p> <p>Trabalho de Kirk [33] para o idioma de codificação de interação.</p>	<p>Metodologias usadas</p> <p>Responder a um conjunto de questões, baseado no cenário UWP de Lam <i>et al.</i> [31], para que fosse possível tomar decisões sobre as funcionalidades, interações e aspetos visuais;</p> <p>Prototipagem de baixa e alta fidelidade do <i>dashboard</i>.</p>	<p>Metodologias usadas</p> <p>Sessões de testes com cenários;</p> <p>Observações quantitativas e qualitativas;</p> <p>Avaliação quantitativa por questionário;</p> <p>Inquérito de avaliação de usabilidade SUS.</p>

C. Guia de entrevista para a análise e seleção de indicadores

GUIA DE ENTREVISTA PARA A ANÁLISE E SELEÇÃO DE INDICADORES

DATA	
PARTICIPANTES	

PONTOS A ABORDAR COM O GRUPO DURANTE A INTRODUÇÃO DA ENTREVISTA

__ DESCREVER como é difícil encontrar métodos eficazes para visualizar a complexidade dos dados clínicos sem dificultar a tomada de decisão informada.

__ EXPLICAR o que são *dashboards* e porque são conhecidos por reduzir o esforço cognitivo. E que são principalmente utilizados para reunir dados e fornecer informações úteis com o intuito de dar suporte na análise de informação e na tomada de decisão.

__ ASSUMIR que é possível desenvolver um modelo para a criação de *dashboards*, que permita um eficiente suporte à análise e decisão clínica de amplo espectro (várias áreas clínicas).



__ EXPLICAR que é fundamental investigar e aprender sobre o domínio do problema para o qual se pretende encontrar uma solução. Que é essencial ter conhecimento das práticas, necessidades, problemas e requisitos dos utilizadores desse domínio. Que o resultado esperado para esta fase é uma clara caracterização do fluxo de trabalho do domínio da situação.

__ EXPLICAR o propósito da entrevista em grupo. Que estas são inestimáveis durante as fases exploratórias e porque ajudam a determinar o que se pretende, a gerar ideias e testar a compreensão. Permite que sejam levantadas várias, e por vezes sensíveis, questões que de outra forma podiam escapar.

__ EXPLICAR como decorrerá a entrevista, a sua duração e qual o método de gravação. Que apenas serão recolhidos os dados estritamente necessários para o projeto, e serão conservados apenas durante o tempo necessário para as finalidades a que foram recolhidos. Os dados serão tratados de forma anónima.

PONTOS QUE O ENTREVISTADOR DEVE TER EM CONTA DURANTE A REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA

- Questões curtas, diretas e neutras. Sem vocabulário muito técnico;
- Questões devem seguir uma ordem lógica;
- Partir de questões globais para questões mais específicas;
- Não ignorar os aspetos positivos;
- Concentrar no problema e não na solução;
- Proteção dos dados clínicos (RGPD).

SEQUÊNCIA DE QUESTÕES PARA ANÁLISE DE UM PROBLEMA

PONTOS CHAVE QUE O ENTREVISTADOR DEVE TER EM CONTA DURANTE A REALIZAÇÃO DAS QUESTÕES

- Consegue-se avaliar?
- Que variáveis podem ser avaliadas? Como?
- É possível o “antes” vs. “depois”?
- Existem regras definidas por padrões regulatórios?

- Que problema pretende-se resolver?
- Em que contexto este acontece?
- Atualmente é feito algum tipo de recolha e/ou análise de dados deste problema?
 - Que dados são recolhidos?
 - Como?
 - Quanto tempo demoram a fazer essa recolha e/ou análise?
- Qual seria o processo ideal para implementar/corrigir/melhorar este problema?
 - Em que atividades diárias uma solução poderia ser integrada?
- Como poderíamos avaliar se este processo está conforme o desejado?
 - Em que termos esta avaliação seria feita? (Local de trabalho, observação, inquéritos, etc.)
 - Conseguimos, de alguma forma, comparar como este processo era feito antes e como será feito depois?

