

Evandro Cesar Estevam

A Utilização da Visualização da Informação na Gestão de Organizações de Saúde

São José do Rio Preto

2019

Evandro Cesar Estevam

A Utilização da Visualização da Informação na Gestão de Organizações de Saúde

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega

São José do Rio Preto

2019

E79u Estevam, Evandro Cesar
 Utilização da Visualização da Informação na Gestão de
 Organizações de Saúde / Evandro Cesar Estevam. -- São José
 do Rio Preto, 2019
 108 f. : il., tabs.

 - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
 Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto
 Orientador: José Remo Ferreira Brega

 1. Computação. 2. Visualização da informação. 3. Cuidados
 médicos Custos. 4. Gestão. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Evandro Cesar Estevam

A Utilização da Visualização da Informação na Gestão de Organizações de Saúde

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega
Orientador

Profa. Dra. Carla Dal Sasso Freitas
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Danilo Medeiros Eler
UNESP – Câmpus de Presidente Prudente

Bauru

28 de fevereiro de 2019

Agradecimentos

Agradeço a Deus por permitir que bons espíritos me acompanhassem nesta difícil jornada em busca da realização de um sonho.

Aos meus pais Aparecido Estevam e Izadir Teixeira Estevam, irmãos Giuliano Pierre Estevam e Lúcia Rosária Estevam, por me ajudar na construção da minha base por meio de seus exemplos, apoio e carinho incondicional.

À minha mulher pelo incentivo, amor e ajuda em todos os momentos em que fraquejei ao longo desta jornada.

A meu filho Kelvin Ribeiro Estevam por ser motivo de toda inspiração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega, agradeço, pela brilhante orientação no desenvolvimento deste trabalho e pela amizade construída ao longo desses anos, que contribuíram muito para minha transformação pessoal e profissional.

Aos amigos e colegas Fabrício Quintanilha Baptista, Fabrício Batista, Luiz Soares dos Santos Baglie, pelo apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

À todos os amigos, familiares e colegas não citados diretamente mas que contribuíram de alguma forma e me apoiaram durante o desenvolvimento deste projeto.

E por fim, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) da Unesp, por todo apoio e infraestrutura oferecida e pela qualidade do programa, essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

"Crê em ti mesmo, age e verá os resultados. Quando te esforças, a vida também se esforça para
te ajudar."
(Chico Xavier)

Resumo

A gestão de custos das organizações de saúde se tornou uma peça fundamental para a sua sobrevivência. As pessoas exigem cada vez mais qualidade nos serviços. Com os avanços científicos tecnológicos criou-se a possibilidade de um controle de gestão mais apurado. A utilização da tecnologia da informação disponibilizou meios de melhorar a qualidade das informações e formas de analisar os resultados para atender as necessidades de controle financeiro das organizações. Porém, em detrimento da grande quantidade de dados, o processo de análise se tornou dificultoso. Assim, muitos temas de pesquisa na área de visualização da informação surgiram com o objetivo de agilizar a eficiência na análise dos dados. Este trabalho apresenta uma solução que utiliza técnicas de visualização para uma melhor análise dos dados contidos em registros médicos hospitalares como exames, consultas, materiais utilizados e medicamentos. A utilização das técnicas de visualização tem como intuito evidenciar possíveis problemas que podem ocorrer, como abusos médicos, fraudes, viabilidade de contratos com empresas ou até erros médicos que influenciam direta ou indiretamente no custo da organização de saúde.

Palavras-chave: visualização da informação. EMR. EHR. gestão.

Abstract

The cost management of health organizations has become a key to their survival. With people demanding more and more quality in services and with technological advances in technology, costs have risen too much to require closer control. The use of information technology provided means to improve the quality of information and ways of analyzing the results to meet the financial control needs of organizations, however, to the detriment of the large amount of data the analysis process became difficult, A source of research in the area of information visualization with the objective of giving more agility and efficiency in the analysis of the data.

This work presents a solution that uses visualization techniques to better analysis of the data contained in hospital medical records, such as exams, consultations, materials used and drugs for the purpose Of possible problems that may occur as medical abuse, fraud, feasibility of contracts with companies or even medical errors and that influence directly or indirectly on the cost of the health organization.

Keywords: information visualization. EMR. EHR. management.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Gastos comparativos com a saúde em alguns países.	16
Figura 2 – Arquitetura de um Sistema de Informação HIS.	19
Figura 3 – Lógica de busca para aplicação em bases científicas.	24
Figura 4 – Distribuição dos artigos obtidos na RS pelos tópicos que devem ser gerenciados nas organizações de saúde que contribuem para a gestão de custo.	27
Figura 5 – Tecnologias utilizadas nas soluções.	29
Figura 6 – Dados analisados recorrentes nas soluções.	30
Figura 7 – Técnicas utilizadas nas soluções.	32
Figura 8 – Agentes envolvidos na troca de informações	37
Figura 9 – Estágios para visualização dos dados	38
Figura 10 – Visualização explicativa dos dados	39
Figura 11 – Interface para exploração visual	39
Figura 12 – Exibição dos dados	40
Figura 13 – Gráfico de Pontos	43
Figura 14 – Gráfico de Barras	44
Figura 15 – Slopegraph	45
Figura 16 – Diagrama Sankey	45
Figura 17 – Tree Map	46
Figura 18 – Hierarquia Bolha	47
Figura 19 – Gráfico de linha	48
Figura 20 – Gráfico de Fluxo	49
Figura 21 – Scatter Plot	50
Figura 22 – Heatmap	51
Figura 23 – Network Diagram	51
Figura 24 – Sequência de diferentes codificações do mesmo conjunto de dados	52
Figura 25 – Destaque após seleção de elementos	53
Figura 26 – Dados facetados em visões diferentes em um mesmo canal de visão	54
Figura 27 – Múltiplas visões com detalhes de anotações	55
Figura 28 – Filtro por item	55
Figura 29 – Filtro por atributos	55
Figura 30 – Tela de parametrização gerada pela solução.	58
Figura 31 – Tela interativa gerada pela solução.	58
Figura 32 – : Painel gerado pelo sistema para análise dos pacientes.	59
Figura 33 – Exemplo gerado para análise dos pacientes diagnosticados com DRC.	61
Figura 34 – : Gráficos gerados a partir das informações do estudo.	62
Figura 35 – : Etapas para criação dos gráficos do conhecimento.	63
Figura 36 – : Gráfico gerado pela solução.	64
Figura 37 – : Gráfico gerado pela solução com nível de detalhamento acionado.	64

Figura 38 – : Gráfico de comparação utilizando como medida a reconstrução entre o método do autor e o LDA.	65
Figura 39 – : Gráfico de comparação utilizando como medida a precisão entre o método do autor e o LDA	65
Figura 40 – : Tela principal que exibe o mapa do corpo integrado e os processos para o diagnóstico.	66
Figura 41 – : Arquitetura Operacional da Solução.	67
Figura 42 – : Telas geradas pela aplicação para apresentar informações ao usuário e ao prestador de serviços médicos.	68
Figura 43 – : Esquema de um BI para uma organização de saúde.	69
Figura 44 – : Exemplo de <i>Radial Stacked Bar Chart</i> utilizando D3.js	73
Figura 45 – : Exemplo SVG	73
Figura 46 – : Arquitetura do DOM HTML	74
Figura 47 – : DER das tabelas utilizadas no requisitos funcionais 1 e 2	75
Figura 48 – : DER das tabelas utilizadas no requisitos funcionais 3 e 4	76
Figura 49 – Dados no formato JSON para a técnica <i>Scatter Plot</i>	76
Figura 50 – Técnica de plotagem de violinos para visualização dos valores extremos calculados pelo teste de amplitude interquartil.	78
Figura 51 – Técnica do histograma comparando dados não filtrados após o teste de intervalo interquartil.	79
Figura 52 – Página principal da aplicação.	79
Figura 53 – Técnica <i>Circle Packing</i>	80
Figura 54 – Técnica <i>Circle Packing</i> : Universo por especialidades.	81
Figura 55 – Técnica <i>Circle Packing</i> : Profissionais da especialidades.	82
Figura 56 – Técnica <i>Circle Packing</i> : Procedimentos solicitados pelo profissionais selecionados.	83
Figura 57 – Técnica <i>Chord Diagram</i>	83
Figura 58 – Técnica <i>Chord Diagram</i> : Procedimentos executados por profissionais que forma solicitados por outros profissionais.	84
Figura 59 – Técnica <i>Chord Diagram</i> : Visualização dos relacionamentos entre profissionais.	85
Figura 60 – Técnica <i>Scatter Plot</i>	85
Figura 61 – Técnica <i>Scatter Plot</i> : Análise de viabilidade dos contratos.	86
Figura 62 – Técnica <i>Scatter Plot</i> : Análise dos dados do contrato selecionado.	86
Figura 63 – Análise comparativa entre o contrato selecionado e contratos com números próximos de beneficiários.	87
Figura 64 – Técnica <i>Trade Deficit</i>	87
Figura 65 – Técnica <i>Trade Deficit</i> : Análise mensal, por contrato, das receitas e despesas que a cooperativa tem com o atendimento aos beneficiários	88
Figura 66 – Técnica <i>Trade Deficit</i> : Análise da receita de um contrato selecionado	89
Figura 67 – Resultado da técnica <i>Circle Packing</i> no melhor caso	91
Figura 68 – Resultado da técnica <i>Circle Packing</i> no pior caso	92
Figura 69 – Resultado da técnica <i>Chord Diagram</i> no melhor caso	93
Figura 70 – Resultado da técnica <i>Chord Diagram</i> no pior caso	94
Figura 71 – Resultado da técnica <i>Scatter Plot</i> no melhor caso	98

Figura 72 – Comparativo entre contratos com similaridade de número de beneficiários . .	99
Figura 73 – Resultado da técnica <i>Scatter Plot</i> no pior caso	100
Figura 74 – Comparativo do contrato selecionado no pior caso com os contratos com similaridade de número de beneficiários	101
Figura 75 – Resultado da técnica <i>Trade Deficit</i> no melhor caso	101
Figura 76 – Resultado da técnica <i>Trade Deficit</i> no pior caso	102

Lista de tabelas

Tabela 1 – Documentação das buscas realizadas nas bases científicas definidas	25
Tabela 2 – Quantidade de artigos resultante da busca nas bases científicas	25
Tabela 3 – Objetivos da ferramenta, tecnologia e dados utilizados nas soluções apresenta- das nos estudos.	33
Tabela 4 – Fatores que compreendem os estágios evolutivos dos portados de DRC	62

Lista de abreviaturas e siglas

OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
TI	Tecnologia da Informação
HIS	Healthcare Information Systems (do inglês, Sistema de Informação Hospitalar)
SOA	Service-Oriented Architecture (do inglês, Arquitetura Orientada a Serviço)
SaaS	Software As a service (do inglês, Arquitetura de Software Como Serviço)
EPR	Electronic Patient Record (do inglês, Registros Eletrônicos do Paciente)
DRC	Doença Renal Crônica
EHR	Electronic Health Record (do inglês, Registros Eletrônicos de Saúde)
EMR	Electronic Medical Record (do inglês, Registros Médicos Eletrônicos)
LDA	Latent Dirichlet Allocation
BPMS	Business Process Management Systems
B.I	Business Intelligence
ICD	International Classification of Diseases
ANS	Agência Nacional de Saúde
SGBDR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional
SVG	Scalable Vector Graphics (do inglês, Gráficos Vetoriais Escaláveis)
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	HyperText Markup Language
SQL	Structured Query Language
W3C	World Wide Web Consortium
DOM	Document Object Model
JSON	JavaScript Object Notation
DER	Diagrama de Entidade e Relacionamento
API	Application Programming Interface

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo	20
1.2	Metodologia	21
1.3	Organização do Trabalho	21
2	REVISÃO SISTEMÁTICA	22
2.1	Planejamento	22
2.1.1	Objetivos e questões	23
2.1.2	Bases científicas	23
2.1.3	Crterios de inclusão e exclusão e Métodos de avaliação	23
2.2	Condução	24
2.3	Dados a serem extraídos	25
2.4	Resultados	26
2.4.1	Finalidades	26
2.4.2	Tecnologias Envolvidas	27
2.4.3	Dados analisados	28
2.4.4	Técnicas de Visualização	30
2.5	Considerações finais	31
3	VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	36
3.1	Conceitos	36
3.2	Funções da Visualização	37
3.3	Preparação dos dados	38
3.4	Opções de design	41
3.5	Técnicas de visualização	42
3.5.1	Comparando categorias	42
3.5.1.1	Gráfico de Pontos	43
3.5.1.2	Gráfico de Barras	43
3.5.1.3	Slopegraph	44
3.5.1.4	Diagrama Sankey	44
3.5.2	Avaliação de hierarquias e relações parte-todo	45
3.5.2.1	Tree Map	46
3.5.2.2	Hierarquia Bolha	46
3.5.3	Mostrando Mudanças ao Longo do Tempo	47
3.5.3.1	Gráfico de linha	47
3.5.3.2	Gráfico de Fluxo	48
3.5.4	Conexões de Plotagem e Relacionamentos	48
3.5.4.1	Scatter Plot	49
3.5.4.2	Heatmap	50

3.5.4.3	Network Diagram	50
3.6	Interatividade	50
3.6.1	Seleção de elementos	53
3.6.2	Facetar	54
3.6.3	Redução de itens e atributos	54
3.7	Considerações finais	56
4	ESTUDOS PRIMÁRIOS	57
4.1	Decisão Clínica	57
4.1.1	Finding comparable temporal categorical records: A similarity measure with an interactive visualization	57
4.1.2	Design and evaluation of an interactive proof-of-concept dashboard for general practitioners	59
4.2	Evolução da Doença	60
4.2.1	A Visual Analysis Approach to Cohort Study of Electronic Patient Records	60
4.2.2	A Graph-Based Method for Analyzing Electronic Medical Records	61
4.3	Erros médicos	63
4.3.1	The Five Ws for Information Visualization with Application to Healthcare Informatics	63
4.4	Fraude	67
4.4.1	MedBook: A Cloud-based Healthcare Billing and Record Management System . .	67
4.5	Melhoria de Processos	67
4.5.1	The Use of Business Intelligence Systems in Healthcare Organizations in Poland .	67
4.6	Considerações finais	68
5	HOSPVIEWS	70
5.1	Considerações iniciais	70
5.2	Justificativa	70
5.3	Requisitos funcionais	70
5.4	Descrição Técnica	71
5.4.1	Frameworks e outras linguagens	71
5.4.2	D3.js	72
5.5	Preparação dos dados	74
5.6	Teste do intervalo interquartil	75
5.7	Análise dos valores extremos	77
5.8	Funcionalidades	77
5.8.1	Página Inicial	77
5.8.2	Representações	79
5.8.2.1	<i>Circle Packing</i>	80
5.8.3	<i>Chord Diagram</i>	80
5.8.4	<i>Scatter Plot</i>	81
5.8.5	<i>Trade Deficit</i>	83
5.9	Considerações finais	85

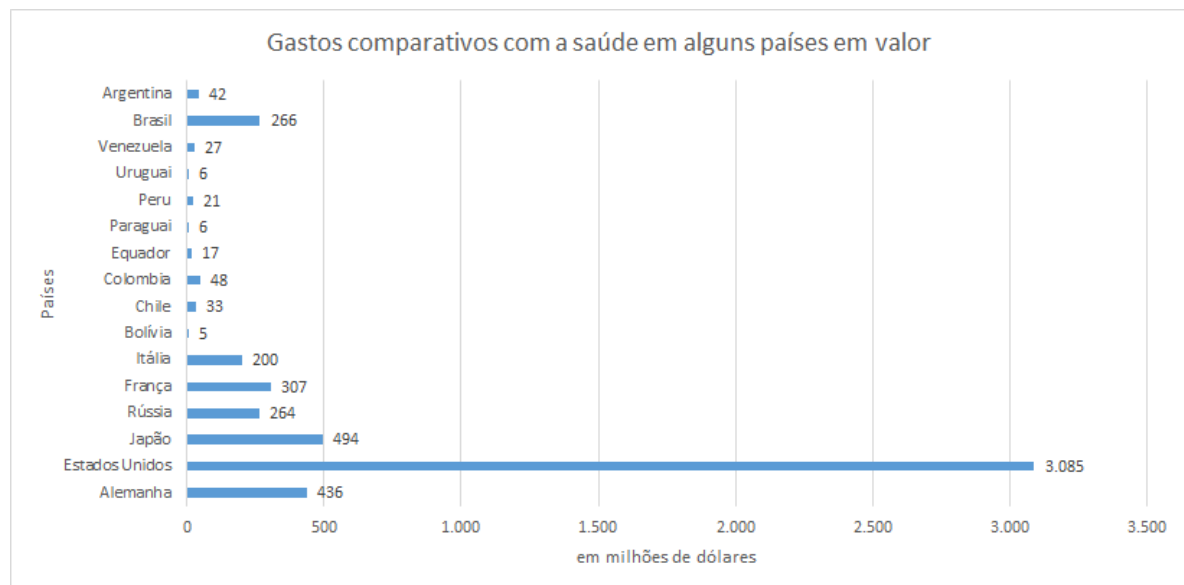
6	RESULTADOS	90
6.1	Considerações iniciais	90
6.2	Resultados	90
6.2.1	Análise das solicitações de exames realizados por prestadores em que o próprio prestador é o executante	90
6.2.1.1	Análise do resultado no melhor caso	90
6.2.1.2	Análise do resultado no pior caso	91
6.2.2	Análise das solicitações de exames realizados por prestadores e que são executados por outros prestadores.	92
6.2.2.1	Análise do resultado no melhor caso	93
6.2.2.2	Análise do resultado no pior caso	93
6.2.3	Análise da viabilidade dos contratos	95
6.2.3.1	Análise do resultado no melhor caso	95
6.2.3.2	Análise do resultado no pior caso	95
6.2.4	Análise mensal das receitas adquiridas pela cooperativa e despesas que a cooperativa tem com os atendimentos aos pacientes vinculados aos contratos	95
6.2.4.1	Análise do resultado no melhor caso	96
6.2.4.2	Análise do resultado no pior caso	96
6.3	Considerações finais	96
7	CONCLUSÃO	103
7.1	Principais resultados encontrados	103
7.2	Trabalhos futuros	104
	REFERÊNCIAS	105

1 Introdução

O cuidado com a saúde é uma preocupação constante em todas as sociedades, por isso a saúde é considerada um dos setores mais dinâmicos da economia e uma das principais prioridades dos estados modernos (OLSZAK; BATKO, 2012). De acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde), a definição de saúde é “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades” (World Health Statistics, 2016). Muitos recursos financeiros têm sido destinados para a área da saúde com o objetivo do enquadramento nessa definição, porém, esses recursos são considerados um ponto crítico para os governos, tanto de países emergentes quanto países desenvolvidos (SANTOS, 2010).

No Brasil, os recursos direcionados ao sistema público de saúde consumiram 8,3% do PIB (Produto Interno Bruto) em 2014 (World Health Statistics, 2016), sendo então um dos maiores consumidores dos valores dos bens e serviços produzidos nesse período. De acordo com os dados apresentados por (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016) o Brasil não está muito distante da realidade mundial no que diz respeito aos recursos destinados à saúde conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Gastos comparativos com a saúde em alguns países.



Fonte - Produzida pelo autor. Dados obtidos em (World Health Statistics, 2016)

Apesar dos recursos com a saúde, Victora e coautores (VICTORA et al., 2011) afirmam que, a complexidade e dificuldade de administrar um país é diretamente proporcional ao seu tamanho. O Brasil está entre as dez economias do planeta, mas possui alguns fatores que influenciam de forma negativa na gestão do país e que o mantém longe de atingir os níveis atuais de cuidados com a saúde se comparado com nações mais ricas. Os fatores são:

- O número de habitantes da nação brasileira, que é aproximadamente de 207 milhões de

habitantes, e que de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016), nasce um brasileiro a cada vinte segundos;

- A grande superfície brasileira que, de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016) está em $8.515.767,049 \text{ km}^2$;
- A grande desigualdade social que assola o país em diferentes regiões. Nas regiões sudeste e sul a expectativa de vida se aproxima à de países ricos e nas regiões norte e nordeste e grande parte da centro-oeste se concentra a população mais pobre; e
- Histórico de incapacidade do governo brasileiro de atingir os resultados almejados, apesar do compromisso em legislar e regulamentar.

Um sistema de saúde é composto de vários níveis de atendimento tais como centros de saúde, postos de saúde, pronto-atendimento, pronto-socorro, ambulatórios e hospitais sejam eles gerais, especializados ou universitários. No contexto desses níveis, no modo geral, os hospitais são componentes fundamentais que possuem uma gestão extremamente complexa devido ao grande número de recursos humanos e de materiais. Com isso, um volume grande de discussões são geradas com o intuito de melhorar o gerenciamento de seu controle e também seus processos de gestão (BACHOUCH; GUINET; HAJRI-GABOUJ, 2012).

Muitos são os níveis a serem gerenciados em um hospital. Por isso, Suebis e Gerd Sri (SUEBSIN; GERDSRI, 2011) afirmam que um hospital é visto como único em relação a outros tipos de negócios, pois operar uma organização de saúde envolve eventuais necessidades emergentes e um forte relacionamento cooperativo entre os profissionais de diferentes departamentos, com o objetivo de dar o apoio clínico, financeiro e administrativo necessário.

Com o aumento da concorrência e de outros como envelhecimento da população, modificação nos padrões de doenças, aumento dos direitos dos doentes, maior procura por cuidados médicos, fez com que o foco da gestão dos hospitais se concentrasse na necessidade de aumentar o lucro para garantir a sobrevivência, portanto criou-se nos hospitais uma forte tendência em reduzir custos e maximizar a produtividade (SUEBSIN; GERDSRI, 2011) (OLSZAK; BATKO, 2012). Nesse sentido, Zhou e Zhang (ZHOU; ZHANG, 2011) afirmam que uma gestão eficiente da informação é imprescindível e um pré-requisito necessário para a melhoria da qualidade administrativa de um hospital.

Byrd e coautores (BYRD et al., 2011) afirmam que as organizações de hoje entendem que a má qualidade da informação podem ocasionar danos gigantescos no desempenho operacional, tático e estratégico de uma empresa, resultando em problemas como insatisfação do cliente, aumento de custos, ineficiência na tomada de decisão e na incapacidade de planejar, implementar e executar estratégias de negócios. Portanto, as informações representam a vida de uma empresa, e o conceito de qualidade da informação está se tornando cada vez mais importante nas organizações.

Em se tratando de cuidados com a saúde, a qualidade da informação é ainda mais importante, pois quando analisada de forma ineficiente pode fazer a diferença entre a vida e

a morte, sendo assim para que as decisões sejam tomadas de forma concisa, as informações precisam ser precisas (BYRD et al., 2011).

Ahmed e coautores (AHMED et al., 2010) afirmam que a tecnologia da informação (TI), chega com o objetivo de melhorar a qualidade da informação, ela tem revolucionado nossa forma de viver, modificando tudo ao nosso redor, economia, indústrias, mercados financeiros e cultura. O setor de saúde caminhou no mesmo sentido, tanto que as tecnologias relativas à gestão das informações se tornaram uma aliada vital para as organizações hospitalares, deixando de ser uma ferramenta de apoio e passando a ser utilizado como uma necessidade estratégica na busca da melhoria dos serviços de saúde e gestão (SUEBSIN; GERDSRI, 2011) (MANTZANA; KOUMADITIS; THEMISTOCLEOUS, 2010).

Uma das soluções tecnológicas muito utilizadas em hospitais é o *Hospital Information System* (HIS). Para (RODRIGUES; ALMEIDA, 1999), HIS foi projetado para as organizações de saúde com o objetivo de facilitar a gestão e o funcionamento de todos os serviços técnicos (biomédicos) e dados administrativos, portanto HIS é uma ferramenta completa que foi introduzida nos hospitais em larga escala, nele é possível armazenar, e depois facilmente pesquisar, todos os resultados e decisões clínicas, assim como exame laboratoriais e físicos (TSUMOTO; HIRANO, 2016). Ainda conforme (TSUMOTO; HIRANO, 2016), HIS também colabora na melhoria da rastreabilidade dos serviços médicos.

Seu objetivo é melhorar a assistência ao paciente bem como a gestão financeira e administrativa da organização hospitalar. Portanto os módulos do HIS estão presentes em todos os departamentos de um hospital e auxiliam no gerenciamento de vários setores como informações médicas, registros eletrônicos médicos, registros eletrônicos de saúde, registros de procedimentos médicos, laboratórios, farmácia, departamento financeiro, radiologia e assim por diante (OLSZAK; BATKO, 2012).

A Figura 2 ilustra a arquitetura de um Sistema de Informação Hospitalar, demonstrando todos os níveis de gerenciamento das informações.

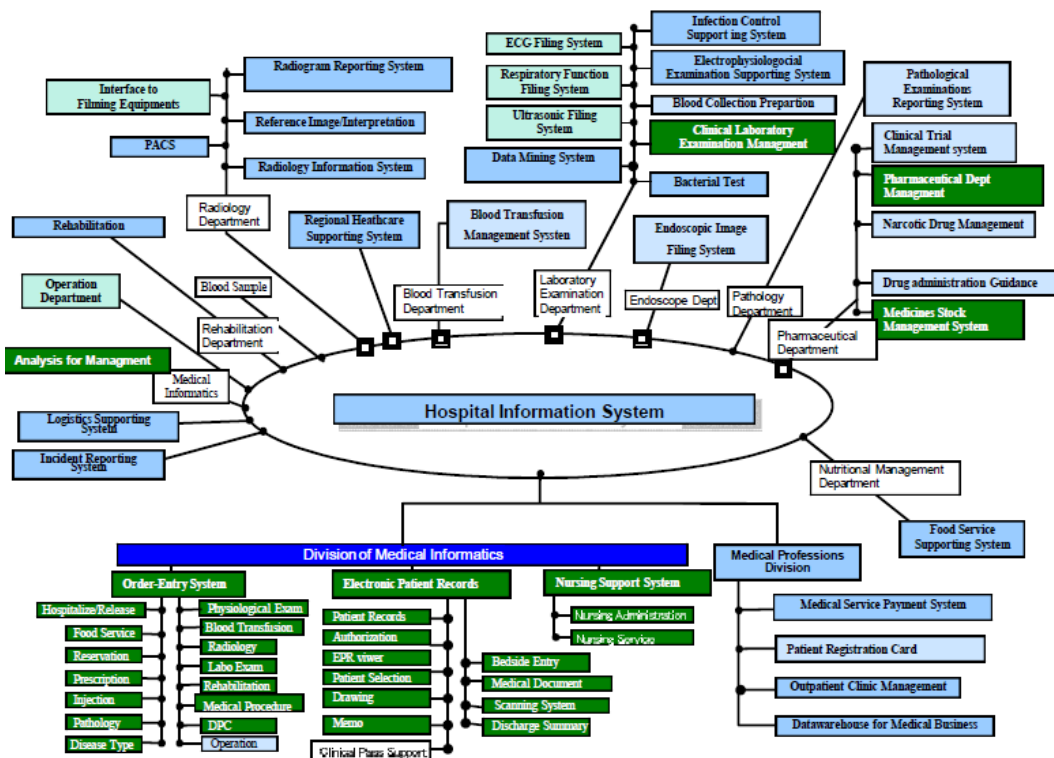
HIS suportam um grande volume de dados, porém sua evolução foi ocorrendo de forma casual e fragmentada, desta forma muitos dados são considerados brutos dificultando sua análise. As informações referentes aos dados clínicos são armazenadas em tabelas que muitas vezes estão em formatos específicos, dificultando o acesso e causando uma morosidade na formatação da informação final (OLSZAK; BATKO, 2012) (MANTZANA; KOUMADITIS; THEMISTOCLEOUS, 2010).

Muitas pesquisas têm sido realizadas a partir dos dados armazenados em HIS, e isto colaborou imensamente para o surgimento de muitas tecnologias específicas, sendo muitas delas direcionadas para a melhoria da gestão focando na redução de custo das organizações de saúde.

Segue algumas aplicações específicas que utilizam tecnologia de extração de dados do HIS com o objetivo de auxiliar a gestão de custo de uma organização de saúde:

- Eficácia de um método neurofuzzy (ANFIS) com aprendizagem semi-supervisionado (SSL)

Figura 2 – Arquitetura de um Sistema de Informação HIS.



Fonte - (TSUMOTO; HIRANO, 2016)

na recuperação de dívidas incobráveis de uma organização de saúde. Consiste em um classificador de inadimplência a partir de dados de clientes que não são considerados bons e nem ruins, ou seja, sem classificação (SHI; ZURADA; GUAN, 2015);

- Utilização de arquitetura orientada a serviço (SOA) nos sistemas de saúde. Com a tecnologia SOA é possível disponibilizar recursos para acesso às informações do HIS tais como registros do paciente, serviços de laboratórios, serviços farmacêuticos entre outros com o objetivo de evitar erros médicos.(MANTZANA; KOUMADITIS; THEMISTOCLEOUS, 2010);
- Utilização de arquitetura de software como serviço (SaaS) nos sistemas de saúde. Conforme (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2012), consiste em disponibilizar todo o histórico médico dos pacientes, contido na base de dados do HIS, na nuvem e permitir seu acesso pelos profissionais da saúde por meio de serviços na web com o objetivo de evitar fraudes como:
 - Vendas de produtos aos indivíduos que não precisam deles;
 - Pedidos de exames laboratoriais desnecessários; e
 - Cobranças de serviços médicos que não foram executados nos pacientes
- Gestão do sistema de abastecimento de suprimentos. Por meio de informações disponibilizadas pelo HIS, é possível fazer uma gestão de reposição de suprimentos sob demanda, evitando desperdício na compra de mantimentos (CHEN, 2010).

Um aspecto interessante para se trabalhar com os dados contidos na base de dados do HIS é demonstrar as informações por meios de recursos de visualização. Zhang e coautores

(ZHANG et al., 2013) afirmam que na maioria dos sistemas voltados para a área de saúde não é muito utilizada recursos de visualização das informações, e como as informações contidas em suas bases de dados são mal organizadas, torna difícil obter uma solução rápida e eficiente, portanto, conforme (BAYTAS et al., 2016), a análise visual dos registros de pacientes pode ajudar os especialistas a compreender, interpretar e até descobrir informações antes desconhecidas e que estão contidas nos registros médicos.

Conforme (JING; CIMINO, 2014), em se tratando de técnicas de visualização, muitas delas podem ser aplicadas para visualizar dados de saúde, ajudando profissionais a compreender melhor um conjunto de dados de forma direta e intuitiva:

- TreeMap;
- SpaceTree;
- Gráficos; e
- Árvores de decisão.

Esse trabalho tem como objetivo principal apresentar o desenvolvimento de uma solução, baseada em com técnicas de Visualização de Informações, para auxiliar gestores de organizações de saúde a permitir uma análise mais profunda das informações de gestão.

Como objetivos específicos, para que as técnicas de Visualização de Informações fossem aplicadas:

- Realizar a integração de uma base de dados, de pacientes que contém informações de exames e consultas realizadas assim como medicamentos e materiais utilizados; - Realizar a integração de uma base de dados com as receitas e despesas de planos de saúde de uma cooperativa médica; - Preparar os dados por meio de scripts SQL, rotinas de programa e geração de dados no formato JSON. - De acordo com funcionalidades especificadas pelo gestores, encontrar as melhores técnicas de visualização. - Avaliar os resultados encontrados.

1.1 Objetivo

Esse trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma solução, que utiliza técnicas de visualização de informação, para auxiliar gestores de organizações de saúde a permitir uma análise mais profunda das informações de gestão.

Como objetivos específicos, para que as técnicas de Visualização de Informações fossem aplicadas, considerou-se:

- Realizar a integração de uma base de dados, de pacientes que contém informações de exames e consultas realizadas assim como medicamentos e materiais utilizados;
- Realizar a integração de uma base de dados com as receitas e despesas de planos de saúde de uma cooperativa médica;

- Preparar os dados por meio de scripts SQL, rotinas de programa e geração de dados no formato JSON;
- De acordo com funcionalidades especificadas pelo gestores, encontrar as melhores técnicas de visualização; e
- Avaliar os resultados encontrados.

1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento da solução apresentada neste trabalho foi seguida a seguinte metodologia: inicialmente foi realizada uma revisão sistemática sobre o trabalhos tratando de HIS e o uso de visualização. Esta revisão teve como objetivo encontrar o estado atual do uso de visualização com HIS. Com esta revisão executada, foi possível direcionar o estudo para quais técnicas de visualização poderiam ser aplicadas na visualização das informações. Com as possíveis técnicas foi feito um levantamento de requisitos funcionais com os gestores envolvidos, onde será aplicada cada técnica de visualização. Passou-se a seguir ao, desenvolvimento da aplicação obtendo resultados que foram avaliados por um grupo estratégico de pessoas que pertencem a uma organização de saúde.

1.3 Organização do Trabalho

O corrente trabalho está organizado em 8 capítulos, além deste primeiro introdutório, os quais estão organizados da seguinte forma:

- Capítulo 2: Neste capítulo serão apresentados os métodos utilizados na pesquisa que consiste, em síntese, de uma Revisão Sistemática da Literatura;
- Capítulo 3: Neste capítulo discorre-se sobre Visualização da Informação para que se possa ter uma ideia do potencial da área para analisar e compreender grandes volumes de dados; e
- Capítulo 4: Aborda sobre alguns estudos primários encontrados nas pesquisas, para que o leitor possa ter uma ideia sobre as possibilidades de utilizar recursos de visualização para dados de saúde;
- Capítulo 5: Será apresentada o HospViews, uma aplicação que aplica técnicas de visualização de dados em dados de uma organização de saúde;
- Capítulo 6: Reúne os resultados e análises obtidas por meio da utilização do HospViews em uma organização de saúde; e
- Capítulo 7: Neste capítulo serão apresentadas a conclusão do trabalho realizado, bem como os principais resultados e os trabalhos futuros.

2 Revisão Sistemática

Neste Capítulo são apresentados os métodos e dados acerca do processo de pesquisa realizado neste estudo.

Revisão Sistemática da Literatura (RSL) ou Revisão Sistemática é uma forma utilizada para identificação, avaliação e interpretação dos trabalhos encontrados a partir de uma questão de pesquisa. A RSL é chamada de estudo secundário enquanto que a produção dos trabalhos individuais é chamada de estudos primários (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

Muitas razões fundamentam que a ferramenta RSL é a mais adequada para a realização do presente estudo, sendo que as três razões principais são (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007):

- Sintetizar evidências existentes em alguma tecnologia extraindo benefícios e limitações do método utilizado;
- Identificar pontos no trabalho que permita expandir as investigações;
- Fornecer uma ferramenta de trabalho que permita oferecer possibilidades para novas pesquisas.

Para (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), a RSL deve seguir uma estratégia que envolve uma série de atividades que são apresentadas como:

1. Planejamento que compreende a especificação das questões de pesquisa e o desenvolvimento do protocolo de revisão;
2. Condução onde é feito a seleção e avaliação dos estudos primários assim como a extração e síntese dos dados;
3. Relatório que compreende a formatação e avaliação dos resultados.

2.1 Planejamento

A parte mais importante do planejamento é a definição do protocolo de revisão que para ser criado são necessários seguir alguns pontos:

- Objetivos da Revisão Sistemática e questões a serem respondidas;
- Bases científicas;
- Critérios de inclusão e exclusão e Métodos de avaliação.

2.1.1 Objetivos e questões

Kitchenham e Charters (2007) afirma que, a parte mais importante da revisão sistemática é a formulação das questões de pesquisa, pois elas direcionam toda sua metodologia, estabelecendo meios capazes de identificar estudos primários com as respostas das questões, o processo de extração de dados com o intuito de responder as questões e o processo de como a análise dos dados devem sintetizá-los e oferecer as respostas das questões

Para atender o objetivo do estudo, as seguintes questões de pesquisa foram formuladas:

O objetivo para o estudo é:

- Elaborar um estudo sobre as ferramentas utilizadas na gestão de organizações de saúde que utilizam informações de um HIS e melhoram a qualidade dessas informações por meio de técnicas de visualização e propor o desenvolvimento de uma solução que utiliza técnicas de visualização da informação para auxiliar os gestores na tomada de decisões com foco na redução de custos com procedimentos hospitalares;

A partir desse objetivo, as questões então derivadas foram duas:

- **Quais aplicações práticas e fundamentações teóricas que permitem a visualização de informações para análise dos procedimentos médicos hospitalares ?**
- **Com a utilização da visualização de informação é possível obter uma melhor análise dos dados para redução das despesas na utilização de procedimentos médicos hospitalares ?**

2.1.2 Bases científicas

Com as questões definidas, a próxima etapa é fazer as buscas por estudos primários, para tal foram utilizadas três bases científicas: IEEE Xplore, ScienceDirect e Scopus. Os termos-chave selecionados para as buscas são os seguintes: "management systems", "information systems", "information visualization", "Visual analytics medical procedures", "hospital", "expenses", "bills", "costs", "analysis", "medical bills", "EMR", "EHR", "EPR" e "management".

2.1.3 Critérios de inclusão e exclusão e Métodos de avaliação

A identificação de quais estudos primários devem ser incluídos ou excluídos são baseados em critérios, sendo que aqueles que oferecem evidências para responder as questões farão parte dos estudos primário. Os critérios estabelecidos para este estudo foram:

- Inclusão:
 - Apresentar uma solução baseada em dados de pacientes extraídos de um HIS para auxiliar na tomada de decisão de gestores de organizações de saúde;
 - * Foram considerados qualquer solução, independente se possui uma interface visual interativa.

- Se os dados não foram extraídos de um HIS, as soluções deve se basear em dados de pacientes;
 - As soluções devem fazer análises comparativas; e
 - Trabalhos publicado a partir de 2010.
- Exclusão:
 - Apresenta solução que aborda apenas dados específicos de doenças; ou
 - A solução não visa auxiliar na gestão de organizações de saúde.

2.2 Condução

Para a busca nas bases científicas, uma sofisticada lógica de busca deve ser formada a partir dos termos-chave definidos em 2.1.1 Objetivos e questões e operadores lógicos AND e OR (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Para o estudo a combinação dos termos-chave e os operadores lógicos formaram a seguinte lógica de busca, conforme ilustra a Figura 3:

Figura 3 – Lógica de busca para aplicação em bases científicas.

```
{
  (
    ((
      ("management systems") OR
      ("information systems") OR
      ("information visualization")
    ) AND
    (
      (
        ("medical procedures") AND
        (
          ("hospital" AND
            ("expenses" OR "bills" OR "costs"))
        ) OR
        ("analysis" AND "medical bills")
      )
    ) OR
    (
      ("Visual analytics") AND
      (EMR OR EHR OR EPR)
    )
  ) AND
  ("management")
)
```

Fonte - Produzida pelo autor.

A Tabela 1 contém os dados das buscas realizadas por base científica.

Tabela 1 – Documentação das buscas realizadas nas bases científicas definidas

Base científica	Lógica de busca	Intervalo de tempo	Data
IEEE Xplore	LB1	2010-2016	03/10/2016
ScienceDirect	LB1	2010-2016	03/10/2016
Scopus	LB1	2010-2016	04/10/2016

Fonte – Produzida pelo autor.

A Tabela 2 ilustra as quantidades obtidas pelas buscas.

Tabela 2 – Quantidade de artigos resultante da busca nas bases científicas

Base científica	Produção científica
IEEE Xplore	88
ScienceDirect	162
Scopus	101
Total	351
Incluídos	27

Fonte – Produzida pelo autor.

