



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

ZANALIS ALVES BARBOSA

Heurísticas Aplicadas à Comunicação Visual de Informação Científica: Uma Pesquisa Exploratória

Goiânia
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

Zanalis Alves Barbosa

3. Título do trabalho

Heurísticas Aplicadas à Comunicação Visual de Informação Científica: Uma Pesquisa Exploratória

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Marques Federson**, **Professor do Magistério Superior**, em 21/07/2021, às 19:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ZANALIS ALVES BARBOSA**, **Discente**, em 22/07/2021, às 20:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2225841** e o código CRC **A102C116**.

ZANALIS ALVES BARBOSA

Heurísticas Aplicadas à Comunicação Visual de Informação Científica: Uma Pesquisa Exploratória

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Marques Federson

Goiânia
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Barbosa, Zanalís A.
Heurísticas Aplicadas à Comunicação Visual de Informação Científica:
Uma Pesquisa Exploratória [manuscrito] / Zanalís A. Barbosa. - 2021.
LXXVI, 76 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Fernando M. Federson.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto
de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação, Goiânia, 2021.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Comunicação Visual. 2. Visualização da Informação. 3. Gráfico. 4.
Heurística. I. Federson, Fernando M., orient. II. Título.

CDU 004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE INFORMÁTICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 14 da sessão de Defesa de Dissertação de **Zanalis Alves Barbosa**, que confere o título de Mestra em Ciência da Computação, na área de concentração em Ciência da Computação.

Aos vinte um dias do mês de junho de dois mil e vinte e um, a partir das catorze horas, via sistema de webconferência da RNP, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**Heurísticas Aplicadas à Comunicação Visual de Informação Científica: Uma Pesquisa Exploratória**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Fernando Marques Federson com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora Telma Woerle de Lima Soares, membro titular interno; Professor Doutor Fábio Nogueira de Lucena, membro titular externo. A realização da banca ocorreu por meio de videoconferência, em atendimento à recomendação de suspensão das atividades presenciais na UFG emitida pelo Comitê UFG para o Gerenciamento da Crise COVID-19, bem como à recomendação de isolamento social da Organização Mundial de Saúde e do Ministério da Saúde para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do novo coronavírus. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Fernando Marques Federson, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte e um dias do mês de junho de dois mil e vinte e um.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Telma Woerle De Lima Soares, Professora do Magistério Superior**, em 21/06/2021, às 15:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Nogueira De Lucena, Professor do Magistério Superior**, em 21/06/2021, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Marques Federson, Professor do Magistério Superior**, em 21/06/2021, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ZANALIS ALVES BARBOSA, Discente**, em 21/06/2021, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2133138** e o código CRC **D55E8663**.

Referência: Processo nº 23070.030024/2021-06

SEI nº 2133138

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador(a).

Zanalis Alves Barbosa

Graduou-se em Análise e Desenvolvimento de Sistemas no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IF Goiano. Durante sua graduação, realizou cursos profissionalizantes Operadora de Computador, Programadora de Internet e Programadora em Sistemas de Informação no IF Goiano. Durante o Mestrado, na UFG - Universidade Federal de Goiás, foi bolsista da Capes/Cnpq e desenvolveu um trabalho teórico na Comunicação Visual de Informação Científica.

Dedico este trabalho aos meus pais, Edivaldo e Maria, por sempre me apoiarem e incentivarem em todos os momentos da minha vida. E dedico também ao meu filho Leo, que infelizmente não está mais comigo, mas que esteve e me fez companhia em muitos momentos difíceis.

Agradecimentos

Dedico este trabalho a Deus, que sempre foi o autor da minha vida e do meu destino. O meio maior apoio nos momentos difíceis, principalmente quando me faltava fé, Ele restaurou e me manteve resiliente.

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, por sempre acreditarem em meus sonhos, pelo amor e carinho com que me criaram, sempre me apoiando e motivando em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, Fernando Marques Federson, por ser essa pessoa incrível! Obrigada por cuidar de mim não apenas como orientador do projeto, mas como orientador de vida! Por ser meu anjo da guarda. Por acreditar e não desistir de mim. Por ser a luz no fim do meu túnel de medos e incertezas. Pela paciência e parceria para realização desta dissertação. Sua atenção, seus conselhos, seu apoio, sua calma, sua estabilidade emocional. Obrigada por aguentar meus surtos, por ser o melhor orientador que eu poderia ter na vida. Sem dúvidas a sua presença foi essencial para que eu permanecesse firme em meu objetivo.

Ao meu grande amigo, Emerson José Porfírio, que me acolheu como uma filha e esteve comigo em todos os momentos difíceis. Obrigada pelo seu apoio, seu carinho e seu cuidado para comigo. Mesmo distante sempre esteve presente nos momentos em que mais precisei. Gratidão eterna!

Meu agradecimento ao programa de concessão de bolsas da CAPES por ter me contemplado com uma bolsa de incentivo a pesquisa, que colaborou bastante com a permanência e a conclusão desta pesquisa.

A todos os meus colegas da disciplina de EDPA, pela parceria, pelos “retiros espirituais”, pelos finais de semana e feriados dedicados à disciplina. Grata pela amizade que construímos!

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Goiás – UFG, com os quais tive a oportunidade de estudar, pela contribuição que deram à minha formação.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para que eu pudesse cumprir da melhor maneira possível mais essa etapa da minha vida, o mestrado.

"Nem todas as tempestades vêm para atrapalhar sua vida. Algumas vêm para limpar seu caminho."

HLops,
Pensador.

Resumo

Barbosa, Zanalís. **Heurísticas Aplicadas à Comunicação Visual de Informação Científica: Uma Pesquisa Exploratória**. Goiânia, 2021. 77p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

O resultado de uma pesquisa científica precisa ser comunicada e, ao mesmo tempo, comunicativa. Nos últimos anos, a Digitalização tem afetado a Comunicação Visual da Informação Científica. Este estudo exploratório foi desenvolvido em duas etapas principais. Na primeira etapa, uma pesquisa bibliográfica permitiu caracterizar os elementos principais da Comunicação Visual, os efeitos da Digitalização e a comunicação por meio de Gráficos. A segunda etapa do estudo reuniu diversas orientações e propostas sobre o processo de construção de uma boa comunicação visual. A partir destas etapas, foi possível propor o Modelo Heurístico CVGC, uma heurística baseada em perguntas para auxiliar o processo de comunicação visual de informações científicas por meio de gráficos.

Palavras-chave

Comunicação Visual; Visualização da Informação; Gráfico; Heurística

Abstract

Barbosa, Zanalís. **Studies on Visual Communication of Scientific Chart Information: An Exploratory Research.** Goiânia, 2021. 77p. MSc. Dissertation. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

The result of scientific research needs to be communicated and, at the same time, communicative. In recent years, Digitization has affected the Visual Communication of Scientific Information. This exploratory study was carried out in two main stages. In the first stage, bibliographical research characterized the main elements of Visual Communication, the effects of Digitization and communication through Graphics. The second stage of the study brought together several guidelines and proposals on the process of building good visual communication. From these stages, it was possible to propose the CVGC Heuristic Model, a heuristic based on questions to assist the process of visual communication of scientific information through graphics.

Keywords

Visual Communication; Information Visualization; Graphic; Heuristic

Sumário

Lista de Figuras	15
Lista de Tabelas	17
1 Introdução	18
1.1 Contextualização	18
1.2 Motivação	19
1.3 Objetivo do Trabalho	19
1.4 Organização da Dissertação	20
2 Conceitos Básicos	21
2.1 Informação Científica	21
2.2 Comunicação Visual	21
2.3 Digitalização	23
3 Metodologia de Pesquisa	25
3.1 Uma Pesquisa Exploratória	25
3.2 Pesquisa Bibliográfica	25
3.3 Etapas da Pesquisa	26
3.4 Planejamento	26
3.4.1 Objetivos	26
3.4.2 Investigação Exploratória	27
3.5 Estruturação	28
3.5.1 Processo de Busca	29
3.5.2 Critérios de Seleção	29
3.5.3 Método de Seleção	30
3.5.4 Análise de Qualidade	30
3.6 Condução da Pesquisa Bibliográfica	30
3.6.1 Construção das <i>Strings</i> de Busca	30
3.6.2 Execução das Buscas	32
3.6.3 Resultados das Buscas nas Bibliotecas	33
4 Resultados da Pesquisa Bibliográfica	35
4.1 Elementos da Comunicação Visual	35
4.2 Elementos da Comunicação Visual de Gráficos Científicos	36
4.3 Heurísticas Comumente Utilizadas para Comunicação Visual de Gráficos Científicos	38

