A taxonomia de Kirk: um novo olhar para os gráficos estatísticos em periódicos científicos na área de artroscopia médica.

Vanessa Kupczik, **vanessakupczik@gmail.com –** Programa de Pós-Graduação em Design, Departamento de Design do Setor de Artes, Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

Carla G. Spinillo, **cgspin@gmail.com** – Programa de Pós-Graduação em Design, Departamento de Design do Setor de Artes, Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

Resumo

A visualização de dados é utilizada para gerar gráficos com base em dados estatísticos. Estes gráficos são utilizados em estudos científicos para ilustrar, explorar e explicar os dados encontrados. Todavia, pouco se tem estudado sobre a função da visualização de dados em periódicos científicos na perspectiva do design da informação. Este estudo traz um uma breve história dos gráficos, um levantamento de gráficos em nove edições do periódico científico internacional Arthroscopy com base na classificação proposta por Kirk em 2012. Os resultados mostraram a maior incidência de gráficos com propósitos de comunicação de comparação de categorias e mudanças ao longo do tempo. Porém, a classificação de Kirk não contemplou alguns gráficos da amostra. Conclui-se que esta classificação, apesar de pertinente, não foi suficiente para categorizar os gráficos estatísticos da amostra. Com base neste estudo foram propostas novas categorias de gráficos estatísticos para a classificação de Kirk.

***Palavras-chave**: visualização de dados; taxonomia de Kirk; gráficos estatísticos; artroscopia.*

Kirk's taxonomy: a new look at statistical charts in scientific journals in the area of medical arthroscopy.

Abstract

Data visualization is used to generate graphs based on statistical data. These graphs are used in scientific studies to illustrate, explore and explain the data found. However, little has been studied about the function of data visualization in scientific journals from the point of view of information design. This study brings a brief history of graphs, a graphical survey of nine editions of the international scientific journal Arthroscopy based on the classification proposed by Kirk in 2012. The results showed the highest incidence of graphics for communication purposes of comparison of categories and changes over time. However, Kirk's classification did not include some graphs of the sample. It is concluded that this classification, although pertinent, was not enough to categorize the statistical graphs of the sample. Based on this study, new categories of statistical graphs were proposed for the Kirk classification.

Keywords: data visualization; Kirk´s taxonomy; statistical graphs; arthroscopy.

1. INTRODUÇÃO

O design de informação estuda a linguagem visual. Esta, por sua vez, estuda a visualização da informação e de dados. Fazem parte deste último item, os gráficos estatísticos que contêm textos, imagens e esquemas. Estes gráficos são utilizados para explicar e facilitar a transmissão da informação. Além disso, ampliam a compreensão de grande quantidade de dados e, desta forma, ajudam a resolver problemas.

Na área da saúde, a visualização de dados está presente nas pesquisas científicas, nos relatórios, nos estudos de caso e nos periódicos científicos. Os gráficos que ilustram esses estudos são de origem estatística. A partir disso surge a pergunta que o estudo pretende responder: os gráficos estatísticos utilizados em um periódico internacional sobre artroscopia médica podem ser classificados de acordo com a taxonomia criada por um designer de visualização de dados?

O objetivo deste estudo é classificar os tipos de gráficos utilizados no periódico médico de *The Journal of Arthroscopy and Related Surgery* publicados durante 2017 com base na taxonomia de Kirk 2012. Por meio deste estudo foi possível identificar os tipos de gráficos que os médicos estão produzindo e as principais categorias utilizadas no periódico citado acima e ainda ampliar a classificação de Kirk (2012) com outros tipos de gráficos.

Para isto, inicialmente serão apresentados os conceitos e um breve histórico da visualização de dados a fim de introduzir o tema. Em seguida será apresentada a classificação de Kirk (2012), e por fim será apresentado o levantamento realizado e suas conclusões.

2. DEFINIÇÃO DA VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Em 1854, o bairro de Soho (na Inglaterra) sofria com um surto de cólera. Na época se pensava que a cólera era transmitida pelo ar e o surto era considerado um mistério. O Dr. John Snow, médico considerado o pai da Epidemiologia, de forma inédita, mapeou os casos da doença.

Ao fazer este mapa, Snow relacionou os locais onde ocorriam os casos de cólera e as fontes de água da época (bombas). No desenho ficou claro que os casos estavam agrupados ao redor da fonte da Broad Street. Esta fonte estava contaminada e era o ponto de origem da doença.

A bomba foi fechada, o que diminuiu os casos da doença. Este fato mudou a forma de se encarar as epidemias e é um dos exemplos mais precoces do uso da visualização de dados. Dr. Snow utilizou um gráfico que permitiu enxergar o problema de outra forma, e a partir disso, teve um *insight* sobre a epidemia (fig. 01).

Esse tipo de metáfora visual que descreve um processo cognitivo evidencia a ligação entre o que as pessoas vêm e pensam. Unir a ação mental interior e a percepção externa é uma das maneiras de se expandir a inteligência (CARD *et al*., 1999).

Norman (1993) afirma que, sem esta ajuda externa, um raciocínio sustentado e profundo se torna difícil de ser alcançado. E é justamente por meio da concepção destes artefatos cognitivos que é possível aumentar as habilidades cognitivas, a memória, o pensamento e o raciocínio, exatamente o que faz o ser humano inteligente (NORMAN, 1993).

Uma classe importante destes auxílios externos são as representações gráficas, como o mapa usado por Snow, que servem para dois propósitos iniciais: a comunicação (comunicar uma ideia) e o descobrimento (criar ou descobrir a própria ideia) (CARD, 1999).

Para Card (1999), os materiais gráficos que auxiliam o raciocínio possuem uma história antiga e respeitável, porém com a evolução da tecnologia da informação temos gráficos visualmente melhorados, interativos em tempo real, mais baratos, com milhares de dados nos quais é possível identificar padrões escondidos e gerar novos *insights*. Este poder foi aplicado à ciência, criando a visualização científica (baseada em dados físicos), e agora, é possível aplicá-lo a outras áreas como negócios, pesquisas acadêmicas e educação.