2.3 Dados a serem extraídos

Após a seleção dos estudos primários pelos critérios de inclusão foi necessário realizar a extração dos seguintes dados:

- Base em que foi encontrado;
- Ano da publicação;
- Foco na solução apresentada;
- Relacionamento entre a aplicação e análises comparativas;
- Ferramenta pode ser utilizada por gestores;
- Testes realizados; e
- Resultados obtidos.

2.4 Resultados

Conforme ilustra a Tabela 2, um total de 27 artigos foram selecionados e incluídos nos estudos primários. Durante o estudo dos artigos notou-se uma falta de padronização nos objetivos dos estudos realizados. As soluções apresentadas nos artigos sempre tratam de situações relacionadas às organizações de saúde, umas diretamente ligadas à gestão e outras que podem auxiliar na gestão. Foram realizados agrupamentos das soluções para um melhor direcionamento deste estudo.

2.4.1 Finalidades

Devido à sua complexidade e seu tamanho, a gestão de uma organização de saúde deve ser muito eficiente, pois os recursos financeiros utilizados são exorbitantes e qualquer falha pode acarretar em perdas financeiras irreparáveis. Dentro de uma organização existem muitos pontos que necessitam de uma maior atenção, portanto nos artigos selecionados foi possível identificar e agrupar finalidades relevantes que ao serem geridos de forma mais apurada influenciam diretamente no custo das organizações:

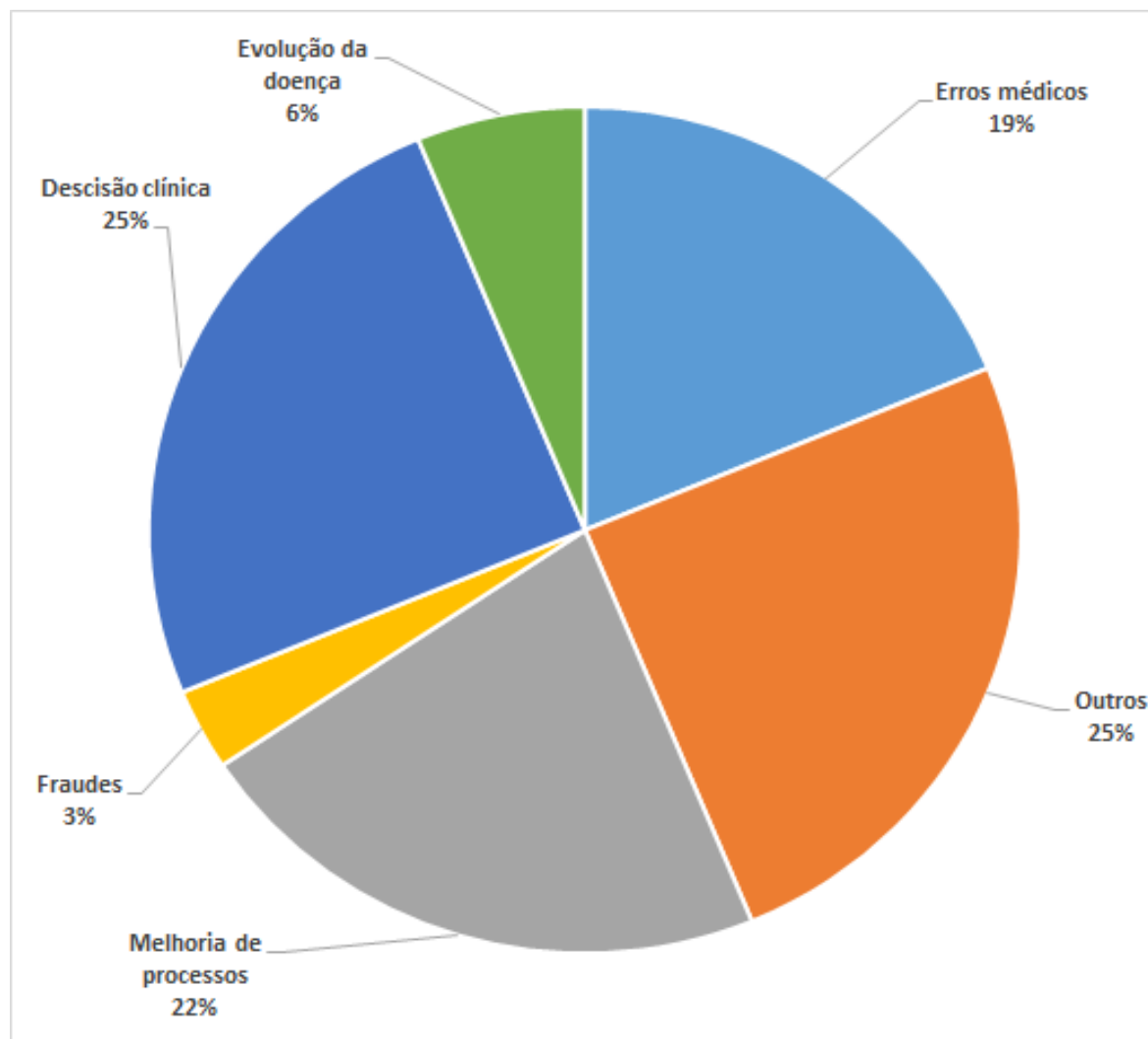
Finalidades relevantes que influenciam diretamente ou indiretamente na gestão de custo:

- Erros Médicos: soluções desenvolvidas que possibilitam o acesso dos dados dos pacientes a partir de uma base de dados centralizada com objetivo de eliminar os erros médicos
- Melhoria de processos: soluções desenvolvidas orientadas a processos com o objetivo de agilizar e melhorar a qualidade dos serviços de saúde;
- Fraudes: soluções desenvolvidas que detectam fraudes médicas observando as prescrições e procedimentos realizados em um conjunto de pacientes;
- Decisão clínica: soluções desenvolvidas que buscam similaridades em registros médicos eletrônicos com o objetivo de auxiliar nas decisões clínicas;
- Evolução da Doença: soluções desenvolvidas que permitem analisar os fatores que antecederam e colaboraram para a evolução de uma determinada doença;
- Outros: são estudos que apresentam soluções que podem ser utilizadas na gestão da redução do custo de uma organização de saúde

A Figura 4 ilustra a distribuição dos estudos primários quanto aos problemas a serem gerenciados.

Analisando a Figura 4 é possível identificar que uma grande parte dos estudos estão direcionados para a criação de ferramentas que auxiliam as decisões clínicas, o que é interessante, pois como as organizações de saúde estão cada vez mais empenhadas em achar soluções para reduzir custos, melhorar o atendimento clínico é um dos fatores que contribuem para isto, portanto a utilização de ferramentas de apoio para se obter esta melhora é imprescindível, pois elas ajudam as organizações a diagnosticarem com mais precisão e rapidez, diminuindo a incidência de utilização de materiais e medicamentos assim como exames desnecessários.

Figura 4 – Distribuição dos artigos obtidos na RS pelos tópicos que devem ser gerenciados nas organizações de saúde que contribuem para a gestão de custo.



Fonte - Produzida pelo autor.

Pelo gráfico apresentado, também é possível notar que muitos estudos estão relacionados com erros médicos. Para (MANTZANA; KOUMADITIS; THEMISTOCLEOUS, 2010), os erros médicos são resultados da execução mal feita de algo planejado ou de erro no planejamento. De acordo com seu estudo 44% são erros de técnicos, 17% são de diagnósticos, 12% são de prevenções e 10% são de prescrições de medicamentos errados. Portanto estudos como o de (MANTZANA; KOUMADITIS; THEMISTOCLEOUS, 2010) ajudam a eliminar erros médicos e consequentemente reduzir os custos das organizações de saúde.

2.4.2 Tecnologias Envolvidas

As soluções apresentadas nos estudos foram desenvolvidas com as mais variadas tecnologias, o que demonstra uma falta de padrão quanto aos recursos tecnológicos utilizados, portanto foi realizado um agrupamento dos trabalhos quanto às tecnologias utilizadas:

Tecnologias utilizadas nas soluções:

- Aplicação desktop: soluções que necessitam ser instaladas na máquina do usuário antes da sua utilização;
- BPMS (Business Process Management Systems): soluções que empregam controles de processos na gestão;
- SOA (Service Oriented Architecture): soluções que centralizam a base de dados e disponibilizam recursos para acesso a esses dados;
- Aplicação web: soluções que são executadas diretamente por um navegador, dispensando qualquer tipo de instalação extra no computador do usuário;
- Aplicativo mobile: soluções desenvolvidas para serem executadas em dispositivos móveis que da mesma forma que as aplicações desktop, necessitam de um processo de instalação para o seu funcionamento;
- BI (Business Intelligence): estudos sobre os benefícios de um BI para organizações de saúde;
- MATLAB: trabalhos que utilizam o MATLAB para demonstrar os resultados do estudo;
- I.A: soluções que utilizam de inteligência artificial nas soluções;
- Mineração de dados: soluções que utilizam mineração de dados para compor dados resultantes;
- Aprendizado de máquina: estudos voltados para reconhecimento de padrões para formação da base de dados;
- Software terceiros: estudos que utilizam softwares já existentes para apresentar os resultados da pesquisa;
- Estudo: trabalhos que apresentam um estudo para melhorar a gestão.

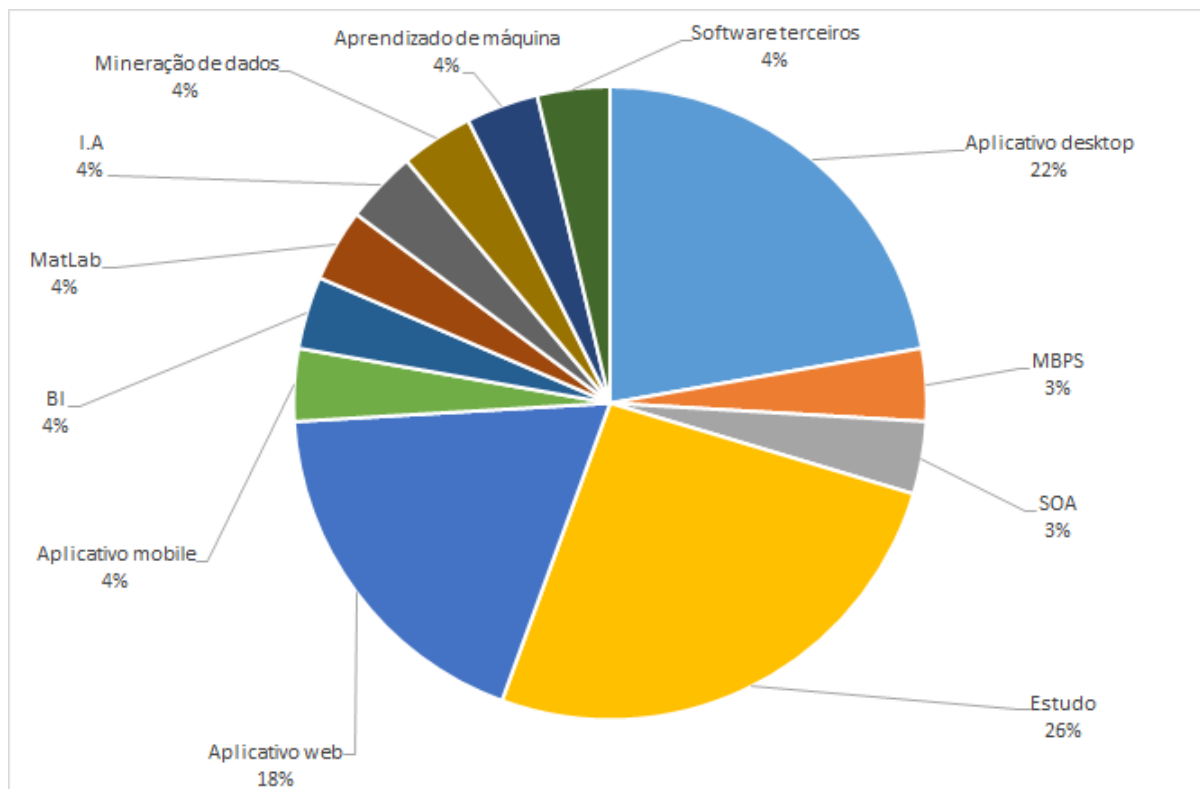
A Figura 5 ilustra a distribuição dos estudos primários quanto às tecnologias utilizadas.

Como ilustra a Figura 5, as soluções apresentadas nos estudos utilizam tecnologias variadas, muitas delas apresentam processos de geração de resultados que podem ser consumidas por outras aplicações, como o estudo realizado por (MANTZANA; KOUMADITIS; THEMISTOCLEOUS, 2010), já outras soluções apresentam estudos que visam mostrar as tecnologias que podem ser utilizadas para análise dos dados gerados, como apresentado por (SANTOS, 2010) e (OLSZAK; BATKO, 2012).

2.4.3 Dados analisados

Os dados contidos na base de dados de um HIS é uma fonte de informações que colabora com o meio científico na produção de pesquisas que visam melhorar a saúde das pessoas. O conteúdo trabalhado nas soluções varia de projeto para projeto, porém é fácil perceber a recorrência dos dados analisados, que mesmo sendo tratados de formas diferentes, estão presentes

Figura 5 – Tecnologias utilizadas nas soluções.



Fonte - Produzida pelo autor.

em diversas soluções. Para facilitar a identificação de qual módulo do HIS foi utilizado para extrair as informações, foi realizado um agrupamento que une os dados analisados:

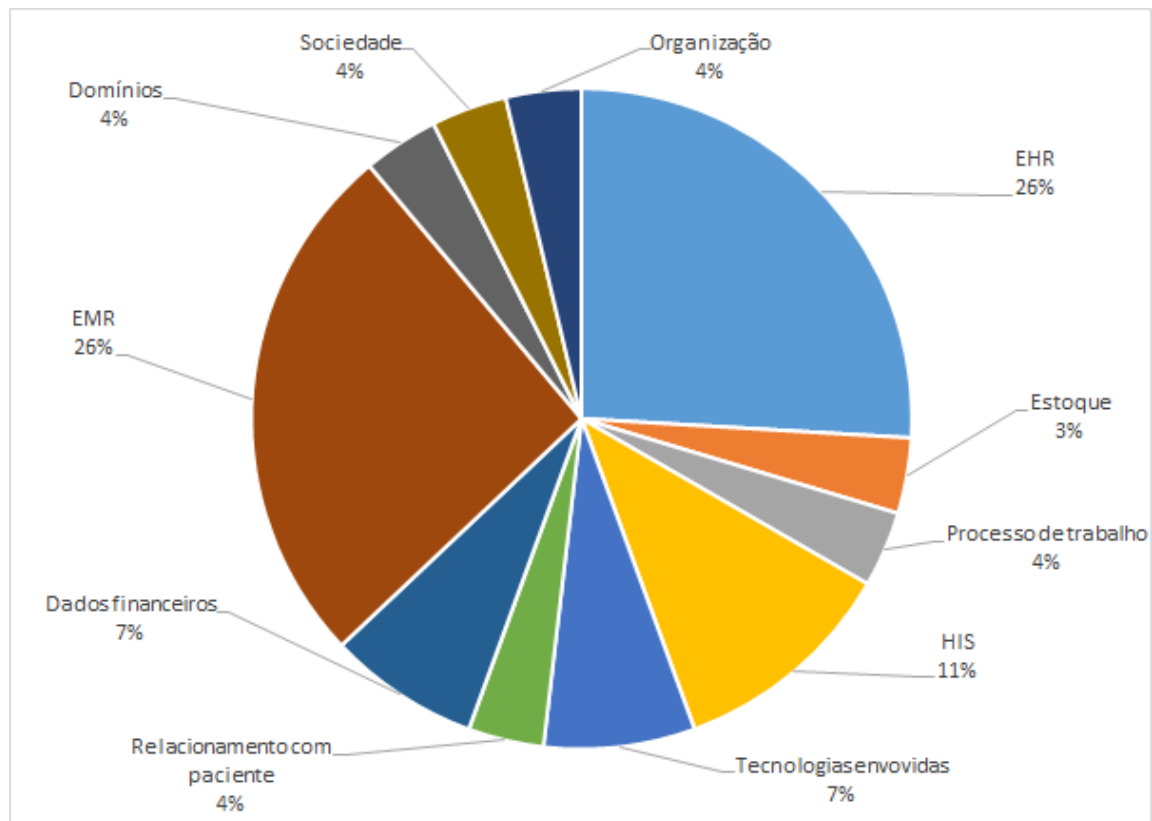
Dados analisados nas soluções extraídos do HIS:

- EHR: soluções que utilizam os registros eletrônicos de saúde dos pacientes;
- Estoque: soluções que por meio de um controle de estoque mais preciso conseguem melhorar a gestão de custo das organizações de saúde;
- Processo de trabalho: soluções que buscam melhorar os processos dentro das organizações de saúde;
- HIS: soluções que analisam de um modo geral as informações contidas em um HIS;
- Tecnologias envolvidas: soluções que apresentam formas de relacionamento entre as tecnologias utilizadas nas organizações;
- Relacionamento com paciente: soluções que utilizam informações relatadas por pacientes;
- Dados financeiro: soluções que utilizam dados financeiros dos pacientes;
- EMR: soluções que utilizam os registros eletrônicos dos médicos;
- Domínios: soluções que analisam áreas específicas na saúde;

- Sociedade: soluções que analisam as necessidades da sociedade com relação à saúde; e
- Organização: soluções que buscam melhorar a disposição dos recursos físicos das organizações de saúde;

A Figura 6 ilustra quais os dados analisados nas soluções desenvolvidas pelos estudos primários.

Figura 6 – Dados analisados recorrentes nas soluções.



Fonte - Produzida pelo autor.

Observa-se que, igualmente, as bases de dados mais analisadas são os registros eletrônicos médicos dos pacientes e também seus registros eletrônicos de saúde, o que é interessante, pois demonstra que a maioria das pesquisas estão focadas nos pacientes e nas melhorias dos tratamentos das enfermidades.

2.4.4 Técnicas de Visualização

Os trabalhos apresentam diversas técnicas de visualização, porém a maioria dos trabalhos, apesar de contribuírem para a gestão de uma organização de saúde, não utilizam técnicas para visualizar os dados. Para demonstrar que poucos trabalhos utilizam visualização de dados como ferramenta de gestão em organizações de saúde, foi realizado um agrupamento por técnicas utilizadas:

Técnicas de visualização utilizadas nas soluções:

- Scatterplot : técnica projetada para enfatizar a distribuição espacial e dados plotados em duas dimensões (SARIKAYA; GLEICHER, 2018);
- Radial Sunburst : diagrama de preenchimento de espaço hierárquico radial (ZHANG et al., 2013);
- Sankey Diagram: ilustram informações quantitativas sobre fluxos, seus relacionamentos e transformações (RIEHMANN; HANFLER; FROEHLICH, 2005);
- Parallel coordinates: técnica de para representar e analisar grandes conjuntos de dados multivariados (CROON; KLERKX; DUVAL, 2015);
- Charts:
- Heatmap: técnica que possibilita analisar valores semelhantes próximos uns dos outros de acordo com o agrupamento (CROON; KLERKX; DUVAL, 2015);
- Hierarchical Partitioning: técnica que particiona grafos para maximizar a modularidade por meio de interações densas e frequentes entre os nós (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015);
- Hasse-diagram: técnica adotada para transferência entre relações de hierarquia (ZHOU; ZHANG, 2011).
- planning : trabalhos que apresentam um estudo para melhorar a gestão.
- Radial Reingold-Tilford tree : técnica para construir diagramas de vínculo de nó hierárquico (RADIAL..., 2016).
- Não utilizada : trabalhos que não utilizam técnicas de visualização mas apresentam aplicações voltadas a gestão de uma organização de saúde, seja no âmbito geral ou relacionada a algum setor.

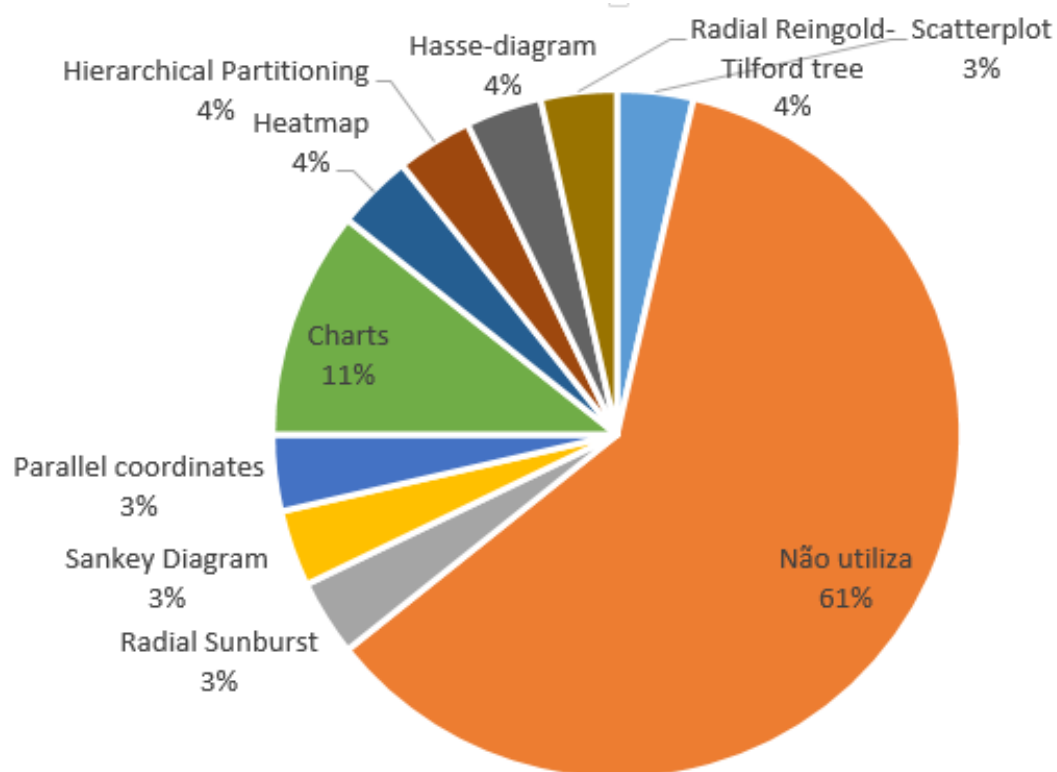
A Figura 7 ilustra a distribuição dos estudos primários quanto às técnicas de visualização utilizadas.

Observa-se que, muitos trabalhos não apresentam soluções que utilizam técnicas de visualização, o que demonstra a dificuldade de encontrar trabalhos que auxiliam na gestão de organizações de saúde por meio de recursos gráficos.

2.5 Considerações finais

Na sua grande maioria, os artigos excluídos apesar de abordarem temas relacionados com a saúde, não apresentavam soluções comparativas que poderiam ser utilizadas por gestores de organizações de saúde, portanto apesar da taxa de inclusão de estudos primários ser relativamente baixa com relação ao total de artigos retornados nas bases científicas, acredita-se que a quantidade incluída seja suficiente para responder as questões propostas.

Figura 7 – Técnicas utilizadas nas soluções.



Fonte - Produzida pelo autor.

Para uma análise resumida, a Tabela 3 apresenta a coleta dos dados levando em consideração cada solução apresentada nos estudos da revisão sistemática.

Tabela 3 – Objetivos da ferramenta, tecnologia e dados utilizados nas soluções apresentadas nos estudos.

Estudo	Gestão	Tecnologia	Dados	Técnica de visualização
Wongsuphasawat e Shneiderman (2009)	Erros médicos	Desktop	EHR	Scatterplot
Chen (2010)	Outros	Desktop	Estoque	Não utiliza
Santos (2010)	Melhoria de processos	MBPS	Processo de trabalho	Não utiliza
Mantzana, Koumaditis e Themistocleous (2010)	Erros médicos	SOA	HIS	Não utiliza
Byrd et al. (2011)	Outros	Estudo	Tecnologias envolvidas	Não utiliza
Hui et al. (2011)	Melhoria de processos	Estudo	Relacionamento com paciente	Não utiliza
Zhou e Zhang (2011)	Melhoria de processos	Web	Dados financeiros	Não utiliza
Vucetic, Uzelac e Gligoric (2011)	Outros	Web	EMR	Não utiliza
Rodriguez-Martinez et al. (2012)	Erros médicos / Fraudes	Mobile	EHR	Não utiliza
Olszak e Batko (2012)	Melhoria de processos	BI	EHR	Não utiliza
Ferrão et al. (2012)	Erros médicos / Decisão clínica	Estudo	EHR	Não utiliza
Zhang et al. (2013)	Erros médicos	Desktop	EMR	Radial Sunburst
Wang et al. (2014)	Decisão clínica / Evolução da doença	Desktop	EMR	Sankey Diagram
Shi, Zurada e Guan (2015)	Outros	MatLab	Dados financeiros	Não utiliza
Klausner et al. (2014)	Decisão clínica	I.A	EHRs	Não utiliza
Croon, Klerkx e Duval (2015)	Decisão clínica	Web	EMRs	Parallel coordinates
Croon, Klerkx e Duval (2015)	Decisão clínica	Web	EMRs	Heatmap
Croon, Klerkx e Duval (2015)	Decisão clínica	Web	EMRs	Charts
Yesha, Gangopadhyay e Siegel (2015)	Decisão clínica / Evolução da doença	Desktop	EMR	Hierarchical Partitioning
Tsumoto e Hirano (2016)	Melhoria de processos	Mineração de dados	HIS	Charts

(continuação)

Estudo	Gestão	Tecnologia	Dados	Técnica de visualização
Yu, Wijsekera e Costa (2014)	Erros médicos	Web	EMR	Não utiliza
Lin et al. (2015)	Decisão clínica	Web	EMR	Charts
Lin et al. (2015)	Decisão clínica	Web	EMR	Hasse-diagram
Bohada, Riaño e López-Vallverdú (2012)	Decisão clínica	Aprendizado de máquina	EHR	Não utiliza
Steurbaut et al. (2012)	Melhoria de processos	Desktop	EHR	Não utiliza
Ahmed et al. (2010)	Outros	Estudo	Domínios	Não utiliza
Victora et al. (2011)	Outros	Estudo	Sociedade	Não utiliza
Bachouch, Guinet e Hajri-Gabouj (2012)	Melhoria de processos	Software terceiros	Organização	Não utiliza
Suebsin e Gersdri (2011)	Outros	Estudo	Tecnologias envolvidas	Não utiliza
Rodrigues e Almeida (1999)	Outros	Estudo	HIS	Não utiliza
Baytas et al. (2016)	Decisão clínica	Web	EHR	Radial Reingold-Tilford tree

Fonte - Produzida pelo autor.

Considerando a análise dos dados extraídos a partir dos estudos selecionados na busca, é possível responder resumidamente as questões da revisão sistemática, como segue:

Quais as aplicações práticas e fundamentações teóricas que permitem a visualização de informações para análise dos procedimentos médicos hospitalares ?

Devido à complexidade das organizações de saúde, um sistema de gerenciamento hospitalar é imprescindível, portanto seus módulos estão presentes em todos os setores de um hospital. Porém, na maioria das vezes as informações disponibilizadas pelo sistema para apoiar as decisões a serem tomadas, não são de fácil entendimento, causando uma morosidade na tomada de decisões, erros médicos ou até mesmo abrindo possibilidades para fraudar a organização. Para melhorar a qualidade da informação a utilização de visualização de dados é um recurso que traz muitos benefícios para a área de saúde podendo ser aplicados em vários setores, tais como: análise de contas médicas, comparação entre procedimentos realizados para detectar erros, auxiliar a decisão dos médicos, analisar o histórico médico dos pacientes, auditar os procedimentos realizados em pacientes com o intuito de encontrar possíveis exageros.

Nota-se nos estudos que a utilização de técnicas de visualização podem ser aplicadas em várias finalidades e também para muitos tipos de dados médicos, principalmente para auxílio nas

decisões clínicas, porém para gestão de redução de custos não é muito aplicado.

Com a utilização da visualização da informação é possível obter uma melhor análise dos dados para redução das despesas na utilização de procedimentos médicos hospitalares ?

Com a utilização das técnicas de visualização de dados, o poder de análise das informações aumenta consideravelmente. Informações que passam despercebidas por meio da análise analítica dos dados, quando demonstradas por meio de um ambiente visual, aumentam o poder de percepção e permitem enxergar problemas que até então eram ignorados. Diante disto a utilização dessas técnicas fornecem uma consistência maior na tomada de decisões, pois permite encontrar erros médicos, identificar exageros na utilização de procedimentos, detectar fraudes, melhorar o diagnóstico médico, portanto podem colaborar de forma muito positiva na redução das despesas com procedimentos médicos dentro das organizações de saúde.

3 Visualização da Informação

Este capítulo apresenta conceitos de Visualização da Informação e técnicas utilizadas para a representação de grandes volumes de dados.

3.1 Conceitos

O aumento crescente do volume de dados torna a apresentação da informação, em sua forma tradicional, cada vez mais difícil, causando um problema para as pessoas no entendimento das informações e dificultando as tomadas de decisões. As técnicas de visualização da informação podem ajudar as pessoas a obter uma melhor compreensão de conjuntos de dados, pois por meio delas é possível encontrar o paradigma apropriado para visualização dos dados (ZHANG et al., 2013).

Conforme (WARE, 2012), a grande quantidade de informações que podem ser rapidamente interpretadas por meio da visualização dos dados, é um dos seus maiores benefícios.

Visualização de Informação é uma área de representação de dados que utiliza métodos de computação gráfica que por meio de suas representações, permite um aumento da capacidade cognitiva do ser humano, facilitando sua compreensão sobre dados abstratos (WARE, 2012).

Para (KIRK, 2012) a Visualização da Informação é a exploração da capacidade humana de percepção visual por meio da representação, que corresponde à formatação dos dados com a utilização de variáveis visuais, e apresentação de dados, que corresponde à síntese de todo o design, ambos com o objetivo de ampliar a cognição. A Figura 8, expõe os agentes envolvidos na troca de informações. Como pode ser visto a mensagem é o canal de comunicação, por onde serão apresentados visualmente os dados. Ela deve garantir a transmissão de forma eficiente da informação e a possibilidade efetiva da interpretação pela percepção visual do receptor.

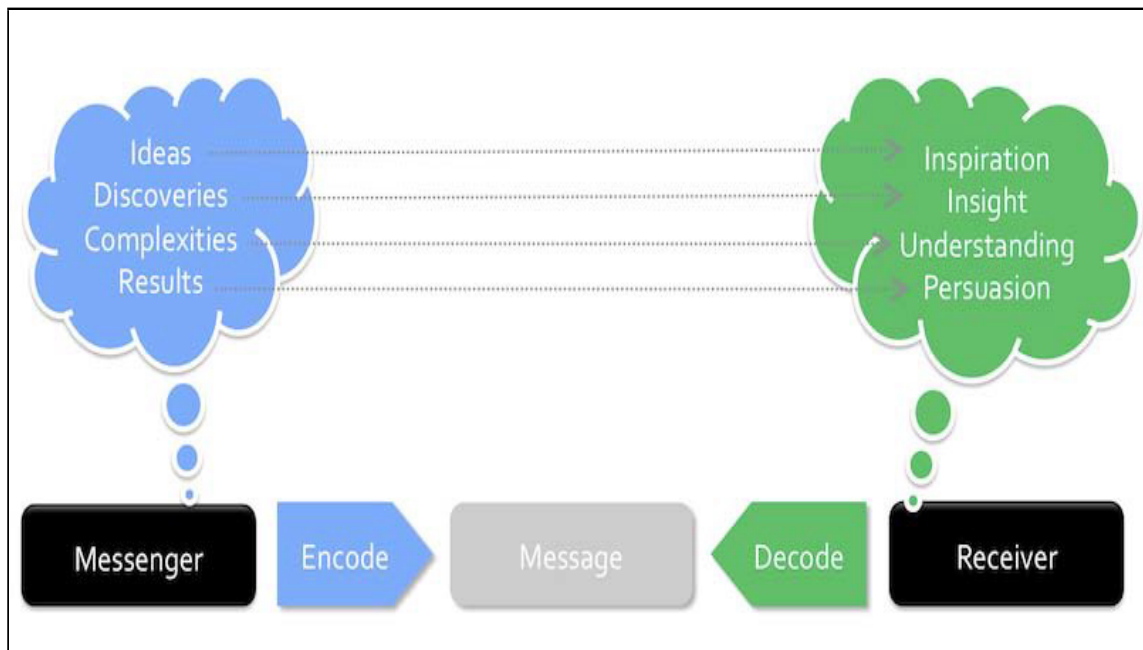
Kirk (KIRK, 2012) afirma que, com o avanço tecnológico e a possibilidade de acesso a estas tecnologias, a quantidade de dados produzidos atingiram níveis inacreditáveis, portanto o grau de relevância da visualização de dados também aumentou. A visualização de dados se tornou o meio que valoriza essa massa de dados, pois permite gerar informações antes não percebidas.

Conforme (MUNZNER, 2014), sistemas de visualização baseados em tecnologias computacionais ajudam as pessoas a realizarem suas tarefas mais eficazmente, pois fornecem representações visuais de um conjunto de dados.

Além da quantidade de dados disponíveis, o estudo da percepção visual também é base para o avanço da visualização de dados, pois o sistema visual humano possui enorme poder que em conjunto com o cérebro é capaz de processar de maneira eficaz informações como sinais visuais (KIRK, 2012).

Conforme (WARE, 2012) existem quatro estágios básicos para demonstrar o processo de

Figura 8 – Agentes envolvidos na troca de informações



Fonte - (KIRK, 2012)

visualização de dados:

- A coleta e o armazenamento dos dados;
- Um pré-processamento com a finalidade de facilitar a manipulação dos dados após sua transformação. Pode ser alguma forma de redução de dados para revelar aspectos selecionados;
- Mapeamento dos dados selecionados para uma representação visual. Os mapeamentos são realizados por meio de algoritmos; e
- O sistema perceptivo e cognitivo humano.

A Figura 9 ilustra esses quatro estágios.

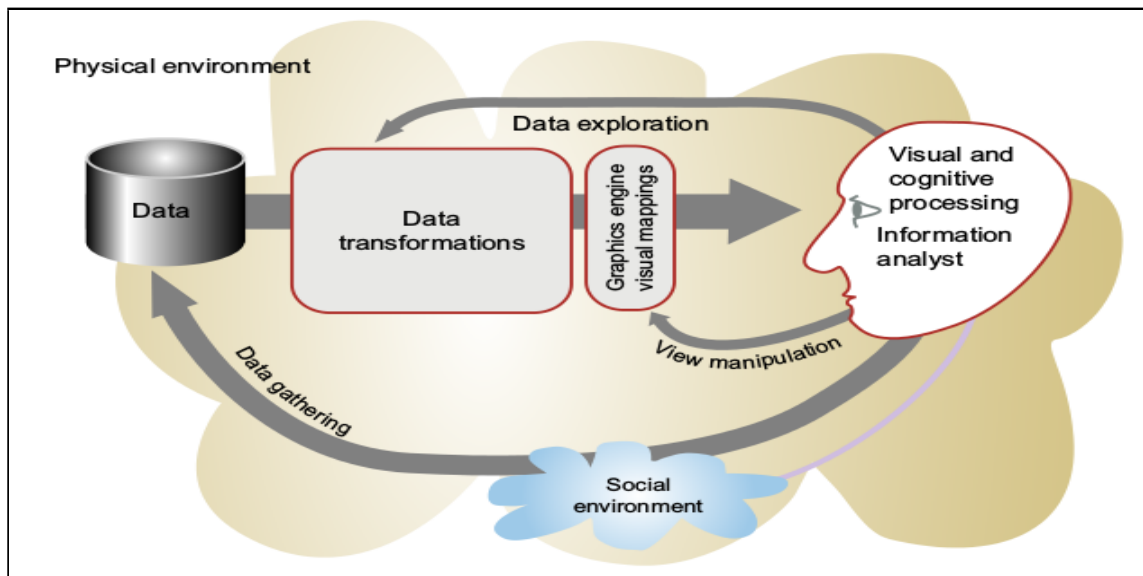
3.2 Funções da Visualização

Para (KIRK, 2012), a função da visualização é estabelecer uma relação funcional entre o design, os dados e o leitor, e que a escolha do design depende de qual é a finalidade da visualização dos dados.

Ainda segundo (KIRK, 2012) é possível definir três categorias para as funções de visualização:

- Visualização explicativa dos dados:
Consiste em transmitir informações por meio de uma narrativa específica. A visualização

Figura 9 – Estágios para visualização dos dados



Fonte - (WARE, 2012)

explicativa necessita de um maior foco no público-alvo e tem como resultado final um visual que retrata a narrativa em questão, como pode ser visto na Figura 10.

- Interface para exploração visual:

Proporciona ao usuário uma forma de explorar visualmente os dados por meio de técnicas, que muitas vezes possibilitam descobrir padrões e relacionamentos e também resultados adversos causados pela combinação de diferentes variáveis, conforme pode ser visto na Figura 11.

- Exibição dos dados:

Tem como objetivo a exposição dos dados por meio da representação visual estática apenas para demonstração, sem disponibilizar qualquer capacidade de análise visual, conforme ilustra a Figura 12

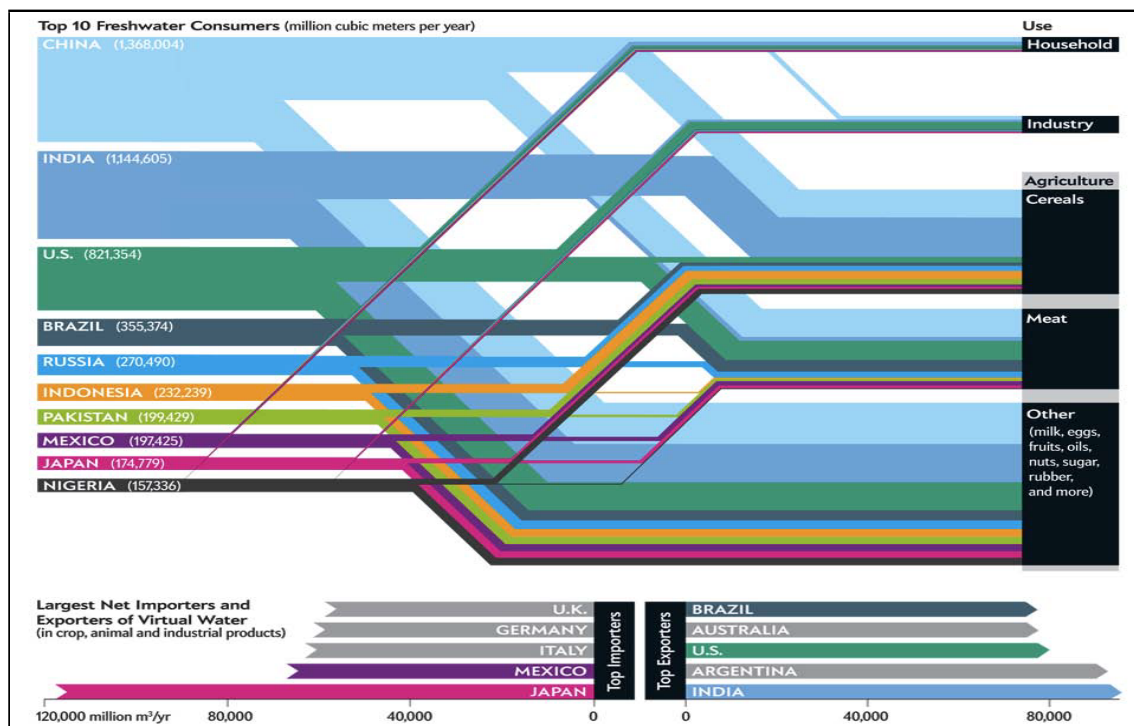
3.3 Preparação dos dados

A preparação dos dados é algo que antecede à criação ou utilização de técnicas de visualização da informação, pois muitas vezes os dados não estão dispostos com a forma necessária para a extração de potenciais histórias contidas neles, portanto é necessário moldá-los.