5	Investigação Qualitativa	45
5.1	Organização da Entrevista	45
5.2	Desenvolvimento da Investigação Qualitativa	46
5.3	Observação da Investigação	47
6	Modelo Heurístico	48
6.1	Heurística	48
6.2	Modelo Heurístico CVGC	49
6.2.1	Construção da Representação dos Dados	49
	Fase 1: Reconhecimento dos Dados	49
	Fase 2: Representação dos Dados	50
6.2.2	Apresentação Visual dos Dados	53
7	Conclusão	60
7.1	Contribuições	60
7.2	Trabalhos Futuros	60
	Referências Bibliográficas	62
A	Mapa Mental com Resultado Completo da Pesquisa Bibliográfica com os Artigos Relacionados	71
B	Mapa Mental da Caracterização dos Elementos da Digitalização	73
C	Mapa Mental da Caracterização dos Elementos da Comunicação Visual	75
D	Questionário de Entrevista	77

Lista de Figuras

2.1	Processo de comunicação.	22
3.1	Fluxograma com as etapas planejadas e realizadas da pesquisa.	27
3.2	Esquema da investigação exploratória.	27
3.3	Mapa mental de elementos característicos da digitalização da informação.	28
3.4	Fluxograma com etapas da estruturação.	29
3.5	Fases da abstração e verificação do resultado obtido nas buscas.	32
4.1	Nuvem de palavras de elementos gráficos.	37
4.2	Nuvem de palavras de atributos gráficos encontrados na literatura.	38
4.3	Mapa mental baseado na metodologia de classificação proposta por Kirk [Kirk 2012].	40
4.4	Mapa mental baseado no guia de diretrizes apresentado por Berinato [Berinato 2016].	41
4.5	Diagrama para escolha de gráficos proposto por Abela [Abela 2008].	42
4.6	Mapa Mental com elementos para o <i>Storytelling</i> com Dados por Knafllic [Knafllic 2015].	43
6.1	Estrutura com três etapas para Reconhecimento dos Dados.	50
6.2	Quatro tipos principais de Representação dos Dados.	51
6.3	Primeira parte do Modelo Heurístico CVGC.	53
6.4	Sugestão de cores visuais.	54
6.5	Exemplo proposto por Knafllic [Knafllic 2015] sobre uso de cores em degradê.	54
6.6	Exemplo apresentado por Tufte [Tufte 2001] sobre a utilização da técnica minimalista em gráficos.	55
6.7	Exemplo visual da técnica de Minimalismo, gráfico da esquerda deve ser evitado, e gráfico da direita apresenta técnica minimalista.	56
6.8	Cinco princípios de Gestalt [Bloomer 1990].	56
6.9	Sugestões de elementos para serem destacados através do tamanho.	57
6.10	Segunda parte do modelo Heurístico CVGC, representação visual do gráfico.	58
6.11	Modelo Heurístico proposto para Comunicação Císel de Informação de Gráficos Científicos.	59
A.1	Mapa mental com Resultado Completo da Pesquisa Bibliográfica com os Artigos Relacionados	72
B.1	Mapa mental dos elementos característicos da digitalização.	74

C.1	Mapa mental dos elementos característicos da Comunicação Visual de Informação.	76
D.1	Modelo de questionário utilizado na Entrevista.	77

Lista de Tabelas

3.1	Descrição da quantidade de trabalhos obtidos das bibliotecas.	33
3.2	Relação das obras obtidas com relação aos objetivos de busca.	34
4.1	Listagem dos livros que apresentam elementos de comunicação visual.	39
5.1	Relação das respostas obtidas na Questão 1 do questionário.	47
B.1	Caracterização dos elementos da Digitalização.	73
C.1	Caracterização dos elementos da Comunicação Visual.	75

Introdução

1.1 Contextualização

A Comunicação Visual é considerada essencial ao longo das etapas do processo da Ciência de Dados, pois facilita a transmissão, por meio de representações visuais, das informações obtidas durante o processo [Aguiar 1991]. A Visualização de Dados é uma área de pesquisa que busca desenvolver os conhecimentos e as técnicas para que a representação visual dos dados de fato contribua para o entendimento e a comunicação das informações [Buckland 1991, Healy 2018].

Com o avanço da Digitalização, as mudanças associadas à conversão de informação analógica para digital tem modificado a comunicação visual, tornando-a cada vez mais complexa em função, por exemplo, do volume de dados gerados [Stolterman e Fors 2004, Nicholas et al. 2010]. Em 2018, Healy [Healy 2018] afirmou que, nos últimos dois anos, a humanidade havia gerado mais dados do que todos os dados acumulados até aquele momento.

Conforme o estudo realizado por Pathak e Pathak [Pathak e Pathak 2020], afirma que, quase todos os setores profissionais da sociedade, desde escolas, escritórios, bancos, saúde, etc., para citar alguns, têm sido afetados pelo fenômeno da Digitalização.

Diante dessas transformações, a Visualização de Dados tem se mostrado imprescindível também para auxiliar na detecção de relacionamentos, padrões, semelhanças e diferenças nos dados. Por meio de formas, cores, posições e tamanhos, representações visuais de dados podem enfatizar descobertas, ideias e chamar atenção para determinados comportamentos presentes nos dados [Jindal, Sardana e Mehta 2020].

Em 2009, o economista-chefe da Google Hal R. Varian [Varian 2009] fez uma projeção que hoje podemos atestar:

"A capacidade de obter dados - ser capaz de entendê-los, processá-los, extrair valor deles, visualizá-los, comunicá-los - isso vai ser uma habilidade extremamente importante nas próximas décadas."

Muitos autores, entre eles Kick [Kirk 2012], ressaltam a importância da Visualização de Dados não como uma moda passageira, mas como uma necessidade para

compreender e comunicar dados a outras pessoas. Sosulski [Sosulski 2018] apontou a Visualização de Dados como sendo uma habilidade essencial em um mundo orientado por dados. Para Wilke [Wilke 2019], a Visualização de Dados é constituída parte arte e parte ciência. O desafio é fazer a arte certa sem errar na ciência e vice-versa. Uma visualização de dados, antes de mais nada, deve transmitir os dados com precisão.

Diante deste desafio, muitos autores, como: Knaflic [Knaflic 2015, Knaflic 2019], Tufte [Tufte 1973, Tufte 1985, Tufte, Goeler e Benson 1990, Tufte 2001], Kirk [Kirk 2012], Abela [Abela 2008], etc., buscam colaborar com elementos para uma visualização ideal. Por estes trabalhos, fica evidente que a Visualização de Dados, assim como a própria Ciência de Dados, é uma área multidisciplinar.

1.2 Motivação

A informação resultante de uma Pesquisa Científica precisa ser comunicada e ser comunicativa, e utilizar a Comunicação Visual é uma alternativa. A Visualização de Dados reúne conceitos, ferramentas e técnicas que permitem eficiência e eficácia na Comunicação Visual [Ware 2010, Kirk 2012].

Se uma figura contém cores dissonantes, elementos visuais desequilibrados ou outros recursos que distraem, o observador terá mais dificuldade em inspecionar a figura e interpretá-la corretamente [Wilke 2019]. Os cérebros humanos são programados para ver padrões e diferenças e para compreender as relações espaciais a partir disso [Grant 2018]. Entender os dados e torná-los claros para outras pessoas por meio de gráficos de dados é a arte de se tornar visual [Yau 2013, Sosulski 2018].

A própria Digitalização tem afetado a Comunicação Visual, não apenas com o volume de dados crescente, mas também pelo acesso a inúmeras informações, dispersas e algumas vezes contraditórias, sobre as melhores práticas para uma boa comunicação.

1.3 Objetivo do Trabalho

O objetivo deste estudo é propor um modelo heurístico que auxilie o processo de comunicação visual de informações por meio de gráficos científicos. Para atender a esse objetivo, a autora realizou uma pesquisa na literatura, com o intuito de encontrar características a respeito da comunicação visual de informação, e características da comunicação visual de gráficos e a enunciação de heurísticas usualmente utilizadas para a comunicação visual de gráficos científicos. Com base nisso, os seguintes objetivos específicos nortearam o desenvolvimento da pesquisa:

- caracterizar elementos que formam a comunicação visual;

- caracterizar elementos que integram a comunicação visual de gráficos;
- caracterizar elementos que são comumente utilizados para a comunicação visual das informações por meio de gráficos; e
- propor um modelo heurístico para auxiliar a comunicação visual de informações científicas por meio de gráficos.

Com isso, espera-se que este trabalho contribua com a Visualização de Dados aplicada à Ciência de Dados, permitindo, de forma objetiva, a reunião, o compartilhamento e a sugestão de boas práticas para uma comunicação visual eficaz.

1.4 Organização da Dissertação

Além desta seção introdutória, o restante desta dissertação está organizada da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta a síntese da pesquisa realizada sobre os conceitos de Informação Científica, Comunicação Visual e Digitalização que servem de base para a pesquisa realizada.

No Capítulo 3, é detalhada a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa.

O Capítulo 4 reúne alguns aspectos e características considerados relevantes para este trabalho e obtidos na pesquisa bibliográfica.

No Capítulo 5, descreve o desenvolvimento de uma investigação qualitativa, com objetivo de reforçar a importância do uso de comunicações visuais no meio científico.