Figura 1: Mapa simplificado de John Snow mostrando os casos de cólera na epidemia de Londres de 1854 (WIKIPEDIA, 2018)

Esta aplicação é conhecida como visualização de dados. Para Ware (2004), o conceito de visualização de dados gira em torno da cognição externa de tal forma que os recursos externos podem ser utilizados para aumentar as capacidades cognitivas da mente humana. Para este autor o estudo da área deve envolver tanto a análise do lado da máquina (computadores) quanto do lado humano, pois, uma vez que se entende como a percepção e a cognição humana funcionam, este conhecimento pode ser traduzido em regras para a apresentação de dados.

Para Kirk (2012) a visualização é a representação e a apresentação de dados que exploram as habilidades de percepção visual para amplificar a cognição humana. Já Few (2014) considera a visualização de dados como "a representação gráfica de informações abstratas para dois propósitos: extração de sentido (ou análise de dados) e comunicação".

A partir dos conceitos mencionados acima, a definição de visualização de dados adotada nesta pesquisa é de um ramo do design de informação que fornece explicação visual, reorganiza os dados, e os apresenta de forma perceptível e compreensível (MOLLERUP, 2015). Para Mollerup (2015), ela domestica o dado bruto para torná-lo claro e utilizável como base para tomada de decisão.

Esta forma de representar os dados graficamente, conta muitas vezes com o auxílio de computadores. Porém, ao se analisar a história da visualização de dados, verifica-se que este uso de tecnologia é mais recente e que a visualização já existia antes mesmo da invenção do computador, muito antes do episódio protagonizado por Snow.

3. BREVE HISTÓRICO DA VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Para Few (2014), as pessoas têm organizado dados em tabelas (colunas e linhas) pelo menos desde o século II. Porém, a ideia de representar informação quantitativa graficamente só veio à tona no século XVII.

Foi o filósofo e matemático francês Rene Descartes (1596 – 1650) que desenvolveu um sistema de coordenadas de duas

dimensões para apresentação de valores, o conhecido plano cartesiano (FEW, 2014).

Já no século XVIII, o escocês William Playfair, engenheiro civil, começou a explorar o potencial de gráficos para a comunicação de dados quantitativos (ver fig. 02). Ele é creditado como inventor do gráfico de barras e de setores, comumente chamado de gráfico de pizza (FEW, 2014).

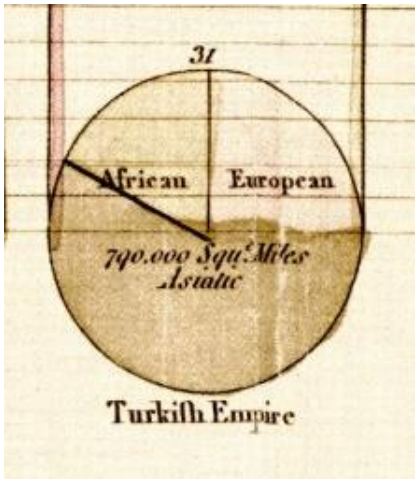


Figura 2: Gráfico setorial de William Playfair que mostra a proporção do Império Turco localizado na Ásia, Europa e África antes de 1789 (WIKIPEDIA, 2018).

O gráfico de setorial (pizza) não era muito utilizado no começo. Foi o engenheiro francês Charles Joseph Minard um dos primeiros a utilizá-lo em 1858. Particularmente em um mapa em que ele precisava adicionar informações em três dimensões (fig.03). O mapa de Minard usava gráficos circulares para representar boiadas enviada por toda a França para o consumo em Paris.

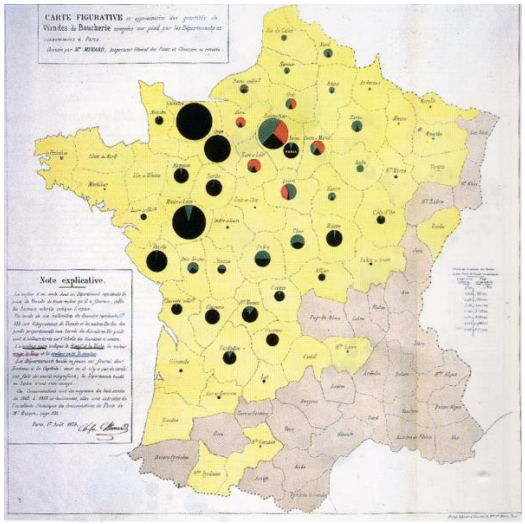


Figura 3: Mapa circular de Minard utilizado para representar a proporção de diferentes tipos de carne enviadas para açougues de Paris por diferentes regiões da França em 1958 (WIKIPEDIA, 2018).

Já a enfermeira britânica Florence Nightingale foi a primeira especialista em enfermagem estatística que desenvolveu gráficos de área polar para ilustrar causas de mortes em 1855 (ver fig. 04). Esta informação foi levada adiante para demonstrar a necessidade de reduzir as condições insalubres em hospitais não somente em campo, mas em todos os hospitais militares e popularizou este tipo de gráfico (O'CONNOR E ROBERTSON, 2003).

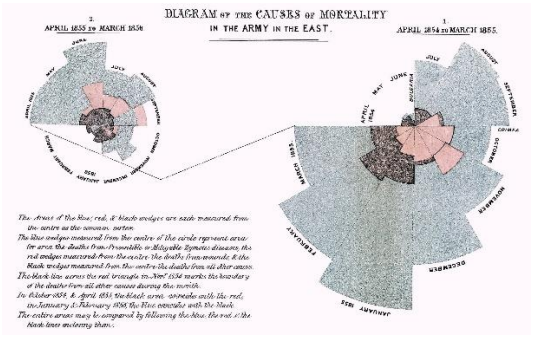


Figura 4: Diagrama de área polar das causas de mortalidade nas tropas do Leste por Florence Nightingale (1855). Indicando as mortes por feridas em batalha (laranja), mortes por outras causas (marrom) e mortes por doença (verde) (WIKIPEDIA, 2018).