Segundo (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014) técnicas de visualização diferentes utilizam variados formatos de dados e a estrutura a ser utilizada nas técnicas variam de acordo com a história que se pretende contar. Muitas vezes os dados encontrados são exatos, porém pode ocorrer de os dados estarem em lugares diferentes, havendo a necessidade de um armazenamento dos dados consolidado.

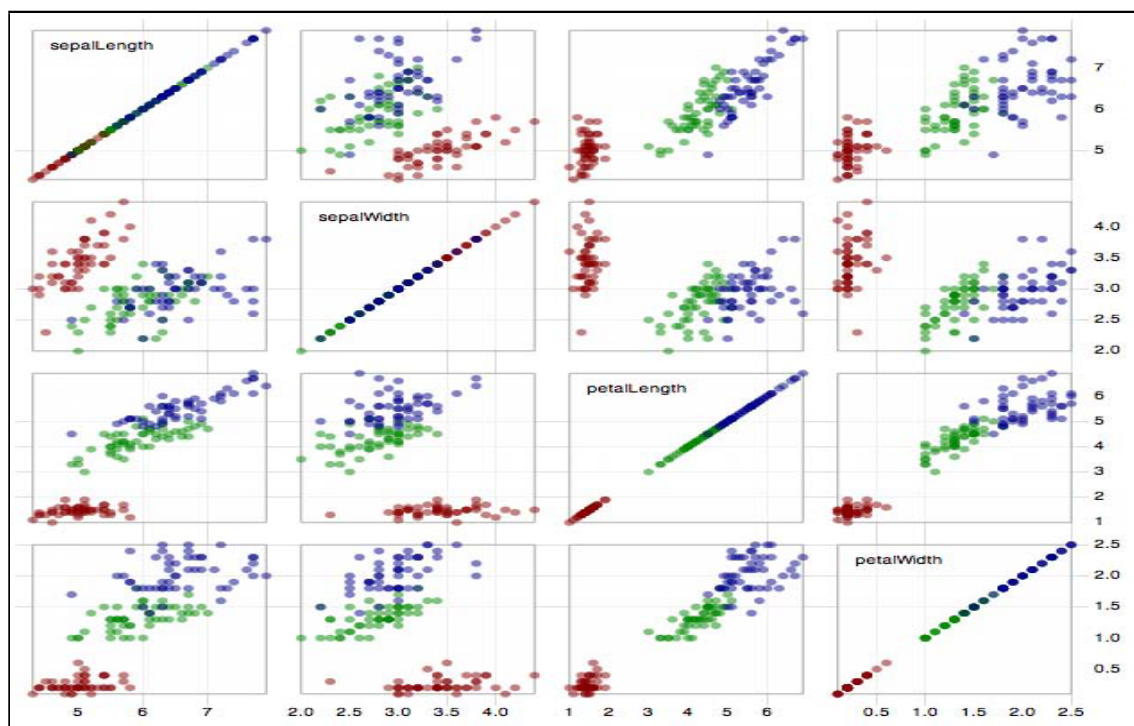
Segundo (TRINA; GREGORY, 2017), diferentes tipos de dados são melhor adquiridos de diferentes maneiras e lugares. Muitos métodos podem ser utilizados nas coletas dos dados tais

Figura 10 – Visualização explicativa dos dados



Fonte - (KIRK, 2012)

Figura 11 – Interface para exploração visual



Fonte - (KIRK, 2012)

como questionamentos, medições, observações, análise de documentos existentes, diários, bancos de dados públicos e banco de dados privados.

Ainda segundo (TRINA; GREGORY, 2017), os dados escolhidos devem ilustrar o contexto,

- Preparação para análise:
Concentra no aperfeiçoamento dos dados, preparando-os para análise e apresentação; e
- Consolidação:
A consolidação é o resultado final após o processo de lapidação dos dados, mas podendo ainda sofrer modificações em detrimento de possíveis lacunas.

Para este trabalho serão utilizados dados contidos em um banco de dados privado que contém informações médicas e administrativas que são gerenciadas por um HIS. Os dados passarão por um processo de análise onde será verificada a qualidade dos dados e a necessidade de criação de novos tipos de armazenamento para consolidar a informação final a ser utilizada nas representações visuais.

3.4 Opções de design

São muitas opções de design e muitos caminhos para uma melhor solução, o que torna difícil tomar uma decisão sobre quais opções serão utilizadas. Porém há um conjunto de evidências teóricas e práticas que permitem uma melhor compreensão sobre quais técnicas são mais funcionais para determinadas situações em detrimento de outras (KIRK, 2012).

Conforme (KIRK, 2012), alguns aspectos devem ser considerados para determinar o que vai ser utilizado para mostrar a informação, como segue:

- Escolha do método de visualização:
(KIRK, 2012) sugere uma taxonomia para definir o método de visualização apropriado:
 - Comparar valores por categorias;
 - Avaliar hierarquias e relacionamentos parte-todo;
 - Mostrar mudanças do longo de um período;
 - Mapeamento de dados geo-espaciais; e
 - Relacionar gráficos e representações gráficas
- Considerar as propriedades físicas dos dados:
Análise da eficiência do recurso visual que mais se adequa ao formato dos dados;
- Determinar o grau desejado de precisão:
Define qual o grau de interpretação que se deseja atingir por meio da representação visual dos dados. O nível mais elevado retrata a possibilidade de ver e ler os dados, o nível intermediário visa a capacidade de avaliar a amplitude dos dados e o nível mais baixo refere-se a julgar os dados;
- Criação do estilo de descrição dos dados:
Identificação das metáforas visuais que permitem transmitir com qualidade as conexões entre os dados e o design;

Conforme (MUNZNER, 2014), as técnicas de visualização podem ser projetadas para um contexto específico ou geral. No caso específico, design que será utilizado neste trabalho, as ferramentas são especializadas possuindo limitações quanto às tarefas que elas podem abordar e são focadas em combinações complexas e casos especiais dos tipos de dados. Para o caso geral, as ferramentas são projetadas para diversos conjunto de dados e são flexíveis possuindo diversas opções a serem feitas antes da representação dos dados, necessitando de uma compreensão mais profunda de design por parte do usuário.

Outras características podem ser utilizadas na visualização, com o objetivo de agregar um significado extra ou uma possibilidade de um aprofundamento de conhecimento para o usuário. Estas características estão relacionadas com a cor, recursos interativos e anotações explicativas. A utilização da cor é uma importante variável visual para representação dos dados, pois quando implantada de forma efetiva, pode oferecer um atrativo por aproveitar com mais eficiência a natureza do olho e do cérebro. Os recursos interativos como modificar, selecionar ou excluir variáveis são formas valiosas que permitem o usuário explorar diferentes conjuntos de dados. As anotações explicativas cria camadas extras de detalhes dos dados por meio de eventos interativos, que podem ajudar a explicar e facilitar a visualização e interpretação (KIRK, 2012).

3.5 Técnicas de visualização

A decisão de qual técnica de visualização utilizar, vai depender dos dados por trás da visualização e da narrativa que ela suporta. A história visual deve ser baseada nos dados, e não apenas no que se quer dizer (TRINA; GREGORY, 2017).

Conforme (KIRK, 2012), para a seleção do método de visualização mais apropriado, deve-se partir das respostas das seguintes perguntas: como é que vai ser mostrado e o que se quer dizer.

É importante analisar as técnicas de visualização de dados para que seja possível projetar as técnicas que serão utilizadas neste trabalho. Para a representação dos dados, (KIRK, 2012) apresenta uma classificação que auxilia na escolha da técnica de visualização mais adequada.

3.5.1 Comparando categorias

Kirk (KIRK, 2012) afirma que, comparar categorias facilitam as comparações entre tamanhos de valores relativos e absolutos.

Segundo (TRINA; GREGORY, 2017), dados categóricos são dados quantitativos ou qualitativos, que podem ser classificados em diferentes categorias.

Para a representação de dados categóricos, seus tipos de dados não necessitam estar em uma ordem implícita, mas geralmente possuem uma estrutura hierárquica. As categorias somente podem distinguir se duas coisas são iguais ou diferentes (MUNZNER, 2014).

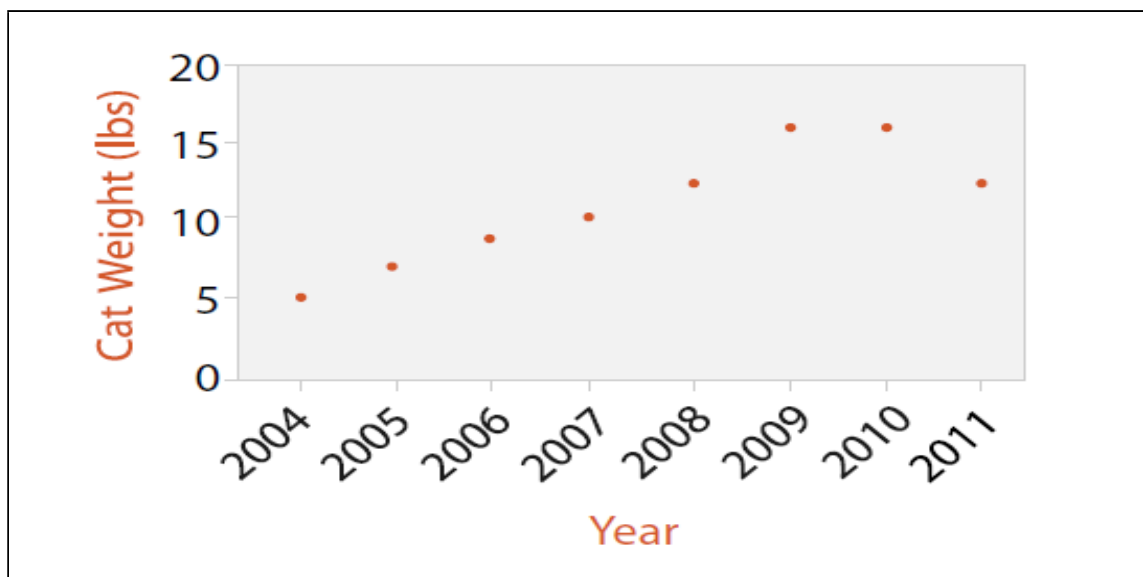
Segundo (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014), normalmente são utilizados gráficos tradicionais, como barra, linha e pontos para representar visualmente comparações entre categorias.

Já (KIRK, 2012), cita também representações visuais tais como slopegraph e diagrama Sankey, além dos gráficos tradicionais.

3.5.1.1 Gráfico de Pontos

Conforme (MUNZNER, 2014), o gráfico de pontos é uma codificação visual de um atributo quantitativo usando a posição espacial, contra um atributo categórico usando marcas de pontos, conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13 – Gráfico de Pontos



Fonte - (MUNZNER, 2014)

Dentro das possibilidades deste trabalho, a utilização do gráfico de pontos poderia representar a quantidade de consultas por especialidade. No gráfico as especialidades ficariam no eixo horizontal e as quantidades no eixo vertical. A visualização destes dados despertaria a curiosidade de se investigar o motivo do número elevado de consultas de determinadas especialidades, podendo futuramente ser tomada uma decisão de aplicar uma medida preventiva com o objetivo de diminuir a procura por médicos de determinadas especialidades.

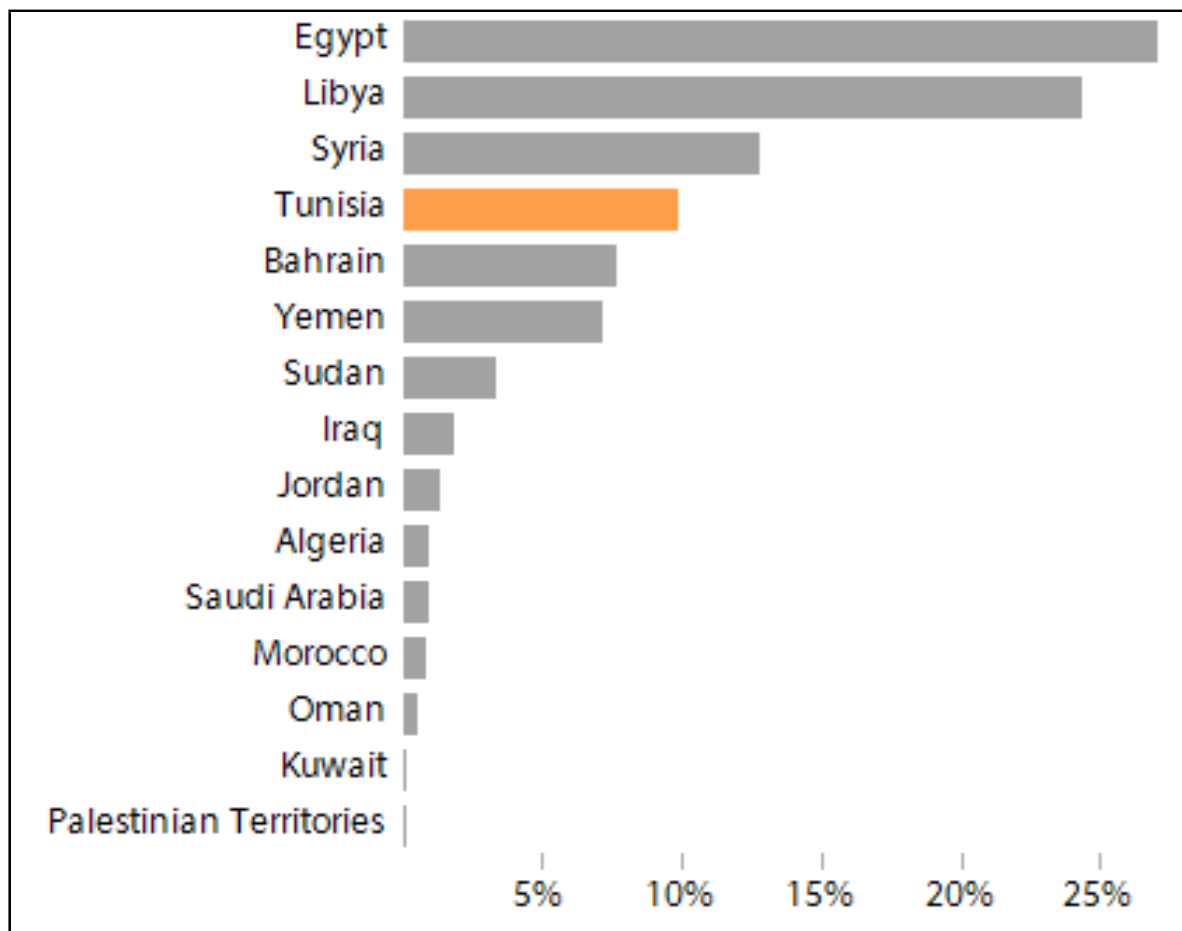
3.5.1.2 Gráfico de Barras

Segundo (KIRK, 2012), gráficos de barras transportam dados por meio do comprimento e altura da barra permitindo estabelecer comparações precisas entre categorias.

Conforme (MUNZNER, 2014), gráficos de barras mostram dois atributos, mas apenas um é quantitativo, o outro é um atributo categórico usado para espalhar as barras ao longo do eixo, conforme ilustra a Figura 14.

Uma forma de construir o gráfico de barras e basear as porcentagens sobre o número de ocorrências de problemas relatadas no setor de atendimento ao consumidor. Esta informação traz uma fácil visualização e identificação dos problemas mais importantes, possibilitando uma concentração dos esforços sobre estes.

Figura 14 – Gráfico de Barras



Fonte - (KIRK, 2012)

3.5.1.3 Slopegraph

Segundo (KIRK, 2012), o Slopegraph compara dois ou mais conjuntos de valores quantitativos, quando associados com a mesma categoria. Fornece uma visão antes e depois ou uma comparação no tempo entre dois pontos, conforme ilustra a Figura 15.

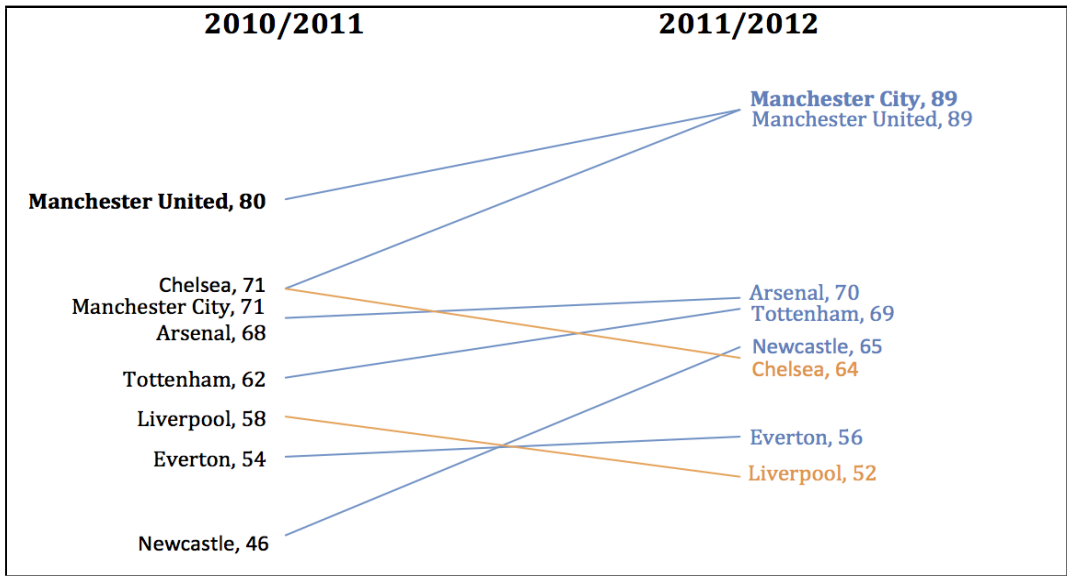
A falta de profissionais em determinadas especialidades é um problema que gera um aumento no custo da organização de saúde, pois muitas vezes é necessário custear o atendimento aos pacientes em outras localidades. O monitoramento tempestivo do número de profissionais por especialidade é uma informação importante e sua representação visual utilizando Slopegraph, permite uma fácil análise comparativa anual.

3.5.1.4 Diagrama Sankey

Conforme (KIRK, 2012), o Diagrama Sankey transmite a ideia de fluxo. Por meio de estágios, retratam quantidades seriadas que se dividem conforme vai havendo mudanças de estágios, conforme ilustra a Figura 16.

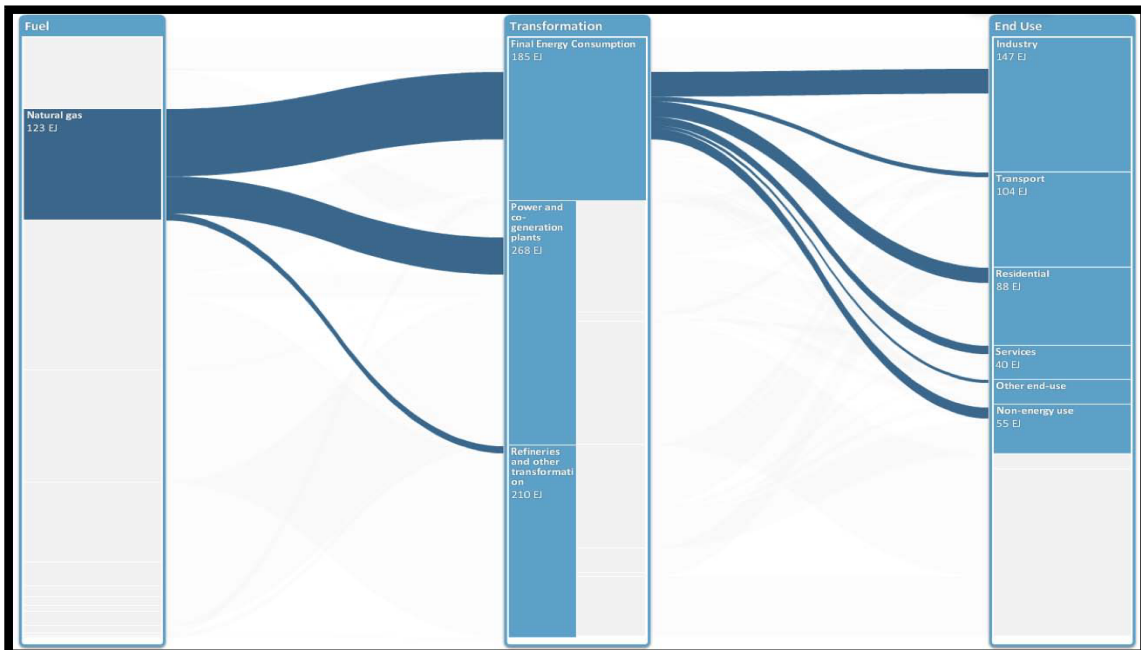
Um boa representação visual dos custos por setor dentro de uma organização de saúde poderia ser realizado pelo diagrama sankey. Como o diagrama se divide em vários estágios, a

Figura 15 – Slopegraph



Fonte - (KIRK, 2012)

Figura 16 – Diagrama Sankey



Fonte - (KIRK, 2012)

informação a ser representada poderia iniciar pela despesa total, subdividindo-se nos setores, departamentos, identificação da despesa e o funcionário que solicitou.

3.5.2 Avaliação de hierarquias e relações parte-todo

Para (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014), quando se coloca as categorias juntas, a soma das partes representam um todo.

Avaliação de hierarquias e relações parte-a-todo fornecem uma repartição de valores

divididos em categorias e relaciona cada partição com o todo (KIRK, 2012).

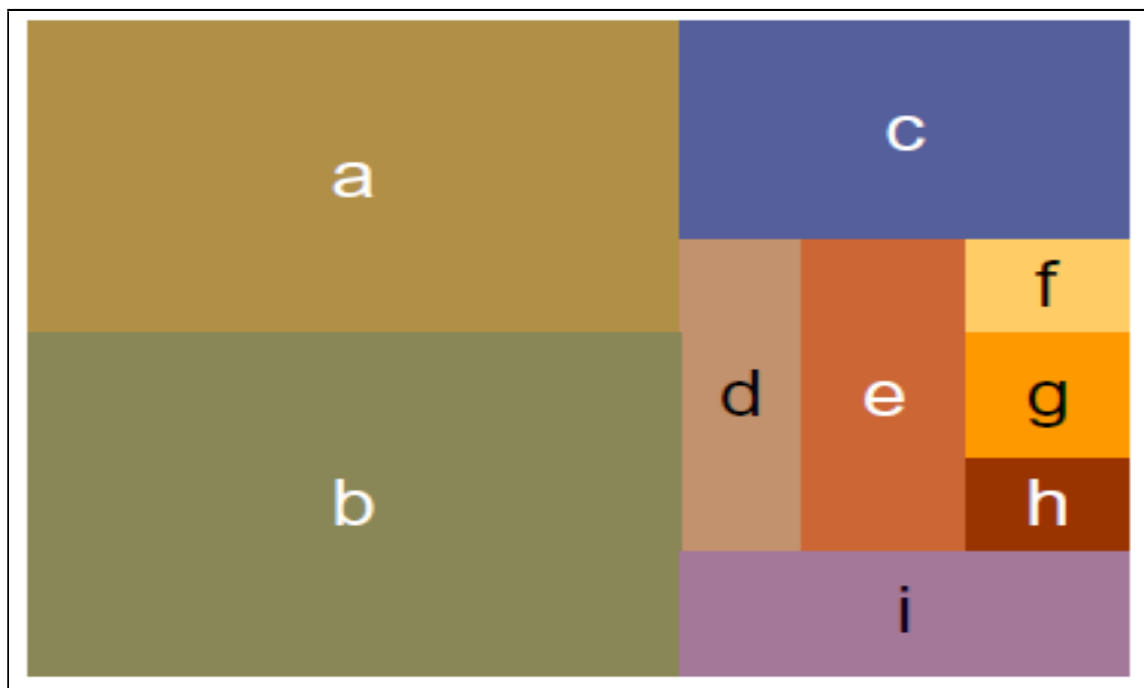
Segundo (MUNZNER, 2014), as marcas de contenção são muito eficazes em mostrar informações completas sobre estrutura hierárquicas, em contraste com as marcas de conexão que mostram apenas relações entre dois itens ao mesmo tempo.

3.5.2.1 Tree Map

Conforme (KIRK, 2012), o treemap ilustra todo o conjunto de dados dividido em retângulos que são unidades agrupadas e que são dimensionadas de acordo com seu valor relativo. A cor é utilizada para proporcionar uma visão categórica.

O treemap é uma visualização em área onde o tamanho de cada retângulo representa uma métrica, conforme ilustra a Figura 17. O treemap pode ser utilizado de forma hierárquica, onde os retângulos dentro dos retângulos maiores são considerados como subcategorias, mas também pode ser utilizado para visualizar proporções diretas, (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014).

Figura 17 – Tree Map



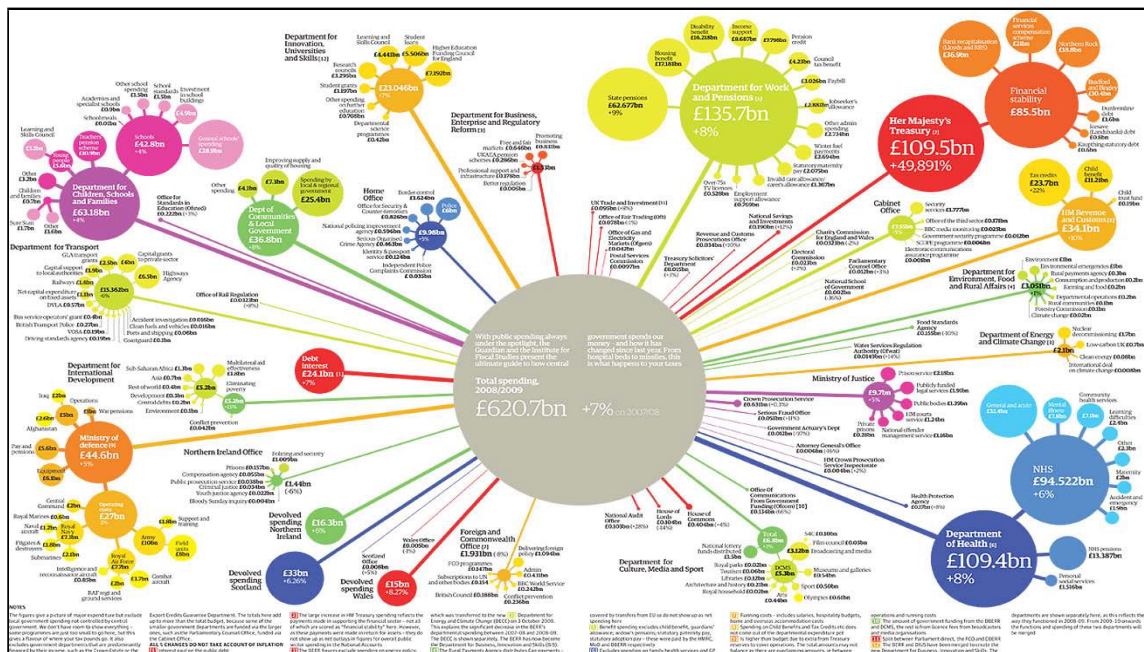
Fonte - (WARE, 2012)

A visão do total das despesas com procedimentos dentro de um hospital é um dado importante que pode ser representado em um treemap. Os retângulos representariam os meses de um determinado ano que seriam dimensionados de acordo com o seu valor relativo.

3.5.2.2 Hierarquia Bolha

Segundo (KIRK, 2012), hierarquia bolha retrata uma estrutura por meio de uma exibição hierárquica. Os círculos são dimensionados pelo seu valor quantitativo e as cores são utilizadas para promover a distinção entre categorias, conforme ilustra a Figura 18.

Figura 18 – Hierarquia Bolha



Fonte - (KIRK, 2012)

Por meio da hierarquia de bolha, poderia ser criado uma representação do valor pago para cada clínica e a partir deste segundo nível, poderia especificar o valor pago a cada profissional da clínica.

3.5.3 Mostrando Mudanças ao Longo do Tempo

O tempo esta presente em nossas vidas a todo momento. Para (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014), é natural ter dados ao longo do tempo e isso permite que seja possível visualizar a mudança das coisas.

Ainda segundo (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014), a coisa mais comum que se busca em procurar séries temporais é tendências de dados, como por exemplo analisar se alguma coisa esta aumentando ou diminuindo ou analisar ciclos sazonais.

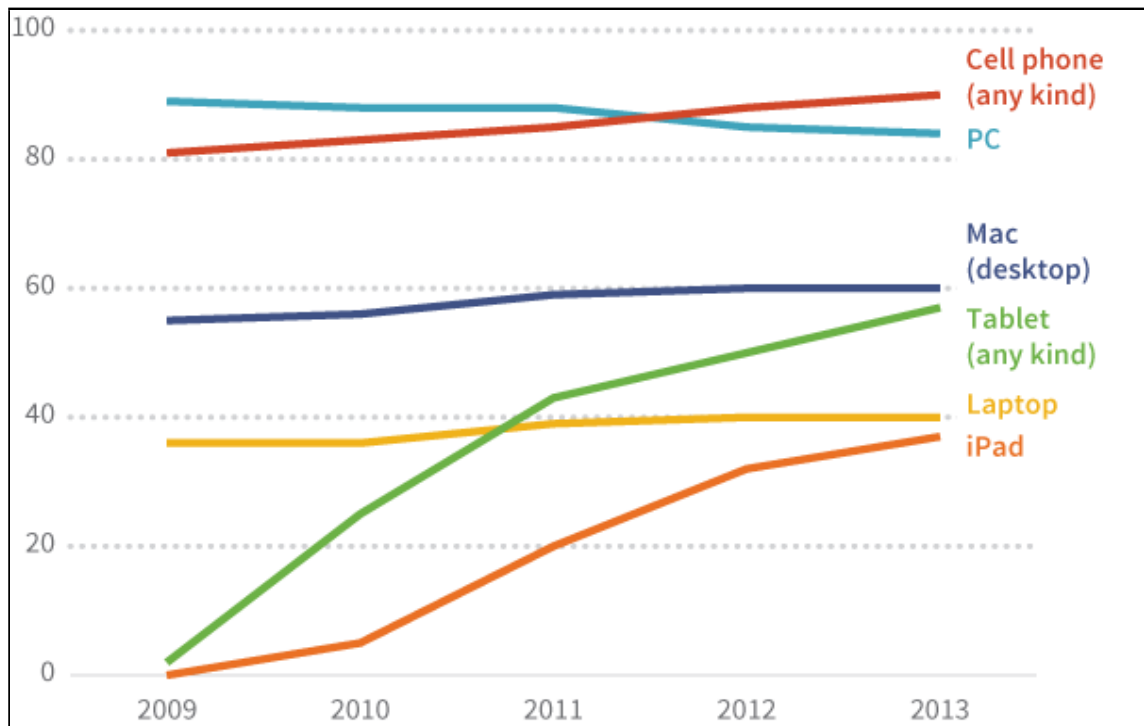
Conforme (MUNZNER, 2014), os conjuntos de dados geralmente são suficientemente grandes e complexos, e uma visão estática levaria a um desordem visual, portanto alterar a visão ao longo do tempo é uma escolha mais óbvia, mais popular e mais flexível em design. Uma visão que muda do longo do tempo pode responder dinamicamente à entrada do usuário.

3.5.3.1 Gráfico de linha

Conforme (MUNZNER, 2014), os gráficos de linhas mostram um atributo de valor e um atributo de chave com um layout espacial retilíneo. Eles também utilizam marcas de conexão para enfatizar a ordenação dos itens ao longo do eixo chave, mostrando explicitamente a relação entre um item e o próximo, conforme ilustra a Figura 19.

Ainda segundo (MUNZNER, 2014), este tipo de gráfico tem uma inclinação mais forte

Figura 19 – Gráfico de linha



Fonte - (TRINA; GREGORY, 2017)

de relacionamentos de tendências, tornando-os mais adequado para a tarefa abstrata de detectar tendências.

Os exames de imagens são considerados caros portanto a quantidade elevada de exames causa um aumento no custo da organização de saúde. Uma análise com o objetivo de identificar tendências de aumento destes exames é uma informação que pode gerar um processo investigativo, e o gráfico de linha seria um recurso visual que vem de encontro com esta necessidade.

3.5.3.2 Gráfico de Fluxo

Se acordo com (KIRK, 2012), o gráfico de fluxo permite uma série de valores que são expressados por meio de camadas que forma um fluxo. É utilizado para destacar altos e baixos ao longo do fluxo, conforme ilustrado na Figura 20.

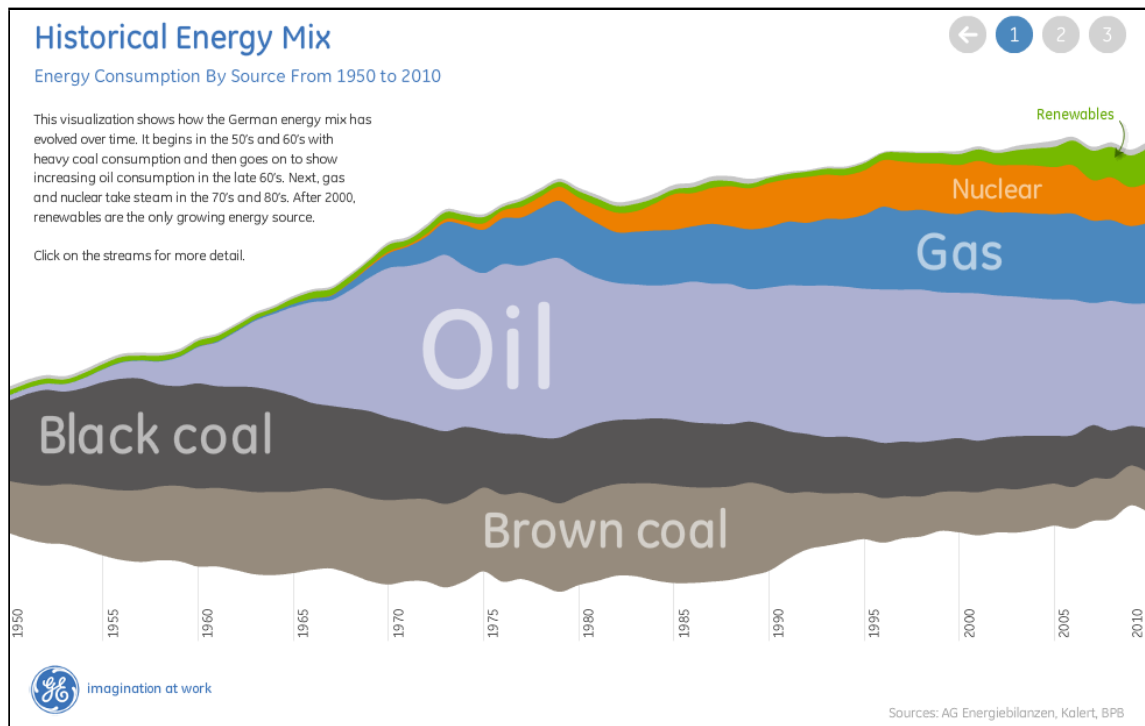
Para (MUNZNER, 2014), o idioma da grafia deste tipo de gráfico, enfatiza a legibilidade dos fluxos individuais com uma silhueta deliberadamente orgânica, em vez de utilizar o eixo horizontal como linha base.

Representações visuais com ênfase nas especialidades podem ser feitas utilizando gráficos de fluxos. Tais visões podem demonstrar, por meio da continuidade das camadas horizontais que representariam as especialidades, o comportamento de cada especialidade no tempo.

3.5.4 Conexões de Plotagem e Relacionamentos

A utilização de recursos visuais podem ser utilizados para encontrar relações entre diferentes variáveis e destacá-los para contar histórias, o que pode levar a uma análise mais

Figura 20 – Gráfico de Fluxo



Fonte - (KIRK, 2012)

profunda e exploratória (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014).

Conforme (KIRK, 2012), conexões de plotagem e relacionamentos são utilizados para avaliar as associações, distribuições e padrões existentes entre conjuntos de dados multivariados. Tem como foco, facilitar a análise exploratória.

Para (WARE, 2012), o objetivo é explorar os dados para obter informações úteis e significativas em massas de números com maior significado. Em essência, o processo é traçar os dados, buscar um padrão e interpretar as descobertas por meio da percepção.

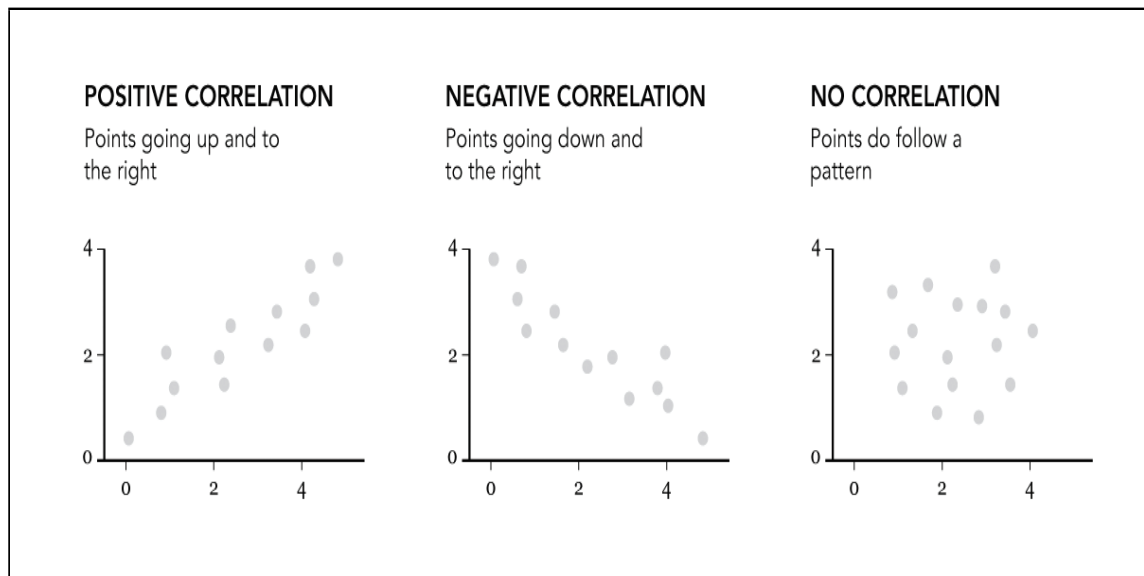
3.5.4.1 Scatter Plot

Conforme (WARE, 2012), o scatterplot é uma técnica essencial para procurar padrões em dados discretos com dois atributos quantitativos.

Segundo (KIRK, 2012), a técnica é muito utilizado na exploração de um conjunto de dados, pois visa revelar padrões de correlações e valores discrepantes. Também conhecido como gráfico de dispersão, representa uma combinação de duas variáveis quantitativas traçadas para os eixos x e y, conforme ilustra a Figura 21.

Esta técnica poderia ser utilizada para encontrar algum padrão com relação à quantidade de pacientes que pertencem a uma determinada empresa, suas despesas com procedimentos médicos e hospitalares e os valores pagos pelas empresas. Na representação visual, cada ponto seria uma empresa, com posição espacial horizontal e vertical que codifica os atributos quantitativos de valor pago pela empresa e valor das despesas com procedimentos médicos. As cores seriam utilizadas para o atributo de categoria, no caso as empresas, e o tamanho para o atributo número

Figura 21 – Scatter Plot



Fonte - (YU; WIJESEKERA; COSTA, 2014)

de funcionários da empresa.