No Capítulo 6, são apresentados os principais conceitos e definições sobre heurísticas e a estrutura do modelo proposto por este trabalho.

Por fim, o Capítulo 7 apresenta as conclusões, contribuições e trabalhos futuros.

Conceitos Básicos

2.1 Informação Científica

Informação Científica é associada ao conceito de conhecimento. De acordo com Lombardi [Lombardi 2004] e Burgin [Burgin 2010], a Informação Científica fornece entendimento, que modifica o estado de compreensão daqueles que a recebem. Para Aguiar [Aguiar 1991], é o conhecimento que constituiu, em um certo momento da evolução da ciência, um acréscimo ao entendimento sobre algum fato ou fenômeno, tendo-se tornado disponível como resultado de uma pesquisa científica, ou seja, de um trabalho de investigação conduzido segundo o método científico.

Conforme apresentado por Naves [Naves 1998]:

"Um dos objetivos da investigação científica é aumentar, dia a dia, os conhecimentos da humanidade. Isto só é possível através de meios de comunicação que garantam a difusão da Informação Científica. Portanto, se a informação não for disseminada, ela não existe, e sem informação não há desenvolvimento das sociedades."

Para Kuramoto [Kuramoto 2006] a Informação Científica pode ser definida como:

"O insumo básico para o desenvolvimento científico e tecnológico de um país. Esse tipo de informação, resultado das pesquisas científicas, é divulgado à comunidade por meio de revistas."

Para este trabalho, em concordância com Aguiar, Naves e Kuramoto [Aguiar 1991, Naves 1998, Kuramoto 2006], a Informação Científica é o resultado de um processo racional e sistemático de uma pesquisa que sempre terá como objetivo o desenvolvimento científico e tecnológico.

2.2 Comunicação Visual

O termo "Comunicação" foi derivado do latim "communis", que significa "comum". Assim, comunicar significa tornar comum ou tornar conhecido, com-

partilhar e inclui meios verbais, não verbais e eletrônicos de interação humana [Velentzas e Broni 2014].

Uma definição de Comunicação oferecida por Mehrabian [Mehrabian 1972] é:

"Qualquer ato pelo qual uma pessoa fornece ou recebe de outra pessoa informações sobre suas necessidades, desejos, percepções, conhecimentos ou estados afetivos. A Comunicação pode ser intencional ou não intencional, pode envolver sinais convencionais ou não convencionais, pode assumir formas linguísticas ou não linguísticas e podem ocorrer por modos falados ou outros."

Para Shannon [Shannon 1948], a Comunicação é um sistema que em geral consiste em cinco elementos, sendo:

- Um emissor, que gera a mensagem a ser recebida pelo receptor.
- Um codificador, que transforma a mensagem gerada pelo emissor em um sinal para ser transmitido.
- Um canal, ou seja, o meio usado para transmitir o sinal do codificador para o decodificador.
- Um decodificador, que reconstrói a mensagem do sinal.
- Um receptor, que recebe a mensagem.

O processo de Comunicação definido por Shannon [Shannon 1948], pode ser visualizado da seguinte maneira como ilustrado na Figura 2.1.

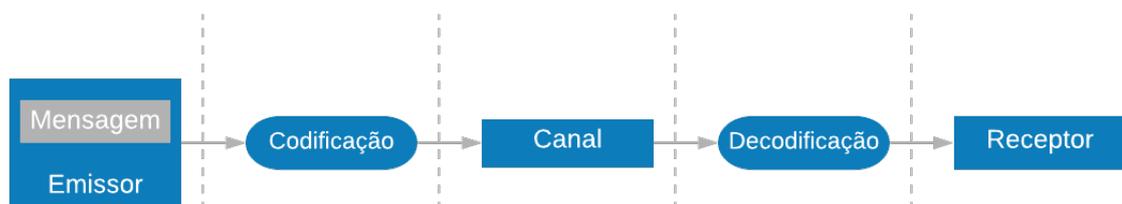


Figura 2.1: Processo de comunicação.

Com base nesse processo de Comunicação, a Mensagem contém a Informação a ser transmitida ao longo do processo em uma forma concreta [Sless 1981]. A Comunicação pode ser dividida em Comunicação Verbal e Não Verbal [Perles 2007]. A comunicação Visual, foco deste trabalho, encaixa-se na Comunicação Não Verbal.

Estabelecido por Ijaz [Ijaz 2018], a Comunicação Visual é algo que pode ser alcançado com a ajuda da visão e da exibição. Dessa maneira, qualquer objeto de exibição e que possa ser visualizado enquadra-se nessa categoria, como mapa, sinais, pintura, ilustração, gráfico, livros, animação, web design, publicidade, filmes e etc.

Para Islam [Islam 2011], a Comunicação Visual é um amplo espectro que inclui sinais, tipografia, desenho, design, gráficos, ilustração, publicidade, animação, cores e recursos eletrônicos.

A Comunicação Visual de informações como afirmado por Healy [Healy 2018] é imprescindível para auxiliar a apresentação de resultados. Para o autor, é possível criar visualizações de forma sensata, compreensível e reproduzível. Alguns gráficos funcionam bem porque dependem em parte de alguns julgamentos estéticos sobre o que será eficaz. Esse tipo de bom senso é difícil de sistematizar. Algumas abordagens funcionam melhor por razões que têm menos a ver com o senso do que parece ser bom e mais a ver com como a percepção visual humana funciona.

Para Kirk [Kirk 2012], a Comunicação Visual retrata dados de maneiras que nos permitem vê-los sob um novo ângulo, resultando padrões, exceções e as possíveis histórias por trás dos dados brutos, sendo assim uma ferramenta importante de descobertas. É um processo convergente apoiado a muitas habilidades diferentes, que necessitam de prática e experiência. E conhecimento profundo e amplo em várias disciplinas, incluindo ciências cognitivas, estatística, design gráfico, cartografia, e ciência da computação. Esta estrutura multidisciplinar torna a Comunicação Visual um assunto desafiador.

2.3 Digitalização

A Digitalização ou Transformação Digital, de acordo com a literatura, refere-se às mudanças associadas à aplicação da tecnologia digital em todos os aspectos da sociedade humana [Stolterman e Fors 2004].

Para Owen [Owen 2006], é um termo frequentemente utilizado para denotar a conversão de informação analógica para digital. Islam [Islam 2011] define como sendo o processo de conversão de registros escritos e impressos em formato eletrônico.

Caracterizada por Tihinen e colaboradores [Tihinen et al. 2016], a Digitalização foi identificada como uma das principais tendências que mudam a sociedade e os negócios no futuro próximo e a longo prazo. O impacto da Digitalização será grande e comparável ao das Revoluções Industriais [Degryse 2016, Tihinen et al. 2016].

Para Brennen e colaboradores [Brennen e Kreiss 2016], a Digitalização refere-se à ação ou processo de digitalizar; a conversão de dados analógicos (especialmente em imagens, vídeos e textos) em formato digital. A Digitalização, por outro lado, refere-se à adoção ou ao aumento do uso da tecnologia digital ou da informática por uma organização.

Resumindo, embora a Digitalização, conceitualmente, seja apenas a transformação de um objeto informacional analógico em digital, este fenômeno tem afetado e ainda afetará as formas como as pessoas criam, armazenam, acessam e transmitem informações.

Este trabalho de pesquisa tem como contexto este cenário de transformação. A Comunicação das Informações Científicas tem sido afetada pela Digitalização de diversas formas [Bromme e Goldman 2014] e é proposta deste trabalho colaborar no entendimento das possibilidades que a Digitalização oferece à Visualização de Dados.

Metodologia de Pesquisa

Este Capítulo caracteriza o tipo de pesquisa realizada como uma pesquisa exploratória. O Capítulo também apresenta a visão geral do processo utilizado para atingir os objetivos propostos e uma descrição resumida de cada etapa.

3.1 Uma Pesquisa Exploratória

Uma Pesquisa Exploratória tem por finalidade proporcionar maior familiaridade com a questão proposta, com vistas a torná-la mais explícita ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Apresenta um planejamento flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Embora o planejamento da pesquisa exploratória seja bastante flexível, na maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso [Gil et al. 2002].

Esta pesquisa pode ser caracterizada como uma pesquisa exploratória sobre a Comunicação Visual e sua aplicação na divulgação da Informação Científica, em especial, na forma de gráficos. Além de uma revisão bibliográfica, foi possível também propor uma heurística para auxiliar os pesquisadores na elaboração de representações visuais mais eficazes.

3.2 Pesquisa Bibliográfica

A Pesquisa Bibliográfica, assim como outros modelos de pesquisa, é desenvolvida por etapas. Conforme Gil [Gil et al. 2002]:

“Uma pesquisa bibliográfica é desenvolvida em uma série de etapas. Assim como seu encadeamento, depende de muitos fatores, tais como a natureza do problema, o nível de conhecimentos que o pesquisador dispõe sobre o assunto, o grau de precisão que se pretende conferir à pesquisa etc. Logo, qualquer tentativa de apresentar um modelo para desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica deverá ser entendida

como arbitrária. Tanto é que os modelos apresentados pelos autores que tratam desse assunto diferem significativamente entre si.”