NOTAS

D. Guia de sessões de testes com cenários

GUIA DE SESSÃO DE TESTES DE USABILIDADE

O sistema testado é composto por 3 componentes principais: cronograma das admissões de urgência, internamento e consulta; indicadores do serviço de urgência; e indicadores dos serviços de internamento. Este tem como objetivo principal a identificação de potenciais casos de infeção hospitalar e de reinternamentos.

Durante os testes serão utilizados os meios de gravação de áudio e visual (monitor). Pede-se que leia e pense sempre em voz alta e que indique quando começa e acaba cada uma das tarefas dos cenários.

Após a conclusão de cada cenário, deve preencher o questionário associado a este. No fim, deve preencher o questionário de avaliação de funcionalidade clínica e o questionário de avaliação da usabilidade do sistema.

As suas ideias e observações são vitais para a otimização e melhoria deste sistema.

DADOS DEMOGRÁFICOS

IDADE	__ 18 a 24 anos __ 25 a 34 anos __ 35 a 44 anos __ 45 a 54 anos __ 55 anos ou mais		
SEXO	__ Feminino __ Masculino	CATEGORIA PROFISSIONAL	
ANOS DE SERVIÇO	__ < 5 anos __ 5 a 14 anos __ 15 a 24 anos __ 25 a 34 anos __ 35 anos ou mais		

CENÁRIO 1

Pretende-se identificar potenciais casos de infeção hospitalar. Uma das formas é verificar se os utentes que estiveram internados voltaram a ser internados ou admitidos ao serviço de urgência num curto espaço de tempo.

- **Consegue identificar potenciais casos de infeção hospitalar no cronograma das Admissões de Urgência, Internamento e Consulta?**
- **Consegue identificar potenciais casos de infeção hospitalar no cronograma dos Internamentos?**

Para cada uma das afirmações avalie de forma espontânea o seu grau de concordância.

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
No geral, estou satisfeito com a facilidade com que concluí estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No geral, estou satisfeito com o tempo que levei para concluir estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÕES

CENÁRIO 2

Para determinar potenciais casos de infecção hospitalar é importante identificar admissões de utentes à urgência que consequentemente foram internados como urgente.

- Consegue identificar esta situação no cronograma das Admissões de Urgência, Internamento e Consulta?
- Se identificou algum caso, consegue determinar o sexo e a idade do utente?

Para cada uma das afirmações avalie de forma espontânea o seu grau de concordância.

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
No geral, estou satisfeito com a facilidade com que concluí estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No geral, estou satisfeito com o tempo que levei para concluir estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÕES

CENÁRIO 3

Para o bom funcionamento do Serviço de Urgência (SU) é importante conhecer algumas das características das admissões tais como o tipo de triagem, a causa de admissão, idade, entre outros.

- Consegue identificar qual é intervalo de idades mais admitido ao SU na hora de maior afluência, durante o mês de junho?
- Qual a maior hora de afluência para admissões Emergentes nos últimos 3 meses?

Para cada uma das afirmações avalie de forma espontânea o seu grau de concordância.

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
No geral, estou satisfeito com a facilidade com que concluí estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No geral, estou satisfeito com o tempo que levei para concluir estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÕES

CENÁRIO 4

A prescrição de antibióticos é essencial na identificação de potenciais casos de infecção hospitalar.

- Qual o antibiótico mais prescrito no serviço Cirúrgico, durante o mês de julho?
- Qual o antibiótico mais prescrito em todos os serviços de internamento neste mês?
- Qual a média de dias de internamento para o serviço Médico, durante os meses de junho e julho?

Para cada uma das afirmações avalie de forma espontânea o seu grau de concordância.

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
No geral, estou satisfeito com a facilidade com que concluí estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No geral, estou satisfeito com o tempo que levei para concluir estas tarefas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÕES

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE CLÍNICA DO SISTEMA

Para cada uma das afirmações avalie de forma espontânea o seu grau de concordância.