3.5.4.2 Heatmap

Segundo (KIRK, 2012), heatmap identifica a correspondência de padrões com o objetivo de detectar a ordem e a hierarquia dos diferentes valores quantitativos por meio de uma matriz de combinações de categorias. A utilização de cor dá um aspecto da classificação de magnitude dos dados por meio da variação dos tons.

Para (MUNZNER, 2014), um dos benefícios dos heatmaps é que os dados quantitativos codificados visualmente com cores em uma pequena área, são muito compactos, e por isso fornecem visões gerais com alta densidade de informação, conforme ilustra a Figura 22.

A utilização desta técnica seria útil para representar um mapa onde os atributos principais seriam os prestadores e os exames, e o valor quantitativo é a quantidade de exames solicitados.

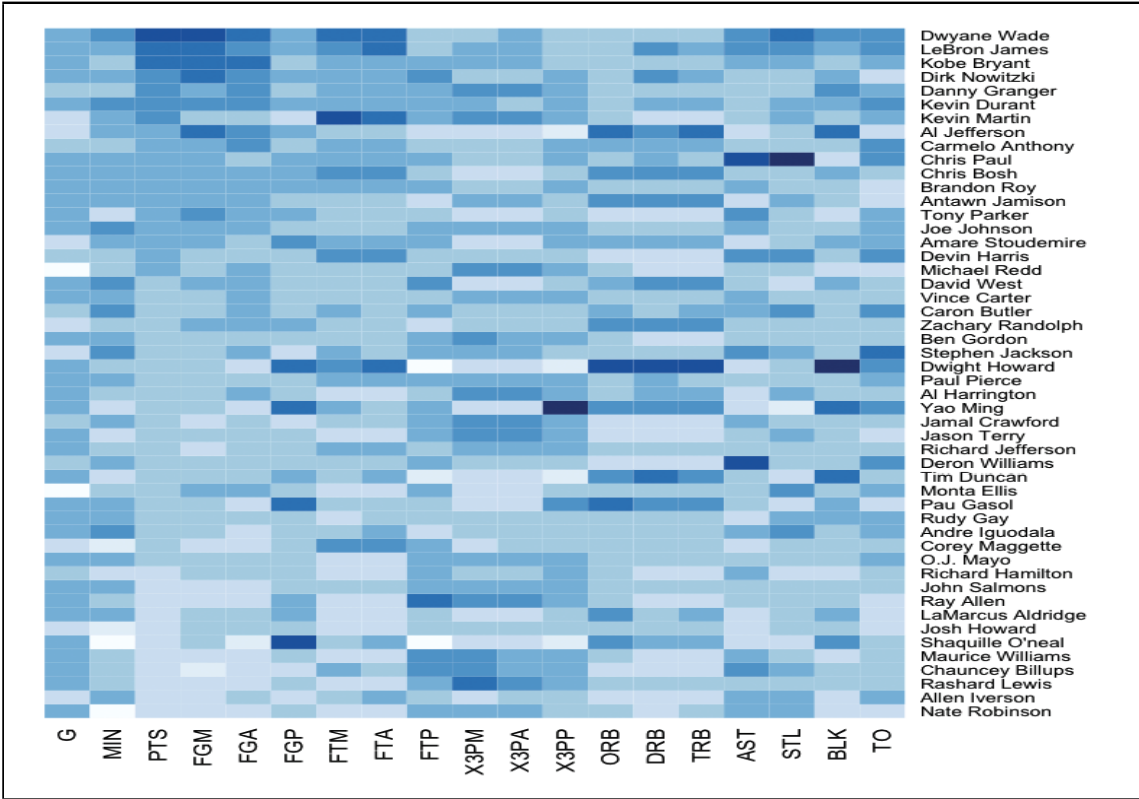
3.5.4.3 Network Diagram

Segundo (KIRK, 2012), a intenção da técnica network diagram é facilitar a exploração de estruturas de dados complexas com base na existência ou força quantificável de relacionamentos, conexões e organizações lógicas, conforme ilustra a Figura 23.

3.6 Interatividade

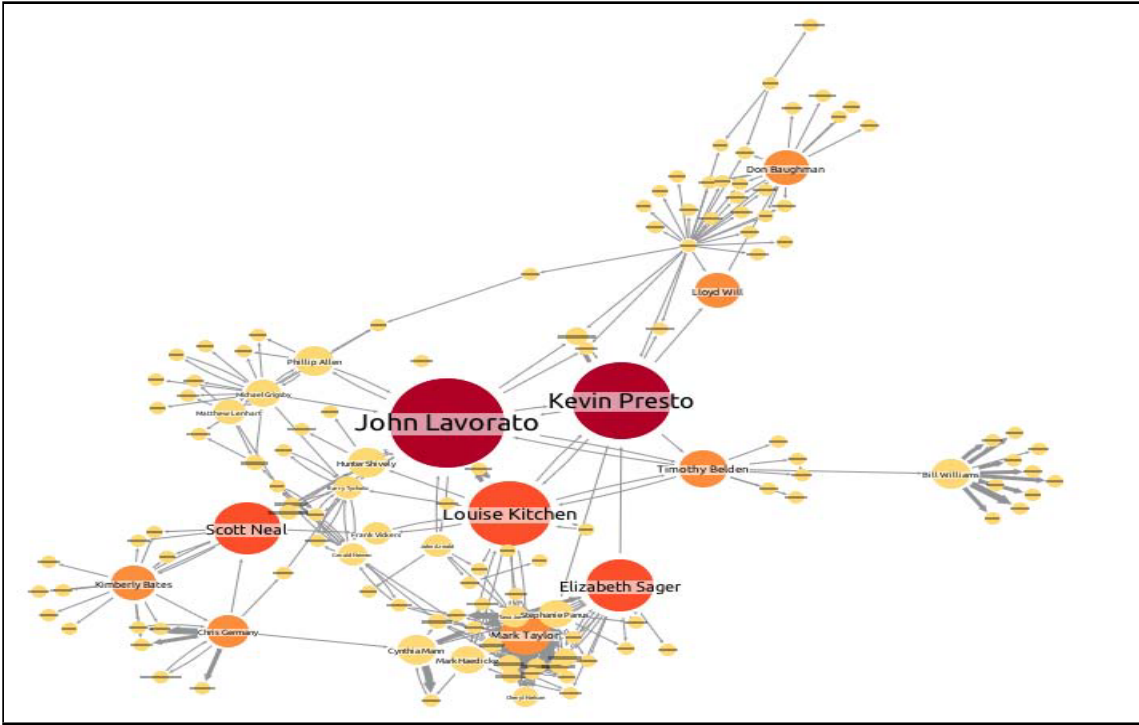
Conforme (MUNZNER, 2014), o conjunto de dados são muitas vezes suficientemente grandes e complexos e mostrar tudo ao mesmo tempo em uma visão estática provocaria uma confusão visual.

Figura 22 – Heatmap



Fonte - (KIRK, 2012)

Figura 23 – Network Diagram



Fonte - (KIRK, 2012)

A interatividade é crucial pois pode investigar em vários níveis de detalhes, desde de uma visão de alto nível até vários níveis de resumo até uma visão detalhada de uma pequena parte dela. Também é possível apresentar diferentes formas de representar e resumir os dados de uma forma que suporte a compreensão das conexões entre essas alternativas (MUNZNER, 2014).

Segundo (TRINA; GREGORY, 2017), gráficos interativos geralmente fornecem aos espectadores a opção de mergulhar mais profundamente nas informações e destacando diferentes tipos de informações de forma mais eficaz.

Para este trabalho, a interatividade é uma ferramenta muito útil e vai adicionar muito valor devido ao conjunto de dados, a ser explorado pelo usuário, ser muito rico.

As possibilidades de mudanças na visão podem ser baseadas em qualquer outra escolha de mudança do conjunto de dados ou do campo de visão: alterar a codificação, o arranjo, a ordem, o ponto de vista, atributos filtrados, nível de agregação, entre outros.

A Figura 24 ilustra uma sequência de diferentes codificações para um mesmo conjunto de dados criados com o sistema tableau, que suporta movimentos por meio de interações de arrastar e soltar.

Figura 24 – Sequência de diferentes codificações do mesmo conjunto de dados



Fonte - (MUNZNER, 2014)

Conforme (MUNZNER, 2014), manipular uma visualização cobre o conjunto completo de todas as outras escolhas de design. Qualquer aspecto da codificação visual pode ser modificado assim como o conjunto de dados.

Ainda conforme (MUNZNER, 2014), a navegação é uma mudança do ponto de vista, é como se fosse uma câmera olhando a cena de um ponto de vista móvel.

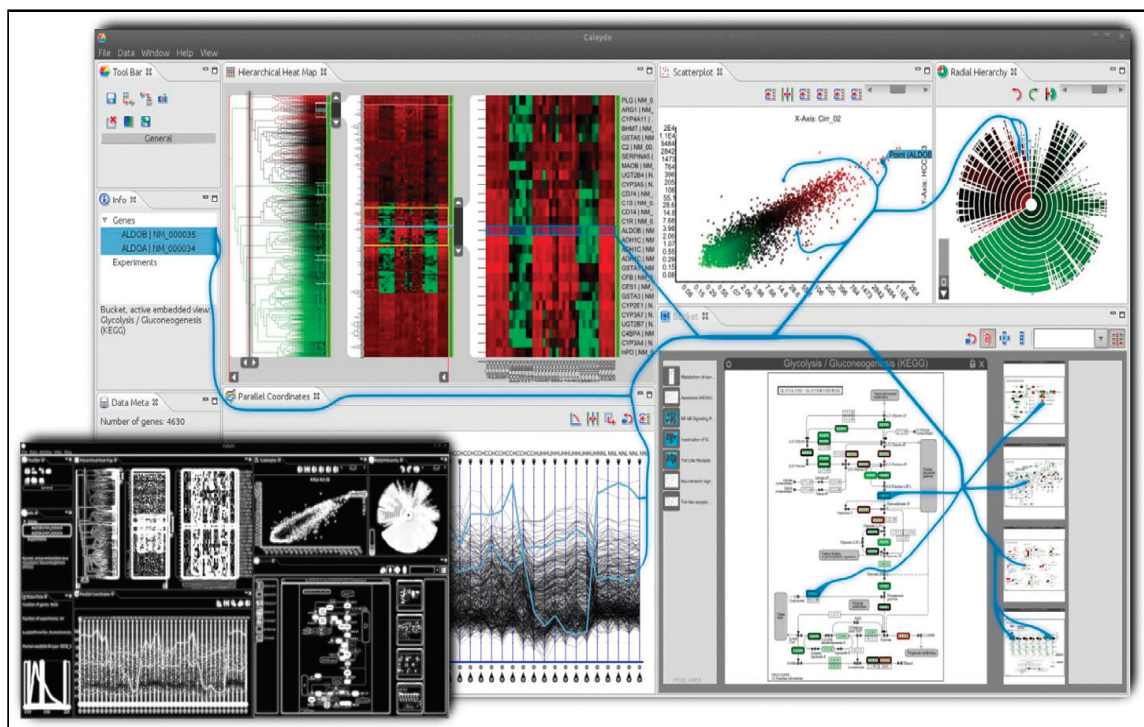
3.6.1 Seleção de elementos

Para (MUNZNER, 2014) a seleção de elementos de interesse dentro de um todo é uma ação fundamental suportada por quase todas as formas de interações. Permitir a seleção, gera operações subsequentes a partir da saída de operações anteriores o que possibilita um melhor detalhamento da informação, por isso que a seleção, muitas vezes, é o primeiro passo em uma sequência de vários estágios.

Muitos tipos de elementos podem ser alvos da seleção, sendo os itens de dados, os elemento mais comuns, porém atributos de dados e níveis dentro de um atributo também podem fazer parte da seleção. Outro aspecto que pode fazer parte do projeto é a quantidade de elementos dentro de uma seleção, que pode ser apenas um item ou um conjunto de elementos.

Após a operação da seleção, é indicado a alteração do aspecto visual para confirmar que os resultados gerados estão de acordo com os objetivos almejados. Essa mudança do aspecto visual pode vir acompanhada de um destaque que dentro da estratégia visual pode ser uma alteração de cor, adição de uma marca de contorno, aumento do tamanho da letra, animação de um objeto, adicionar marcas de conexão entre objetos, entre outros, conforme apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Destaque após seleção de elementos

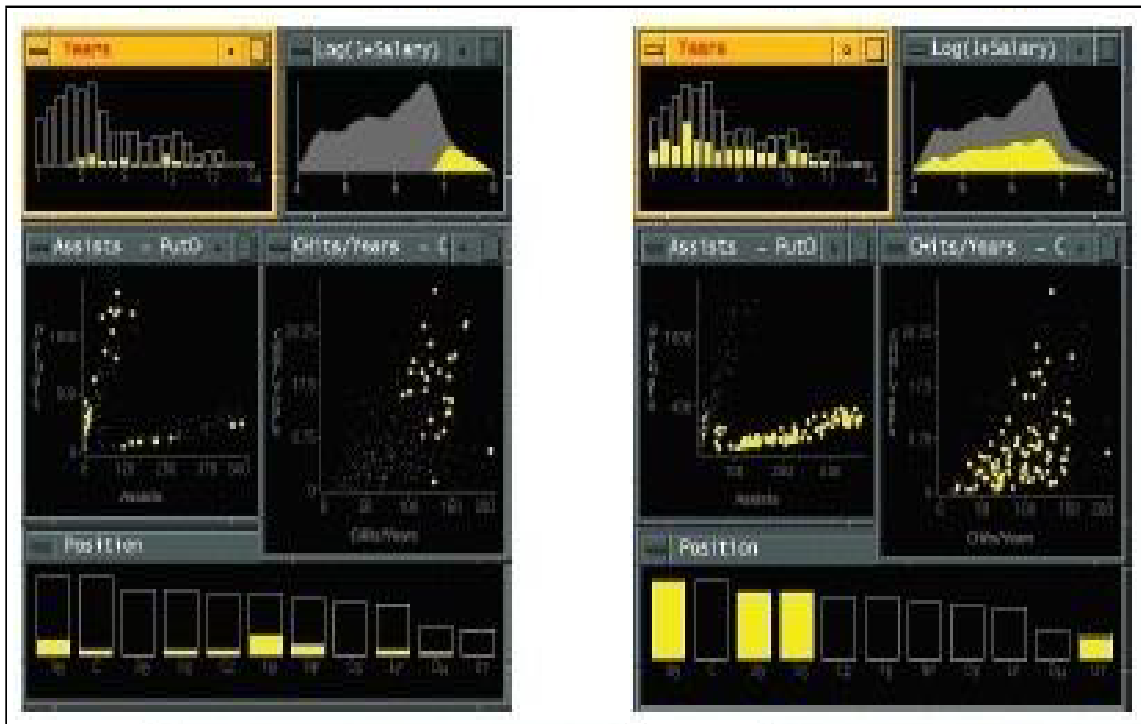


Fonte - (MUNZNER, 2014)

3.6.2 Facetar

Conforme (MUNZNER, 2014), nenhuma codificação visual é ideal para todas as tarefas possíveis, portanto a visualização dos mesmos dados podem ser realizadas a partir de várias codificações diferentes. O método mais comum para vincular visões em conjunto é compartilhar o canal de visão conforme ilustra a Figura 26

Figura 26 – Dados facetados em visões diferentes em um mesmo canal de visão



Fonte - (MUNZNER, 2014)

O benefício central em utilizar múltiplas visões em um mesmo canal, é ver como os mesmo dados são distribuídos em exibições diferentes. Múltiplas visões em oposição a uma única visão, evita a sobreposição de muitos atributos em uma única exibição.

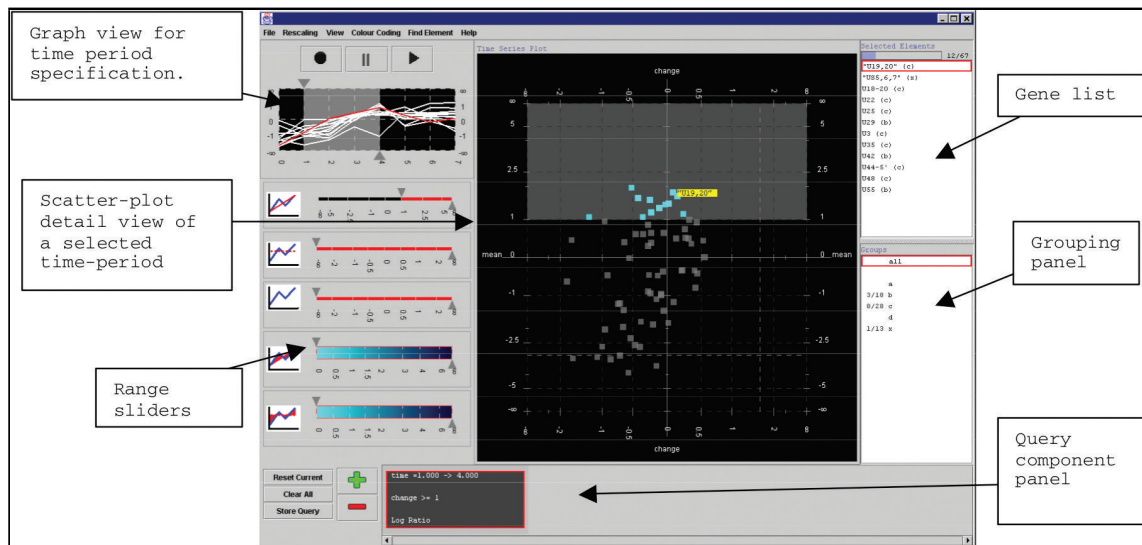
Outra abordagem comum é combinar a visão geral apresentada a partir dos filtros dos dados selecionados com a apresentação de detalhes adicionais que mostram informações sobre um ou mais itens selecionados conforme ilustra a Figura 27

3.6.3 Redução de itens e atributos

A redução é umas das principais estratégias para gerenciar a complexidade das visualizações, tipicamente, expressões de redução de dados estáticos apenas reduzem o que é mostrado. No caso dinâmico, o resultado gerado a partir da alteração de um parâmetro pode ser um aumento no número de elementos visíveis (MUNZNER, 2014).

Ainda segundo (MUNZNER, 2014), o filtro é uma maneira de reduzir o número de elementos mostrados e pode ser aplicada tanto em itens quanto atributos. Um filtragem é permitir a seleção de uma ou mais faixas de interesse em um ou mais elementos.

Figura 27 – Múltiplas visões com detalhes de anotações



Fonte - (MUNZNER, 2014)

A Figura 28 ilustra uma filtragem por item, que possui a característica de não reduzir a quantidade de atributos, e sim de eliminar apenas itens

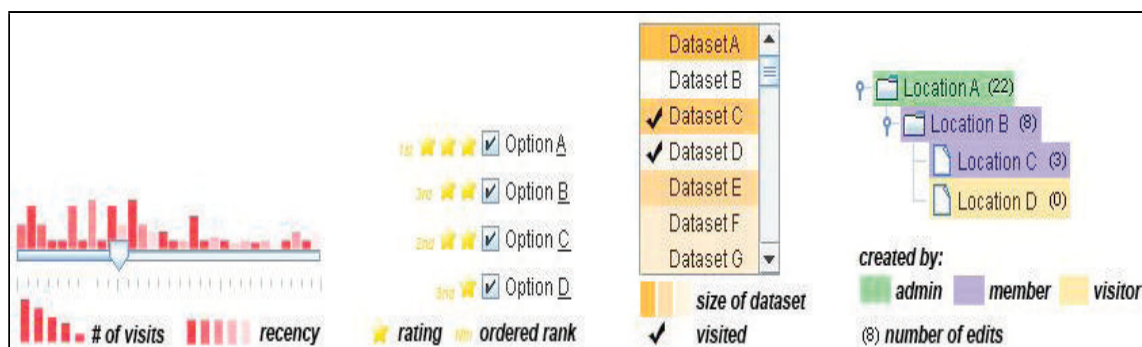
Figura 28 – Filtro por item



Fonte - (MUNZNER, 2014)

A Figura 29 ilustra uma filtragem por atributo, que tem como objetivo eliminar atributos. Os itens são os mesmos porém com menos atributos.

Figura 29 – Filtro por atributos



Fonte - (MUNZNER, 2014)

3.7 Considerações finais

Dentro de uma organização de saúde, o volume de dados é muito grande, portanto as representações gráficas podem melhorar consideravelmente a compreensão dos dados e até mesmo permitir a descoberta de novas informações, auxiliando na tomada de decisões e gestão das organizações.

Neste capítulo foram apresentadas as técnicas e recursos de representação de dados por meio gráfico que podem trazer algumas vantagens na visualização do conjunto complexo dos dados das organizações de saúde disponibilizadas pelo HIS.

Visualização estática dos dados, por si só, já permite uma compreensão muito além do disponibilizado por meio de relatórios descritivos, porém agregar interatividade à ferramenta visual, permite níveis de detalhamento que melhoram consideravelmente o processo exploratório dos dados e conseqüentemente melhoram a qualidade da informação.

4 Estudos primários

Este capítulo apresenta soluções desenvolvidas que utilizam técnicas de visualização da informação juntamente com dados extraídos de um HIS.

Algumas soluções referentes aos artigos que fazem parte dos estudos primários serão apresentadas nas seções seguintes e serão divididas por finalidades. Estes artigos foram escolhidos porque apresentam soluções de dados extraídos de um HIS e também por apresentarem uma ferramenta que utiliza técnicas de visualização para análise dos dados.

4.1 Decisão Clínica

4.1.1 Finding comparable temporal categorical records: A similarity measure with an interactive visualization

No estudo de (WONGSUPHASAWAT; SHNEIDERMAN, 2009), foi desenvolvida uma aplicação para análise de dados temporais extraídos de uma base com um grande volume de dados. A solução apresentada pode ser utilizada em diversas organizações, sendo que no caso de hospitais pode ser utilizada, por exemplo, na análise de registros eletrônicos de saúde com o objetivo de encontrar pacientes com sintomas semelhantes quando comparado a um outro paciente.

No desenvolvimento da aplicação, para fazer a análise comparativa foi utilizada uma medida de similaridade baseada em categorias que são comparadas através de uma série cronológica. A comparação é baseada em um registro alvo selecionado pelo usuário.

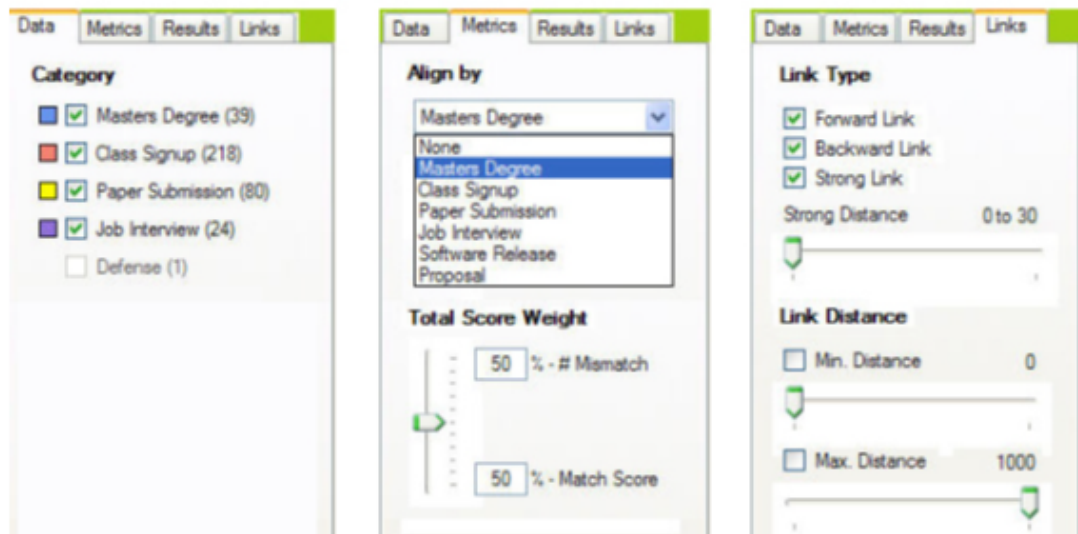
A aplicação possui uma tela de configuração, conforme Figura 30, para o usuário parametrizar informações tais como categorias a serem analisadas, cores de identificação das categorias, fazer ou não o alinhamento em uma categoria através de uma sentinela.

A aplicação possui uma tela para análise dos dados que proporciona ao usuário a possibilidade de visualizar a similaridade dos registros selecionados a partir de um determinado período com relação a um registro alvo selecionado. A similaridade se dá através de pontuações e níveis de coloração de acordo com os parâmetros definidos. A Figura 31 ilustra os dados carregados pela solução para análise de similaridade

Para a avaliação da solução, foi realizado um estudo com 8 participantes com o objetivo de avaliar a performance do software, os benefícios do gráfico de dispersão, analisar como o número de categorias e eventos afetam o entendimento do usuário e verificar se os usuários compreenderam a medida de similaridade.

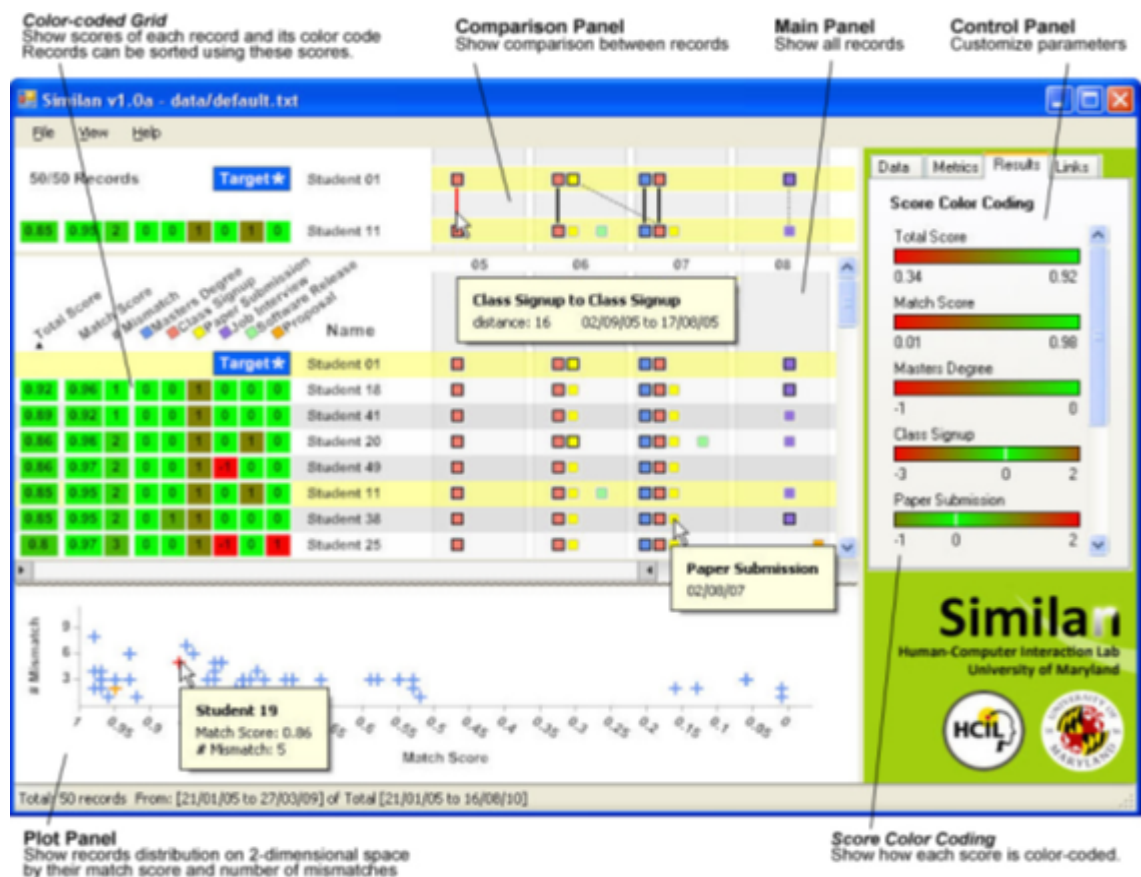
Os participantes fizeram comentários positivos em relação à solução, principalmente sobre a interface simples, porém atraente e acreditaram fielmente que o software podia encontrar

Figura 30 – Tela de parametrização gerada pela solução.



Fonte - (WONGSUPHASAWAT; SHNEIDERMAN, 2009).

Figura 31 – Tela interativa gerada pela solução.



Fonte - (WONGSUPHASAWAT; SHNEIDERMAN, 2009).

registros semelhantes com relação ao registro alvo. Porém, alguns participantes tiveram uma dificuldade em entender a medida de similaridade utilizada.

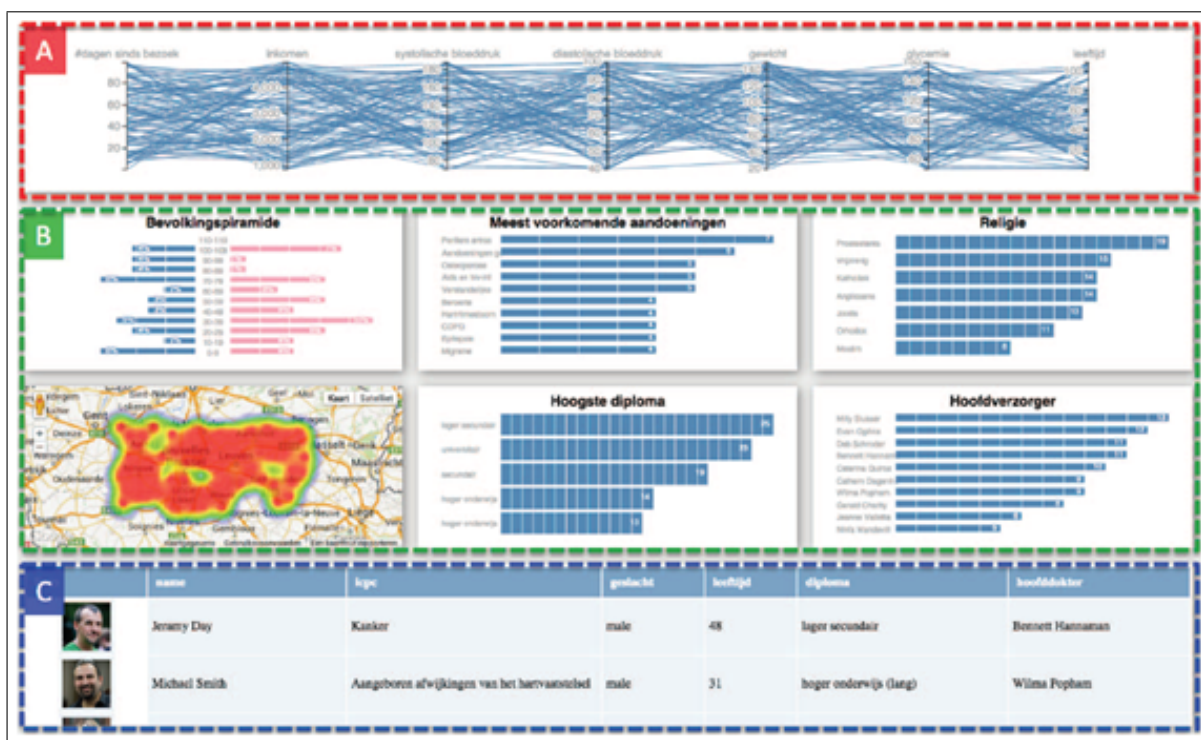
Para (WONGSUPHASAWAT; SHNEIDERMAN, 2009), a medida de similaridade pode lidar com condições mais complexas, bastando aumentar sua capacidade explorando bases de dados diversas.

4.1.2 Design and evaluation of an interactive proof-of-concept dashboard for general practitioners

Croon (CROON; KLERKX; DUVAL, 2015) afirma que as consultas de acompanhamento ao paciente é de extrema importância, porém muitas são perdidas por vários fatores. Para auxiliar nesse problema o autor apresenta uma solução visual interativa poderosa para auxiliar os clínicos gerais na identificação dos pacientes que necessitam de acompanhamento.

Como ilustra a Figura 32, o sistema possui um painel principal que contém vários *widgets* que servem como filtros visuais e também para fazer consultas dinâmicas

Figura 32 – : Painel gerado pelo sistema para análise dos pacientes.



Fonte - (CROON; KLERKX; DUVAL, 2015).

No painel principal existem três divisões, sendo que na parte A cada linha representa um paciente, na parte B ilustra informações demográficas dos pacientes filtrados, já na parte C mostra informações individuais do paciente selecionado sob demanda.

Para a avaliação da solução foi recrutado, em diferentes partes do país, 9 clínicos gerais entre 25 e 75 anos. Foi explicado os recursos da aplicação e demonstrado seu funcionamento. Após a explicação, cada clínico pode interagir com a aplicação livremente. Para compor o resultado da avaliação, foi passado um questionário aos clínicos com os seguintes questionamentos:

Questões a serem respondidas pelos clínicos para compor a avaliação da solução:

- Utilizar um painel visual para melhorar o acompanhamento do paciente é o tipo certo de ferramenta;
- As visualizações interativas são uma fonte útil de comentários;
- Um painel visual pode ser eficaz na redução de erros em um ambiente clínico;
- Um painel visual pode ser usado para ajudar os clínicos gerais a reconhecer pacientes que necessitam de acompanhamento;
- Os detalhes do conteúdo mostrado no visor estão no nível correto;
- Um painel visual é uma boa maneira de treinar os clínicos gerais;
- Um painel visual pode ser usado para incentivar clínicos gerais a seguir as diretrizes de melhores práticas; e
- É necessária uma ferramenta para o acompanhamento do paciente.

Como resultado final, os clínicos gerais sugerem que o painel é uma ferramenta útil na identificação dos pacientes que necessitam de acompanhamento, além disso as informações apresentadas ajudam a descobrir dados que são perdidos com a utilização de ferramentas de EMR tradicionais. Também salientaram que a ferramenta pode desencadear uma autorreflexão sobre a capacidade de acompanhamento dos pacientes. Por fim elegeram uma pontuação 74 indicando como boa a usabilidade da aplicação

4.2 Evolução da Doença

4.2.1 A Visual Analysis Approach to Cohort Study of Electronic Patient Records

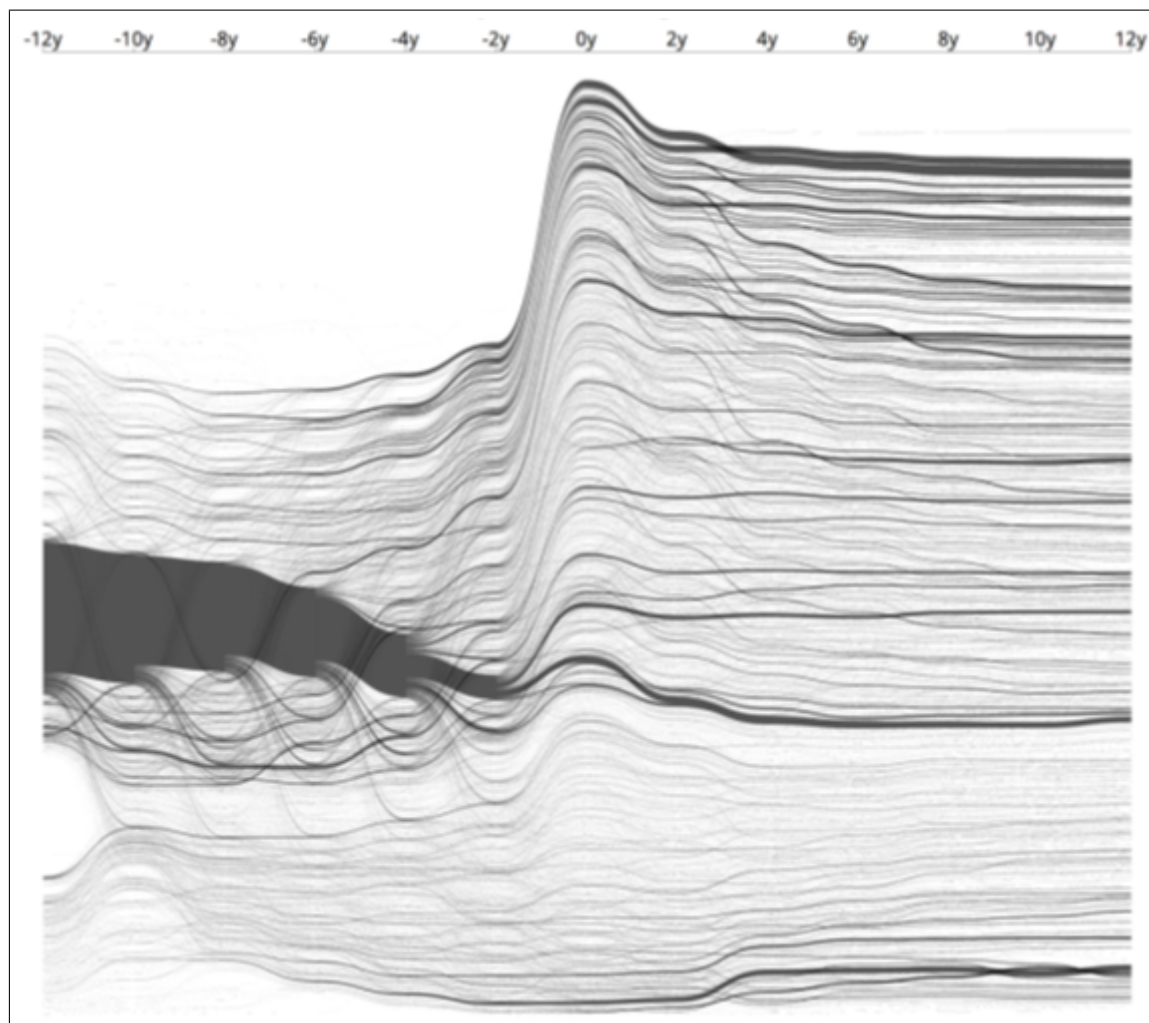
O estudo de (WANG et al., 2014), apresenta uma solução de visualização interativa para ajudar na investigação de *Electronic Medical Register* (EMR). A aplicação utiliza fatores de comorbidades definidas pelo usuário para criar um grupo a ser analisado. Os fatores de comorbidades são derivados de doenças, materiais e medicamentos que ocorrem antes e depois do diagnóstico de uma determinada doença.

Após o processamento das informações, o sistema apresenta uma tela para visualização do gráfico que contém todos os fatores escolhidos em função de uma linha de tempo que contém as ocorrências dos fatores antes e depois do diagnóstico. A Figura 33 mostra a análise de 17 fatores que ocorrem com pacientes diagnosticados com doença renal crônica (DRC).

Para avaliação foi selecionado por nefrologistas 17 fatores mais importantes compreendidos entre doenças, materiais e medicamentos que fazem parte dos estágios da trajetória evolutiva das pessoas portadores de DRC. Os fatores escolhidos foram divididos entre os que ocorrem antes e depois da DRC conforme Tabela 4.

No estudo foi explorado a trajetória de comorbidade de 14567 pacientes que foram filtrados a partir da base de dados do EMRs da seguradora de saúde.

Figura 33 – Exemplo gerado para análise dos pacientes diagnosticados com DRC.



Fonte - (WANG et al., 2014).

O sistema possui uma configuração que permite fazer um agrupamento por frequência para que as comorbidades com menores frequências possam se unir. Na Figura 34 foi parametrizada para agrupar fatores com ocorrência menor que 250 pacientes.

Pelo gráfico é possível visualizar os fatores que mais ocorreram com as pessoas antes e depois do diagnóstico do DRC. Durante a passagem dos estágios os fatores vão se unindo a outros fatores até convergir a grandes grupos como é o caso da cor laranja que representa o DRC.