De acordo com Card (1999), a partir de Playfair, foram desenvolvidos os métodos clássicos de mapeamento de dados. Bertin, um cartógrafo francês, publicou em 1967 sua teoria dos gráficos em *The Semiology of Graphics* (fig. 05). Esta teoria identificou os elementos básicos de um diagrama e descreveu um modelo para seu design. Já em 1983, Tufte publicou uma teoria de gráficos de dados que dava ênfase em maximizar a densidade das informações úteis.

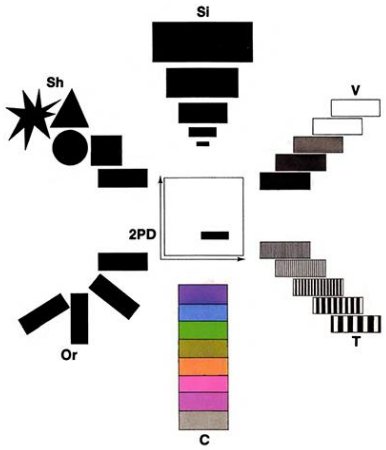


Figura 5: figura do livro *The Semiology of Graphics* (BERTIN, 1967).

As teorias de Bertin e Tufte tornaram-se renomadas e influentes nas várias comunidades que levaram ao desenvolvimento da visualização de dados como uma disciplina (CARD et al., 1999).

Uma vez consolidada a literatura, vários autores propuseram taxonomias para classificar os diferentes gráficos utilizados de forma a facilitar a sua aplicação. Entre eles, temos: Shneiderman, Kirk e Mollerup (ver figura 06).

Em 1996, Shneiderman propôs uma taxonomia baseada no tipo de tarefa da visualização e nos sete tipos de dados que a compunham: unidimensional, bidimensional, tridimensional, temporal e multidimensional, árvore e rede de dados.

Em 2012, Kirk, no seu livro sobre o processo de design de visualização de dados, propôs uma forma de classificar os gráficos de acordo com o propósito principal da comunicação. Esta taxonomia foi escolhida para ser usada neste estudo.

Em 2015, Mollerup, no seu livro sobre design de dados, propôs uma classificação de acordo com o tipo de informação do gráfico: quantidade, localização ou conexão. Informação, tipo de dado e a função de comunicação são itens comuns a estas classificações. A seguir é apresentada taxonomia proposta por de Kirk em 2012.

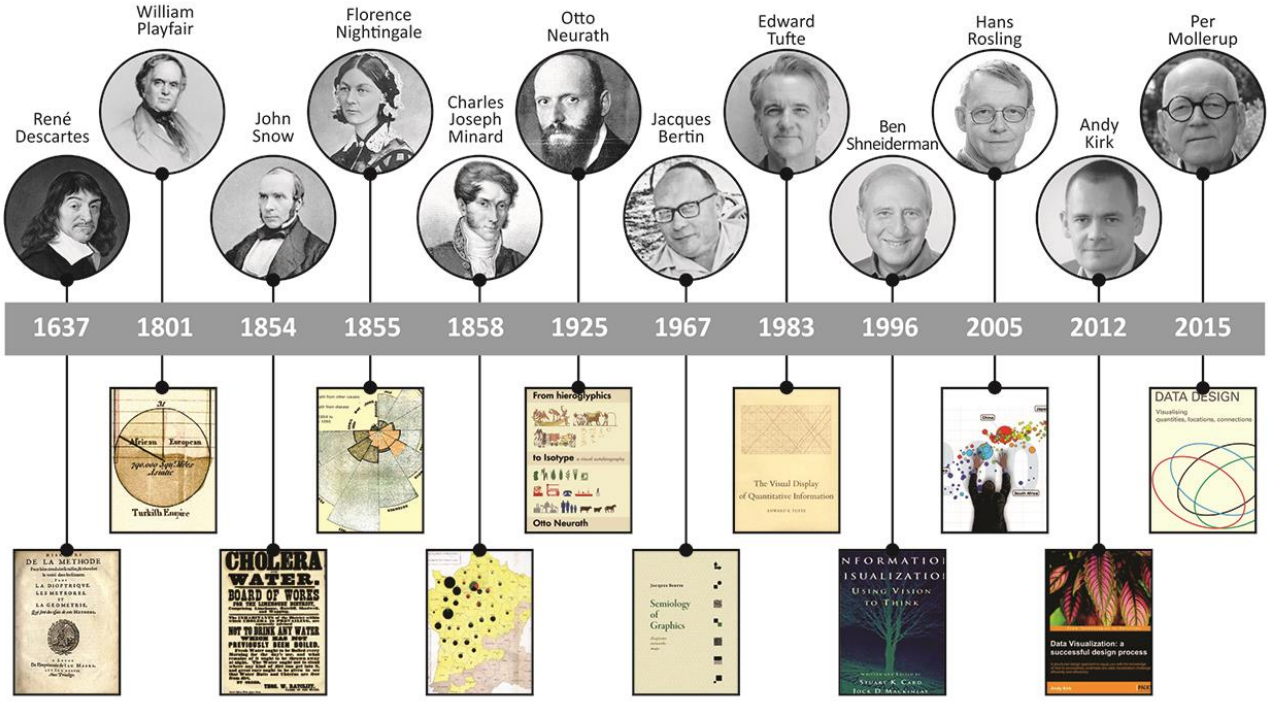


Figura 6: Linha do tempo da visualização de dados. Adaptado pelo autor com base em MOLLEUP (2015)

4. TAXONOMIA DE KIRK

Kirk (2012), para classificar os gráficos, adotou a definição de taxonomia como "a organização em grupos de membros que compartilham características semelhantes". Nesse caso, os membros são tipos de gráfico e a característica compartilhada é baseada na função retratada pelos dados primários.