A Pesquisa Bibliográfica é uma metodologia fundamental neste trabalho.

3.3 Etapas da Pesquisa

A seguir, são descritas as etapas planejadas e realizadas nesta pesquisa, incluindo a Pesquisa Bibliográfica, a proposta de uma heurística e a escrita da dissertação.

- **Planejamento:** definição de tema, realização de busca exploratória inicial, delimitação do problema, delimitação das hipóteses;
- **Estruturação:** reunião bibliográfica dos elementos característicos da Comunicação Visual, delimitação dos elementos da Comunicação Visual por meio de gráficos científicos, reunião bibliográfica das regras tradicionais para Comunicação Visual de gráficos científicos e a delimitação das mesmas.
- **Execução:** enunciação dos resultados das buscas, proposta de um modelo heurístico para auxiliar o processo de Comunicação Visual de Informação Científica, estudo de caso, comparação e análise dos resultados, por fim a escrita.

A [Figura 3.1](#) apresenta um fluxograma com as etapas desta pesquisa.

As seguintes seções detalham as etapas representadas na [Figura 3.1](#).

3.4 Planejamento

Esta seção apresenta o detalhamento das etapas do planejamento do presente trabalho, tendo as seguintes subseções: definição de objetivos e a investigação exploratória.

3.4.1 Objetivos

Os objetivos principais da pesquisa foram:

- verificar os elementos característicos da Digitalização;
- verificar os elementos característicos da Comunicação Visual de Informações;
- verificar os elementos visuais característicos de Gráficos;
- verificar regras comumente utilizadas para Comunicação Visual de Gráficos;
- enunciar uma heurística tipicamente utilizada para a Comunicação Visual de Gráficos;
- propor um modelo heurístico que auxilie no processo de Comunicação de Informação Científica por meios visuais a partir de Gráficos.

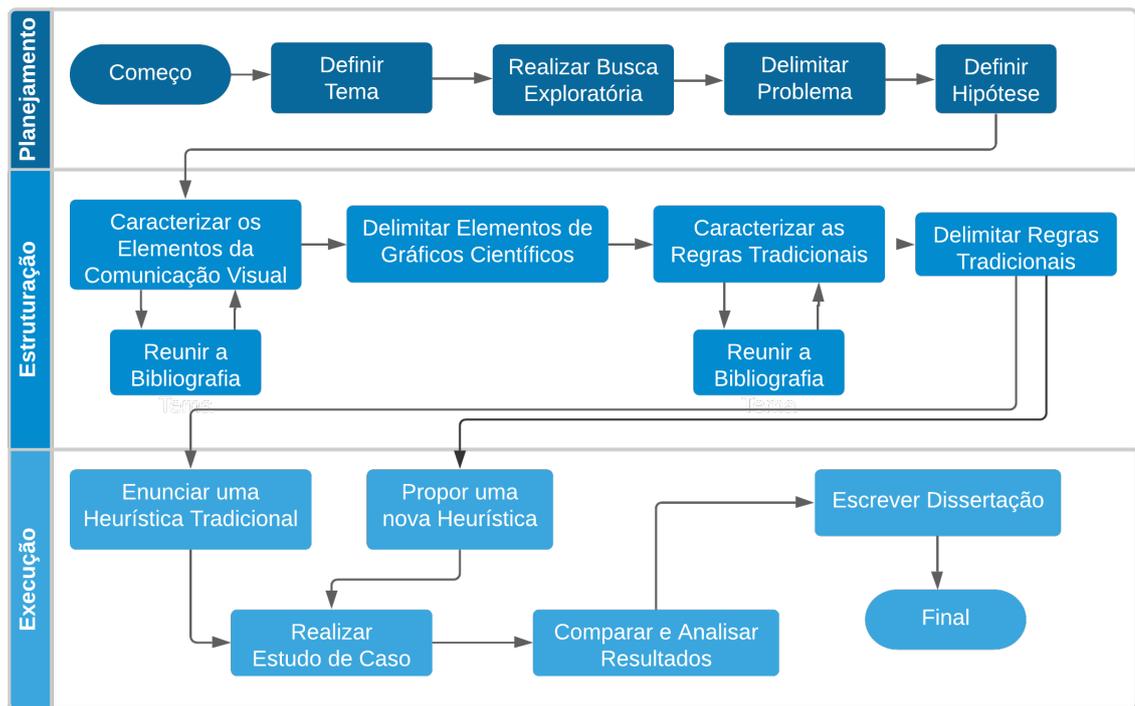


Figura 3.1: Fluxograma com as etapas planejadas e realizadas da pesquisa.

3.4.2 Investigação Exploratória

Com objetivo de estreitar os componentes a serem explorados neste trabalho, uma investigação exploratória sobre a digitalização e seus elementos foi realizada. A [Figura 3.2](#) apresenta o esquema utilizado para a definição dos elementos utilizados posteriormente nesta pesquisa.

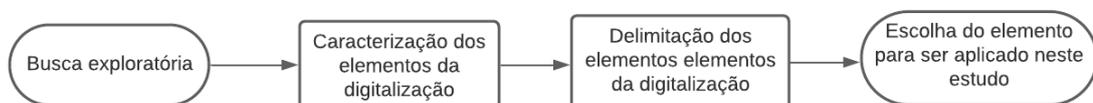


Figura 3.2: Esquema da investigação exploratória.

O processo desta investigação foi desenvolvido da seguinte maneira:

1. caracterização dos elementos que fazem parte da digitalização da informação;
2. a delimitação dos elementos encontrados;
3. a escolha do elemento principal que fez parte deste trabalho.

As buscas foram realizadas no Google Acadêmico [[Acadêmico 2021](#)].

Os critérios de seleção usados:

1. artigos que apresentassem ligação entre a digitalização e a informação; e
2. artigos que apresentassem relação da digitalização com a comunicação.

A [Figura 3.3](#) retrata o Mapa Mental com os elementos encontrados na investigação e considerados característicos do fenômeno da digitalização sobre a informação. O [Apêndice B](#) apresenta o Mapa mental com outros elementos que foram encontrados nesta busca.

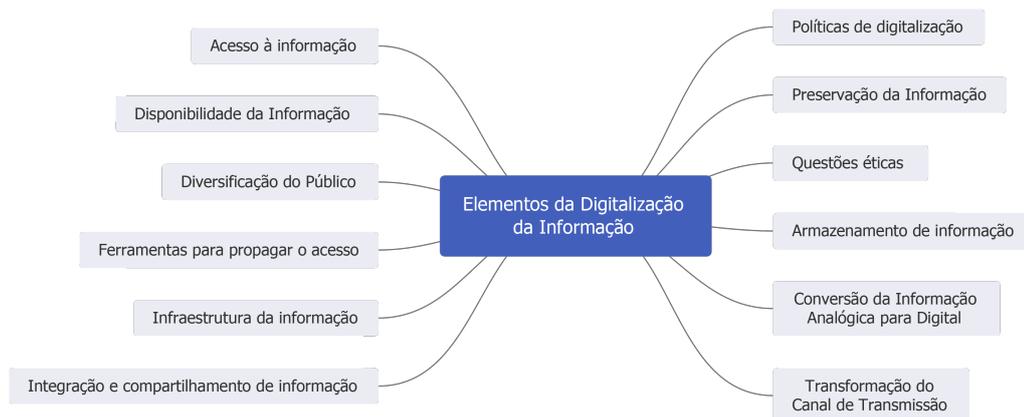


Figura 3.3: Mapa mental de elementos característicos da digitalização da informação.

Observamos a digitalização transcendendo o aspecto de um simples processo de conversão de informação analógica para digital.

3.5 Estruturação

As questões definidas para esta etapa da pesquisa são as seguintes:

1. É viável caracterizar os principais elementos da comunicação visual?
2. Se viável, quais elementos da comunicação visual que influenciam os gráficos científicos?
3. Quais as principais regras comumente utilizadas para uma “boa” construção e apresentação de gráficos científicos?
4. É factível enunciar uma heurística comumente utilizada para construção e apresentação de gráficos científicos?
5. É possível propor um modelo heurístico auxiliar que leve em consideração a influência da digitalização no processo de comunicação visual de informações por meio de gráficos científicos?

A [Figura 3.4](#) apresenta o fluxo de etapas percorridos nesta seção.