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
A utilização de um sistema destes pode melhorar o acompanhamento dos utentes por parte dos profissionais de saúde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A interação com estes sistemas podem ser uma ótima ferramenta de feedback.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este sistema pode ser eficaz na prevenção e redução de erros em ambientes clínicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÕES

E. Inquérito de avaliação de usabilidade *System Usability Scale*

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Para cada uma das afirmações avalie de forma espontânea o seu grau de concordância.

	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
Acho que gostaria de utilizar este sistema com frequência.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Considerarei o sistema mais complexo do que necessário.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achei o sistema fácil de utilizar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este sistema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Considerarei que as várias funcionalidades deste sistema estavam bem integradas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achei que este sistema tinha muitas inconsistências.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este sistema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Considerarei o sistema muito complicado de utilizar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Senti-me muito confiante a utilizar este sistema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este sistema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SUGESTÕES

Data: ____ / ____ / ____

F. Categorias definidas e elementos identificados na transcrição da entrevista com o grupo de discussão na 1ª fase do modelo visual

Que problema pretende-se resolver?
Vigilância epidemiológica das infeções hospitalares, com origem nos internamentos.
Esta questão dos antibióticos dá muito trabalho e seria interessante apresentar uma solução que permitisse ter estes dados na hora, ou seja, algo mais automático que permitisse verificar as situações e atuar imediatamente sobre estas.
Quanto mais na hora melhor porque existem situações que não deviam acontecer: médicos não vêm os resultados; fazem pedidos repetidos e sem necessidade; e ainda a situação em que não existe resultado para a análise e o doente tem alta e vai para casa com um antibiótico empírico.
Em que contexto este acontece?
Essencialmente trabalho passa por duas partes: uma em que existe uma lista definida de pessoas, que é o ficheiro Excel da farmácia; e outra parte onde faz-se investigação exploratória em que pode ter-se a sorte de um dos utentes que esteja na urgência ter uma possível infeção.
Penso que existem aqui duas situações: o pessoal que está internado; e o pessoal que pode ir à urgência e que não esteja identificado com uma infeção.
Atualmente é feito algum tipo de recolha e/ou análise de dados deste problema?
Sim.
Que dados são recolhidos? E como?
São recolhidos dados da prescrição de antibióticos e os resultados positivos de culturas de microbiologia dos utentes internados. Estes dados são cruzados e depois acede-se ao processo clínico de cada doente para perceber porque é que ele está a fazer o antibiótico, se já vinha de casa com uma infeção ou se a adquiriu durante o internamento.
Os dados estão em uma folha Excel partilhada entre o serviço de controlo de infeção e a farmácia, e os dados laboratoriais estão disponíveis na plataforma de alarmes do laboratório.
Existe um claro interesse da farmácia em participar neste processo. O processo é o seguinte: existe um doente que é internado, inicia um antibiótico e a farmácia coloca-o nesse ficheiro Excel. Coloca-se se este tem culturas pendentes, a origem do doente e um sistema de cores para identificar situações.
O ficheiro Excel é atualizado manualmente pela Farmácia. Tenta-se atualizar sempre que existem alterações.
Existem mais coisas no ficheiro Excel do que o programa GHAF tem? Sim.
A parte do laboratório é mais complicado. Consulta-se o resultado no ClinidataNet para atualizar o ficheiro Excel.
Quanto tempo demoram a fazer essa recolha e/ou análise?
Acede-se ao ficheiro Excel, todos os dias, para ver quem começou a fazer antibiótico.
Esporadicamente, 2 ou 3 vezes por dia visualiza-se as admissões da urgência porque podem aparecer aqueles doentes que têm infeções hospitalares, mas não estão internados.
Por vezes alguém da urgência telefona a dizer que tem um doente que esteve internado e tem uma infeção.
Existem situações excecionais ou problemas subjacentes ao problema principal?