O objetivo desta taxonomia é explorar uma série de tipos de gráficos para se obter uma melhor compreensão da relação entre as histórias que os gráficos retratam, a materialidade de seus dados e as variáveis visuais através das quais se pode representá-los.

Kirk adverte que não pretendia cobrir todas as variações sutis dos gráficos e que sua classificação não deveria ser entendida como finita e sim, uma forma de ajudar a determinar a solução de representação mais adequada para o contexto de um problema específico.

Para entender a classificação proposta, é importante entender os tipos de relações dos dados da visualização. A função pretendida de uma visualização de dados diz respeito à experiência funcional que se cria entre o seu design, os dados e o leitor ou usuário. Elas podem ser basicamente de três tipos: exploração, explanação ou exibição. Embora haja alguma sobreposição, as escolhas de design podem recair sobre as seguintes funções da visualização descritas no quadro 01.

Quadro 1: relação dos dados da visualização (KIRK,2012)

Exploração	transmitir um retrato explicativo de dados para um leitor;
Explanação	fornece uma interface aos dados para facilitar a exploração visual;
Exibição	usar os dados como uma exposição de auto expressão.

A visualização de dados explicativos trata da transmissão de informações para um leitor de forma que esteja baseada em uma narrativa específica. Isso requer uma abordagem para sintetizar os requisitos do público-alvo com as ideias-chave e as dimensões analíticas mais importantes que se deseja transmitir.

No design de visualização de dados exploratórios procura-se facilitar a familiarização e o raciocínio dos dados através de uma série de experiências orientadas para o usuário. As soluções exploratórias visam criar uma ferramenta, fornecendo ao usuário uma interface para explorar visualmente os dados.

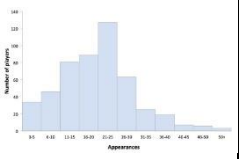
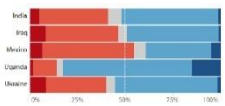
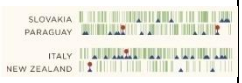
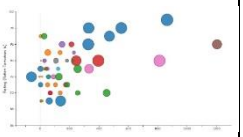
Quando a função é exibir os dados de forma artística, ela se caracterizada pela falta de narrativa estruturada e ausência de qualquer capacidade de análise visual. Em vez disso, a motivação é muito mais da criação de um artefato, de uma representação estética ou talvez de uma demonstração técnica.

Uma visualização com tom pragmático reconhece a necessidade de um design que forneça retratos rápidos, eficientes e precisos dos dados. São exemplos de desenhos analíticos os gráficos de barras, os gráficos de linhas e os gráficos de pontos.

Por meio desta classificação é possível identificar a maneira mais adequada de responder as principais questões quando se pretende utilizar uma forma de visualização: como os dados devem ser mostrados e o que se quer dizer sobre eles.

Baseado no livro *Data Visualization: a successful design process*, foram elaborados dois quadros para resumir a taxonomia proposta de Kirk (2012). No quadro 02, pode ser vista a relação entre o tipo de classificação com o propósito principal da comunicação do gráfico e um exemplo. No quadro 03, podem ser vistas a classificação e os gráficos correspondentes.

Quadro 2: Classificação de categorias e propósito de comunicação dos gráficos com exemplos de Kirk (2012)

Tipo de Classificação	Propósito de Comunicação	Exemplos
Comparação de categorias	Facilitar comparações entre tamanhos relativos e absolutos de valores categóricos.	 Ex.: histograma
Avaliação de hierarquias e relações parte-todo	Fornecer uma separação de valores categóricos como elementos constituintes de estruturas hierárquicas.	 Ex.: barras empilhadas
Mudanças ao longo do tempo	Explorar dados de tempo e mostrar as mudanças de tendências e padrões de valores, em um período de tempo contínuo.	 Ex.: código de barras
Plotagem de conexões e relações	Avaliar as associações, distribuições e padrões existentes entre conjuntos de dados.	 Ex.: gráfico de bolhas
Mapeamento de dados geoespaciais	Plotar e apresentar conjuntos de dados com propriedades geoespaciais por meio de diferentes estruturas de mapeamento.	 Ex.: mapa de conexão de rede

Quadro 3: Classificação e tipos de gráficos correspondentes de (KIRK, 2012)

Comparação de categorias:
- Gráfico de Pontos
- Gráfico de Barras
- Gráfico de Colunas
- Gráfico de Barras Flutuantes (Gantt)
-.Gráfico de Barras de Pixelado
- Histogramas
- *Slopegraph* (*table chart*)
- Gráfico Radial
- Gráfico de Glifos
- *Sankey Diagram*
- Gráfico de Tamanho de Área
- Pequenos Múltiplos (*Trellis Chart*)
- Nuvem de Palavras

Mudanças ao longo do tempo:
- Gráfico de Linhas
- *Sparklines*
- Gráfico de Área
- Gráfico Horizontal
- Gráfico de Área empilhada
- Gráfico de Fluxo (*stream graph*)
- Gráfico de Castiçal
- Gráfico de Código de Barras
- Mapa de Fluxo

Plotagem de conexões e relações:
- Gráfico de Dispersão
- Gráfico de Bolhas
- Matriz do Gráfico de Dispersão
- Mapas de Calor ou Gráfico de Matriz
- Conjuntos Paralelos (coordenadas)
- Rede Radial (diagrama de acordes)
- Diagramas de Rede

Mapeamento de dados geoespaciais:
- Mapa Coroléptico
- Mapa de Pontos
- Mapa de Bolhas
- Mapa Topológico
- Mapa de Fluxo de Partículas
- Cartograma
- Cartograma de Dorling
- Mapas de Conexão de Rede

Avaliação Hierarquia e Relação parte/todo:
- Gráfico de Setor (torta ou pizza)
- Gráfico de Barras Empilhadas
- Gráfico de Colunas Empilhadas
- Gráfico de Torta Quadrada (*waffle chart*)
- Mapa de Árvore
- Diagrama de Círculo Empacotado
- Gráfico de Hierarquia de Bolhas
- Gráfico de Hierarquia em Árvore

5. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Este é um estudo exploratório, mas de abordagem quantitativa. A unidade de análise desta pesquisa foram os gráficos definidos por suas funções de exploração, explanação ou exibição e seu propósito de comunicação. Deste modo, ficaram de fora do escopo do estudo: fluxogramas, tabelas, fotos, ilustrações e outros esquemas e diagramas da linguagem visual presentes nos artigos.