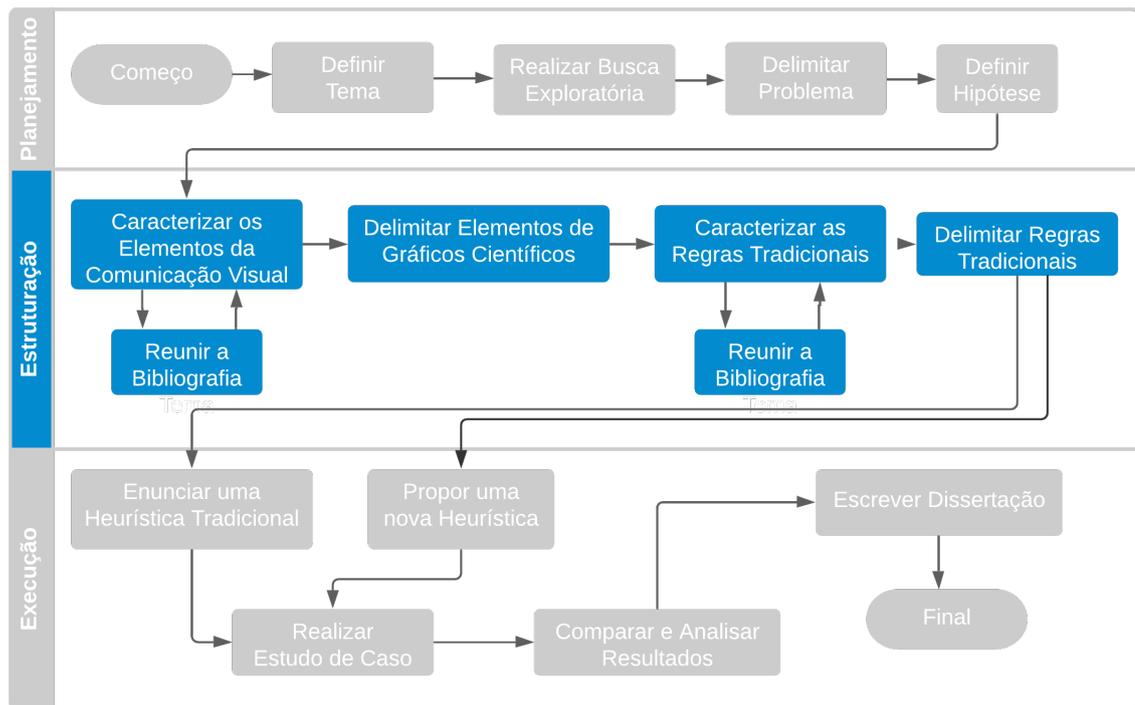


Figura 3.4: Fluxograma com etapas da estruturação.

3.5.1 Processo de Busca

O processo de busca definido foi o seguinte:

1. pesquisa inicial exploratória para estabelecer as palavras-chaves da pesquisa;
2. definição da *string* de busca com base nas palavras-chaves identificadas;
3. execução da *string* de busca nas bibliotecas e seleção das listas preliminares de estudos relevantes, com base nos passos 1 e 2 dos critérios de seleção definidos na [Subseção 3.5.2](#);
4. inclusão e agrupamento de listas preliminares; e
5. extração dos dados, e a realização da análise e classificação.

3.5.2 Critérios de Seleção

Foram incluídos nos resultados das pesquisas, documentos que respeitassem os critérios:

- escritos em Inglês ou Português;
- possuam *abstract* disponível;
- apresentem algum método, diretriz, heurística, regra que contribua com o processo de Comunicação Visual de Informação por meio de Gráficos.

3.5.3 Método de Seleção

Para a inclusão de um trabalho no resultado da pesquisa, é imprescindível que seja realizada uma verificação apoiada nos critérios definidos. A verificação dos documentos, foi realizada em etapas:

Etapa 1. Análise do título e *abstract* da produção: é preciso verificar o título e o *abstract*, pois alguns estudos apresentam no título palavras-chaves, mas aplicadas em outro contexto. Por isso, é necessário observar o *abstract* para definir a relevância do estudo para apoiar esta pesquisa.

Etapa 2. Obter a produção: caso seja necessário maiores esclarecimentos a respeito do estudo, é importante obter o documento completo para uma nova leitura.

Etapa 3. Avaliação da estrutura: com base nos critérios definidos na seção 3.4.2. É possível verificar as partes que compõem a obra, a fim de encontrar elementos que colaborem com esta pesquisa.

Etapa 4. Leitura da introdução e conclusão: para maior entendimento de cada obra.

3.5.4 Análise de Qualidade

A Análise de Qualidade dos documentos relacionados foi elaborada da seguinte maneira:

- Verificação da base teórica, referências e meio de transmissão.
- Caracterização definida por elementos fazem parte comunicação visual de informações por meio de gráficos científicos.
- Apresente de métodos, regras, diretrizes, heurísticas que contribuam com a comunicação visual de informação científica por meio de gráficos.

3.6 Condução da Pesquisa Bibliográfica

Esta seção apresenta o modo como foi conduzida a Pesquisa Bibliográfica.

3.6.1 Construção das *Strings* de Busca

Uma busca preliminar foi executada para abstrair produções que apresentassem elementos característicos previamente definidos. Palavras-chaves identificadas com base na frequência de uso dos termos:

- *communication of information*;

- *communication of scientific information;*
- *data information;*
- *data visualization;*
- *scientific communication;*
- *visual communication;*
- *visual charts;* e
- *visual data communication.*

Esses termos referem-se, portanto, aos elementos que compõem a comunicação visual de informações científicas. Contudo, os resultados foram considerados muito amplos. A *string* foi, então, limitada com elementos relacionados a processos, procedimentos, regras e diretrizes que contribuam com a comunicação visual de informação por meio de gráficos científicos:

- *guidelines;*
- *heuristics;*
- *methods;*
- *principles;*
- *procedures;*
- *process;* e
- *rules.*

Definimos um terceiro grupo de *strings* com foco na relação das duas primeiras, com termos que apontam uma relação direta para a construção e apresentação da comunicação visual por meio de gráficos científicos:

- *creation;*
- *design;*
- *presentation;*

Após a junção dos termos dos três grupos:

(“Communication of information” OR “Communication of scientific information” OR “Data information” OR “Data visualization” OR “Visual communication” OR “Visual charts” OR “Visual data communication” OR “Scientific communication”)

AND

(“Guidelines” OR “Heuristics” OR “Methods” OR “Principles” OR “Procedures” OR “Process” OR “Rules”)

AND

(“Creation” OR “Design” OR “Presentation”)

3.6.2 Execução das Buscas

As buscas foram realizadas no período compreendido entre dezembro de 2020 e abril de 2021. Foram pesquisadas três bibliotecas digitais multidisciplinares:

- ACM Digital Library;
- IEEEExplore;
- ScienceDirect.

A partir da obtenção dos resultados de busca, foram utilizadas duas fases para abstrair os resultados relevantes para este estudo. A [Figura 3.5](#) representa esquematicamente essas fases.

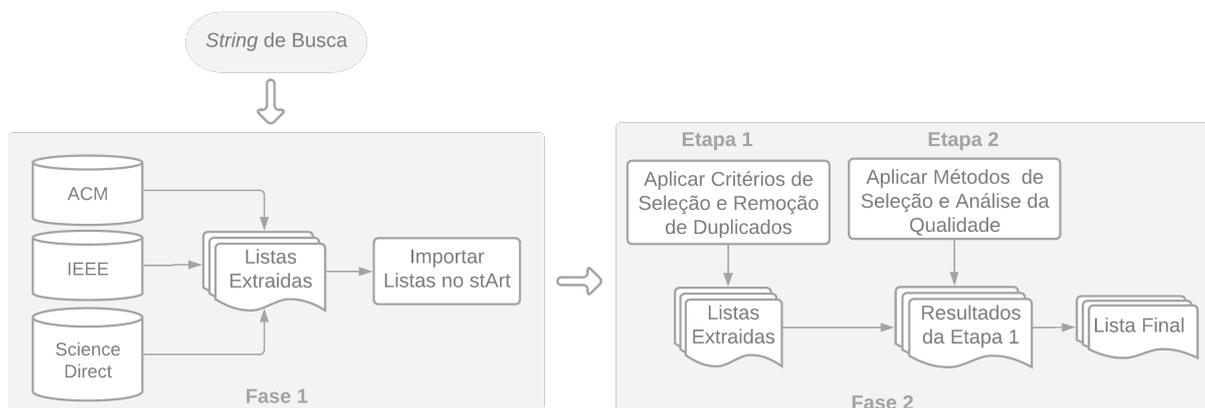


Figura 3.5: Fases da abstração e verificação do resultado obtido nas buscas.

Na primeira etapa da **Fase 1**, a *string* de pesquisa foi executada em cada uma das bases de dados. Posteriormente, foram obtidas listas com os resultados de cada base. Na segunda etapa, as listas obtidas foram importadas para uma ferramenta denominada

stArt [UFScar 2020]. O stArt foi escolhido para facilitar a organização e monitoramento dos trabalhos coletados.

A **Fase 2** foi desenvolvida na ferramenta stArt. Os resultados importados passaram por uma varredura com base nos critérios de seleção definidos na [Subseção 3.5.2](#). Também foram removidos documentos duplicados. Ao todo foram 1300 referências coletadas. Foi realizada uma nova varredura com alguns métodos de seleção específicos da [Subseção 3.5.3](#) e análise de qualidade descritos na [Subseção 3.5.4](#). Com isso, a quantidade total de trabalhos restantes foi de 120 registros.