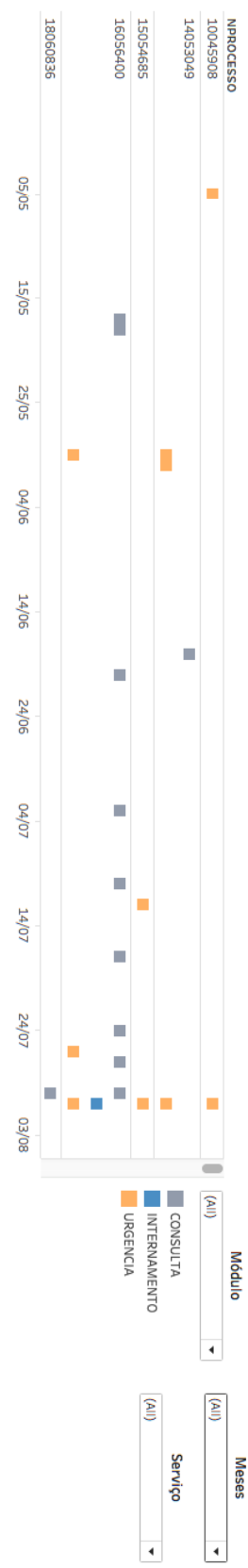
<p>Não existe uma tipificação nem uniformização do registo médico e/ou de enfermagem. É a conjugação de algumas coisas escritas nos diários clínicos que levam a identificar que existe uma infeção.</p>
<p>Podem existir doentes que não estejam internados mas podem ter feito uma urocultura, como por exemplo, um doente teve alta num dia e no outro dia volta à urgência porque se sentiu mal e tem uma urocultura que é feita na urgência mas só se vai saber do resultado e da existência desse resultado porque o doente eventualmente foi internado e começou a fazer antibiótico.</p>
<p>Existe muita comunicação verbal em que os enfermeiros dos internamentos avisam que o utente tem infeções de uma ferida, ou infeções que o utente não está a fazer antibiótico. Estas situações e outras costumam fugir do controlo efetuado.</p>
<p>Qual seria o processo ideal para implementar/corrigir/melhorar este problema?</p>
<p>O interessante seria agregar automaticamente estas fontes de dados.</p>
<p>Seria interessante fazer uma ligação entre os doentes todos que estiveram internados a fazer antibioterapia e através de uma referência seja o número de processo do doente ou outro identificador qualquer, e fosse possível identificar quantos deles é que voltam até 15 dias à urgência.</p>
<p>Até 15 dias era ideal para identificar os casos nas urgências. 15 a contar do episódio de urgência para trás. O fim é o dia atual e o início são 15 dias para trás.</p>
<p>O que se pode fazer é ter uma lista dos doentes na urgência que indique se nos últimos 15 dias ele esteve internado.</p>
<p>Todos os doentes daquele dia, últimas 24 horas, é feito um cálculo e visualização temporal se ele teve consultas, internamentos e urgências nos últimos 15 dias.</p>
<p>Também se pode para cada evento verificar se houve prescrição de antibiótico e análises. Pode não ser muito importante porque pode haver utentes que não fizeram antibiótico nenhum nem nenhuma cultura e voltam com uma infeção.</p>
<p>Se houvesse um tipo de informação mais visual ajudava.</p>
<p>E possível filtrar, por exemplo, só ver os internamentos sem ser consultas?</p>
<p>Em que atividades diárias uma solução poderia ser integrada?</p>
<p>Isto também pode dar, além das infeções, para perceber a quantidade de doentes que volta ao hospital.</p>
<p>Ou seja, isto pode servir para muitas mais áreas clínicas porque consegue aferir várias situações. Um dos indicadores mais falados na saúde é os reinternamentos e as readmissões à urgência. A obtenção da informação sobre reinternamentos e readmissões à urgência não é imediata e depende do Serviço de Estatística que demora sempre algumas horas.</p>
<p>Como se pode avaliar se este processo está conforme o desejado?</p>
<p>Uma forma de avaliar será o tempo que demora a efetuar a tarefa.</p>
<p>Penso que onde se pode recuperar tempo é na urgência. Num dia se pode ter 3 ou 30 pessoas e é necessário ir um a um. Sim. Existem dias que se visualiza mais e outros menos. Não é inconsistente. Não é utilizado os mesmos critérios todos os dias.</p>