Por meio desta classificação é possível identificar a maneira mais adequada de responder as principais questões quando se pretende utilizar uma forma de visualização: como os dados devem ser mostrados e o que se quer dizer sobre eles.

O periódico escolhido foi o jornal oficial da Associação de Artroscopia da América do Norte e da Sociedade Internacional de Artroscopia, Cirurgia no Joelho e Medicina Ortopédica Esportiva. *ARTROSCOPY: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* é uma revista médica revisada por pares, criada em 1985 a qual abrange pesquisas sobre prática clínica da cirurgia artroscópica e minimamente invasiva, uma subespecialidade da cirurgia ortopédica. A revista é publicada mensalmente pela Elsevier e editada por James H. Lubowitz (JOICE, 1988).

A amostra de conveniência e não probabilística dos gráficos foi selecionada a partir do Volume 33 da Revista ARTROSCOPY. Foram pesquisadas as edições entre janeiro a setembro de 2017, num total de nove edições. Realizou-se o levantamento em 216 artigos originais, dentre estes artigos 199 gráficos foram selecionados para análise. Ficaram de fora do estudo os artigos de editoriais, as revisões sistemáticas, os relatórios de caso e as meta-análises.

Os gráficos encontrados foram identificados, analisados e classificados segundo a taxonomia proposta por Kirk (2012). Foi feito um protocolo para coleta de dados que identificava a revista, o propósito de comunicação de cada gráfico e o seu tipo. Uma tabela foi construída para a organizar os dados da coleta (ver tabela 1).

Tabela 1: Tipos de gráficos encontrados no periódico, sua quantidade/mês e classificação

ATRHOSCOPY: The Journal of Arthroscopy and Related Surgery **Volume 33 Ano 2017**										**TOTAL**
Número de Artigos Analisados:	25	31	24	23	29	21	22	21	20	**216**
Tipos de gráficos	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AG**	**SET**	**TOTAL**
C – Gráfico de Barras	4			1				1		6
C – Gráfico de Colunas	1	5	1			2			2	11
C – Gráfico de Colunas Agrupadas	2	9	4	1	1	1	1	3		22
C – Colunas Agrupadas Linhas de Erros			4			5			1	10
C – Gráfico de Colunas e Linhas de Erros	6	5		4	8					23
C – Gráfico de Colunas Empilhadas	1		1	1						3
C – *Step Plot* / Gráfico de Passos	2									2
C – Misto: linhas, pontos e área		11								11
C – Gráfico de Área				2						2
C – Pequenos Múltiplos		3	3	6	5		4	8	1	30
T – Gráfico de Pontos				1						1
T – Gráfico de Linhas	8	3		4	4	1	2	8		30
T – Gráfico de Linhas e Linhas de Erro		8	4		5	1			4	22
T – Gráfico *Box Plot*	1	1	3			4			2	11
P – Diagrama de Dispersão			3	4	5				1	13
PT – Setor / Pizza				1						1
O – Outro: gráfico de ciclos/erros					1					1
Onde: C = Comparação, T = mudança ao longo do tempo, P = Plotagem de relações e conexões, PT = Relação parte/todo, O = outro.										

Ao final do estudo, foi possível identificar quais os tipos de gráficos mais utilizados no periódico e durante o período de tempo citado. No Quadro 3 podem ser vistas a classificação, a quantidade de artigos por edição e qual o principal propósito de comunicação do gráfico e na Figura 6 pode ser vista sua distribuição percentual.

O resultado do levantamento foi analisado de forma quantitativa mostrando a incidência de 60,30% de gráficos de comparação de categorias, 32,16% de mudanças ao longo do tempo, 6,54% de plotagem de relações e conexões, 0,50% de relação parte/todo e 0,50% de outro tipo de relação.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na revista *ARTROSCOPY* foram encontrados 199 gráficos no total. De acordo com a classificação de Kirk (2012), tem-se:

- 120 gráficos de comparação de categorias,
- 64 gráficos de mudanças ao longo do tempo,
- 13 gráficos de plotagem de relações e conexões,
- 1 gráfico avaliando hierarquia e relação parte-todo e
- 1 gráfico de ciclos x erros.

Na figura 07 pode ser vista uma visualização mostrando a quantidade de gráficos encontrados e sua classificação quanto ao propósito de comunicação.

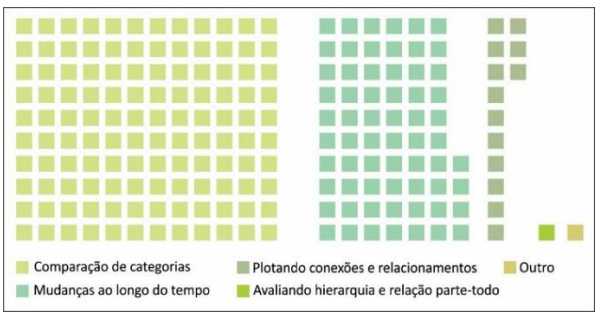
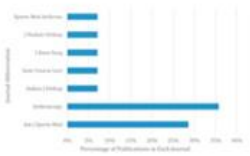
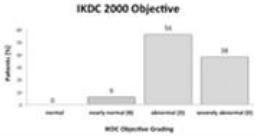
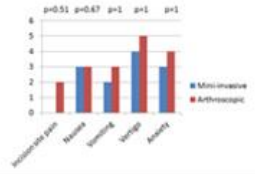
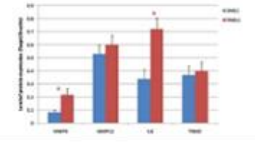
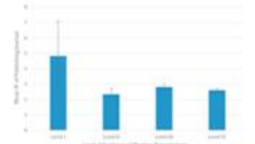
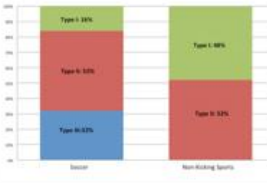
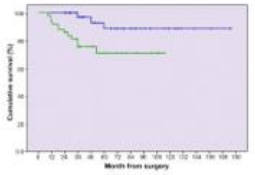
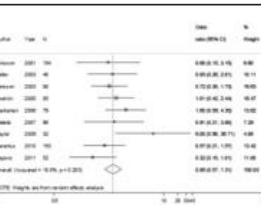