A listagem final é composta por variadas fontes de informação, entre elas, artigos publicados em periódicos e revistas; e livros.

3.6.3 Resultados das Buscas nas Bibliotecas

Nesta seção apresentamos informações numéricas extraídas dos resultados obtidos a partir da seção anterior. A [Tabela 3.1](#) expõe o total de produções reunidas durante o processo de coleta e seleção de cada biblioteca digital utilizada.

Tabela 3.1: Descrição da quantidade de trabalhos obtidos das bibliotecas.

Bibliotecas	Total Extraído	Fase 1	Fase 2
ACM Digital Library	357	131	68
IEEEExplorer	543	65	35
Science Direct	400	33	17
Total	1300	229	120

A [Tabela 3.2](#) apresenta a quantidade de obras obtidas para cada objetivo definido anteriormente.

Tabela 3.2: Relação das obras obtidas com relação aos objetivos de busca.

Objetivos de Buscas	Trabalhos
Trabalhos que apresentem elementos de comunicações visuais	72
Trabalhos que apresentem elementos da comunicação visual por meio de gráficos	27
Trabalhos que descrevam heurísticas comumente utilizadas	21

Para complementar essas informações, o [Apêndice A](#) apresenta um mapa mental com a relação dos documentos selecionados.

Resultados da Pesquisa Bibliográfica

Este Capítulo caracteriza alguns elementos encontrados na literatura que representam elementos da Comunicação Visual, elementos de Gráficos Científicos e as Heurísticas comumente utilizadas para a Comunicação Visual de Informação por meio e Gráficos.

4.1 Elementos da Comunicação Visual

A Comunicação Visual é um processo que objetiva transmitir uma mensagem, e essa mensagem pode ser comunicada por meio de diversos elementos visuais. Para Anderson e colaboradores [Anderson et al. 2020], a Comunicação Visual é uma peça central na comunicação de pesquisas científicas, e pode ser representada por meio de tabelas, gráficos, infográficos, fotografias, ilustrações, diagramas e mapas. O emparelhamento de recursos visuais com texto permite que a representação das informações sejam eficazes.

Em conformidade, Zvonnikova e Strode [Zvonnikova e Strode 2015] apontam que a Comunicação Visual expandiu-se para vários elementos além de fotografias, tidas como prioritárias inicialmente, para também elementos como pinturas, vídeo e audiovisual.

Entre os diversos elementos da Comunicação Visual atuais, como o infográfico tem tido destaque. O infográfico é uma ferramenta importante para oferecer informações de modo a persuadir, direcionar e mobilizar pessoas. Esse elemento visual garante a capacidade de ver os eventos e a conexão entre os mesmos de maneiras novas e diferentes [Dur 2014, Khouzam et al. 2019]. Para Rigutto [Rigutto 2017], o uso de ferramentas digitais pode desenvolver uma narrativa clara e envolvente para dados científicos complexos.

Visualizar dados em tabelas geralmente não é a melhor maneira de ajudar os leitores a compreender grandes quantidades de dados. Em um estudo apresentado por Mogull e Stanfield [Mogull e Stanfield 2015], diagramas, gráficos, fotografias e tabelas continuam sendo os elementos comumente utilizados.

As Comunicações Visuais são representadas também por tipos específicos de gráficos como o gráfico 2D e o gráfico 3D. Gráficos são recursos visuais que propor-

cionam a eficácia em mostrar a direção e magnitude de tendências e padrões de dados [Dumont e Vandebroek 2002, Arsenault, Smith e Beauchamp 2006, Ng e Peh 2009]. Além disso, para Bennett [Bennett et al. 2007], as visualizações projetadas por meio de gráficos enfatizam a legibilidade e promovem o entendimento.

Para Nowak e colaboradores [Nowak, Bartram e Schiphorst 2018], Visualização Narrativa também é um elemento técnico visual que pode influenciar aspectos implícitos de experiência de usuário. O elemento narrativo sugere uma compreensão fácil e mais envolvente do que a comunicação lógica-científica tradicional [Dahlstrom 2014]. As estruturas de visualização narrativa são simples e eficazes para apresentar linearmente conjuntos de visualizações de dados e colaboram com a percepção e melhorar a compreensão, memória e tomadas de decisão [Wang et al. 2018, Santos e Silveira 2018]. Wojtkowski e Wojtkowski [Wojtkowski e Wojtkowski 2002] afirmam que as comunicações visuais narrativas representam quantidades complexas e massivas de informações, por isso é uma técnica amplamente utilizada [Carvalho, Parisot e Tamisier 2017].

Outro tipo de visualização é a Interativa de dados. O uso do recurso visual interativo suporta a aprendizagem colaborativa e o auto-estudo [Yanzi, Song e Yunqing 2016, Sorapure 2019].

O uso de Mapas Mentais como elementos de comunicação visual é também uma abordagem significativa, visto que por meio de mapas mentais é possível registrar e organizar informações de acordo com a finalidade estabelecida [Zandomenighi, Gobbo e Bonfiglio 2015].

Por meio da pesquisa bibliográfica realizada, ficou claro que a Comunicação Visual apresenta amplos formatos e elementos. Foram destacados apenas alguns destes elementos em função dos objetivos deste trabalho.

4.2 Elementos da Comunicação Visual de Gráficos Científicos

Esta seção é destinada a caracterização de alguns elementos que constituem os gráficos científicos, encontrados a partir da pesquisa bibliográfica.

Os elementos da Comunicação Visual, quanto ao formato, podem ser caracterizados por formas, tamanhos, cores, ou seja, componentes que oferecem sinais sobre como devemos interpretar e examinar as informações. Essas escolhas determinam se a informação apresentada terá significado para os indivíduos que a recebem. Em muitos casos, os cientistas amontoam muitos elementos em uma única imagem com poucas pistas visuais que orientem o processo de distinguir os componentes presentes [Moldenhauer 2020]. Portanto, uma estratégia para aprimorar as comunicações visuais de gráficos científicos

está na consciência de princípios visuais como tamanhos, forma, contraste e posicionamento [O'Connor 2015, Larson et al. 2017]. Resumindo, os elementos visuais são importantes na criação do design da informação centrado na capacidade das pessoas em obter a percepção da forma visual e assim transformar o foco da visualização em informação [Cairo 2012, Tufte, Goeler e Benson 1990, Tufte 1985].

Dondis e Camargo [Dondis e Beramendi 1997] definiram detalhadamente uma variedade de elementos que integram a Comunicação Visual de um gráfico:

“O ponto, a item visual mínimo, o indicador e marcador de espaço; a linha, o articulador fluido e incansável da forma, seja na soltura vacilante do esboço seja na rigidez de um projeto técnico; a forma, as formas básicas, o círculo, o quadrado, o triângulo e todas as suas infinitas variações, combinações, permutações de planos e dimensões; a direção, o impulso de movimento que incorpora e reflete o caráter das formas básicas, circulares, diagonais, perpendiculares; o tom, a presença ou a ausência de luz, através da qual enxergamos; a cor, a contraparte do tom com o acréscimo do componente cromático, o elemento visual mais expressivo e emocional; a textura, óptica ou tátil, o caráter de superfície dos materiais visuais; a escala ou proporção, a medida e o tamanho relativos; à dimensão e o movimento, ambos implícitos e expressos com a mesma frequência.”

A nuvem de palavras, apresentada na [Figura 4.1](#) mostra a frequência com que elementos visuais relacionados a gráficos foram apresentados nos textos dos livros e artigos encontrados a partir da pesquisa bibliográfica. Os elementos em maior escala foram os mais mencionados.



Figura 4.1: Nuvem de palavras de elementos gráficos.

Os elementos caracterizados nesta etapa contribuíram para a definição de elementos que foram utilizados para a construção da heurística de comunicação visual apresentada na [Seção 6.2](#).

Tabela 4.1: Listagem dos livros que apresentam elementos de comunicação visual.

Livros	Referência
<i>Advanced presentations by design: creating communication that drives action</i>	[Abela 2008]
<i>Beautiful visualization looking at data through the eyes of experts</i>	[Steele e Iliinsky 2010]
<i>Data visualization: a practical introduction</i>	[Healy 2018]
<i>Data visualization: a successful design process</i>	[Kirk 2012]
<i>Data visualization: charts, maps and interactive graphics</i>	[Grant 2018]
<i>Data visualization made simple: insights into becoming visual</i>	[Sosulski 2018]
<i>Design for information: an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations</i>	[Meirelles 2013]
<i>Effective data storytelling: how to drive change with data, narrative and visuals</i>	[Dykes 2019]
<i>Effective data visualization the right chart for the right data</i>	[Evergreen 2019]
<i>Envisioning information</i>	[Tufte, Goeler e Benson 1990]
<i>Fundamentals of data visualization</i>	[Wilke 2019]
<i>Good charts: the HBR guide to making smarter, more persuasive data visualizations</i>	[Berinato 2016]
<i>Information dashboard design: the effective visual communication of data</i>	[Few 2006]
<i>Information visualization</i>	[Spence 2001]
<i>Information visualization: perception for design</i>	[Ware 2019]
<i>Storytelling with data: a data visualization guide for business professionals</i>	[Knafllic 2015]
<i>Storytelling with data: let's practice!</i>	[Knafllic 2019]
<i>The ACS style guide</i>	[Coghill e Garson 2006]
<i>The visual display of quantitative information</i>	[Tufte 2001]
<i>Visual thinking for design</i>	[Ware 2010]

A seguir, são destacadas algumas observações, princípios, diretrizes, ou formas de pensar, sugeridas pelos autores, em especial Kirk [Kirk 2012], Berinato [Berinato 2016], Abela [Abela 2008] e Knafllic [Knafllic 2015, Knafllic 2019].