Conforme o autor, há necessidade de melhoria na seleção dos fatores, que neste trabalho foi realizado manualmente e também é possível melhorar a velocidade do processamento utilizando tecnologia de processamento paralelo. Porém com o sistema de visualização proposto ocorrerá um aumento significativo na eficiência e desempenho dos profissionais envolvidos com EMRs .

4.2.2 A Graph-Based Method for Analyzing Electronic Medical Records

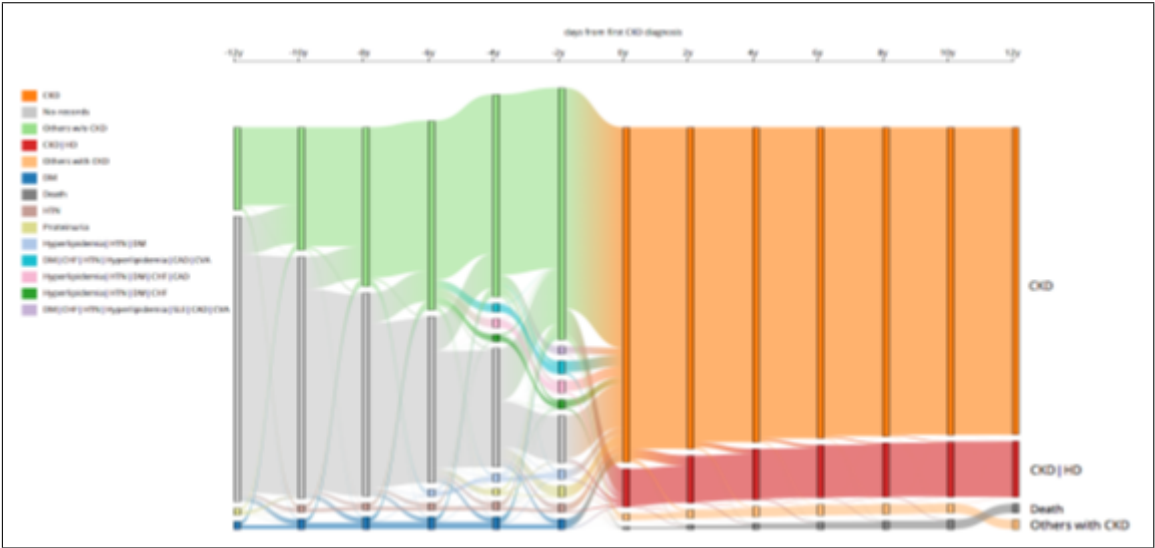
Em sua pesquisa (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015), desenvolveram uma solução que cria gráficos baseados em termos extraídos dos textos que descrevem os registros eletrônicos médicos dos pacientes. No gráfico cada termo é identificado por uma cor e a geração

Tabela 4 – Fatores que compreendem os estágios evolutivos dos portados de DRC

Disease (abbrev.)	ICD 9-CM/drug/procedure codes
Glomerulonephritis (GN)	582%, A350
Diabetes mellitus (DM)	250%, A181
Hypertension (HTN)	401%, A269
Hyperlipidemia	272%, A189
Polycystic kidney disease (PKD)	75312
Renal stone	5920, A352
Systemic lupus erythematosus (SLE)	7100, A431
Cerebrovascular disease (CVA)	430%-438%, A290-A294, A299
Coronary Artery Disease (CAD)	410%-414%
Congestive Heart Failure (CHF)	398.91, 402%, 404%, 425.4%-425.9%, 428%, A260
Chronic Kidney Disease (CKD)	585, 586, A350
Hemodialysis (HD)	58001C, 58019C, 58020C-58025C, 58027C, 58029C, 58030B
Peritoneal (PD)	58002C, 58009B, 58010B, 58011C, 58012B, 58017C, 58028C
Renal transplantation (RTPL)	V420
Proteinuria	7910, A469

Fonte – (WANG et al., 2014)

Figura 34 – : Gráficos gerados a partir das informações do estudo.



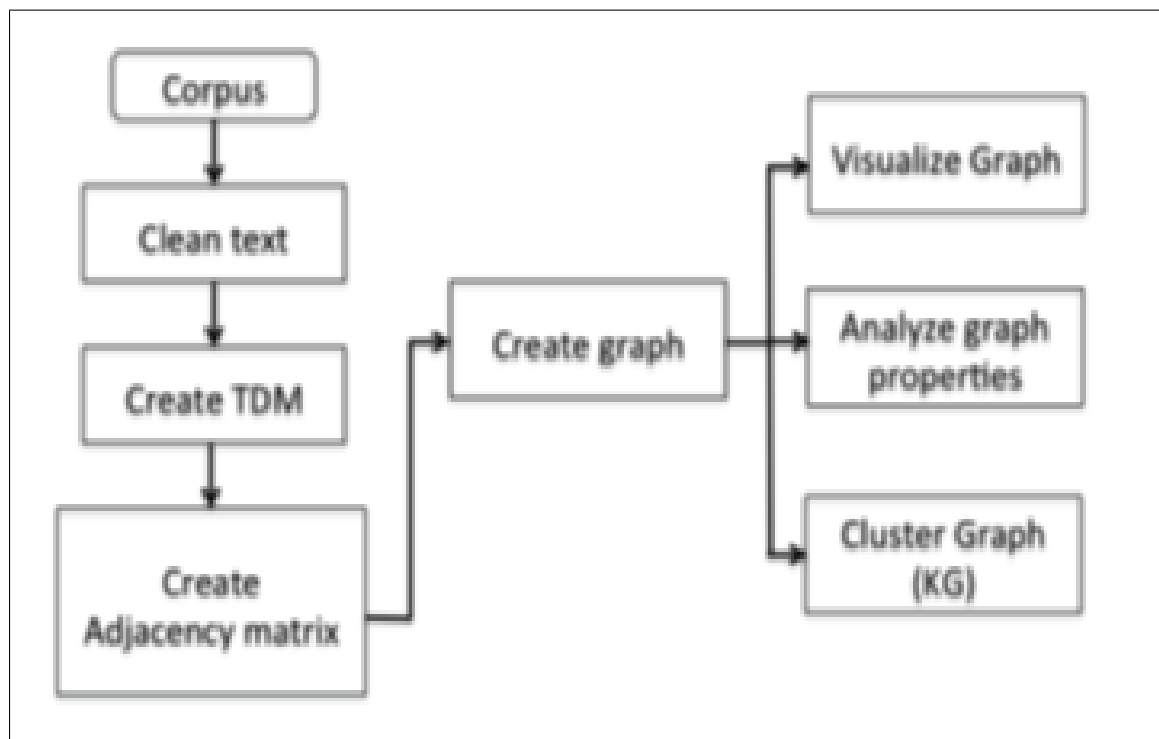
Fonte - (WANG et al., 2014).

do gráfico compreendem as etapas ilustradas na Figura 35.

Após a leitura de cada registro médico e a formação da matriz de termos encontrados nos registros, o sistema apresenta uma tela que contém um gráfico com todos os temas separados por cor e frequência de ocorrência nos EMRs, como ilustra a Figura 36.

No gráfico apresentado, os pontos mais densos representam uma maior quantidade de frequência dos termos nos textos e a conexão entre os nós são as comorbidades que podem ocorrer

Figura 35 – : Etapas para criação dos gráficos do conhecimento.



Fonte - (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015).

na trajetória da doença.

A ferramenta disponibiliza um recurso para melhorar o nível de detalhamento onde é possível selecionar determinada região do gráfico e criar subgrupos, conforme ilustra a Figura 37

Para a avaliação da solução, foi utilizado registros médicos da base de dados de um centro clínico. Nos experimentos foram gerados 8 gráficos com categorias de doenças primárias de anemia: apendicite, cancro do cólon, diabetes, cancro do pulmão, doença renal crônica HIV, dor no peito e síncope e pressão arterial baixa.

O resultado gerado pelo método do autor foi comparado com um método de modelagem probabilística de tópicos, especificamente LDA (Latent Dirichlet Allocation). Foi utilizado duas formas de medidas, a de reconstrução como ilustra a Figura 38 e de precisão como ilustra a Figura 39.

De acordo com os dados analisados o método do autor apresentou os valores na reconstrução e precisão superiores ao LDA em todos os oito casos, deixando claro que foram resultados promissores.

4.3 Erros médicos

4.3.1 The Five Ws for Information Visualization with Application to Healthcare Informatics

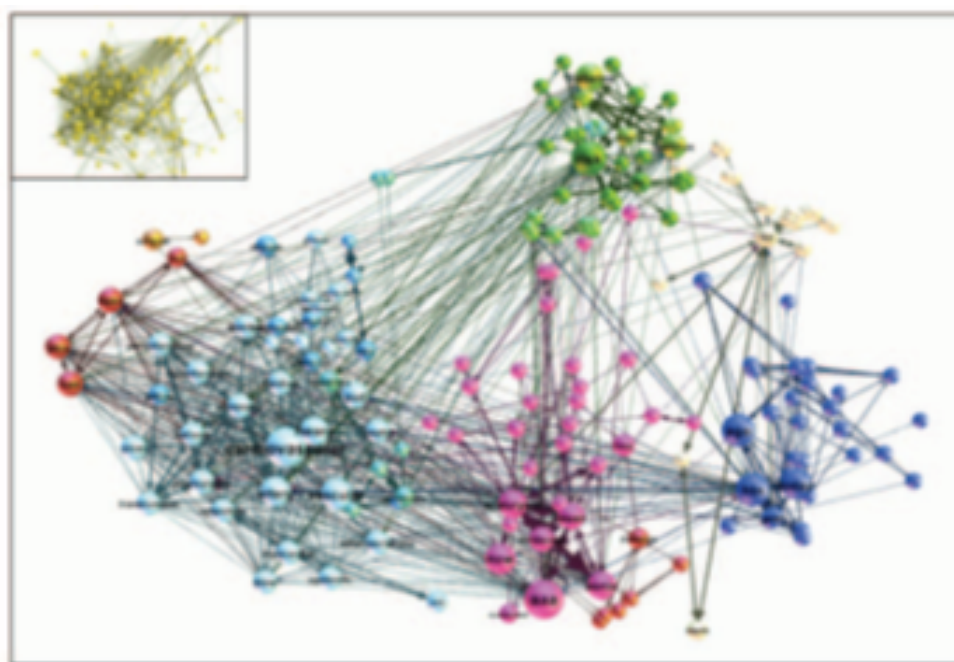
No estudo de (ZHANG et al., 2013), foi desenvolvido uma solução visual para apresentar todo o histórico do paciente, que compreende condições de saúde do passado e do presente, para

Figura 36 – : Gráfico gerado pela solução.



Fonte - (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015).

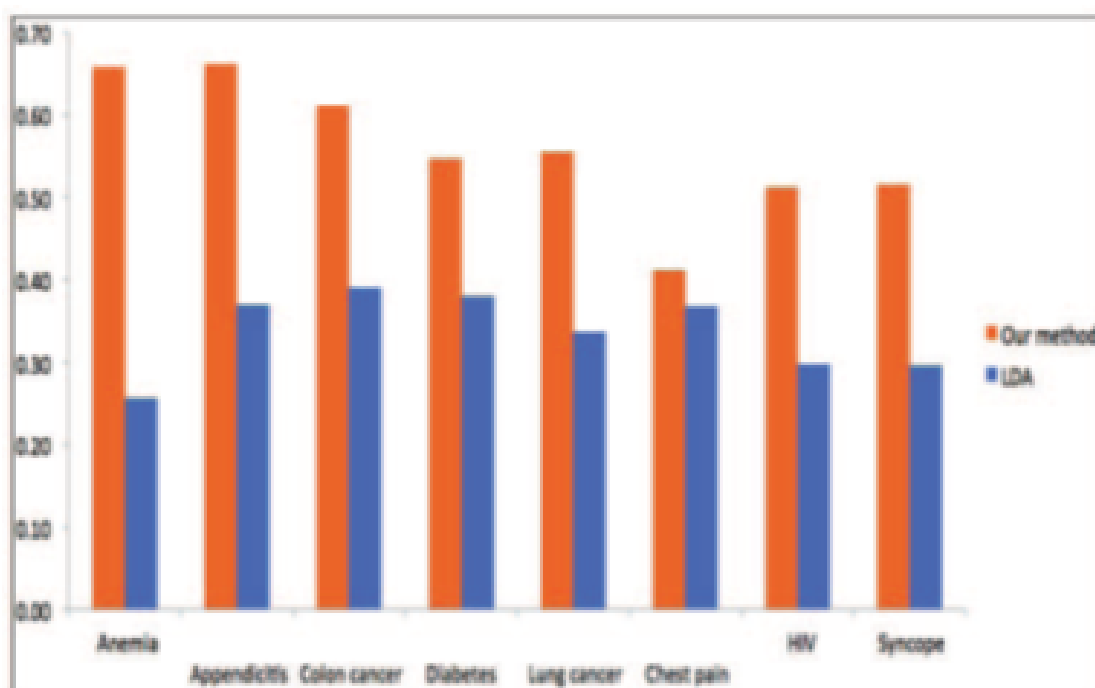
Figura 37 – : Gráfico gerado pela solução com nível de detalhamento acionado.



Fonte - (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015).

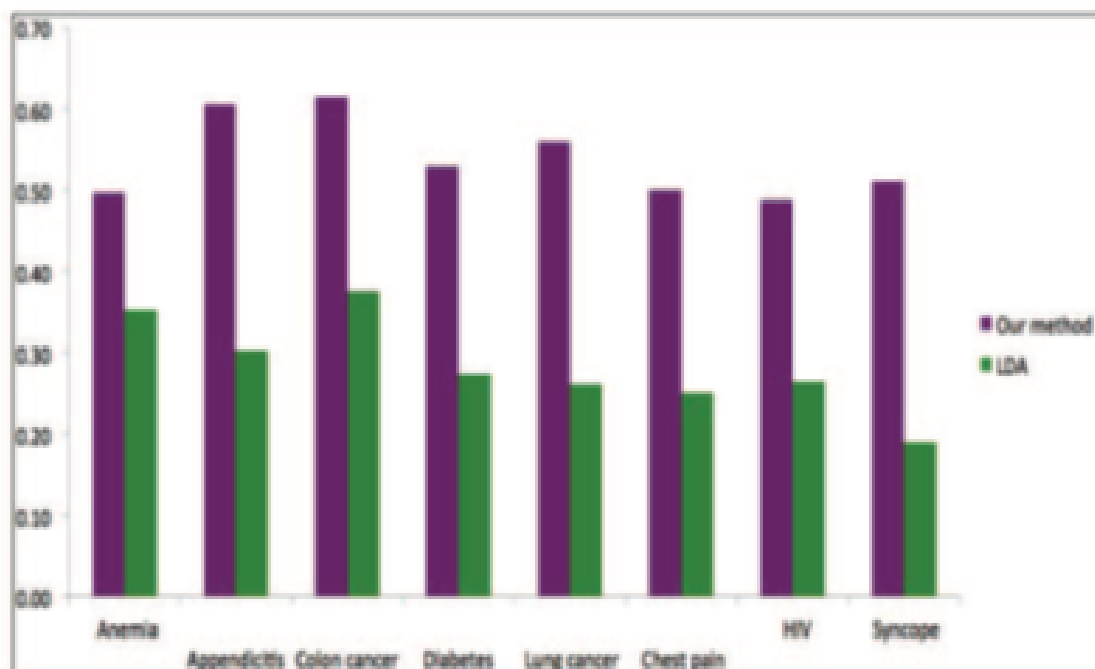
que o agente de saúde possa avaliar rapidamente o estado de saúde do doente e com alto grau de eficiência conseguir chegar em uma conclusão diagnóstica, minimizando os erros médicos.

Figura 38 – : Gráfico de comparação utilizando como medida a reconstrução entre o método do autor e o LDA.



Fonte - (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015).

Figura 39 – : Gráfico de comparação utilizando como medida a precisão entre o método do autor e o LDA .



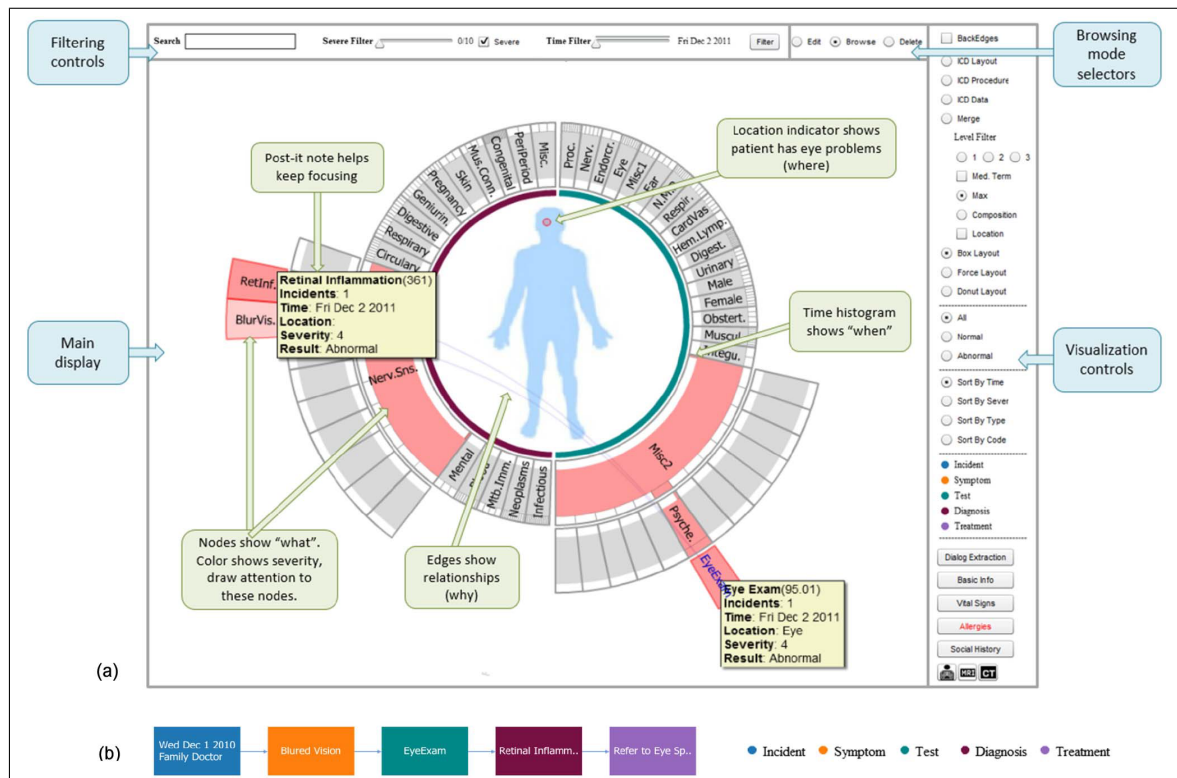
Fonte - (YESHA; GANGOPADHYAY; SIEGEL, 2015).

A aplicação utiliza o *International Classification of Diseases (ICD)*, *Current Procedural*

Terminology (CPT) que descrevem os procedimentos médicos realizados para um diagnóstico e o *National Drug Code* (NDC) que codifica os remédios a serem administrados, sendo todas essas informações extraídas de um HIS.

Para a visualização dos dados e posterior análise, foi criado um recurso visual chamado visualização hierárquica radial que utiliza as técnicas de visualização *sunburst* e *treemaps*, conforme ilustra a Figura 40.

Figura 40 – : Tela principal que exibe o mapa do corpo integrado e os processos para o diagnóstico.



Fonte - (ZHANG et al., 2013).

A solução é centrada no paciente, portanto no desenho central é possível identificar rapidamente quais as partes do corpo onde se encontram as doenças, que é assinalado por um contorno vermelho que quanto mais intenso maior é a gravidade da enfermidade. Clicando sobre os pontos assinalados é possível obter mais detalhes do paciente. A aplicação possui outras formas de interações como zoon e rotação.

Para a avaliação da solução foi enviado a seis médicos um questionário sobre a eficácia do sistema em termos de compreensão do histórico do paciente e obtenção do diagnóstico e da assistência.

Os resultados obtidos foram encorajadores, os médicos ressaltaram a usabilidade do sistema e afirmaram que o recurso pode, de fato, ajudar a explicar o que está acontecendo com o paciente.

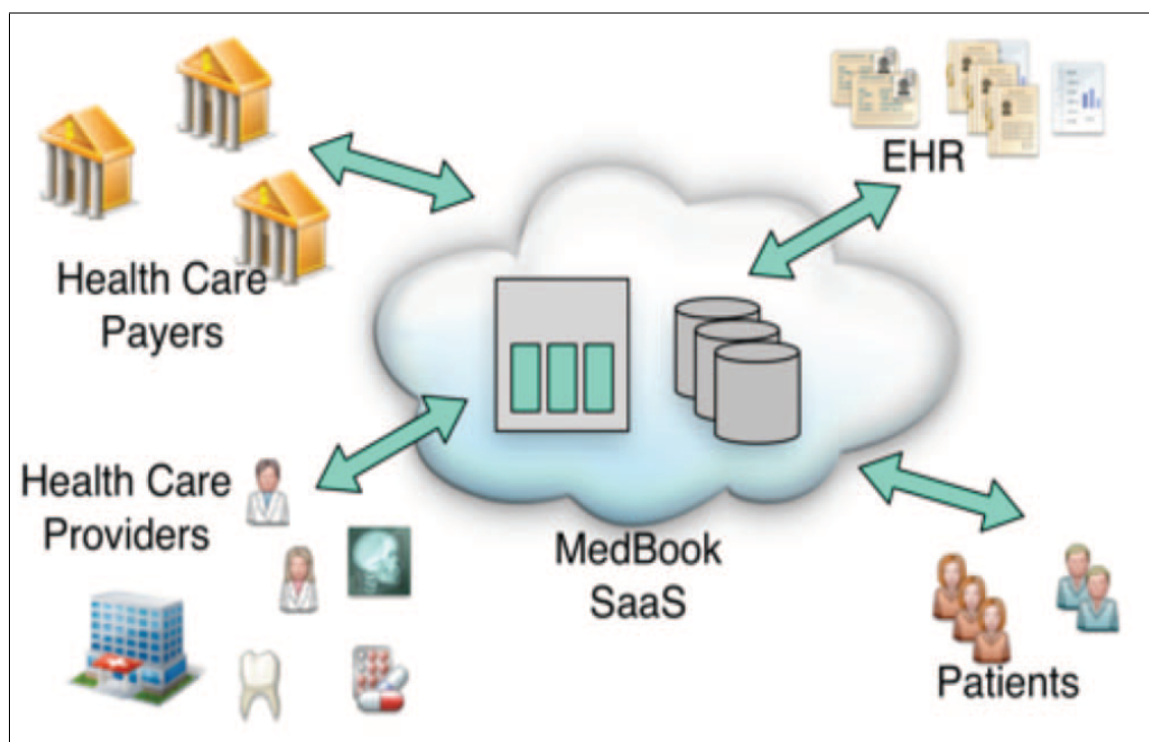
4.4 Fraude

4.4.1 MedBook: A Cloud-based Healthcare Billing and Record Management System

A solução apresentada por (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2012), aproveitou o poder da tecnologia para analisar os registros médicos na busca de processos fraudulentos, com a utilização de procedimentos desnecessários e tratamentos nocivos ao paciente, que resultam em lesões ou alto custo do tratamento.

Para análise dos dados a solução propõe a criação de um banco de dados centralizado, que contém as informações de cada paciente, como dados do faturamento e históricos médicos, e também propõe uma arquitetura que conta com recursos de *cloud computing*, conforme ilustra a Figura 41, que disponibiliza um conjunto de *web services* para acesso às informações de cada paciente.

Figura 41 – : Arquitetura Operacional da Solução.



Fonte - (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2012).

Também faz parte da solução uma aplicação para dispositivos móveis para que clientes e prestadores possam acessar às informações de faturamento eletrônicos e EHRs, conforme ilustra a Figura 42.

4.5 Melhoria de Processos

4.5.1 The Use of Business Intelligence Systems in Healthcare Organizations in Poland

O estudo de (OLSZAK; BATKO, 2012) descreve a possibilidade da utilização de um BI na gestão de centros de saúde, pois o mesmo auxilia de forma muito positiva na tomada

Figura 42 – : Telas geradas pela aplicação para apresentar informações ao usuário e ao prestador de serviços médicos.



Fonte - (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2012).

de decisões de níveis mais elevados alcançando iniciativas estratégicas de maior dimensão. De acordo com o estudo, o BI ajuda na redução de custo com novas soluções e maximiza o tempo de execução dos processos a partir dos recursos disponibilizados, tais como relatórios e *dashboards*, que exploram os vários tipos de dados coletados de várias aplicações conforme ilustra a Figura 43.

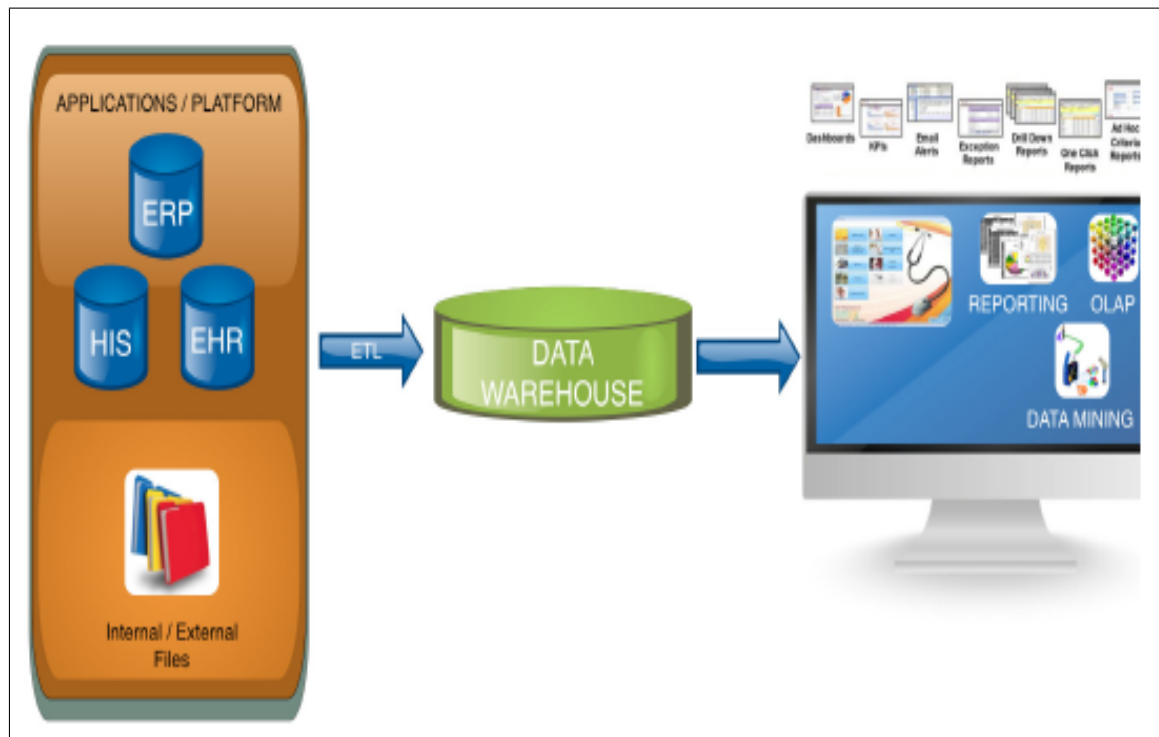
Olszak (OLSZAK; BATKO, 2012) afirma que os sistemas de que utilizam Business Intelligence (BI) são fundamentais para a melhoria dos processos pois além de analisar dados de sistemas clínicos, também pode-se abstrair informações de sistemas financeiros, operacionais, entre outros.

4.6 Considerações finais

Neste capítulo foram discutidas e apresentadas algumas soluções que utilizam recursos de visualização de dados, assim como suas principais características.

Algumas aplicações não utilizam recursos visuais, porém apresentam soluções que embasam a importância dos tratamentos das informações contidas no HIS para auxiliar na gestão das

Figura 43 – : Esquema de um BI para uma organização de saúde.



Fonte - (OLSZAK; BATKO, 2012).

organizações de saúde.

5 HospViews

5.1 Considerações iniciais

Este capítulo está apresentando o HospViews. Esta ferramenta é uma aplicação que foi desenvolvida para plataforma web, que permite explorar dados de uma organização de saúde extraídos diretamente da base de dados de um HIS. Com o uso das técnicas de visualização pretende-se proporcionar uma análise mais clara para os gestores das organizações.

5.2 Justificativa

As despesas dentro das organizações de saúde são consideravelmente grandes, portanto a gestão do custo é algo fundamental para a boa saúde da empresa. Muitos fatores podem influenciar negativamente na gestão do custo tais como: erros médicos, abusos, fraudes, gestão de pessoas, má qualidade no atendimento ao público, má gestão financeira, entre outros.

HIS é uma das soluções mais utilizadas em organizações de saúde e os dados contidos em sua base de dados provê as informações necessárias para os gestores. Porém, muitos dados são considerados brutos ou de difícil acesso, o que dificulta sua análise para a tomada de decisões e também na identificação de possíveis problemas a serem tratados dentro da empresa.

A utilização das técnicas de Visualização da Informação em conjunto com o grande volume de dados disponíveis em um HIS, proporciona uma plataforma capaz de gerar informações mais claras ou até mesmo antes desconhecidas por meio da exploração mais eficiente de seus dados. Além da possibilidade de exibir um grande volume de dados, a plataforma permite formas de interação e navegação intuitivas, colaborando de forma significativa para o aumento de compreensão dos dados por parte do usuário, como apresentado no Capítulo 5.

Devido a existência de um grande volume de dados que o HIS disponibiliza e a existência de ferramentas visuais capazes de melhorar a qualidade da informação, tomou-se a decisão de unir estas duas características e criar uma aplicação que tem o propósito de auxiliar na gestão de organizações de saúde.

5.3 Requisitos funcionais

Para o desenvolvimento da aplicação, houve a necessidade de identificar em quais requisitos funcionais seriam aplicadas as técnicas de visualização. Para a realização do levantamento de requisitos utilizou-se a técnica de entrevistas, que foram realizadas em 11 oportunidades, onde participaram das entrevistas ora gerentes ora diretores de uma cooperativa de trabalho médico.

Baseada nas entrevistas, foi feita uma análise onde foram encontrados 4 requisitos funcionais de extrema importância, como segue:

1. Análise das solicitações de exames realizados por prestadores em que o próprio prestador é o executante;
2. Análise das solicitações de exames realizados por prestadores e que são executados por outros prestadores;
3. Análise da viabilidade dos contratos; e
4. Análise mensal das receitas adquiridas pela cooperativa e despesas que a cooperativa tem com os atendimentos aos pacientes vinculados aos contratos;

5.4 Descrição Técnica

Para o desenvolvimento da aplicação foi escolhida a linguagem de programação C, por ser uma tecnologia com ampla capacidade de suporte, estar em constante atualização e por possuir todos os recursos necessários para o manuseio das informações contidas no SGBDR.

O SGBDR utilizado foi o DBMaker, uma banco de dados relacional de alto desempenho que permite um gerenciamento de objetos em larga escala. O DBMaker fornece soluções completas de configurações independentes para arquiteturas cliente / servidor (DBMaker, 2019).

Para que o acesso à aplicação possa ser realizado por qualquer computador ou dispositivo móvel, mesmo fora das dependências da empresa, web foi a plataforma escolhida.

E para a criação das visualizações, utilizou-se a biblioteca javascript D3.js.

5.4.1 Frameworks e outras linguagens

Com o objetivo de garantir condições de utilização da aplicação por todos os usuários, utilizou-se, no desenvolvimento do HospViews, os padrões da web para acessibilidade definidos pela W3C. W3C é uma comunidade internacional que tem a responsabilidade de assegurar o crescimento a longo prazo da Web, por meio do desenvolvimento de padrões abertos (W3SCHOOLS, 2019).

Para a criação da aplicação, além da linguagem C, foi utilizado outras linguagens de programação, como segue:

- HyperText Markup Language (HTML);
- Cascading Style Sheets (CSS);
- JavaScript; e
- Structured Query Language (SQL).

Com o objetivo de manter a aplicação responsiva permitindo a renderização de seus componentes visuais, utilizou-se o framework bootstrap.

Silva (SILVA, 2015) afirma que, Bootstrap é um framework JavaScript, HTML e CSS utilizado no desenvolvimento front-end responsivo de aplicações web. É chamado responsivo pois

adapta o layout das páginas da aplicação de forma que possa responder às características do dispositivo ao qual é servido, seja um smartphone, um tablet ou um desktop

5.4.2 D3.js

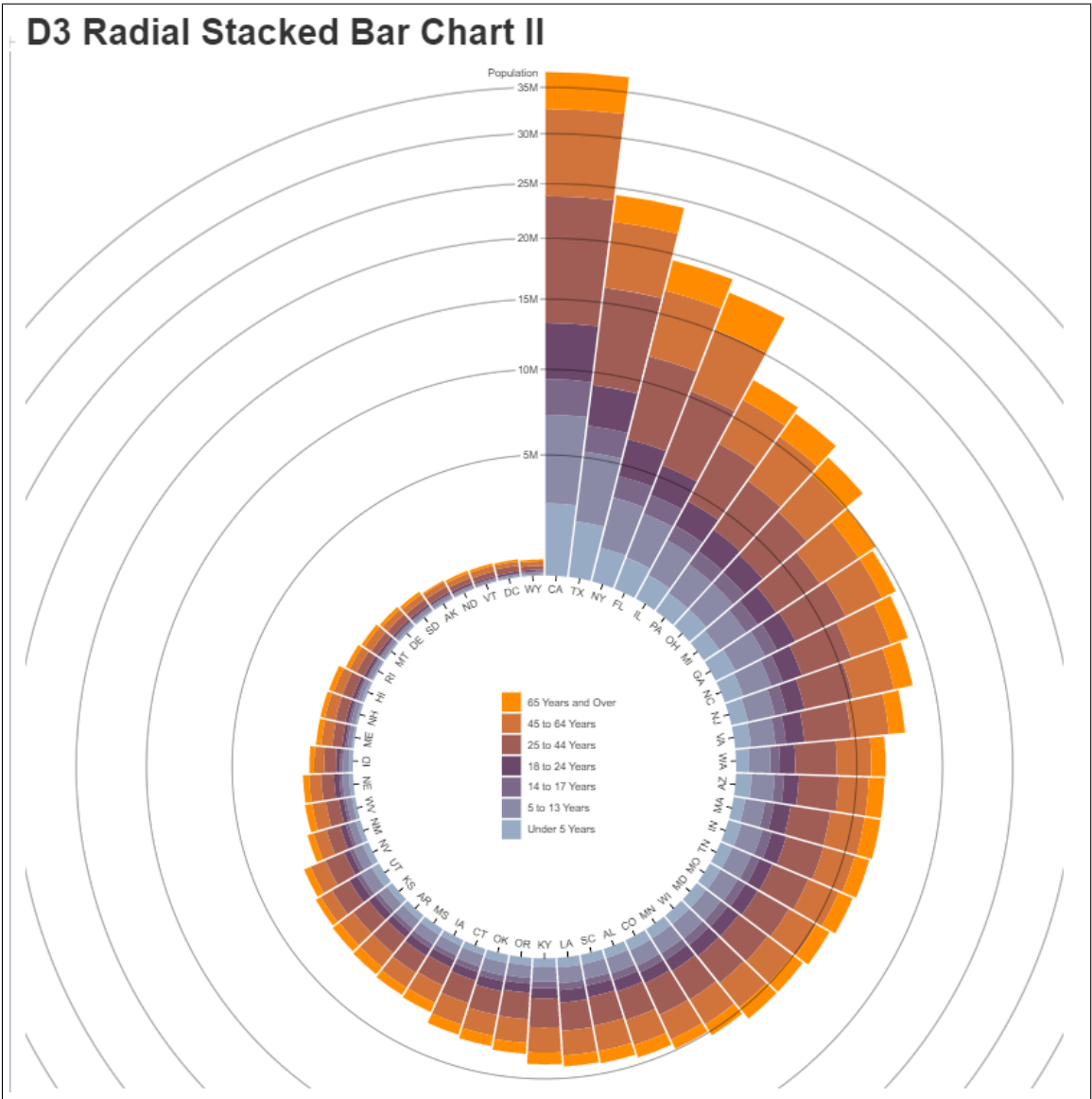
D3.js é uma biblioteca JavaScript utilizada para visualização de dados avançadas na web e de alto desempenho para a visualização de dados sofisticados, que expõe todas as capacidades dos padrões modernos utilizados no desenvolvimento de aplicações web, como CSS, HTML e SVG, permitindo oferecer conteúdo dinâmico e interativo nos navegadores. Ele permite vincular dados arbitrários a um DOM, permitindo uma manipulação eficiente de documentos baseado em dados, evitando a representação proprietária (MEEKS, 2017). A Figura 44 ilustra uma visualização de dados por meio do D3.js ¹.

Segue uma descrição dos recursos utilizados pela biblioteca D3.js:

- **CSS:**
Linguagem relacionada diretamente com o design e aparência, que permite descrever como os elementos HTML serão exibidos na tela (W3SCHOOLS, 2019);
- **HTML:**
Linguagem de marcação responsável pela estruturação das páginas web;
- **SVG:**
Utilizado na criação de gráficos vetorizados para a web no formato xml, que possuem como característica a possibilidade de animação sem perda de qualidade (W3SCHOOLS, 2019). A Figura 45 ilustra um código HTML com uma imagem SVG.
- **DOM:**
É um padrão do W3C que possibilita que programas e scripts acessem e atualizem dinamicamente o conteúdo, estrutura e estilo dos documentos. Para isto existe um modelo padrão para documentos HTML, chamado HTML DOM, que permite que elementos HTML sejam definidos como objetos, que possuem propriedades, podem ser acessados por métodos e definem suas ações. A Figura 46 ilustra a arquitetura do HTML DOM;
- **JSON:**
É texto escrito utilizando a linguagem de programação JavaScript que serve para o armazenamento e transporte dos dados do servidor para a página web (W3SCHOOLS, 2019).