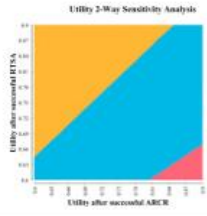
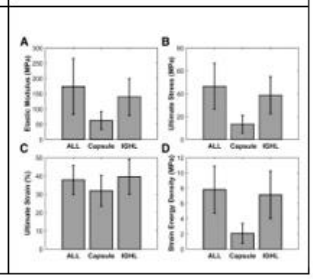
Figura 7: Quantidade de gráficos e propósitos de comunicação. Fonte: os autores.

Não foram encontrados gráficos que mostrassem o mapeamento de dados geoespaciais. Infere-se que este tipo de gráfico não é adequado para a área de artroscopia médica. Nos quadros 4, 5, 6, 7 e 8 podem ser vistos a classificação, os tipos de gráficos, a quantidade encontrada e os exemplos de cada tipo retirado do periódico.

Quadro 4: Exemplos de gráficos de comparação de categoria

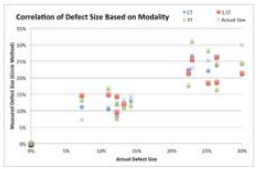
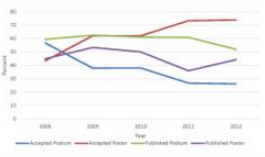
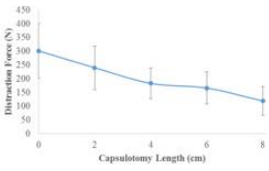
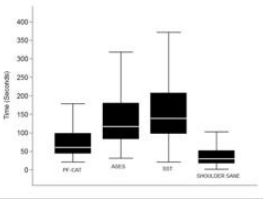
Classificação	Gráfico	Quant.	Amostra do tipo encontrado no estudo
Comparação de categorias	Gráfico de Barras	6	
	Gráfico de Colunas	11	
	Gráfico de Colunas Agrupadas	22	
	Colunas Agrupadas e Linhas de Erros*	10	
	Gráfico de Colunas e Linhas de Erros*	23	
	Gráfico de Colunas Empilhadas	3	
	Step Plot / Gráfico de Passos*	2	
	Tegner Activity Scale *	11	

Quadro 4: (continuação).Exemplos de gráficos de comparação de categoria. *estes tipos de gráficos foram acrescentados na taxonomia original

Comparação de categorias	Gráfico de Área	2	
	Pequenos Múltiplos	30	

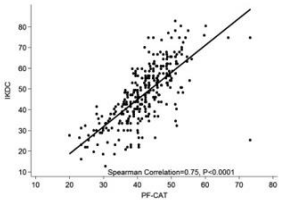
Entre os gráficos de comparação de categorias, os mais utilizados foram os de pequenos múltiplos (30), colunas e linhas de erro (23) e colunas agrupadas (22). Quanto aos pequenos múltiplos, os gráficos utilizados variavam conforme seu subtipo em: colunas agrupadas, colunas e linhas de erro, colunas agrupadas e linhas de erro, linhas, linhas e erros, box blot e dispersão.

Quadro 5: Exemplos de gráficos de mudanças ao longo do tempo *estes tipos de gráficos foram acrescentados na taxonomia original

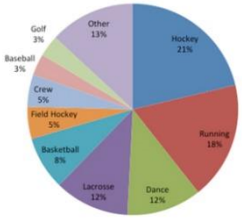
Classificação	Gráfico	Quant.	Amostra do tipo encontrado no estudo
Mudanças ao longo do tempo	Gráfico de Pontos	1	
	Gráfico de Linhas	30	
	Gráfico de Linhas e Linhas de Erro*	22	
	Gráfico *Box Plot**	13	

Quanto aos gráficos de mudanças ao longo do tempo, os mais utilizados foram: linhas (30), linhas e linhas de erro (22) e box plot (13).

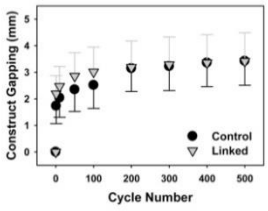
Quadro 6: Exemplo de gráfico de plotagem de conexões e relações

Classificação	Gráfico	Quant.	Amostra do tipo encontrado no estudo
Plotagem de conexões e relações	Diagrama de Dispersão	13	

Quadro 7: Exemplo de gráfico de avaliação de hierarquia

Classificação	Gráfico	Quant.	Amostra do tipo encontrado no estudo
Avaliação de hierarquias e relações parte-todo	Setor / Pizza	1	

Quadro 8: Exemplo de gráfico de ciclos/erros. Este tipo de gráfico foi acrescentado na taxonomia original

Classificação	Gráfico	Quant.	Amostra do tipo encontrado no estudo
Outro	Gráfico de ciclos e erros*	1	

Aqui vale lembrar que na classificação de Kirk, ele coloca gráficos de castiçal e *box plot* na mesma categoria, sendo o primeiro usado apenas em finanças. Neste estudo considerou-se o tipo como box plot por ser usado em medicina. Quanto a plotagem de conexões e relações foram encontrados 13 gráficos de dispersão. E para finalizar apenas um gráfico de setor (pizza) que faz a relação parte/todo foi identificado e foi acrescido o gráfico de ciclos/erros.