Para Kirk [Kirk 2012], a Comunicação Visual retrata dados de maneiras que nos permitem vê-los sob um novo ângulo, resultando padrões, exceções e as possíveis histórias por trás dos dados brutos, sendo assim uma ferramenta importante de descobertas. No entanto, a Comunicação Visual não é fácil. Logo, é um processo convergente apoiado a muitas habilidades diferentes e que necessitam de prática e experiência, o que claramente demanda tempo e paciência.

Acima de tudo, requer um conhecimento amplo em vários tradicionalmente dis-

ciplinas distintas, incluindo Ciências Cognitivas, Estatística, Design Gráfico, Cartografia, e Ciência da Computação.

A Visualização de Dados não é diferente. A adoção desta metodologia envolve o reconhecimento dos principais estágios, considerações e táticas que ajudam no processo de visualização. O Mapa Mental apresentado na [Figura 4.3](#) demonstra a metodologia apresentada no trabalho de Kirk [[Kirk 2012](#)].



Figura 4.3: Mapa mental baseado na metodologia de classificação proposta por Kirk [[Kirk 2012](#)].

Pode-se descrever a metodologia apresentada por Kirk [[Kirk 2012](#)] da seguinte forma:

- **Comparando categorias:** para facilitar as comparações entre os tamanhos relativos e absolutos de valores categóricos;
- **Avaliação de hierarquias e relacionamentos parte-para-todo:** para fornecer uma análise de valores categóricos em seu relacionamento com uma população de valores ou como elementos constituintes de estruturas hierárquicas;
- **Mostrando mudanças ao longo do tempo:** explorar dados temporais e mostrar as tendências e padrões de mudança de valores em um período de tempo contínuo;
- **Traçando conexões e relacionamentos:** explorar dados temporais e mostrar as tendências e padrões de mudança de valores em um período de tempo contínuo; e
- **Mapeamento de dados geoespaciais:** para plotar e apresentar conjuntos de dados com propriedades geoespaciais por meio de muitas estruturas de mapeamento diferentes.

Outro trabalho importante é o de Berinato [[Berinato 2016](#)]. Este trabalho apresenta um guia de diretrizes para escolha da comunicação visual por meio de gráficos. Na [Figura 4.4](#) apresenta um Mapa Mental das diretrizes.

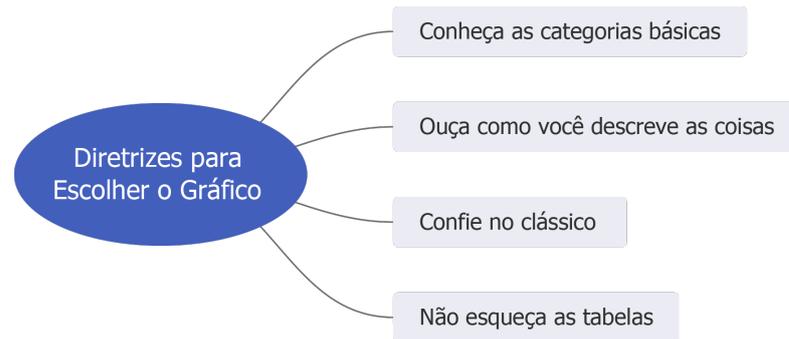


Figura 4.4: Mapa mental baseado no guia de diretrizes apresentado por Berinato [Berinato 2016].

O modelo apresentado por Berinato [Berinato 2016] consiste nas seguintes etapas:

1. Conheça as categorias básicas: entenda a intenção ao representar os dados:

- Fazendo uma comparação?
- Mostrando uma distribuição?
- Mostrando proporções?
- Mapeando algo?
- Mostrando um conceito não estatístico?

2. Ouça como você descreve as coisas: a ideia que você deseja transmitir.

3. Confie no básico: a maioria dos desafios da comunicação visual pode ser tratada por três tipos de gráfico e suas variantes:

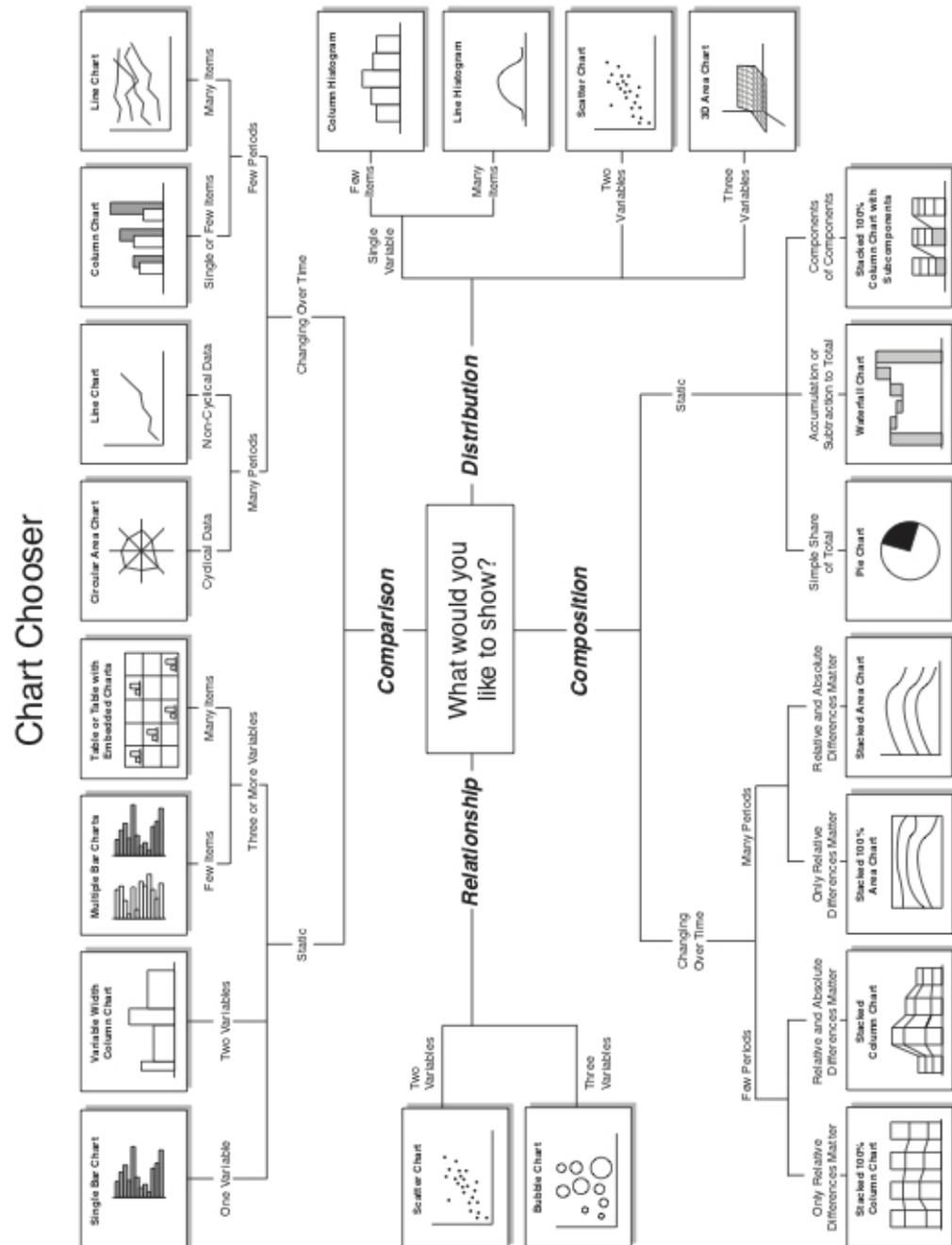
- Gráficos de linha (área empilhada, gráfico de inclinação);
- Gráficos de barras (barra empilhada, gráfico de pontos); e
- Gráficos de dispersão (gráfico de bolhas, histograma).

Certifique-se de ter um bom motivo para ir além do básico. Entenda que os tipos de gráfico mais especializados e incomuns exigirão mais esforço por parte de seus visualizadores. Pode ser útil dar a eles uma explicação de como funciona ou um protótipo simples.