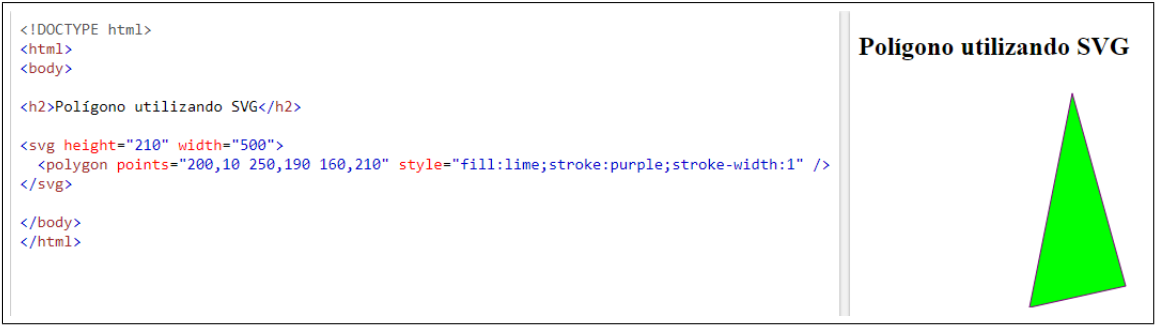
¹ Código fonte disponível em: <https://beta.observablehq.com/@mbostock/d3-radial-stacked-bar-chart-ii>

Figura 44 – : Exemplo de *Radial Stacked Bar Chart* utilizando D3.js



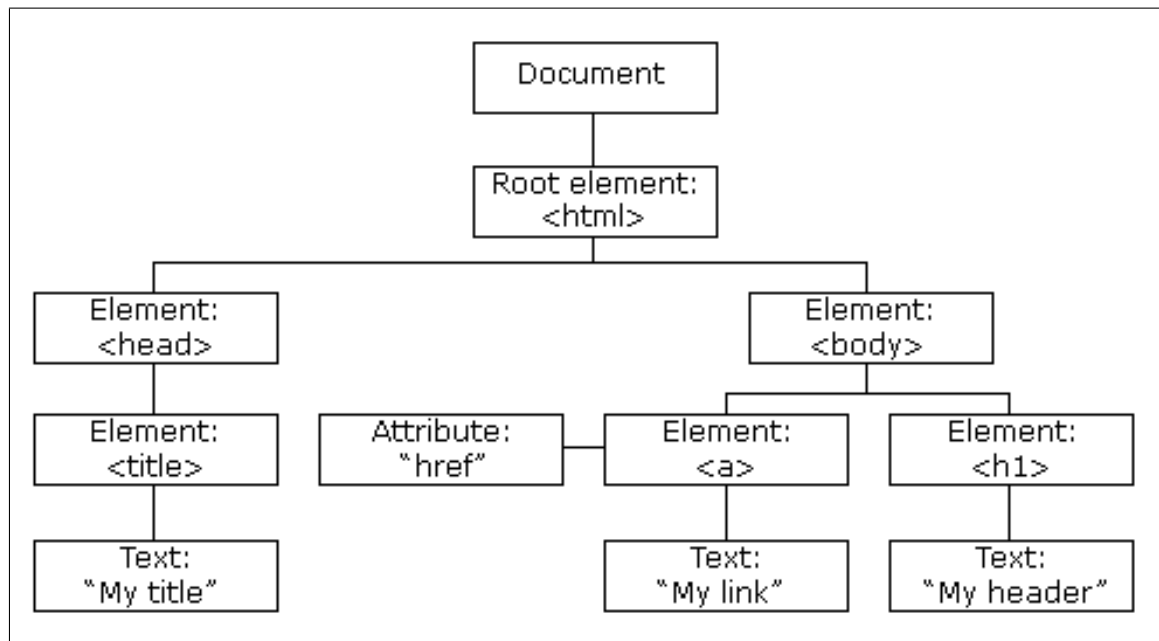
Fonte - D3 (2019)

Figura 45 – : Exemplo SVG



Fonte - W3Schools (2019)

Figura 46 – : Arquitetura do DOM HTML



Fonte - W3Schools (2019)

5.5 Preparação dos dados

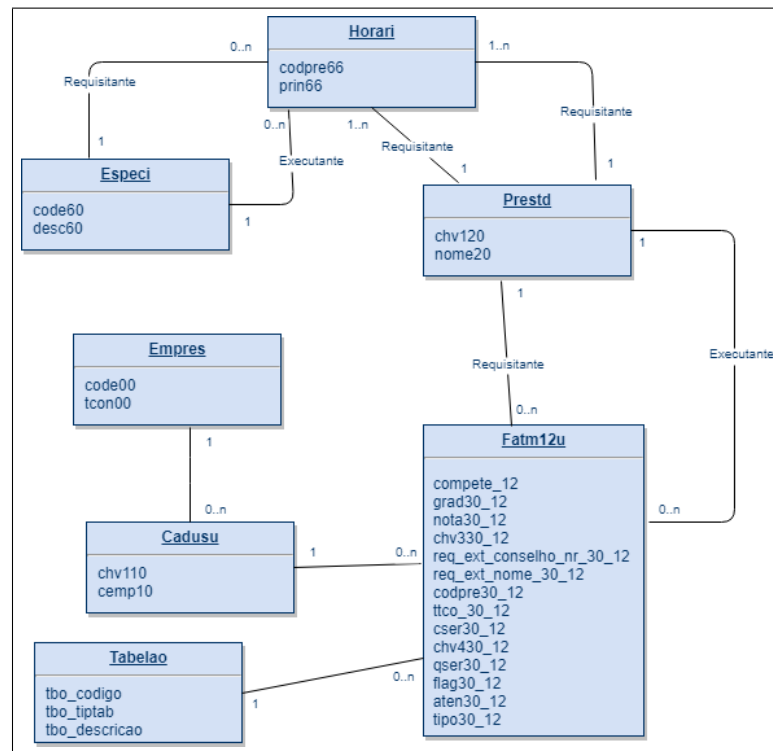
Os dados necessários para a aplicação das técnicas de visualização estão esparsos dentro do HIS. Para a regularização dos dados houve a necessidade de criar tabelas no banco de dados e carregar as informações necessárias por meio de processos.

Para a composição dos dados a serem utilizados nos requisitos funcionais 1 e 2, descritos no Item 6.3, foi gerada uma única tabela temporária, porém foram desenvolvidas duas classes, sendo uma para a técnica *Chord Diagram* e outra para *Circle Packing*. Ambas as classes recuperam os dados da mesma tabela temporária, que no caso da *Chord Diagram* filtram registros que possuem prestador executante diferente do solicitante e no caso da *Circle Packing* filtram registros que possuem prestador executante igual ao solicitante. Ambas as classes utilizam o teste do intervalo interquartil para eliminar grandes exágeros que possam mascarar a existências de um grande número de médios e pequenos exágeros. Para os grandes exágeros foi realizado uma investigação a parte que foge do escopo deste trabalho.

A Figura 47 ilustra o relacionamento das tabelas do banco de dados utilizadas para compor os dados a serem consumidos pelas técnicas de visualização aplicadas nos requisitos funcionais 1 e 2, descritos no Item 6.3.

Para a composição dos dados a serem utilizados nos requisitos funcionais 3 e 4, descritos no Item 6.3, também foi gerada uma única tabela temporária, e também foram desenvolvidas duas classes, sendo uma para a técnica *Scatter Plot* e outra para *Trade Deficit*. Ambas as classes recuperam os dados da mesma tabela temporária e relacionam os contratos com seus respectivos valores de receitas a despesas separados por ano e mês. Especificamente na classe que gera dados para a técnica *Scatter Plot*, também gera dados para o gráfico de linhas a partir da seleção de um contrato.

Figura 47 – : DER das tabelas utilizadas no requisitos funcionais 1 e 2



Fonte - Do autor

A Figura 48 ilustra o relacionamento das tabelas do banco de dados utilizadas para compor os dados a serem consumidos pelas técnicas de visualização aplicadas nos requisitos funcionais 3 e 4, descritos no Item 6.3.

Em todas as classes, após o término da leitura da tabela temporária, é utilizada a API System.Web.Mvc.dll que pertence ao pacote Microsoft.AspNet.Mvc.5.2.3 para gerar dados de retorno no formato JSON, que será consumido pela biblioteca D3.js.

A Figura 49 ilustra o retorno dos dados, no formato JSON, após a aplicação dos filtros para a técnica *Scatter Plot*

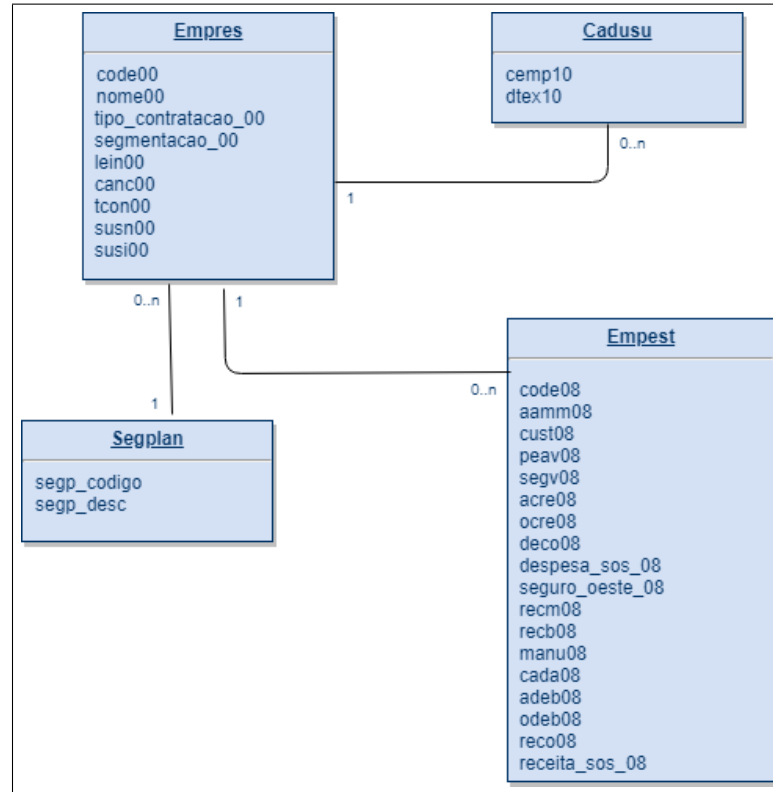
5.6 Teste do intervalo interquartil

Devido à grande quantidade de dados existentes em um HIS e a existência de valores discrepantes, houve a necessidade de identificar e eliminar os exageros para melhorar a qualidade da análise, para isto foi utilizado a regra do teste do intervalo interquartil proposta por (TUKEY, 1977).

A eliminação de dados muito discrepantes causa uma desvantagem na utilização do teste, pois o que se busca é justamente analisar dados extremos, porém estes dados filtrados serão mostrados e analisados pela equipe de gestão de uma maneira específica.

O teste do intervalo interquartil consiste em um teste estatístico em que a amostra é subdividida em quartis, e por meio desses quartis derivam valores limítrofes que vão indicar casos que desviam substancialmente dos valores médios presentes no conjunto de dados (TUKEY,

Figura 48 – : DER das tabelas utilizadas no requisitos funcionais 3 e 4



Fonte - Do autor

Figura 49 – Dados no formato JSON para a técnica *Scatter Plot*

```

(2888) [{"_id": 1, "Data": "01/01/2017", "Mes": "Jan-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 2, "Data": "01/02/2017", "Mes": "Fev-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 3, "Data": "01/03/2017", "Mes": "Mar-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 4, "Data": "01/04/2017", "Mes": "Abr-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 5, "Data": "01/05/2017", "Mes": "Mai-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 6, "Data": "01/06/2017", "Mes": "Jun-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 7, "Data": "01/07/2017", "Mes": "Jul-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 8, "Data": "01/08/2017", "Mes": "Ago-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 9, "Data": "01/09/2017", "Mes": "Set-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 10, "Data": "01/10/2017", "Mes": "Out-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 11, "Data": "01/11/2017", "Mes": "Nov-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."},
{"_id": 12, "Data": "01/12/2017", "Mes": "Dez-17", "TipoContratacao": "Empresarial antes da lei", "Codigo": 858, "Nome": "858", "..."}]
  
```

Fonte - Do autor

1977). Utilizando essa técnica, conseguimos isolar amostras exageradas (que podem não ser amostras adequadas dos dados) e visualizamos apenas um subconjunto de interesse nos dados.

Para calcular os quartis, primeiro é necessário classificar os dados em ordem crescente. Então, o primeiro e terceiro quartis podem ser calculados como:

$$Q_i = \frac{i}{4}(N + 1)$$

Onde N é o número de amostras no conjunto de dados e i é 1 para o primeiro quartil, ou 3, para o terceiro.

Para calcular o segundo quartil, é necessário verificar se a extensão de dados é par ou

ímpar. Se for par, o segundo quartil é a média entre os elementos nas posições $N/2$ e $N/2 + 1$. Se for ímpar, o segundo quartil corresponde ao elemento na posição $(N + 1)/2$.

$$IQR = Q_3 - Q_2$$

Com isso, o limite inferior L é calculado como:

$$L = Q_1 - 1.5 * IQR$$

O limite máximo de U é calculado como:

$$U = Q_3 + 1.5 * IQR$$

A utilização desta técnica de filtragem de dados foi realizada devido a existência de dados muitos discrepantes que não permitiam realizar análise comparativas, ocasionando uma desvantagem na sua utilização. Porém estes dados discrepantes foram analisados separadamente pela equipe de gestão.

5.7 Análise dos valores extremos

Como forma de visualizar os valores nos extremos, utilizou-se a técnica de plotagem do violino que incorpora a densidade de probabilidade utilizando a distribuição cumulativa dos dados gerados pelo teste de amplitude interquartil, como ilustra a Figura 50.

Essa técnica permite visualizar rapidamente os limites superior, inferior e mediano, bem como os quartis de um determinado conjunto. A linha reta mais escura no centro do gráfico representa o intervalo entre os primeiro e terceiro quartis, o ponto branco nesta linha reta indicam a mediana, e o mais fino linear indica os limites superiores e inferiores calculados. A região em vermelho representa a distribuição cumulativa dos valores assumidos pela variável.

Outra maneira de visualizar informações sobre a distribuição dos valores assumidos pela variável é o histograma. A Figura 51 mostra em azul o conjunto de dados sem qualquer tipo de filtro, em laranja os dados dentro do intervalo encontrado pelo teste e em verde os dados considerados extremos acima do limite superior de acordo com o teste.

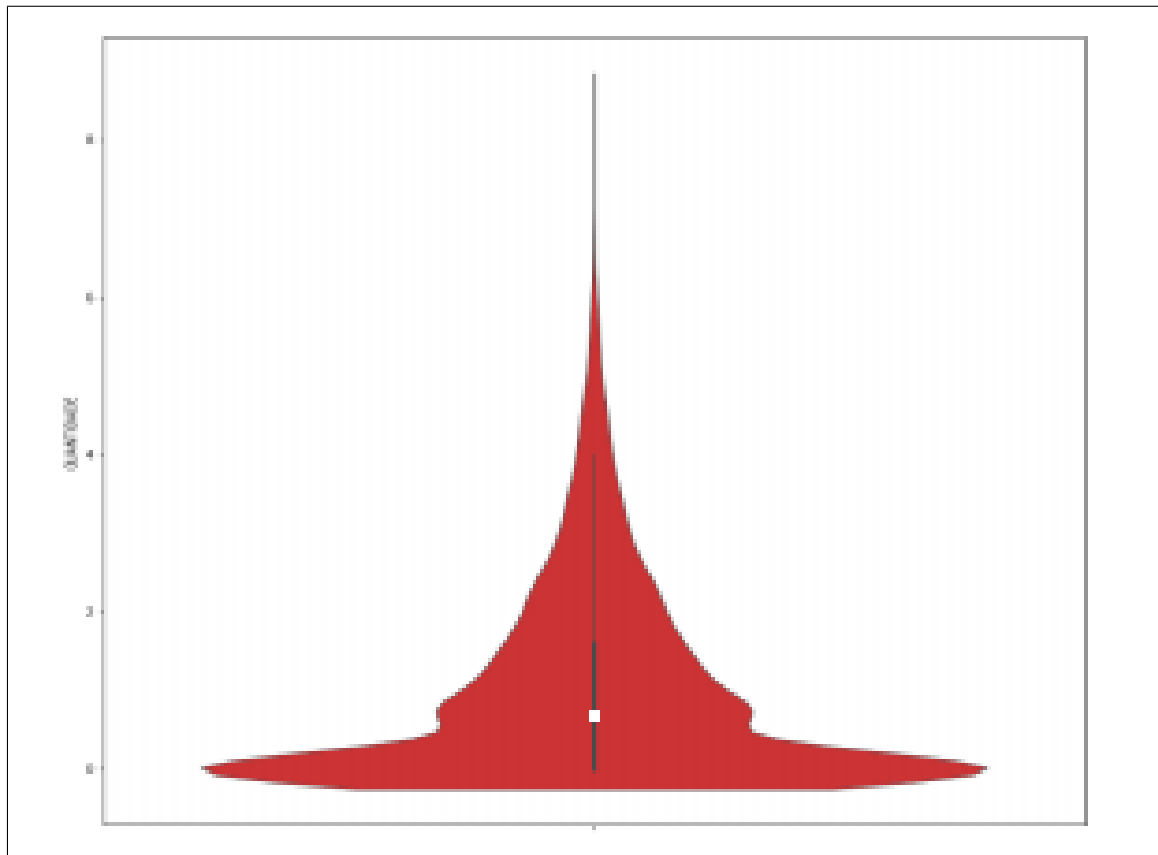
5.8 Funcionalidades

Para atender os requisitos funcionais foram criadas quatro representações visuais com técnicas de visualização diferentes. Nesta seção estão descritas as funcionalidades do HospViews.

5.8.1 Página Inicial

Para acesso às representações visuais, foi desenvolvido uma página principal contendo um pequeno descritivo sobre o HospViews e na parte superior foi disponibilizado os links para

Figura 50 – Técnica de plotagem de violinos para visualização dos valores extremos calculados pelo teste de amplitude interquartil.

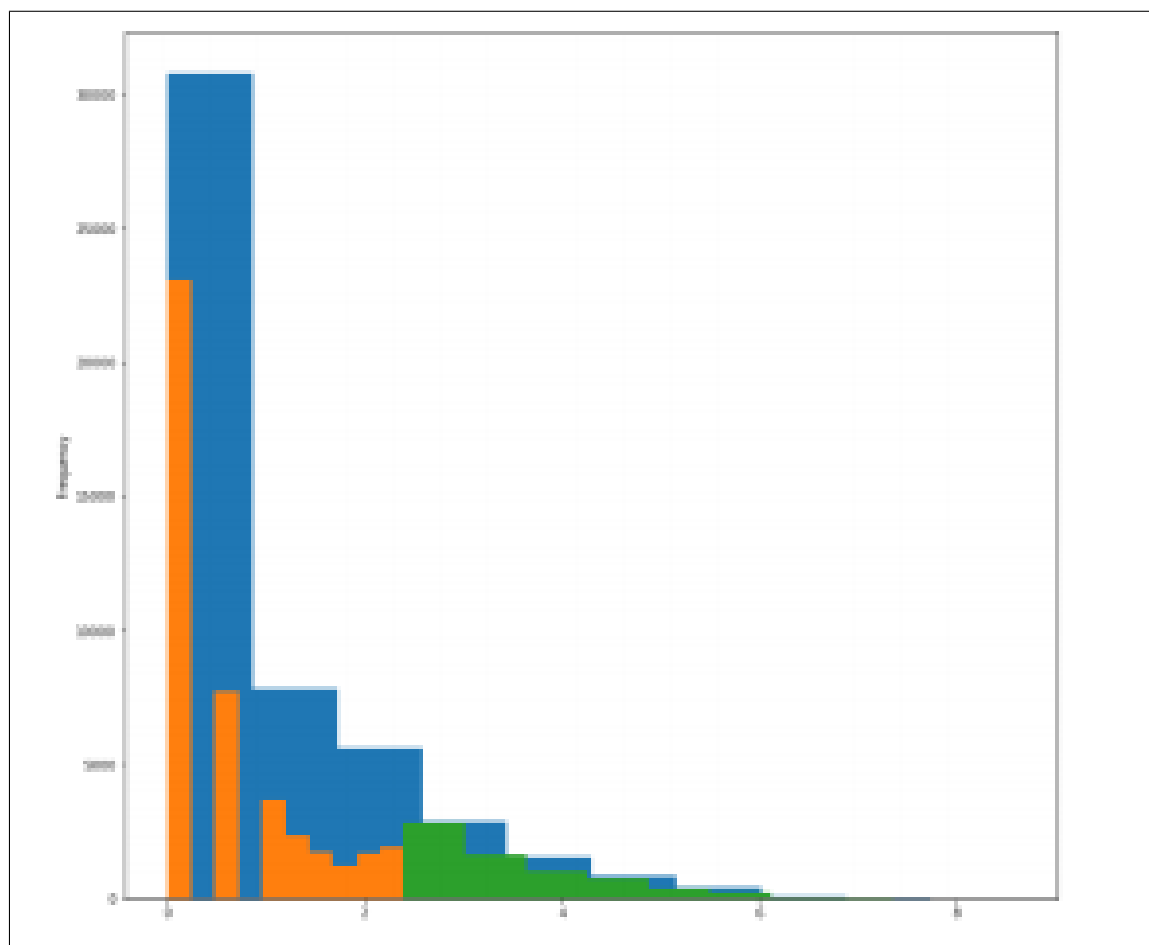


Fonte - Do autor

acesso às opções, conforme ilustra a Figura 52, sendo que cada opção corresponde a um requisito funcional como segue:

- *HospViews*:
Acesso à página principal;
- *Circle Packing*:
Acesso à técnica de representação visual do requisito: Análise das solicitações de exames realizados por prestadores em que o próprio prestador é o executante;
- *Chord Diagram*:
Acesso à técnica de representação visual dos requisitos: Análise das solicitações de exames realizados por prestadores em que o próprio prestador é o executante e Análise das solicitações de exames realizados por prestadores e que são executados por outros prestadores
- *Scatter Plot*:
Acesso à técnica de representação visual dos requisitos: Análise da viabilidade dos contratos;
e
- *Trade Deficit*:
Análise mensal das receitas adquiridas pela cooperativa e despesas que a cooperativa tem

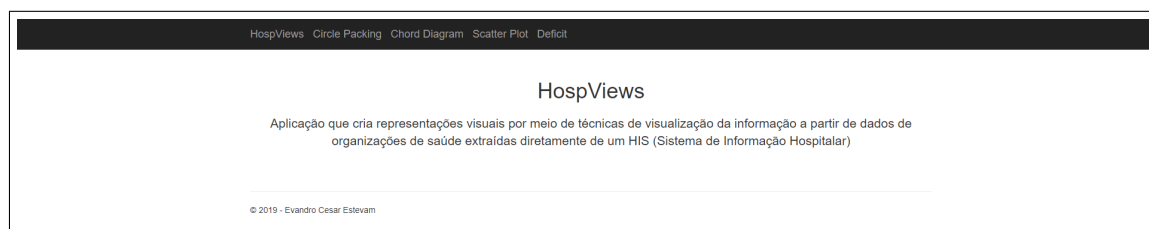
Figura 51 – Técnica do histograma comparando dados não filtrados após o teste de intervalo interquartil.



Fonte - Do autor

com os atendimentos aos pacientes vinculados aos contratos.

Figura 52 – Página principal da aplicação.



Fonte - Do autor

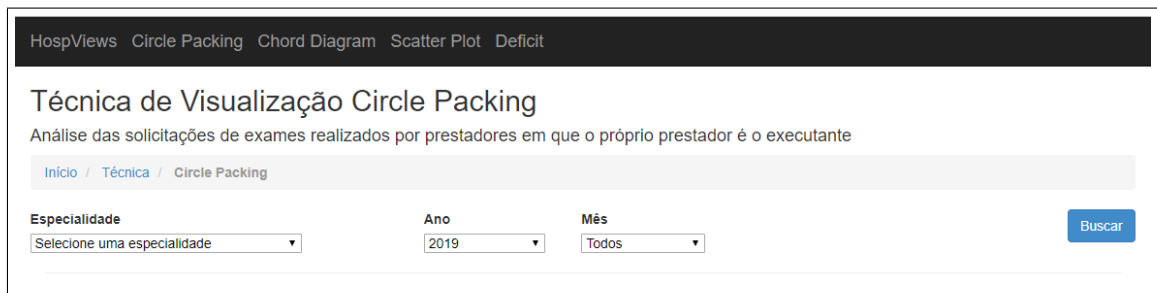
5.8.2 Representações

Para atender as funcionalidades solicitadas pela especificação, foi incorporada à ferramenta Hospviews, técnicas de Visualização da Informações baseadas em exemplos disponíveis na biblioteca D3.js.

5.8.2.1 Circle Packing

Ao selecionar a opção *Circle Packing*, na parte superior da página principal, a ferramenta mostra os filtros para análise dos dados conforme ilustra na Figura 53, sendo que para a visualização da representação, o usuário deve selecionar a especialidade, o ano e o mês, sendo este último podendo ser todos os meses.

Figura 53 – Técnica *Circle Packing*.



Fonte - Do autor

Para atender ao Requisito 1 apresentado no Capítulo 6 no item 6.3, foi adotado a técnica de visualização *Circle Packing*. Com esta técnica, é possível modelar a magnitude do número de solicitações de exame dos profissionais licenciados e que foram executados por eles mesmo, agrupadas por especialidade, permitindo realizar uma análise comparativa entre os profissionais. A técnica de visualização *Circle Packing* para o escopo geral é mostrada na Figura 54. O círculo externo delimita o universo dos profissionais licenciados para a especialidade selecionada, enquanto que os círculos internos do segundo nível delimitam os profissionais licenciados.

Ao selecionar o círculo que contém o universo de profissionais da mesma especialidade, o nome dos profissionais é apresentado, conforme ilustra a Figura 55

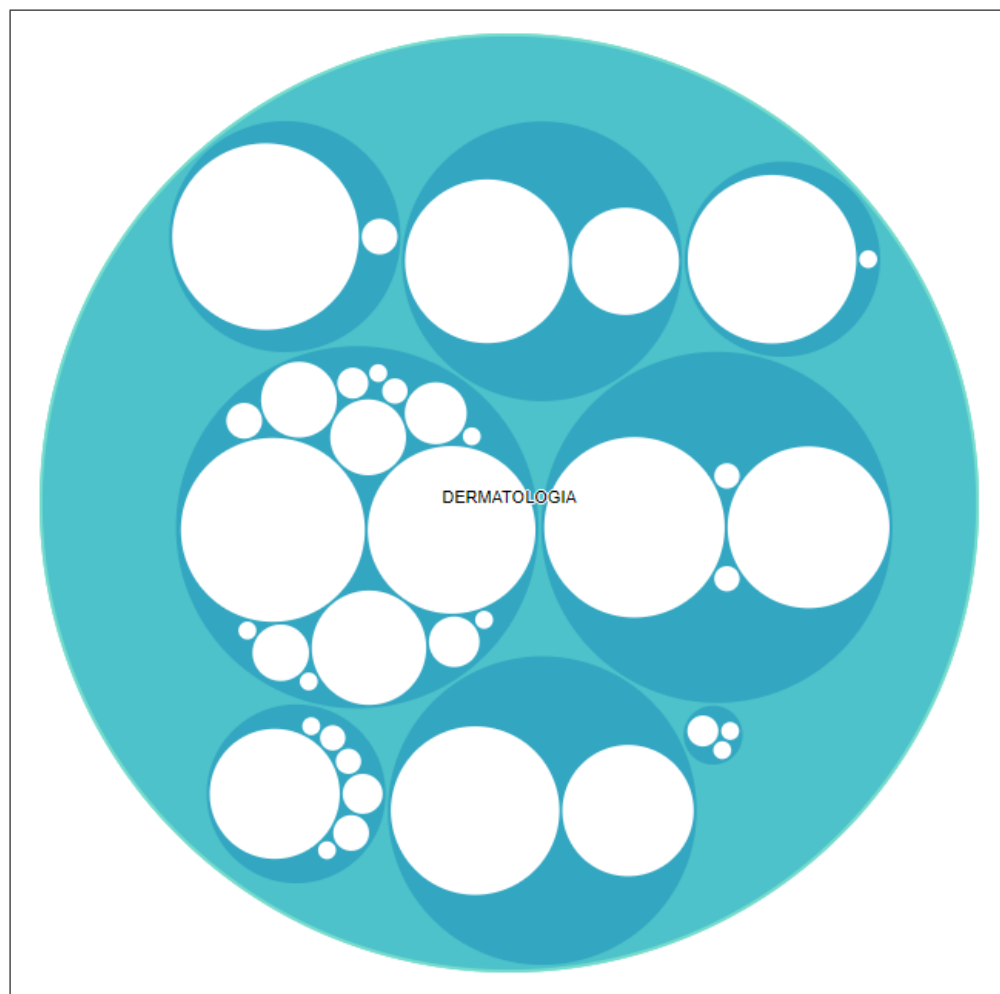
Após a seleção de um dos círculos dos profissionais, a visualização aumenta o círculo, mostrando os procedimentos solicitados por aquele profissional para o qual ele mesmo é o executor, conforme ilustra a Figura 56; quanto maior o círculo, mais frequentemente o procedimento é solicitado e executado.

O objetivo desta representação é identificar se existe exageros em solicitações de exames para maximizar a receita. O comparativo se dá analisando o porquê determinado profissional esta solicitando muitos exames que ele mesmo vai executar e outros profissionais não.

5.8.3 Chord Diagram

Ao selecionar a opção *Chord Diagram*, na parte superior da página principal, a ferramenta mostra os filtros para análise dos dados conforme ilustra na Figura 57, sendo que para a visualização da representação, o usuário deve selecionar a especialidade, o status que já vem identificando que o prestador requisitante deve ser diferente do executante, o ano e o mês, sendo este último podendo ser todos os meses.

Para atender ao Requisito 2 apresentado no Capítulo 6 no item 6.3, foi adotado a técnica de visualização *Chord Diagram*. Com esta técnica, é possível modelar o volume de solicitações

Figura 54 – Técnica *Circle Packing*: Universo por especialidades.

Fonte - Do autor

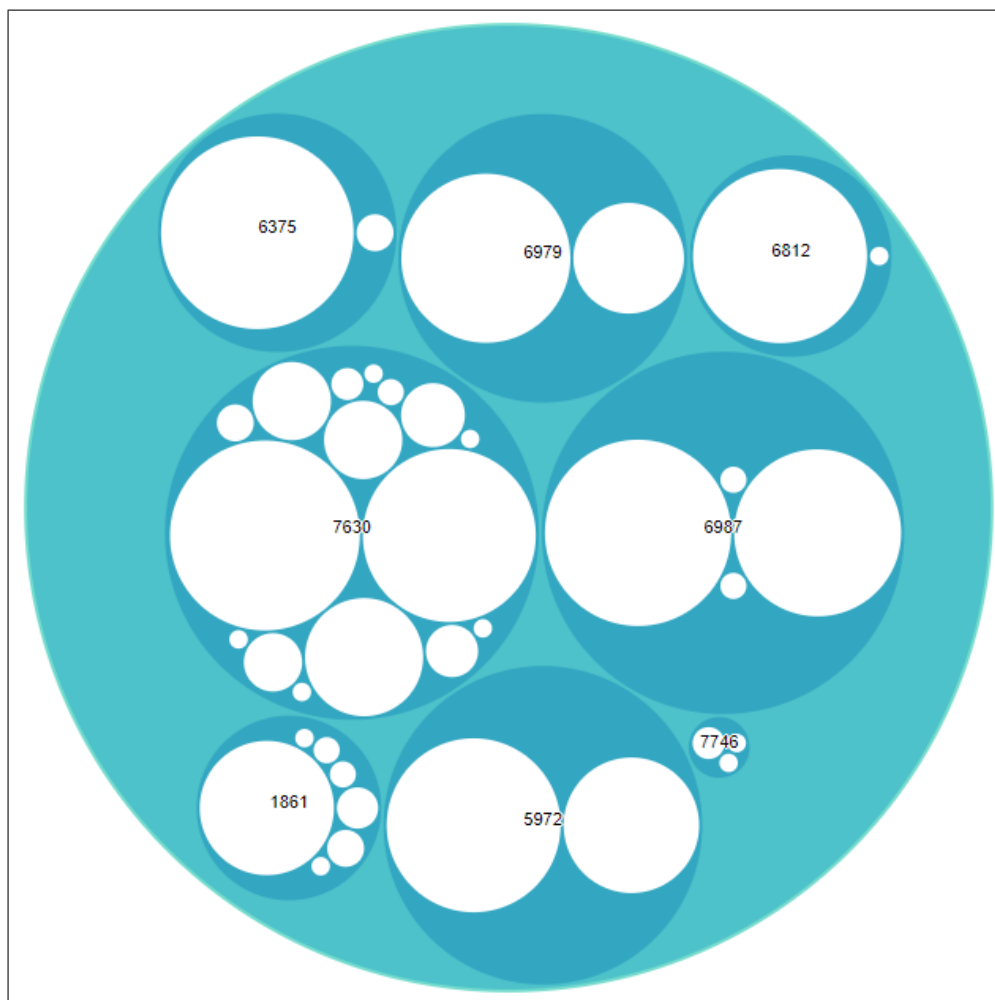
executadas por um conjunto de profissionais de uma determinada especialidade. A Figura 58 ilustra a visualização do *Chord Diagram*.

Ao selecionar um profissional é possível destacar o relacionamento dele com os outros profissionais e visualizar o percentual de procedimentos solicitados e o percentual de exames executados, conforme ilustra a Figura 59.

O objetivo desta representação é identificar conluios ou favores entre profissionais licenciados. Tal prática emerge do pedido exagerado ou cíclico de procedimentos desnecessários para maximizar a receita mutuamente. Para entender se esse tipo de comportamento está presente entre dois profissionais licenciados, é necessário modelar o relacionamento entre eles. Isso é feito por três dados: as identificações de cada um e a quantidade de procedimentos solicitados entre eles em um determinado período.

5.8.4 *Scatter Plot*

Ao selecionar a opção *Scatter Plot*, na parte superior da página principal, a ferramenta mostra os filtros para análise dos dados conforme ilustra na Figura 60, sendo que para a visualização da representação, o usuário deve selecionar o ano.

Figura 55 – Técnica *Circle Packing*: Profissionais da especialidades.

Fonte - Do autor

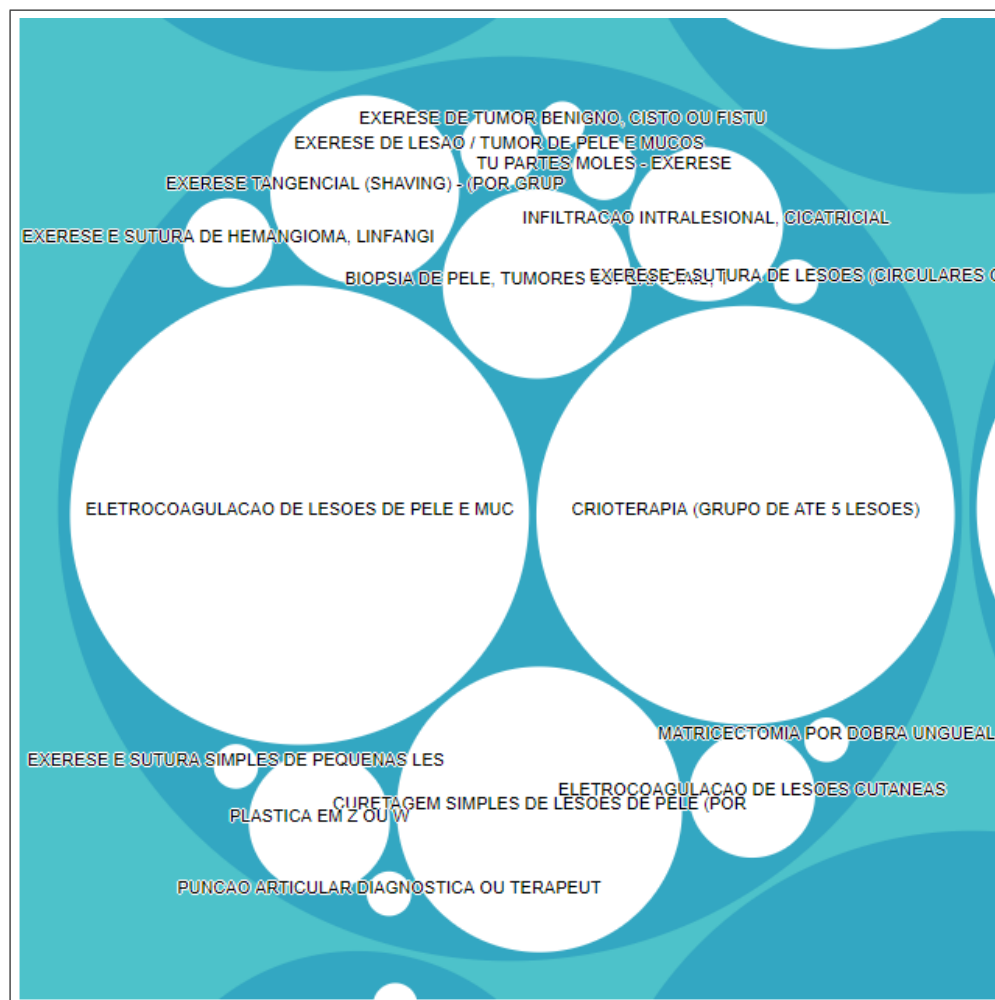
Para atender ao Requisito 3 apresentado no Capítulo 6 no item 6.3, foi adotado a técnica de visualização *Scatter Plot*. Com esta técnica, é possível analisar se o contrato é lucrativo ou não e analisar quais contratos estão próximos de passar de lucrativos para não lucrativos e vice-versa.

A Figura 61 demonstra a técnica *Scatter Plot*. Cada ponto com sua respectiva cor representa um contrato e seu posicionamento indica a viabilidade ou não do contrato.

A representação tem uma particularidade que é a possibilidade de navegação entre os meses de forma dinâmica, porém ao selecionar um mês a representação se torna estática possibilitando uma análise mais aprofundada ao posicionar o mouse em um contrato específico, conforme ilustra a Figura 62.

A opção permite uma análise comparativa com outros contratos que possuem como característica números próximos de beneficiários. A comparação é apresentada, ao clicar em um contrato, por meio de um gráfico de linhas que apresenta a lucratividade do contrato ao longo do ano selecionado, onde fica em destaque o contrato selecionado. A Figura 63 ilustra uma análise comparativa entre contratos

O objetivo desta análise é visualizar a viabilidade dos contratos, tendo como variáveis

Figura 56 – Técnica *Circle Packing*: Procedimentos solicitados pelo profissionais selecionados.

Fonte - Do autor

Figura 57 – Técnica *Chord Diagram*.

HospViews Circle Packing Chord Diagram Scatter Plot Deficit

Técnica de Visualização Chord Diagram

Análise das solicitações de exames realizados por prestadores e que são executados por outros prestadores

[Início](#) / [Técnica](#) / [Chord Diagram](#)

Especialidade

Situação

Ano

Mês

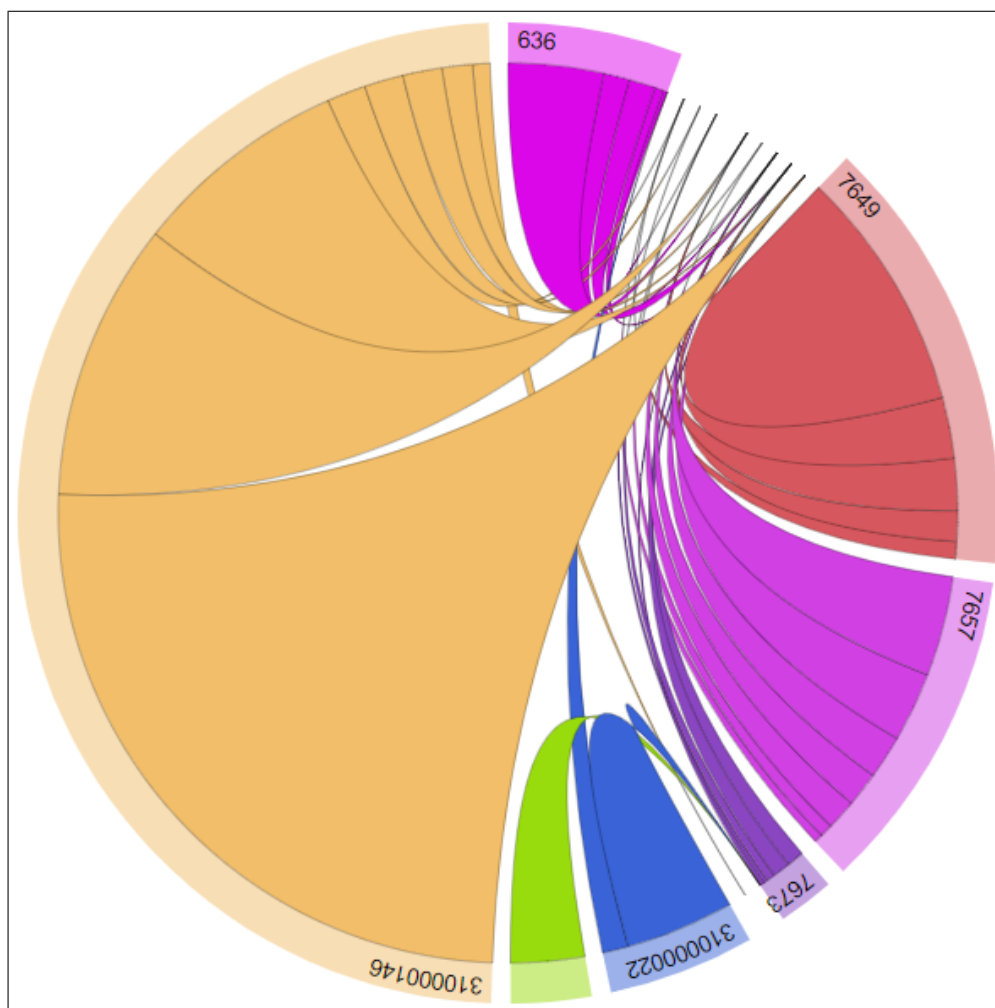
Fonte - Do autor

o valor pago pelo contratado à cooperativa de trabalho médico e as despesas com os pacientes pertencentes ao contratado. Permite verificar quais contratos lucrativos estão se tornando não rentáveis e vice-versa.