Além disso, este estudo identificou dois pontos que se destacaram durante a coleta de dados. O primeiro ponto é que a taxonomia de Kirk (2012) não contemplava todos os tipos de gráficos encontrados e teve que ser ampliada. No item "comparação de categorias" foram incluídos os seguintes gráficos:

- gráfico de barras e linhas de erro,
- colunas agrupadas e linhas de erros,
- gráfico de colunas e linhas de erros e
- *Tegner Activity Scale*.

Já no item "mostrar mudanças com relação ao tempo", foi incluído o gráfico:

- de linhas e linhas de erro.

O segundo ponto é que, apesar da grande quantidade de gráficos apontados na taxonomia, a concentração no estudo foi de gráficos com propósito de comparação de categoria. Este fato aponta os tipos de dados e suas relações na área de artroscopia. Infere-se que este uso se dá pelo tipo de dado dos artigos científicos que em geral são estatísticos nos quais são usadas abordagens explicativas e exploratórias e a visualização é analítica.

A concentração de gráficos foi nos pequenos múltiplos (30) com exemplo na figura 07, colunas e linhas de erro (23) com exemplo na figura 08 e gráfico de colunas agrupadas (22) com exemplo na figura 09.

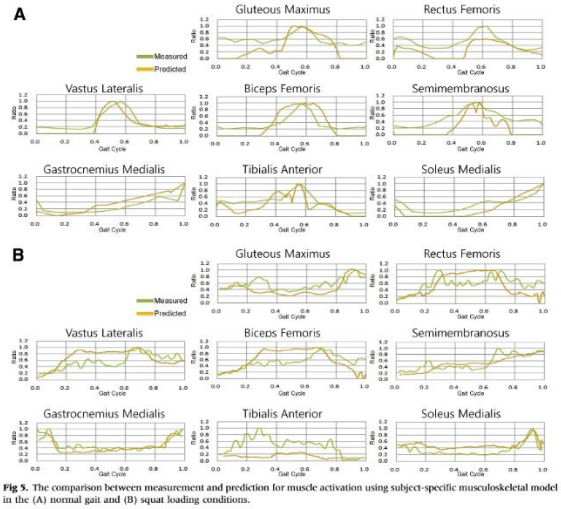


Fig 5. The comparison between measurement and prediction for muscle activation using subject-specific musculoskeletal model in the (A) normal gait and (B) squat loading conditions.

Figura 7: Gráfico de pequenos múltiplos (comparação)

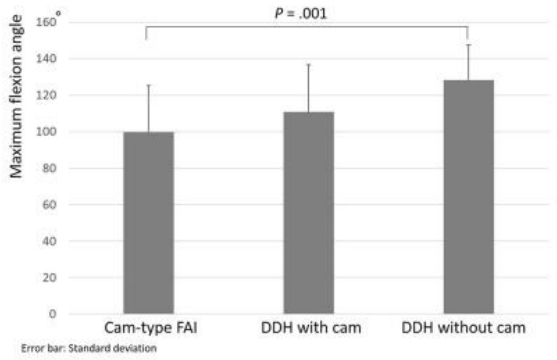


Figura 8: Gráfico de colunas e linhas de erro (comparação)

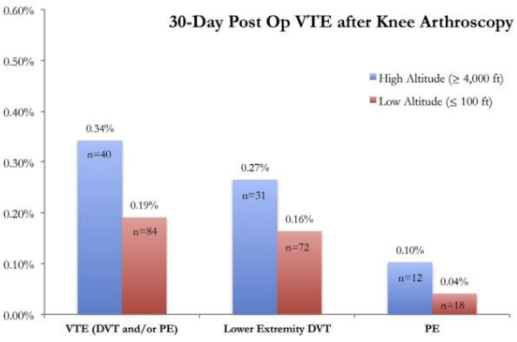


Figura 9: Gráfico de colunas agrupadas (comparação)

Quanto ao propósito de comunicação de mudanças ao longo do tempo, a maioria dos gráficos utilizados eram de linha (30) com exemplo na figura 10 e de linha e linhas de erro (22) com exemplo na figura 11.

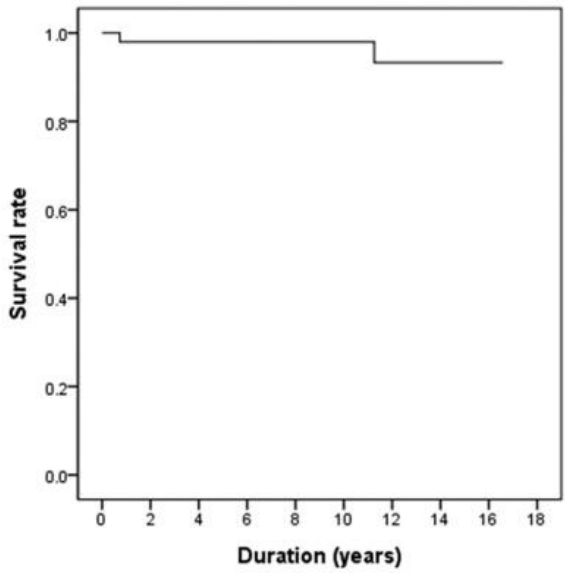


Figura 10: Gráfico de linha (mudanças ao longo do tempo)

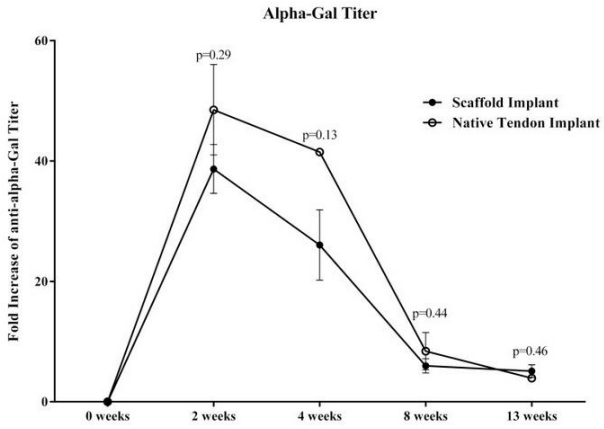


Figura 11: Gráfico de linhas e linhas de erro (mudanças ao longo do tempo)

7. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÃO

A taxonomia de Kirk (2012) foi empregada para analisar os gráficos de periódicos científicos na área de saúde, pontualmente na área de artroscopia. Como o próprio autor menciona que a taxonomia é um guia e não um modelo fechado, foram acrescidos alguns tipos gráficos para dar conta deste estudo.