Não é só o tempo, mas também os casos que não eram identificados. Sim, isto é bom por duas razões: antes não se conseguia chegar a todos os utentes das ultimas 24 horas; o tempo que se perdia a fazer isso e agora não se perderá porque agora tem uma informação gráfica que dá logo a informação, ou seja, terá logo uma informação sobre que utentes tem de verificar.
Sim, porque havia dias que se perdia tempo e não encontrava nenhum.
Os métodos que são usados não eram iguais e aqui podem ser. Fica uniformizado. Além do tempo que possa ser reduzido é o ganho em termos de metodologia da investigação. Consegue-se um método uniforme para validar as conclusões. Isto é um benefício.
Desta forma não escapa nenhum utente na urgência.
Existem regras definidas por padrões regulatórios? Existem restrições?
Existe a preocupação de o ficheiro Excel não respeitar o RGPD.
Existem custos para o Hospital se for necessário o acesso e integração de dados laboratoriais.
Ter em conta que existem regras para considerar o que é uma infeção hospitalar.
Para as infeções é 48 horas se não tiverem nenhum dispositivo evasivo. Com dispositivo é 1 semana. 1 ferida cirúrgica 1 mês, com prótese até 3 meses.
Mesmo que se consiga fazer esse trabalho de acesso rápido, terá sempre de se fazer o da averiguação.
Em que termos uma avaliação seria feita? Que variáveis podem ser avaliadas?
Uma forma de avaliar será o tempo que demora a efetuar a tarefa.
Será apresentado um protótipo para avaliar se esta solução é a esperada. Processo iterativo... testar, avaliar, mudar, testar, avaliar... etc.
Consegue-se comparar o “antes” e o “depois”?
Sim.

G. Figura do protótipo funcional desenvolvido e utilizado nas sessões de testes

ADMISÕES DE URGÊNCIA, INTERNAMENTO E CONSULTA

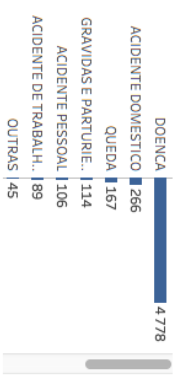
FILTROS GERAIS



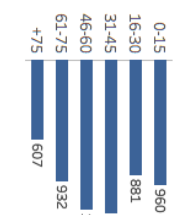
Admissões por Tipo de Triagem



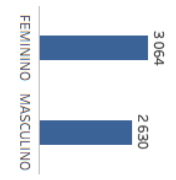
Admissões por Tipo de Causa



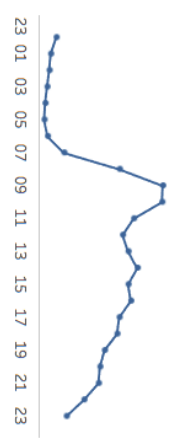
Admissões por Idade



Admissões por Sexo

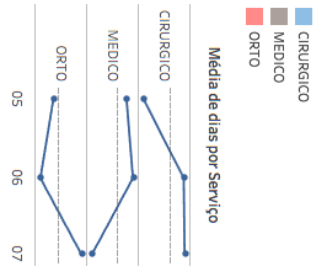


Admissões por Hora



INTERNAMENTOS

URGENTE 117 PROGRAMADO 76



Prescrição de Antibióticos por Serviço

Antibiótico	CIRURGICO	MEDICO	ORTO	GLOBAL
Amoxicilina	1,7%	29,4%	4,2%	1,0%
Amoxicilina + A.C.	23,3%			19,8%
Ampicilina	1,1%			0,7%
Cefazolina	2,2%		63,9%	16,5%
Cefotina	8,3%			5,0%
Cefradina			1,4%	0,3%
Ceftriaxona	2,2%		1,4%	0,3%
Cefuroxima	15,6%	7,8%	4,2%	2,0%
Ciprofloxacina	16,1%	7,8%	4,2%	11,9%