5.8.5 Trade Deficit

Ao selecionar a opção *Deficit*, na parte superior da página principal, a ferramenta mostra os filtros para análise dos dados conforme ilustra na Figura 64, sendo que para a visualização da

Figura 58 – Técnica *Chord Diagram*: Procedimentos executados por profissionais que forma solicitados por outros profissionais.



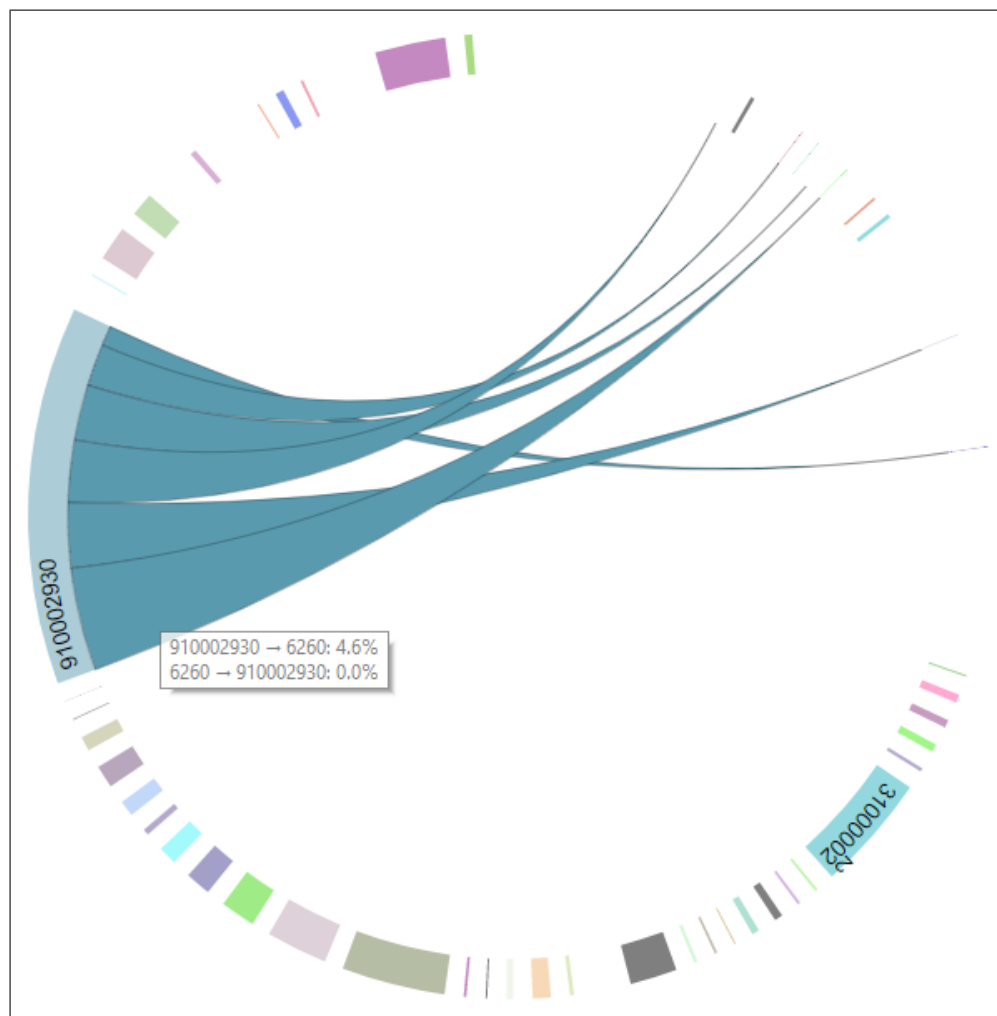
Fonte - Do autor

representação, o usuário deve selecionar o ano inicial e o ano final.

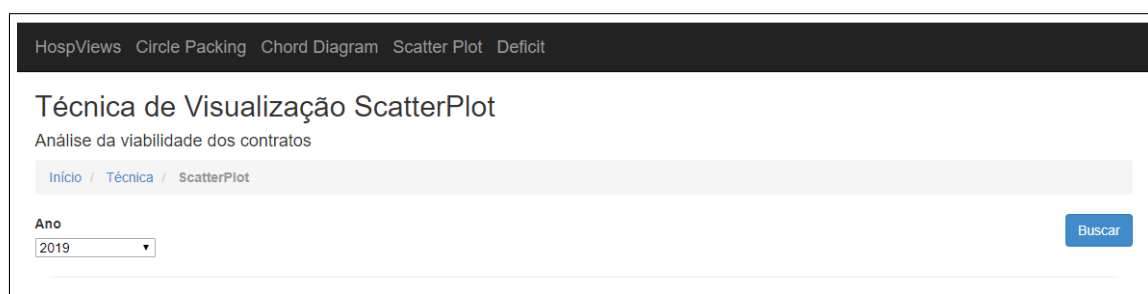
Para atender ao Requisito 4 apresentado no Capítulo 6 no item 6.3, foi adotado a técnica de visualização *Trade Deficit*. Esta técnica foi utilizada na análise do déficit do comércio dos Estados Unidos. Com esta técnica, é possível visualizar o comportamento dos contratos, em relação a receitas e despesas, por um determinado período, conforme ilustra a Figura 65.

Os contratos no topo representam as receitas adquiridas por meio dos contratos, com os contratos com as maiores receitas restantes à esquerda e aqueles com as menores receitas à direita. Os contratos na parte inferior, que são os mesmos que estão no topo, representam os custos das despesas de atendimento ao beneficiário referentes aos contratos, com contratos com maiores despesas estando à direita e aqueles com menores despesas à esquerda. O valor no meio representa a receita acumulada menos as despesas para o período de tempo analisado.

A técnica é dinâmica e permite a interação do usuário. Ao interagir com o mouse, é possível visualizar o valor da receita e despesa do contrato selecionado, também é possível parar a atualização dinâmica do gráfico, clicando em qualquer parte da linha do tempo e atualizando as informações de acordo com o tempo selecionado, para que uma análise mais precisa dos contratos

Figura 59 – Técnica *Chord Diagram*: Visualização dos relacionamentos entre profissionais.

Fonte - Do autor

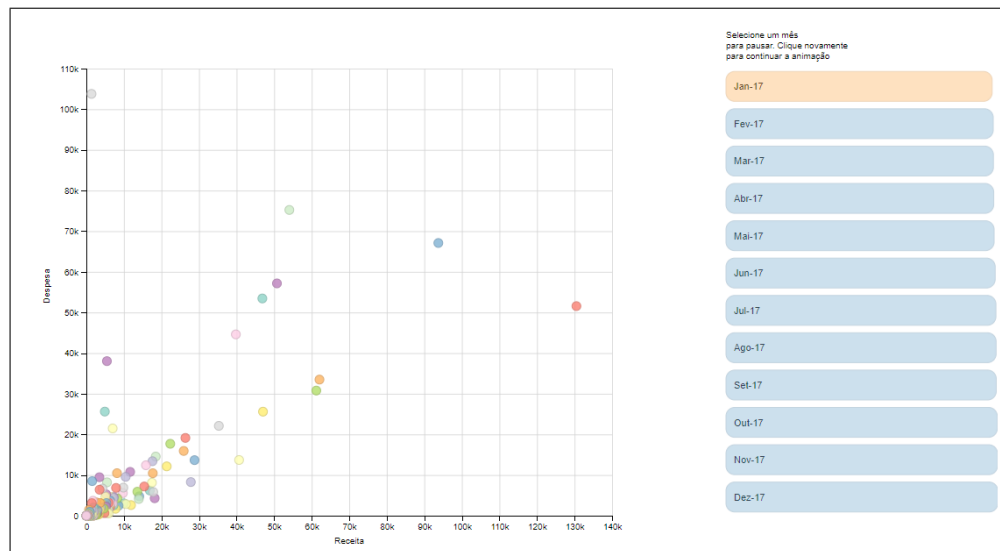
Figura 60 – Técnica *Scatter Plot*.

Fonte - Do autor

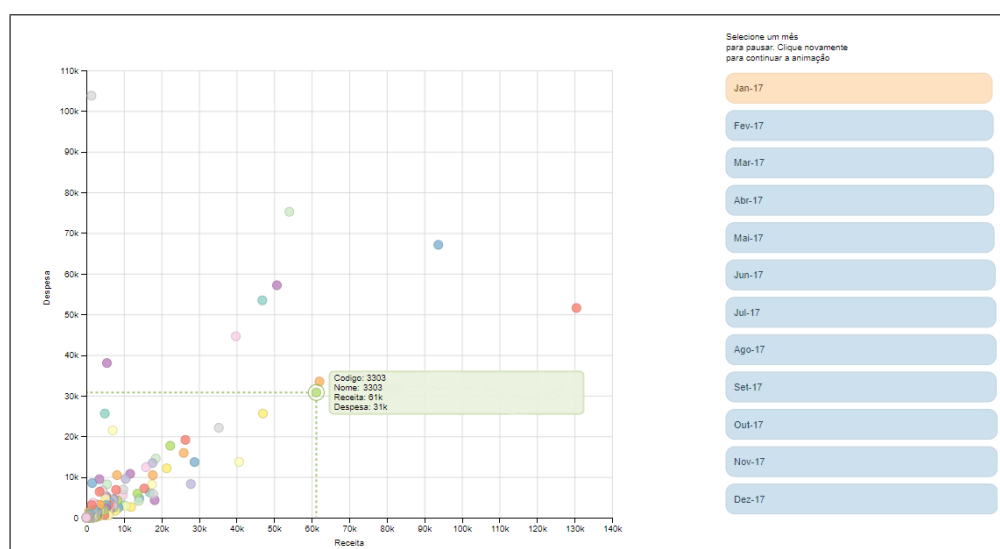
possa ser realizada por um determinado período de tempo, conforme ilustra a Figura 66.

5.9 Considerações finais

Neste capítulo foi apresentada todas as técnicas de visualização utilizadas na Ferramenta HospViews para análise dos dados existentes em um HIS, como visualizar cada representação e como filtrar dos dados. Também foi apresentado os recursos de interação com as representações.

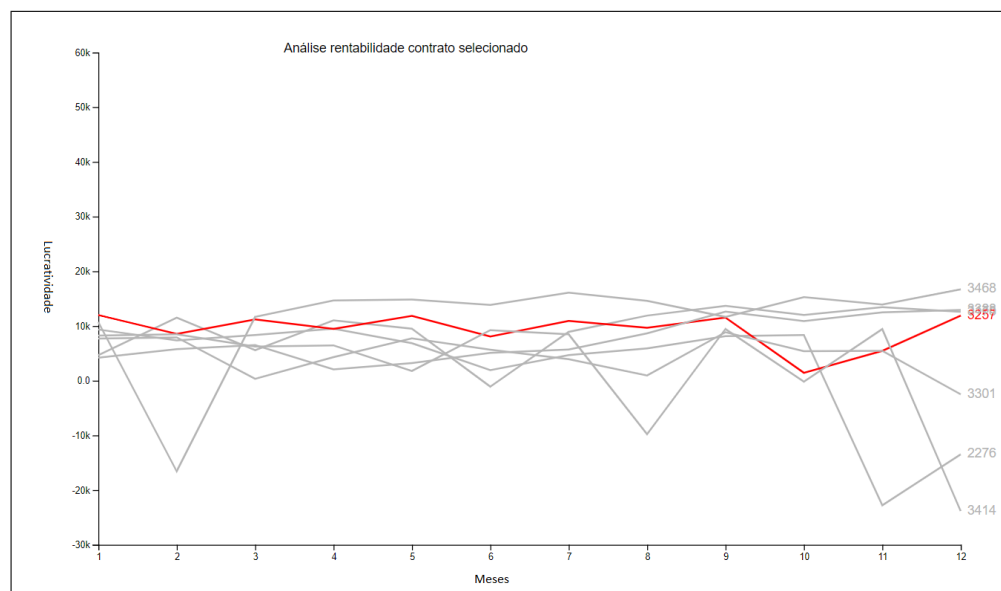
Figura 61 – Técnica *Scatter Plot*: Análise de viabilidade dos contratos.

Fonte - Do autor

Figura 62 – Técnica *Scatter Plot*: Análise dos dados do contrato selecionado.

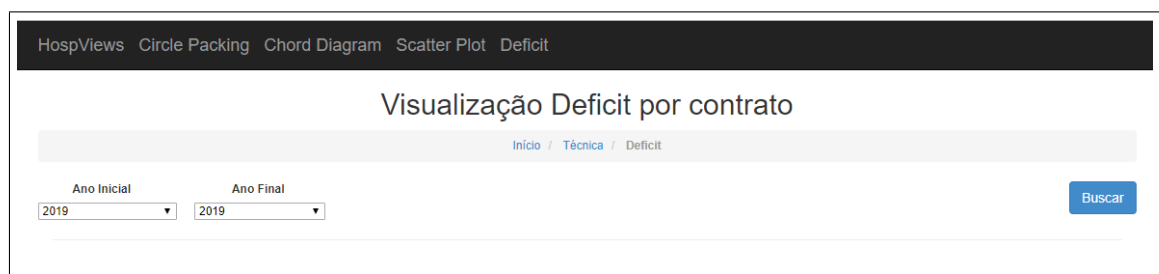
Fonte - Do autor

Figura 63 – Análise comparativa entre o contrato selecionado e contratos com números próximos de beneficiários.



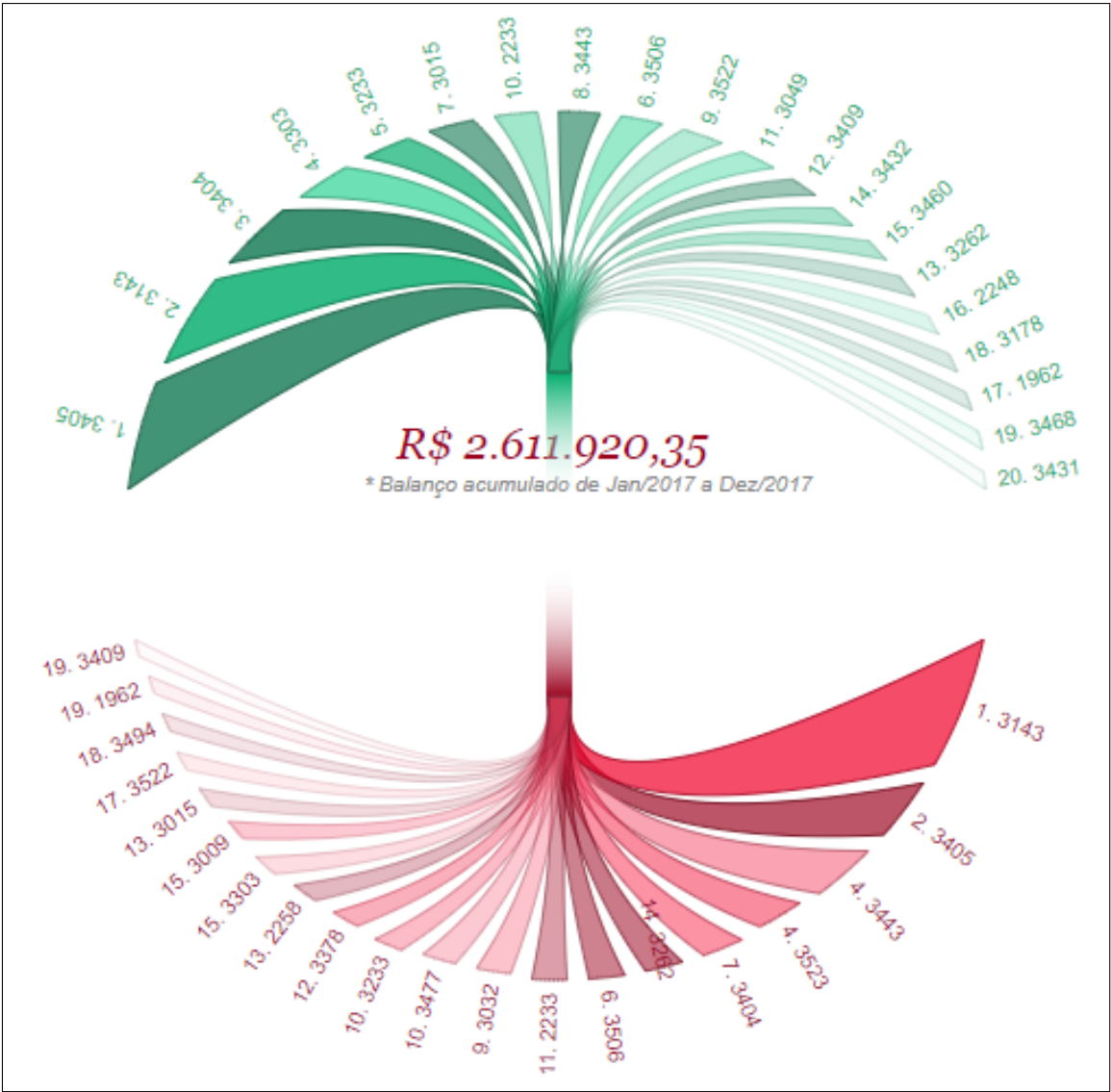
Fonte - Do autor

Figura 64 – Técnica *Trade Deficit*.



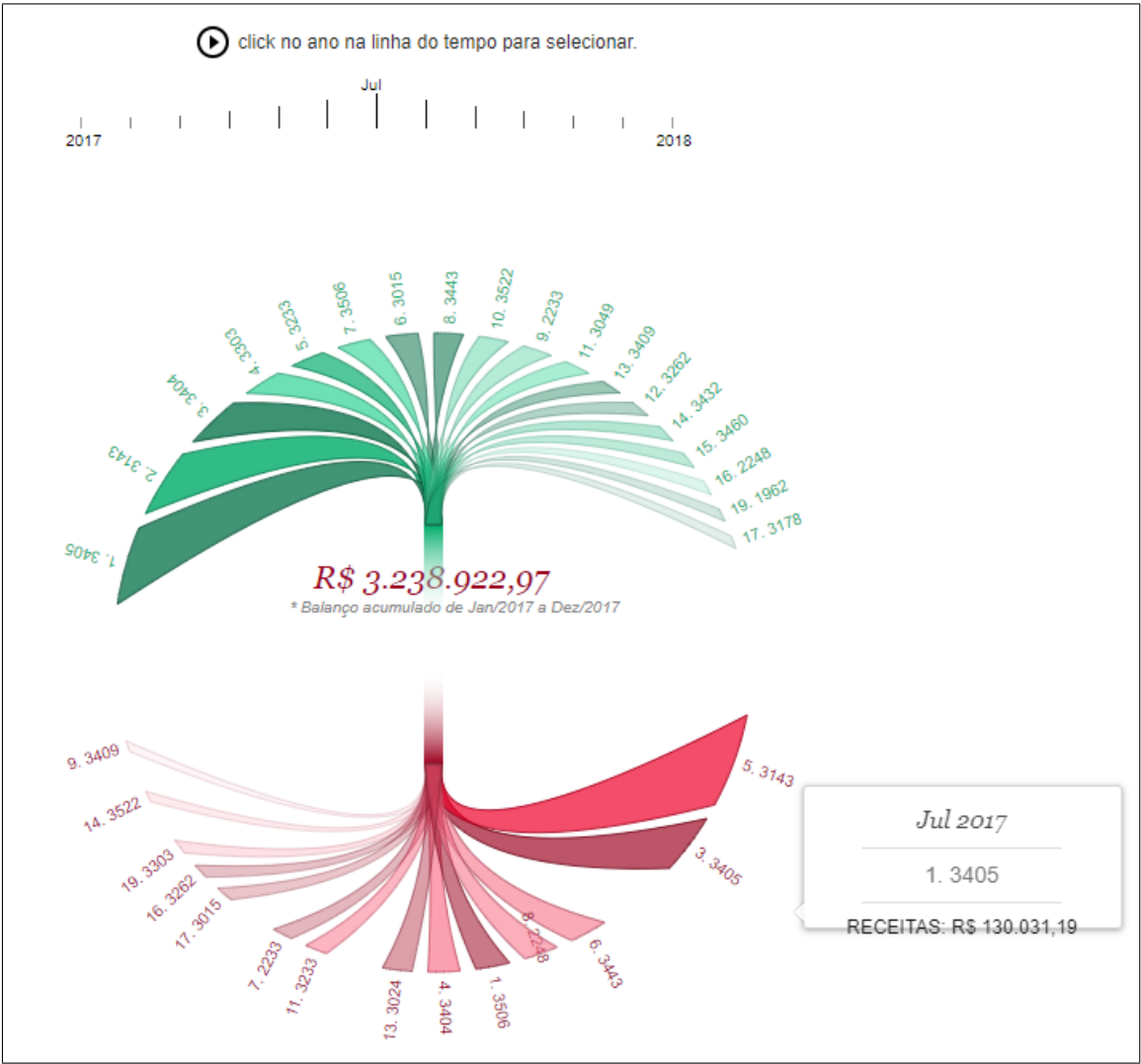
Fonte - Do autor

Figura 65 – Técnica *Trade Deficit*: Análise mensal, por contrato, das receitas e despesas que a cooperativa tem com o atendimento aos beneficiários



Fonte - Do autor

Figura 66 – Técnica *Trade Deficit*: Análise da receita de um contrato selecionado



Fonte - Do autor

6 Resultados

6.1 Considerações iniciais

Neste capítulo serão apresentados os resultados do teste qualitativo realizado no estudo de caso. Para cada funcionalidade descrita no item 6.3 do Capítulo 6, serão apresentadas as análises de situações que beneficiam a organização de saúde assim como situações distorcidas que necessitam de uma investigação mais profunda.

6.2 Resultados

A aplicação foi disponibilizada aos gestores e ao setor de tecnologia da informação de uma organização de saúde, que possui 499 prestadores de serviços, divididos em cooperados, clínicas médicas, laboratórios, hospitais, auxiliares e centros de diagnósticos por imagens e que presta serviço a 54118 beneficiários diretamente ligados à organização.

A avaliação da aplicação foi realizada por 6 pessoas, sendo 5 do sexo masculino e uma do sexo feminino entre 21 e 55 anos de idade. Destes, um é gerente administrativo, dois são supervisores e 3 são analistas de sistemas. Todos os participantes possuem curso de graduação sendo que dois participantes possuem especialização. Quanto à área de conhecimento em gestão, apenas um participante não tem conhecimento algum em gestão de organizações de saúde. Todos os participantes possuem conhecimento em tecnologia da informação e pertencem à mesma organização de saúde.

Em reunião foi apresentado, aos participantes, uma breve descrição do objetivo da aplicação, como acessá-la e como manuseá-la. Após a utilização da aplicação, foi realizada uma reunião para discutir as análises de cada participante e chegou-se na divisão entre melhor caso e pior caso para cada requisito.

6.2.1 Análise das solicitações de exames realizados por prestadores em que o próprio prestador é o executante

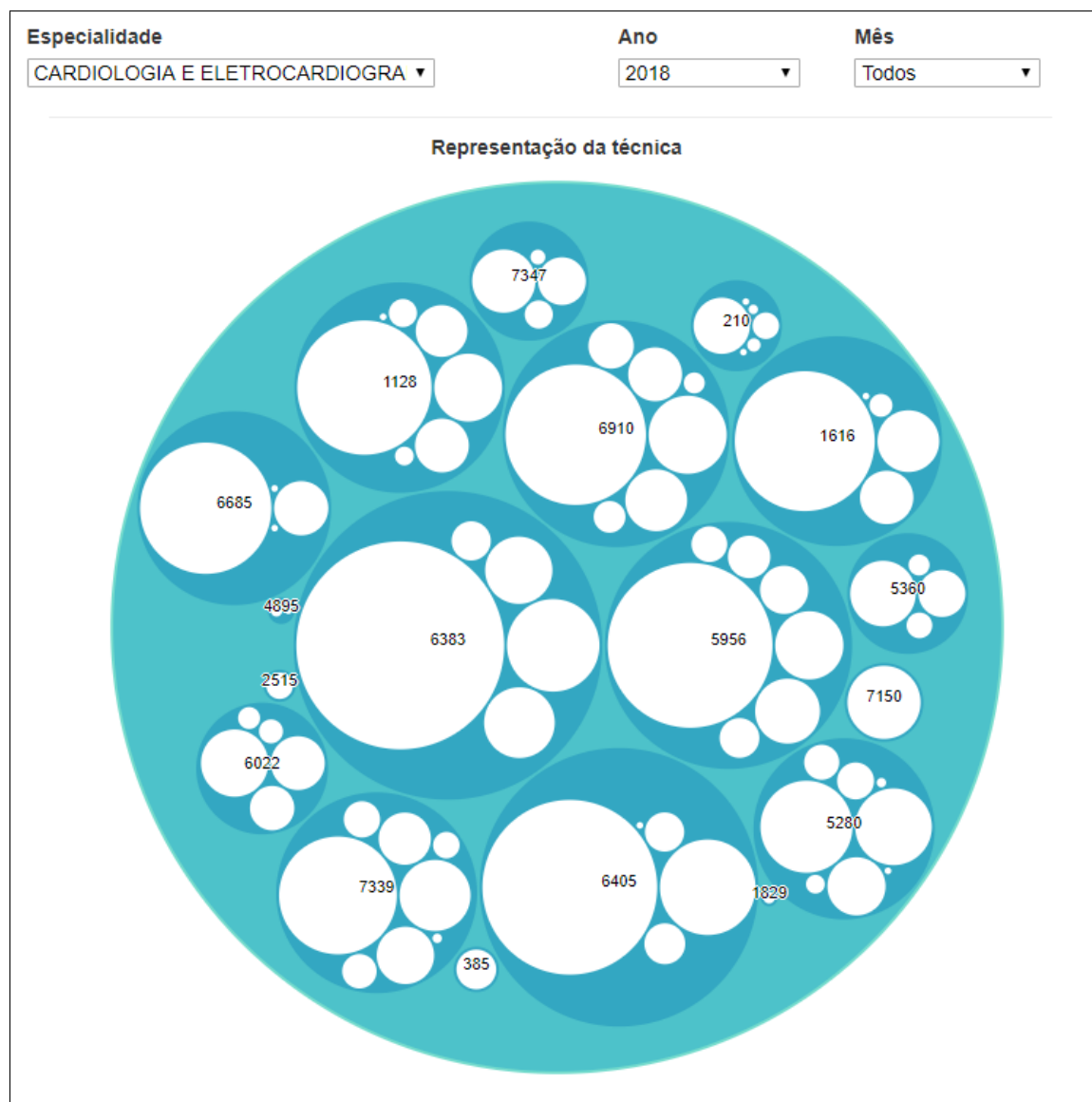
Com o resultado da técnica de visualização *Circle Packing*, busca-se analisar de forma quantitativa os procedimentos solicitados por profissionais licenciados e que tem como executante o próprio profissional solicitante. Para a realização da análise em questão buscou-se os dados referentes ao ano de 2018.

6.2.1.1 Análise do resultado no melhor caso

A Figura 67 ilustra a visualização resultante para análise comparativa dos profissionais com especialidade em cardiologia e eletrocardiografia. Apesar de existir um profissional que se destaca um pouco mais, nota-se que existe uma homogeneidade na quantidade de procedimentos solicitados pelos especialistas em cardiologia e eletrocardiografia, isto é bom pois demonstra que

não está ocorrendo de forma exacerbada uma quantidade discrepante de solicitações de exames pelos profissionais, respeitando a ética e demonstrando um comprometimento com os custos da organização.

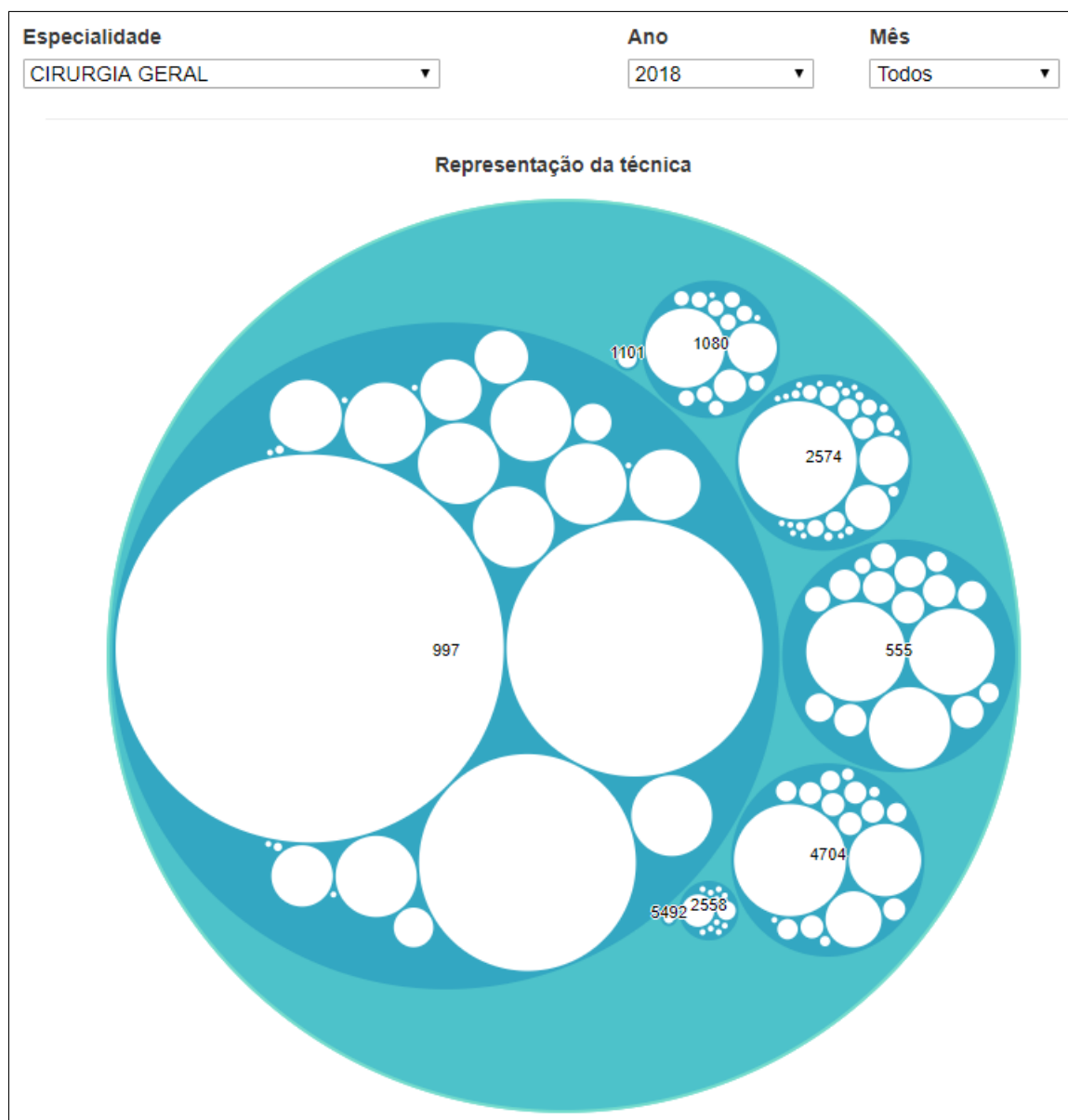
Figura 67 – Resultado da técnica *Circle Packing* no melhor caso



6.2.1.2 Análise do resultado no pior caso

A Figura 68 ilustra a visualização resultante para análise comparativa dos profissionais com especialidade em cirurgia geral. Nota-se que existe um profissional que se destaca em relação aos demais. Não é possível identificar se está havendo solicitação de procedimentos de forma exagerada para benefício próprio, porém demonstra que há uma necessidade de análise mais profunda. Esta situação sugere algumas questões, para a gestão da organização, que necessitam de uma auditoria, sendo elas:

- Falta qualificação para os demais profissionais ?
- Está havendo um auto beneficiamento financeiro ?
- O valor pago pela organização de saúde não está coerente com a expectativa ?
- Falta de interesse em se manter como licenciado ?

Figura 68 – Resultado da técnica *Circle Packing* no pior caso

Fonte - Do autor

6.2.2 Análise das solicitações de exames realizados por prestadores e que são executados por outros prestadores.

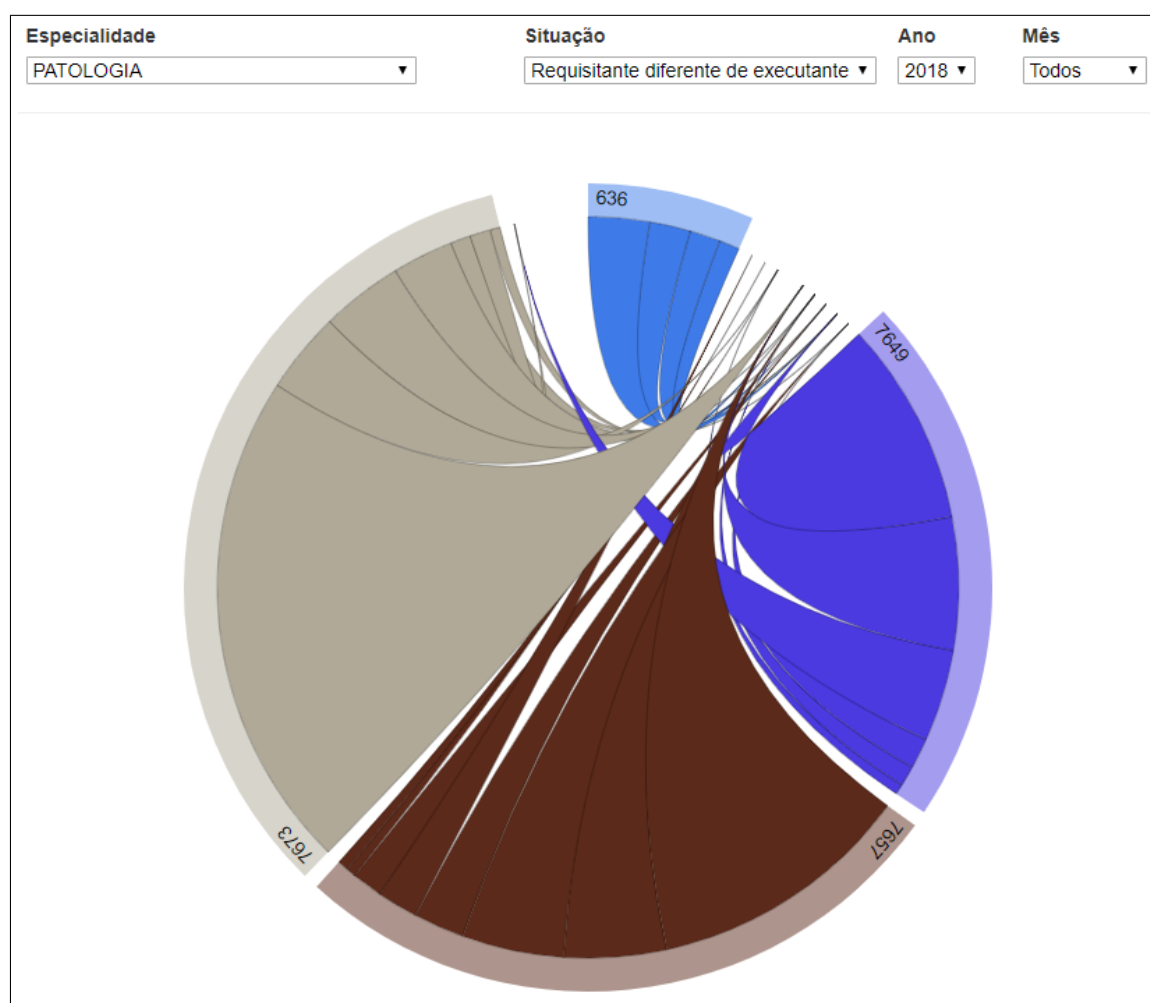
Para analisar o volume de solicitações de procedimentos realizados por profissionais licenciados e que são executados por outros profissionais, buscou-se como resultado, a utilização

da técnica de visualização *Chord Diagram*. Para a realização da análise, foi considerado todas as solicitações realizadas durante o ano de 2018.

6.2.2.1 Análise do resultado no melhor caso

A Figura 69 ilustra a visualização resultante para análise comparativa dos profissionais com especialidade em patologia. Nota-se que não há favorecimento com relação aos profissionais executantes, pois o mesmo profissional solicitante esta se relacionando com diversos profissionais executantes. Esta é uma prática ética, pois deixa a escolha do beneficiário o local da execução do procedimento, sem indicação pelo solicitante.