Ao se estabelecer a intenção da visualização, pode-se perceber que na área da artroscopia a visualização é analítica e abstrata. Desta forma, possui a tendência de ser exploratória ou explicativa, quase nunca de exibição.

A visualização de dados é uma área que está ganhando atenção, porém ainda suas possibilidades são pouco exploradas. Foi visto um exemplo na área de saúde na revista em que a linguagem predominante é a verbal, mas já com indícios de que a linguagem visual começa a dar sua contribuição por meio de gráficos (tema deste estudo), fotos, ilustrações, diagramas e esquemas.

A análise realizada de nove edições de um periódico internacional demostra isso. Os gráficos encontrados na Revitsa *ARTROSCOPY* (fig. 12) foram identificados e classificados de acordo com a taxonomia de Kirk (2012).

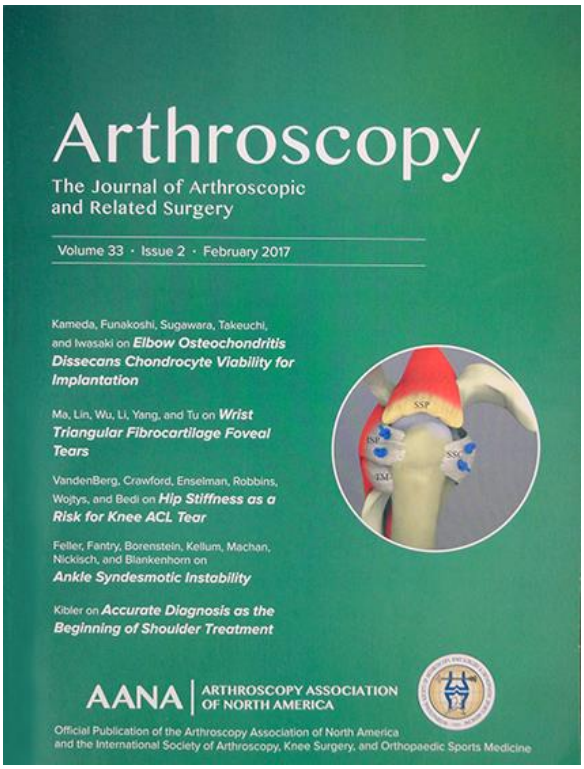


Figura 12: Capa da Revista *ARTROSCOPY The Journal of Arthroscopy and Related Surgery*

A partir destes resultados, pode-se concluir que os gráficos deste periódico mostram, como objetivos principais de comunicação, a comparação de categorias e mudança ao longo do tempo.

Novas pesquisas utilizando outras edições e outros periódicos podem ser feitas para corroborar este estudo e ampliar o conhecimento do estudo de gráficos na área médica.

Neste estudo, não foram levados em conta o tipo de análise estatística aplicada, ele foi limitado à análise dos gráficos. Em estudos futuros sugere-se uma análise dos temas abordados para determinar a conexão ou a causalidade com sua aplicação. Comparando inclusive outros periódicos entre si para analisar se existe uma tendência de pesquisas específicas ou não.

Concluindo, espera-se que as definições, o histórico, a análise realizada e os exemplos ajudem a compreensão sobre o que trata a visualização de dados.

REFERÊNCIAS

[1]. ARTHROSCOPY. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 1 January 2017.

[2]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 2 February 2017.

[3]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 3 March 2017.

[4]. _____.*The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 4 April 2017.

[5]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery*. Volume 33 Issue 5 May 2017.

[6]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 6 June 2017.

[7]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 7 July 2017.

[8]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 8 August 2017.

[9]. _____. *The Journal of Arthroscopy and Relates Surgery.* Volume 33 Issue 5 September 2017.

[10]. BERTIN, J. *Semiology of Graphics: diagrams, networks, maps*. Redlands, California: Esri Press, 2010.

[11]. CARD, S.; MACKINLAY, J.; SHNEIDERMAN, B. *Readings in Information Visualization: using vision to think.* São Francisco: Morgan Kaufmann, 1999.

[12]. FEW, S. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction.* 2. ed. Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation, 2014

[13]. JOYCE J.J. History of the Arthroscopy Association of North America, its origin and growth: Part II. In: *Arthroscopy: The Journal of Artroscopic and Related Surgery.* Volume 4. No 1. Raven Press Ltd. Arthroscopy Association of North America. 1988.

[14]. KIRK, *A. Data Visualization: a successful design process.* Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2012.

[15]. MOLLERUP, P. *Data Design: Visualising quantities, locations, connections*. London: Bloomsbury, 2015.

[16]. NORMAN, D. *The psichology of everyday things: revised and expanded edition*. Nova York: Basic Books, 2013.

[17]. O'CONNOR & ROBERTSON. *Trends in Nursing Informatics*, 2003. Disponível em <goo.gl/2yQbWg> Acesso em 9 setembro 2017.

[18]. SHNEIDERMAN, B. The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. In: *IEEE Symposium on Visual Languages*, Boulder, CO, EUA, 1996.

[19]. TUFTE, E. *The Visual Display of Quantitative Information.* 2. ed. Cheshire, Connecticut: Graphic Press, 2001.

[20]. WARE, C. *Information visualization: perception for design.* 2. ed. São Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2004.

[21]. WIKIPEDIA, 2018. Disponível em < https://www.wikipedia.org/> Acesso em 28 de junho de 2018.