Figura 69 – Resultado da técnica *Chord Diagram* no melhor caso



Fonte - Do autor

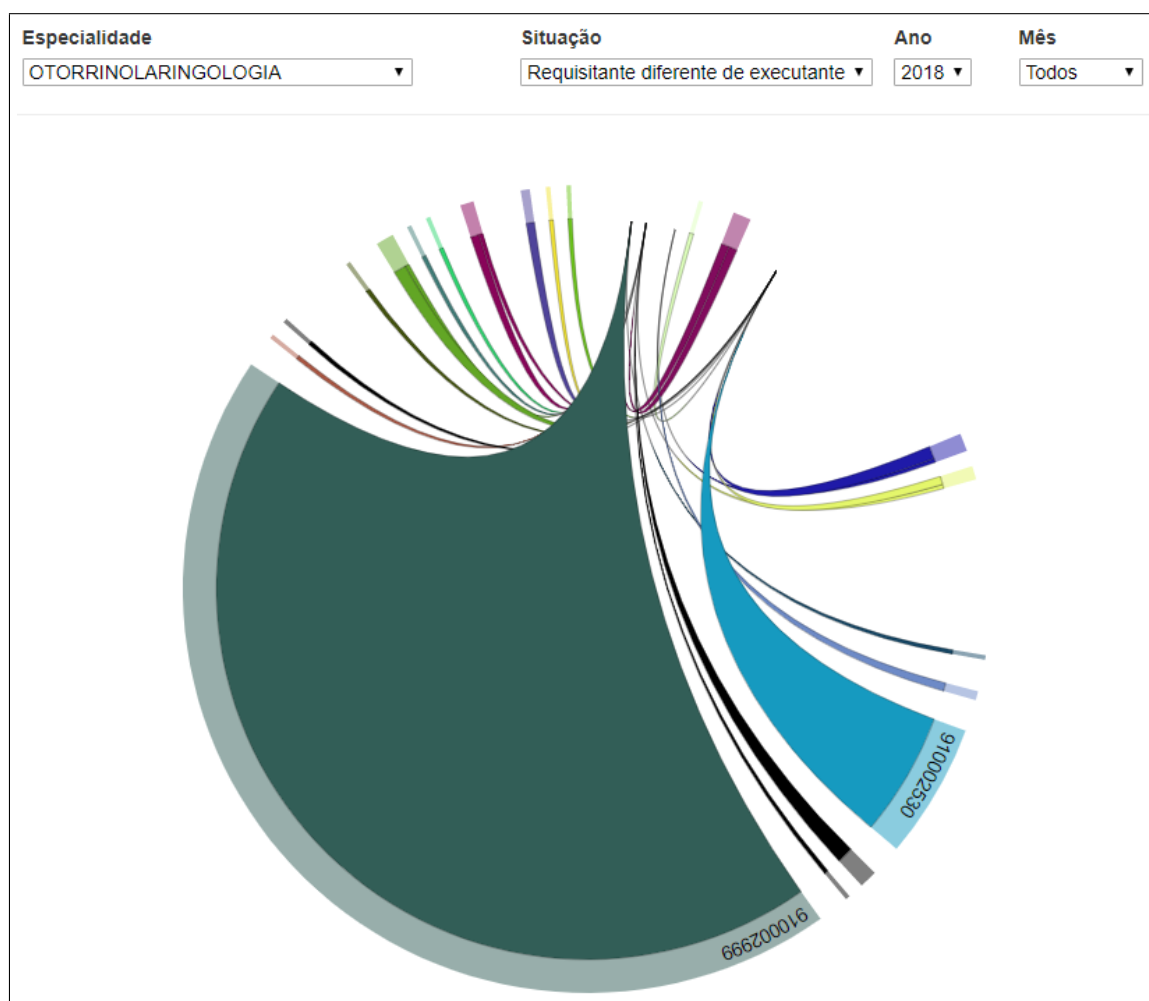
6.2.2.2 Análise do resultado no pior caso

A Figura 70 ilustra a visualização resultante para análise comparativa dos profissionais com especialidade otorrinolaringologia. Nota-se a existência de uma relação grande entre um solicitante e um executante, pois todas as solicitações foram executadas por um único executante, o que sugere uma investigação mais profunda. Com esta prática não é possível identificar a existência de conluíus entre os profissionais ou até mesmo se há um benefício financeiro para

ambos. Esta situação sugere algumas questões, para a gestão da organização, que necessitam ser investigadas, sendo elas:

- Existe grau de parentesco entre os profissionais ?
- Está ocorrendo indicação por parte do profissional solicitante, se sim qual o motivo ?
- Existe participação no lucro do executante por parte do solicitante ?

Figura 70 – Resultado da técnica *Chord Diagram* no pior caso



Fonte - Do autor

6.2.3 Análise da viabilidade dos contratos

O resultado da técnica de visualização *Scatter Plot*, permite analisar a viabilidade dos contratos que as empresas possuem com a organização de saúde. Mês a mês é possível analisar a evolução das receitas e das despesas de cada contrato, possibilitando tomar decisões junto à empresa contratante como o objetivo de viabilizar os contratos que estão dando prejuízo e também ajudar a evitar um aumento considerável do valor do contrato para as empresas que estão dando lucro. Juntamente com a técnica do *Scatter Plot*, utilizou-se um gráfico de linhas que permite realizar um comparativo com outros contratos que possuem características similares quanto ao número de beneficiários, serão considerados similares os contratos com mesmo número de beneficiários ou com 10 beneficiários para mais ou 10 para menos quando comparado com o contrato selecionado. Para a análise, foi considerado todas as receitas e despesas durante o ano de 2018.

6.2.3.1 Análise do resultado no melhor caso

Um contrato extremamente viável para a organização de saúde é demonstrado por meio da visualização resultante conforme ilustra a Figura 71. Para mostrar a viabilidade do contrato foi apresentado as informações referentes aos meses de janeiro, maio, agosto e dezembro, sendo este último o ápice da receita.

A utilização do *Scatter Plot* permite a análise mensal dos contratos, portanto para ter uma visão global utilizou-se o gráfico de linhas conforme ilustra a Figura 72 que permite analisar a evolução do contrato ao longo do ano de 2018. Pode se notar que em nenhum momento as despesas foram maiores que as receitas. Este tipo de contrato é extremamente importante para a organização, pois além de ser rentável, impacta positivamente nos custos quando há necessidade de contrabalancear com os outros contratos que não são tão viáveis.

6.2.3.2 Análise do resultado no pior caso

A Figura 73 ilustra a visualização resultante para análise de viabilidade de um contrato, em destaque, que deu um grande prejuízo para a organização. Foi apresentado as informações referentes aos meses de fevereiro, quando iniciou a elevação das despesas, junho e julho que apresentou uma alta considerável nas despesas e, por fim, agosto que foi o ápice das despesas. A Figura 74 ilustra a evolução total do contrato ao longo do ano de 2018 e faz um comparativo com outros contratos com o número aproximado de beneficiários. Mesmo depois de passado os meses de altas despesas, o valor das receitas não conseguiu restabelecer a viabilidade do contrato. Para esta situação cabe uma tomada de decisão importante, pois impacta profundamente no custo da organização de saúde.

6.2.4 Análise mensal das receitas adquiridas pela cooperativa e despesas que a cooperativa tem com os atendimentos aos pacientes vinculados aos contratos

Com objetivo de demonstrar que a organização de saúde está operando com superávit, buscou-se como resultado, a utilização da técnica de visualização *Trade Deficit*. Para a análise,

foi considerado o valor das receitas e despesas acumulado por contrato para cada mês durante o ano de 2018.

6.2.4.1 Análise do resultado no melhor caso

Para análise do melhor caso, foram selecionados todos os contratos que contribuíram com mais receitas do que despesas, obtendo um total de 260 contratos. O objetivo é analisar a evolução do ranking dos 28 melhores contratos e por fim o superávit por meio do balanço acumulado financeiro de todos os contratos selecionados. A Figura 75 ilustra a posição dos contratos e o balanço acumulado em janeiro de 2018 e dezembro de 2018.

Nota-se que a maioria dos 28 melhores contratos também estão relacionados entre os que dão mais despesas, tanto em janeiro quanto em dezembro, o que se justifica, pois, um contrato bom possui uma quantidade grande de beneficiários e automaticamente mais utilização de recursos na área da saúde, porém ao analisar a espessura das cordas na parte de baixo do gráfico, percebe-se que o gerenciamento da utilização dos recursos estão sendo monitoradas pela empresa contratante, pois não há exageros nas despesas, isso contribui positivamente para o controle de custo da organização de saúde.

6.2.4.2 Análise do resultado no pior caso

Para análise do pior caso, foram selecionados todos os contratos que contribuíram com mais despesa do que receitas, obtendo um total de 32 contratos. O objetivo é analisar a evolução do ranking dos 28 piores contratos e por fim o déficit por meio do balanço acumulado financeiro de todos os contratos selecionados. A Figura 76 ilustra a posição dos contratos e o balanço acumulado em janeiro de 2018 e dezembro de 2018.

A ordem dos contratos por despesa meio que se equipara com a ordem de receita, esse fato não traz muitos benefícios para a organização de saúde, pois se houver algum beneficiário que utilize demasiadamente os serviços médicos e hospitalares, ocorrerá uma discrepância grande entre as receitas e despesas, como ocorre no contrato 3356, que em janeiro estava na 14 posição de receitas e na 7 posição entre os contratos com maiores despesas e em dezembro também não foi diferente, piorando um pouco mais com relação à posição nas despesas. Um ponto importante a ser observado é que os valores acumulados ao longo de 2018 no melhor caso são bem superiores ao pior caso, o que permite manter os contratos que estão dando prejuízos até obter uma análise mais apurada sobre a viabilidade desses contratos.

6.3 Considerações finais

As pessoas envolvidas com a utilização e avaliação do HospViews demonstraram satisfação com a utilização da aplicação, elas afirmaram que por meio das técnicas utilizadas conseguiram visualizar informações de uma forma mais clara para que o gestor possa identificar rapidamente o que esta gerando lucros o que esta gerando prejuízos para a organização de saúde.

Houve um entendimento que o aplicativo não visa classificar o que é bom ou o que é ruim para o gerenciamento dos custos da empresa e sim mostrar informações mais claras, e que

por meio de uma análise mais aprofundada pode-se encontrar possíveis problema que impactam diretamente na parte financeira, assim como encontrar informações que são extremamente benéficas.

A relação entre as técnicas utilizadas e os requisitos funcionais foram atestadas como corretas pelos avaliadores, porém uma observação com relação à técnica Trade Defict foi feita, e no relato o avaliador considera que é uma técnica que possui um aspecto visual de grande impacto mas que funcionalmente não traz muitos benefícios.

Figura 71 – Resultado da técnica *Scatter Plot* no melhor caso

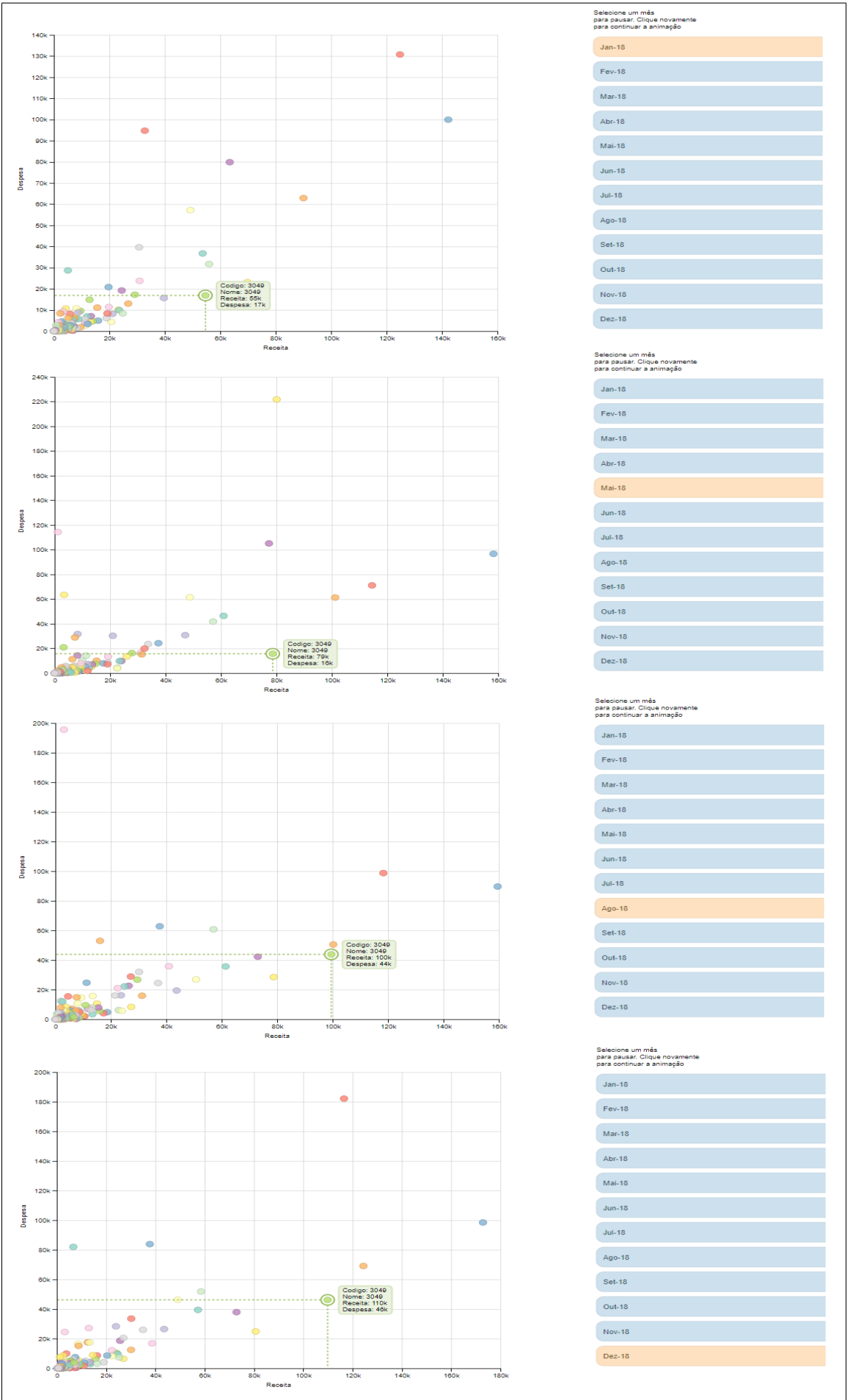
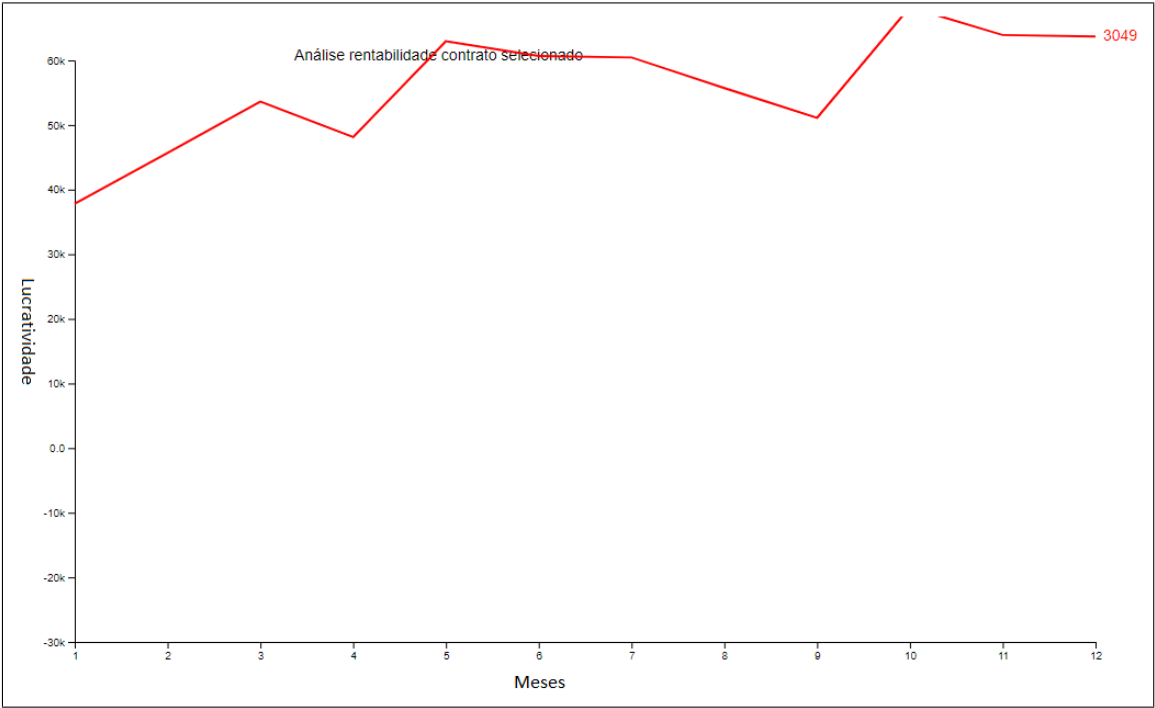


Figura 72 – Comparativo entre contratos com similaridade de número de beneficiários



Fonte - Do autor

Figura 73 – Resultado da técnica *Scatter Plot* no pior caso

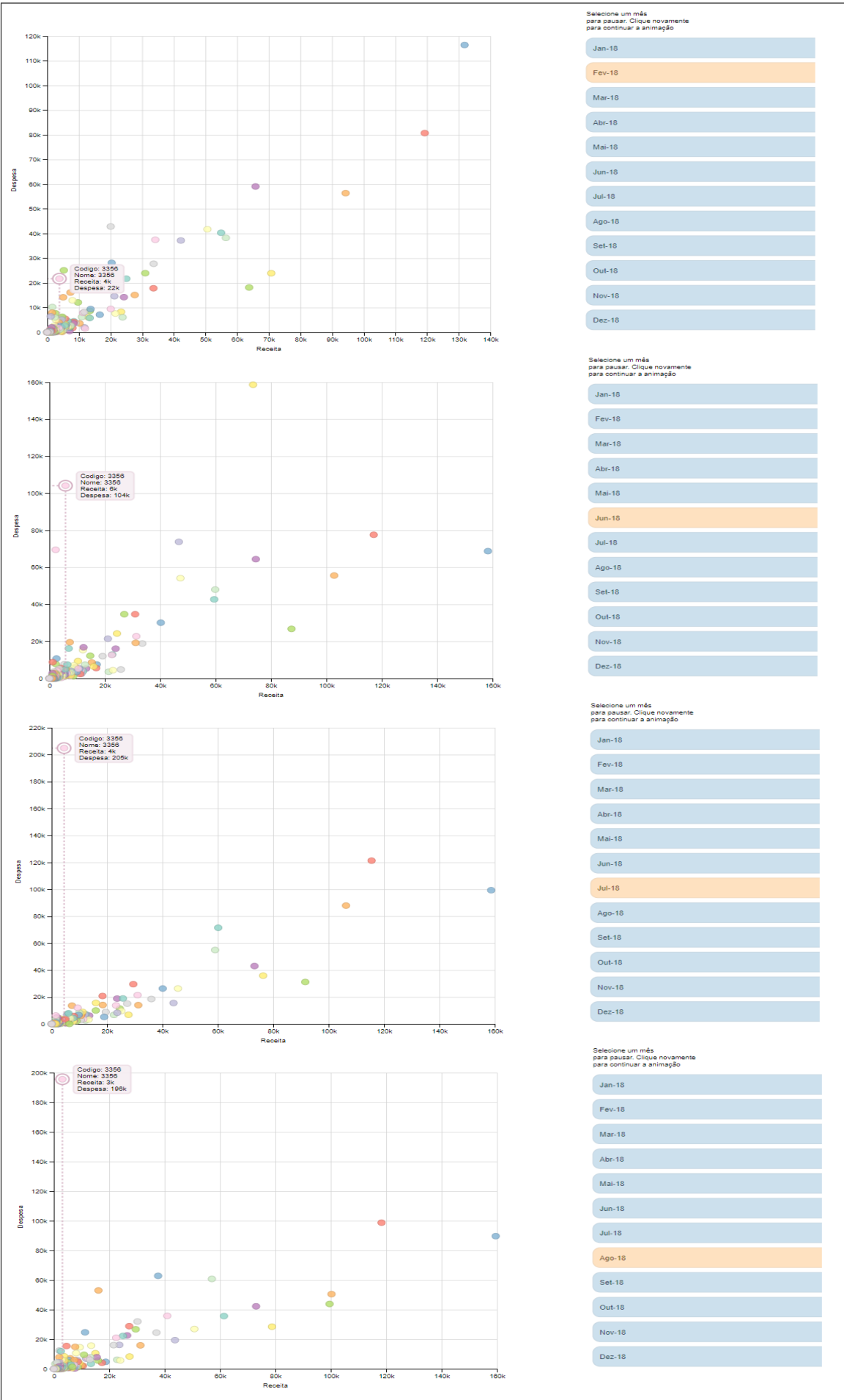
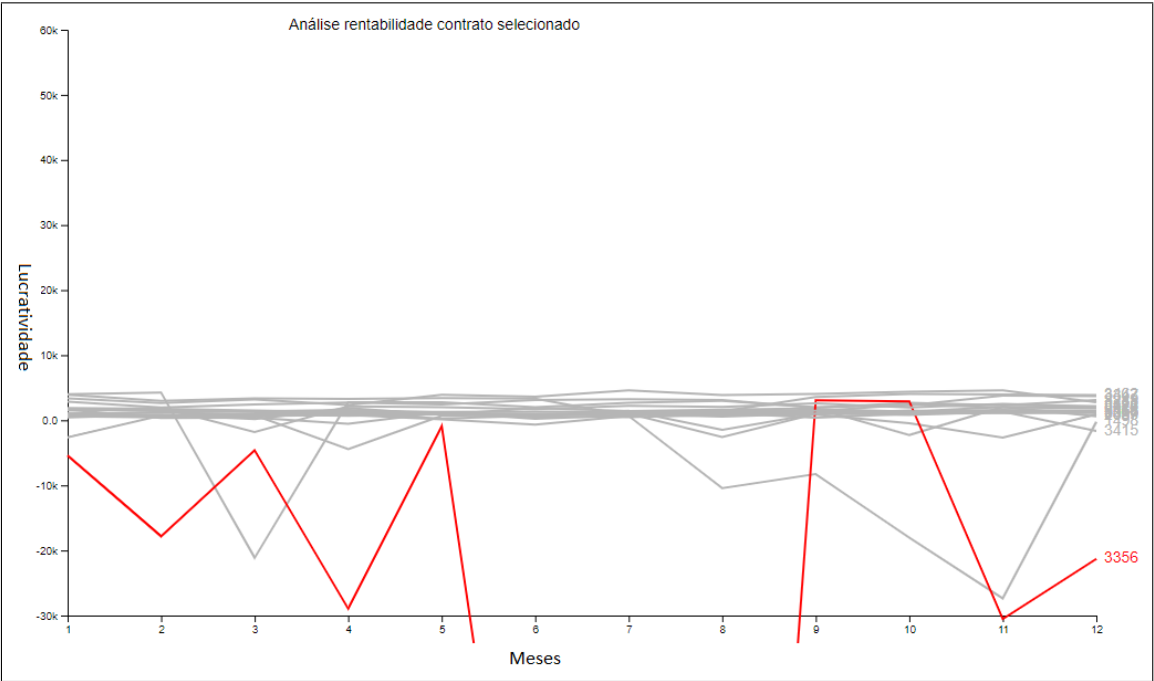
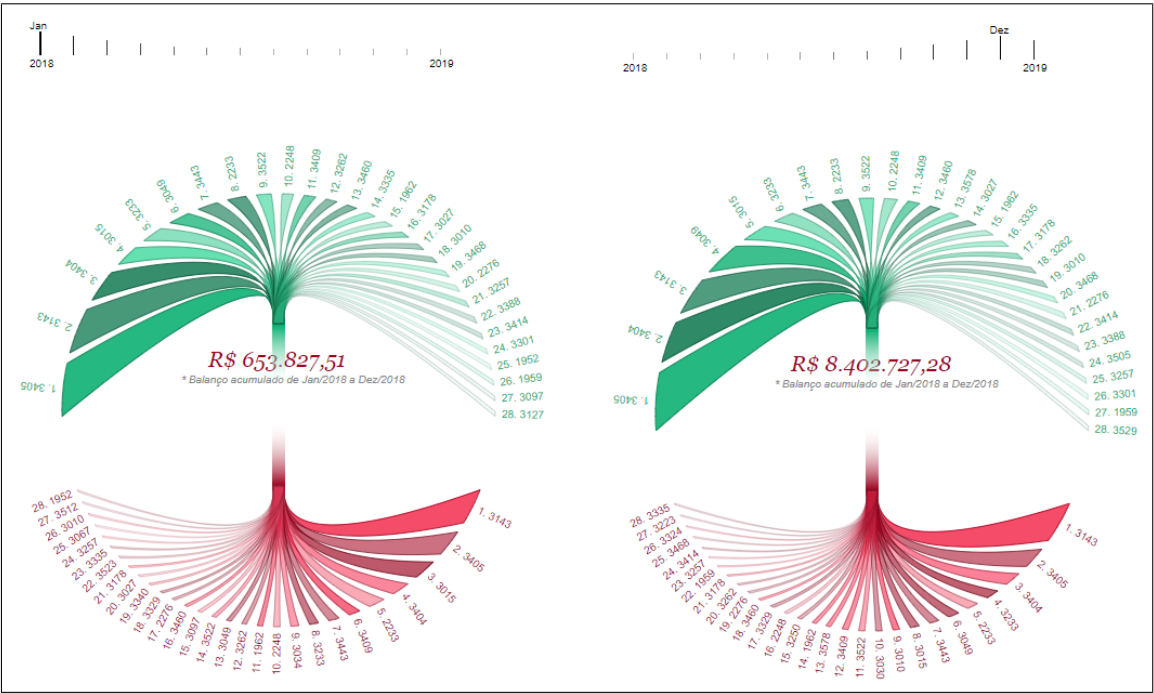


Figura 74 – Comparativo do contrato selecionado no pior caso com os contratos com similaridade de número de beneficiários



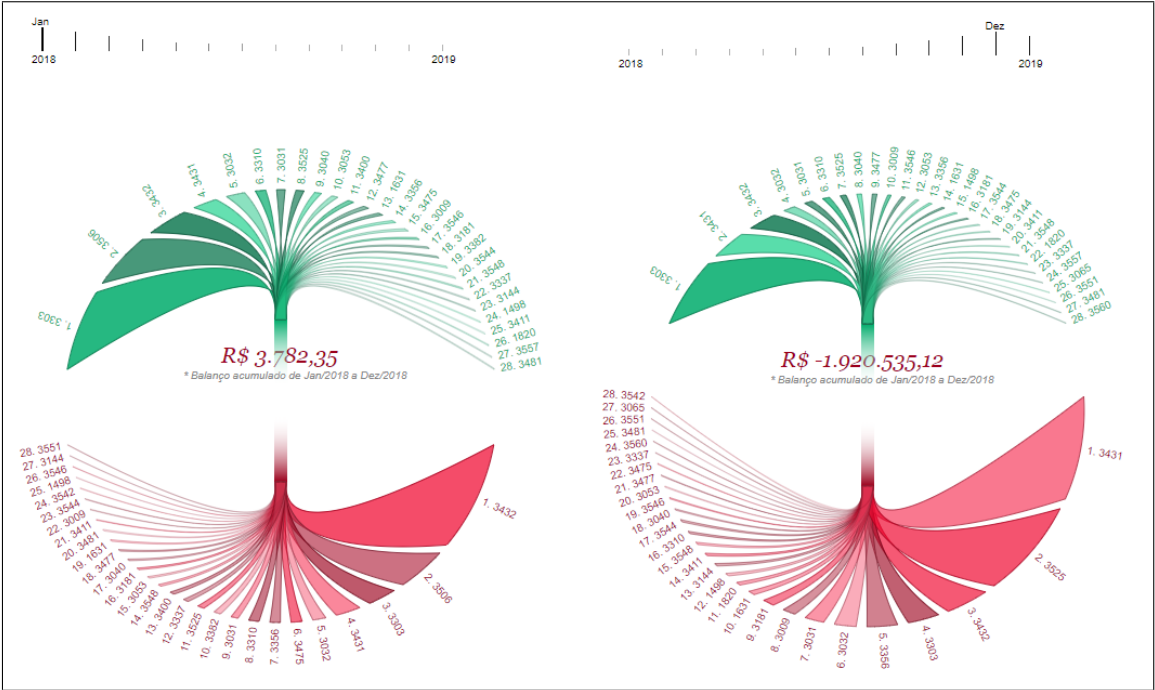
Fonte - Do autor

Figura 75 – Resultado da técnica *Trade Deficit* no melhor caso



Fonte - Do autor

Figura 76 – Resultado da técnica *Trade Deficit* no pior caso



Fonte - Do autor

7 Conclusão

Nos estudos realizados e que estão apresentados neste trabalho fica claro a grande preocupação em torno da saúde, e isto traz grandes desafios às organizações que buscam constantemente melhorias em prol das pessoas, porém estes esforços trazem consigo uma necessidade de grandes investimentos de ordem financeira e conseqüentemente uma grande preocupação com a gestão de custo das organizações de saúde para que elas consigam manter o nível de qualidade no atendimento a um valor acessível. Portanto foi possível investigar nos estudos que as tecnologias colaboram de forma muito positiva para melhorar a qualidade do tratamento com a saúde das pessoas assim como melhorar a gestão das organizações de saúde.

A base de dados de um HIS é uma fonte inesgotável de informações e a possibilidade de utilizar recursos visuais para representar estas informações, aumenta seu nível de entendimento por permitir sintetizar e demonstrar grandes volumes de dados de uma forma mais clara.

Afim de possibilitar uma melhor gestão das organizações de saúde, este trabalho apresentou uma aplicação que combinou três fatores como segue:

- Grande volume de dados:
Os dados para a análise foram extraídos de uma base de dados real disponibilizada por uma organização de saúde;
- Requisitos funcionais:
Foi realizado o levantamento dos requisitos que impactam no gerenciamento dos custos e que devido ao grande volumes de dados gera uma esforço muito grande para se obter informações precisas;
- Técnicas de visualização:
Com as técnicas de visualização a aplicação conseguiu minimizar o tempo de análise, mostrando de forma mais clara as informações.

Embora a aplicação esta sendo utilizada em uma única organização de saúde, trata-se de um sistema que visa responder problemas comuns em cooperativas de trabalhos médicos, portanto a utilização em outras organizações é perfeitamente possível.

Ao fim do desenvolvimento da aplicação forma executados diversas análise pelo gestor, que demonstrou satisfação com relação à ferramenta e com os resultados obtidos, relatando que houve descoberta de novas informações que ajudam na gestão financeira da empresa e que é uma ferramenta que pode ser aplicada na prática profissional.

7.1 Principais resultados encontrados

- Constatação da existência de relações fortes entre os licenciados de mesma especialidade e também de especialidades diferentes;

- Constatação da existência de muitas solicitações de exames que são executados pelo mesmo solicitante. Foi realizado comparações entre licenciados com mesma especialidade e foi detectado alguns possíveis exageros passíveis de uma análise mais profunda;
- Os contratos com a organização de saúde são rentáveis, mesmo com a existência de alguns casos que dão um certo prejuízo;

7.2 Trabalhos futuros

Com o objetivo de aperfeiçoar a aplicação, pretende-se desenvolver novos recursos interativos como filtros de dados, representações analíticas de determinados dados e também a possibilidade de múltiplas visões.

Pretende-se também, implantar a ferramenta em outras organizações com o objetivo de fortalecer a aplicação e demonstrar sua eficácia como ferramenta a ser utilizada na prática profissional, assim como a aplicação de questionários, como metodologia de avaliação, a ser respondida pelos avaliadores.

Aperfeiçoar a aplicação por meio de outras técnicas de visualização que permitam explorar ainda mais o conjunto de dados do HIS.

Referências

- AHMED, A. et al. Information technology: A means of quality in healthcare. In: *Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010 3rd IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 9, p. 26–30. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 34.
- BACHOUCH, R. B.; GUINET, A.; HAJRI-GABOUJ, S. An integer linear model for hospital bed planning. *International Journal of Production Economics*, v. 140, n. 2, p. 833 – 843, 2012. ISSN 0925-5273. Sixteenth international working seminar on production economics, Innsbruck, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527312003325>>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 34.
- BAYTAS, I. M. et al. Phenotree: Interactive visual analytics for hierarchical phenotyping from large-scale electronic health records. *IEEE Transactions on Multimedia*, v. 18, n. 11, p. 2257–2270, Nov 2016. ISSN 1520-9210. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 34.
- BOHADA, J. A.; RIAÑO, D.; LÓPEZ-VALLVERDÚ, J. A. Automatic generation of clinical algorithms within the state-decision-action model. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 12, p. 10709 – 10721, 2012. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412004691>>. Citado na página 34.
- BYRD, L. W. et al. Investigating the mediating effect of the accuracy of information in the relationship between it and the quality of healthcare in hospitals. In: *System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–11. ISSN 1530-1605. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18 e 33.
- CHEN, G. s. On the supply chain management of public hospital materials. In: *E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE), 2010 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–4. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 33.
- CROON, R. D.; KLERKX, J.; DUVAL, E. Design and evaluation of an interactive proof-of-concept dashboard for general practitioners. In: *Healthcare Informatics (ICHI), 2015 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 150–159. Citado 3 vezes nas páginas 31, 33 e 59.
- DBMaker. *DBMaker*. 2019. Disponível em: <<http://www.dbmaker.com>>. Citado na página 71.
- FERRÃO, J. C. et al. Clinical coding support based on structured data stored in electronic health records. In: *Bioinformatics and Biomedicine Workshops (BIBMW), 2012 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 790–797. Citado na página 33.
- HUI, Q. et al. An exploration of hospital management innovation with patient perceived value: Based on the study in taizhou hospital of zhejiang province. In: *Product Innovation Management (ICPIM), 2011 6th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 108–111. Citado na página 33.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- JING, X.; CIMINO, J. A complementary graphical method for reducing and analyzing large data sets: Case studies demonstrating thresholds setting and selection. *Methods of Information in Medicine*, v. 53, n. 3, p. 173–185, 2014. Cited By 1. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84901485425&partnerID=40&md5=e7ad53415f8a28111af5987cd7d2f98c>>. Citado na página 20.

- KIRK, A. *Data Visualization: A Successful Design Process*. Packt Pub., 2012. (Community experience distilled). ISBN 9781849693479. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=I4qBVLfD3t4C>>. Citado 15 vezes nas páginas 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 e 51.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. 2007. Citado 3 vezes nas páginas 22, 23 e 24.
- KLAUSNER, S. et al. ProPath - a guideline based software for the implementation into the medical environment. In: *Humanitarian Technology Conference - (IHTC), 2014 IEEE Canada International*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–6. Citado na página 33.
- LIN, W. et al. A cloud-based framework for home-diagnosis service over big medical data. *Journal of Systems and Software*, v. 102, p. 192 – 206, 2015. ISSN 0164-1212. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121214001368>>. Citado na página 34.
- MANTZANA, V.; KOUMADITIS, K.; THEMISTOCLEOUS, M. Is soa a solution to healthcare information systems interoperability? In: *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–4. ISSN 2168-2194. Citado 5 vezes nas páginas 18, 19, 27, 28 e 33.
- MEEKS, E. *D3.js in Action: Data Visualization With Javascript*. Manning Publications Company, 2017. ISBN 9781617294488. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UeUQMQAACAAJ>>. Citado na página 72.
- MUNZNER, T. *Visualization Analysis & Design*. [S.l.]: AK Peters, 2014. ISBN 9781466508910. Citado 11 vezes nas páginas 36, 42, 43, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54 e 55.
- OLSZAK, C. M.; BATKO, K. The use of business intelligence systems in healthcare organizations in poland. In: *Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2012 Federated Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 969–976. Citado 8 vezes nas páginas 16, 17, 18, 28, 33, 67, 68 e 69.
- RADIAL reingoldtilford tree. 2016. Disponível em: <<http://bl.ocks.org/mbostock/4063550>>. Citado na página 31.
- RIEHMANN, P.; HANFLER, M.; FROEHLICH, B. Interactive sankey diagrams. In: *Proceedings of the Proceedings of the 2005 IEEE Symposium on Information Visualization*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2005. (INFOVIS '05), p. 31–. ISBN 0-7803-9464-x. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/INFOVIS.2005.21>>. Citado na página 31.
- RODRIGUES, G. G. R. J.; ALMEIDA, G. *Setting up Healthcare Services Information Systems: A Guide for Requirement Analysis, Application Specification, and Procurement*. [S.l.: s.n.], 1999. ISBN 92 75 12266 0. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 34.
- RODRIGUEZ-MARTINEZ, M. et al. Medbook: A cloud-based healthcare billing and record management system. In: *Cloud Computing (CLOUD), 2012 IEEE 5th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 899–905. ISSN 2159-6182. Citado 4 vezes nas páginas 19, 33, 67 e 68.
- SANTOS, D. G. S. dos. Process management systems and public healthcare in brazil: Technology to improve service delivery. In: *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2010 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1339–1343. ISSN 2157-3611. Citado 3 vezes nas páginas 16, 28 e 33.
- SARIKAYA, A.; GLEICHER, M. Scatterplots: Tasks, data, and designs. *IEEE Transactions on Visualization Computer Graphics*, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 24, n. 01, p. 402–412, jan 2018. ISSN 1077-2626. Citado na página 31.

SHI, D.; ZURADA, J.; GUAN, J. A neuro-fuzzy system with semi-supervised learning for bad debt recovery in the healthcare industry. In: *System Sciences (HICSS), 2015 48th Hawaii International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 3115–3124. ISSN 1530-1605. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 33.

SILVA, M. *Bootstrap 3.3.5 Aprenda a usar o framework Bootstrap para criar layouts CSS complexos e responsivos*. [S.l.]: Novatec Editora Ltda, 2015. ISBN 9788575224601. Citado na página 71.

STEURBAUT, K. et al. Design and evaluation of a service oriented architecture for paperless icu tariffication. *Journal of Medical Systems*, v. 36, n. 3, p. 1403–1416, 2012. Cited By 2. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84864036263&partnerID=40&md5=0eff07ebd19a16e0b9500c18f0d3232d>>. Citado na página 34.

SUEBSIN, C.; GERDSRI, N. Lessons learned from it adoption in healthcare organizations: A comparative study. In: *2011 Proceedings of PICMET '11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–10. ISSN 2159-5100. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18 e 34.

TRINA, C.; GREGORY, D. *DATA + DESIGN A simple introduction to preparing and visualizing information*. [S.l.: s.n.], 2017. Citado 5 vezes nas páginas 38, 39, 42, 48 e 52.

TSUMOTO, S.; HIRANO, S. Data mining oriented software quality estimation. *Procedia Computer Science*, v. 91, p. 1028 – 1037, 2016. ISSN 1877-0509. Promoting Business Analytics and Quantitative Management of Technology: 4th International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2016). Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916313345>>. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 33.

TUKEY, J. W. *Exploratory Data Analysis*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1977. Citado 2 vezes nas páginas 75 e 76.

VICTORA, C. G. et al. Health conditions and health-policy innovations in brazil: the way forward. *The Lancet*, v. 377, n. 9782, p. 2042 – 2053, 2011. ISSN 0140-6736. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014067361160055X>>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 34.

VUCETIC, M.; UZELAC, A.; GLIGORIC, N. E-health transformation model in serbia: Design, architecture and developing. In: *Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 566–573. Citado na página 33.

W3SCHOOLS. *W3Schools*. 2019. Disponível em: <<http://www.w3schools.com>>. Citado 2 vezes nas páginas 71 e 72.

WANG, C. F. et al. A visual analysis approach to cohort study of electronic patient records. In: *Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), 2014 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 521–528. Citado 4 vezes nas páginas 33, 60, 61 e 62.

WARE, C. *Information Visualization: Perception for Design*. Elsevier Science, 2012. (Interactive Technologies). ISBN 9780123814654. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UpYCSS6smnAC>>. Citado 4 vezes nas páginas 36, 38, 46 e 49.

WONGSUPHASAWAT, K.; SHNEIDERMAN, B. Finding comparable temporal categorical records: A similarity measure with an interactive visualization. In: *Visual Analytics Science and Technology, 2009. VAST 2009. IEEE Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 27–34. Citado 4 vezes nas páginas 33, 57, 58 e 59.

World Health Statistics. *WHO / World Health Statistics 2010*. 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/countries/en/>>. Citado na página 16.

YESHA, R.; GANGOPADHYAY, A.; SIEGEL, E. A graph-based method for analyzing electronic medical records. In: *2015 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1036–1041. Citado 6 vezes nas páginas 31, 33, 61, 63, 64 e 65.

YU, B.; WIJESEKERA, D.; COSTA, P. Consent-based workflow control in {EMRs}. *Procedia Technology*, v. 16, p. 1434 – 1445, 2014. ISSN 2212-0173. {CENTERIS} 2014 - Conference on {ENTERprise} Information Systems / ProjMAN 2014 - International Conference on Project {MANagement} / {HCIST} 2014 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017314003909>>. Citado 8 vezes nas páginas 34, 38, 42, 45, 46, 47, 49 e 50.

ZHANG, Z. et al. The five ws for information visualization with application to healthcare informatics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, v. 19, n. 11, p. 1895–1910, Nov 2013. ISSN 1077-2626. Citado 6 vezes nas páginas 20, 31, 33, 36, 63 e 66.

ZHOU, G.; ZHANG, Y. Design of hospital material financial information management system based on asp.net technology. In: *2011 Second International Conference on Networking and Distributed Computing*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 136–139. ISSN 2165-4999. Citado 3 vezes nas páginas 17, 31 e 33.