4. Não esqueça as tabelas: às vezes, todos os pontos de dados individuais em um conjunto são mais importantes do que uma tendência ou o que os compõe. Nesses casos, uma mesa pode ser a melhor opção.

Para Abela [Abela 2008], o público de modo geral está sobrecarregado de informações devido à globalização e à terceirização. Em consequência dos avanços tecnológicos, a Comunicação Visual a cada dia que passa apresenta mais e mais elementos, ferramentas e meios de criar e apresentar novas comunicações tornando a análise complexa. Com uso inadequado de ferramentas automatizadas, a Visualização de Dados perde em qualidade e o objetivo das apresentações em muitos casos passam despercebidos.

Diante disso, Abela [Abela 2008] propôs um diagrama para a escolha do gráfico em determinadas situações. A Figura 4.5 apresenta este diagrama.



© 2020 Andrew V. Abela, Dr. Abela@ExtremePresentation.com
www.extremepresentation.com

Figura 4.5: Diagrama para escolha de gráficos proposto por Abela [Abela 2008].

Outros trabalhos de suma importância para esta pesquisa são os dois livros da

Knafllic [Knafllic 2015, Knafllic 2019]. Nestes trabalhos, é apresentado outro elemento valioso para a Comunicação Visual de Informação, a Contação de Histórias (do inglês, *Storytelling*) por meios dos dados. Para Knafllic [Knafllic 2015], o modo como os dados são apresentados é tão importante quanto escolher o gráfico ideal. Neste sentido, é apresentado, na primeira obra [Knafllic 2015], a significância da contextualização, a escolha de um design eficiente, o foco no conteúdo e a narrativa dos dados. Já na segunda obra [Knafllic 2019], é apresentada a prática do conteúdo do primeiro livro.

A partir de elementos definidos por [Knafllic 2015], o Mapa Mental da Figura 4.6 foi desenvolvido.



Figura 4.6: Mapa Mental com elementos para o *Storytelling* com Dados por Knafllic [Knafllic 2015].

Como definido por Knafllic [Knafllic 2015], a contação de histórias com dados é um elemento fundamental para a apresentação dos resultados por meio de gráficos. O processo de Contação é definido da seguinte maneira:

1. Entenda o contexto: um pouco de planejamento pode ajudar muito e levar a comunicações mais concisas e eficazes.

2. Escolha um visual eficaz: não existe uma resposta “certa” única quando se trata de como visualizar os dados. Quaisquer dados podem ser representados graficamente de inúmeras maneiras diferentes. Frequentemente, é preciso reiterar os conceitos definidos pela literatura e também os novos conceitos.

3. Identificar e eliminar a desordem: faça uma busca criteriosa nos elementos gráficos a fim de remover aquelas coisas que não estão agregando valor informativo o suficiente para fazer para sua presença. Esta lição é simples, mas o impacto é enorme: livre-se das coisas que não precisam estar lá.

4. Foco na atenção: tomar medidas intencionais em nossos recursos visuais para deixar claro para o público deve prestar atenção e em que ordem geral, essa técnica ajudar o público a se concentrar nos dados certos. Isso pode ser alcançado usando atributos pré-atenciosos - como cor, tamanho e posição - estrategicamente.

5. Pense como um designer: a aplicação de conceitos ilustrativos podem ajudar a transformar seu visual de aceitável em excepcional. Estratégias como: vincular os dados relacionados visualmente, colocar elementos menos importantes em segundo plano e tra-

zer o material crítico para a frente. Direcionar a atenção do seu público intencionalmente para onde você deseja que eles olhem.

6. Conte uma história: em um planilha são apresentados dados que são facilmente esquecidos. As histórias, por outro lado, são memoráveis. Combinar a potência da história com visuais eficazes significa que o público pode se lembrar do que ouviu ou leu, além do que viu.

Investigação Qualitativa

Após a obtenção dos resultados da Pesquisa Bibliográfica, foi realizada uma Investigação Qualitativa com o objetivo de observar a experiência de estudantes da área de informática com a comunicação visual de informação por meio de gráficos científicos. A Entrevista foi escolhida como técnica para a coleta de dados.

Como afirmado por Gil [Gil et al. 2002]:

“A Entrevista é a técnica que apresenta maior flexibilidade. Podendo assumir diversas formas. Pode caracterizar-se como informal, quando se distingue da simples conversação apenas por ter como objetivo básico a coleta de dados. Pode ser focalizada quando, embora livre, enfoca tema bem específico, cabendo ao entrevistador esforçar-se para que o entrevistado retorne ao assunto após alguma digressão.”

A Entrevista Qualitativa é uma ferramenta de coleta de dados útil em uma variedade de abordagens metodológicas e pode, portanto, ser aplicada para abordar uma série de questões de pesquisa. No entanto, as entrevistas de pesquisa qualitativa são preferíveis quando o pesquisador se esforça para compreender a perspectiva subjetiva do entrevistado de um fenômeno, em vez de gerar entendimentos generalizáveis de grandes grupos de pessoas, por exemplo, a entrevista qualitativa pode se prestar bem para explorar a experiência de estudantes com relação a algum assunto específico, ou as concepções de estudantes a uma determinada área [McGrath, Palmgren e Liljedahl 2019].

Como tal, um estudo que aplica Entrevistas Qualitativas têm o potencial de dar voz a minorias e grupos da sociedade que não podem ser ouvidos em outro lugar [Reeves et al. 2015]. Além disso, deve-se considerar as dimensões éticas de tirar o tempo dos entrevistados e, portanto, incluir apenas quantos participantes forem necessários no projeto de pesquisa e que possam ter percepções ou experiências do fenômeno em questão.

5.1 Organização da Entrevista

Nesta seção são apresentadas as análises e comparação com os dados obtidos por meio das Entrevistas e os resultados obtidos por meio da pesquisa bibliográfica.

A Entrevista foi realizada com alunos e ex-alunos do programa de pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Goiás - UFG. Os participantes foram abordados para ver se apresentavam interesse em participar da investigação. Foi explicado que era uma pesquisa por telefone e que seria preenchida pela autora da pesquisa. A título de formalizar a Entrevista, foi solicitado a permissão para uso da mesma neste trabalho. Foram realizadas 6 entrevistas, sendo 4 ex-alunos com dissertação aprovada e 2 alunos com dissertação em andamento. Apesar de um número reduzido de entrevistados, achou-se relevante reportar os resultados obtidos.

Como afirmado por Parasuraman [[Parasuraman, Berry e Zeithaml 1990](#)]:

"Uma pesquisa exploratória apresenta amostra relativamente pequena; selecionada subjetivamente. A coleta de dados é flexível, sem procedimento estruturado. E a análise é informal, tipicamente quando não quantitativa."

5.2 Desenvolvimento da Investigação Qualitativa

Para esta Investigação utilizamos a Entrevista com perguntas abertas. Todas as perguntas da pesquisa que não incluem um conjunto de opções de resposta são conhecidas como perguntas abertas. As perguntas abertas exigem que os respondentes formulem uma resposta em suas próprias palavras e a expressem verbalmente ou por escrito. Os respondentes não são direcionados em uma direção específica por categorias de resposta predefinidas [[Züll 2016](#)].

Como afirmado por Chaer [[Chaer, Diniz e Ribeiro 2011](#)]:

"As perguntas abertas são aquelas que permitem liberdade ilimitada de respostas ao informante. Nelas poderá ser utilizada linguagem própria do respondente. Elas trazem a vantagem de não haver influência das respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador, pois o informante escreverá aquilo que lhe vier à mente."

Os entrevistados responderam duas questões:

Questão 1 - Qual é o processo ou passo a passo que você utiliza para criar comunicações visuais de informação por meio de gráficos científicos? Conseguiria descrever?

Questão 2 - Qual a sua opinião a respeito de uma proposta de modelo que auxilie durante o processo de comunicação visual da informação por meio de gráficos científicos?

O [Apêndice D](#) apresenta um modelo de questionário utilizando para esta Investigação Qualitativa.

A [Tabela 5.1](#) apresenta a relação das respostas da Questão 1.

Tabela 5.1: Relação das respostas obtidas na Questão 1 do questionário.

Procedimento	Entrevistados
Usam um processo racional e sistemático para criar comunicações visuais de gráficos	2
Usam ferramentas de geração automática de gráficos	4

Já a Questão 2, obteve 100% respostas positivas, com relação a proposta de um modelo que auxilie o processo de comunicação visual de informações por meio de gráficos científicos.

5.3 Observação da Investigação

Devido a todas as questões que envolveram a pandemia da COVID-19, fez-se necessário o uso da Entrevista por telefone.

A Entrevista foi projetada para levar aproximadamente 10-15 minutos para ser completa e incluindo a justificativa do estudo para os entrevistados. Antecipou-se que fosse registrada a Entrevista por meio de texto, permitindo que o entrevistado estivesse à vontade para se concentrar e conseguir formular o processo para responder a questão.

A questão apresentada aos entrevistados foi extraída da pesquisa bibliográfica, e pretendia observar qual era o nível de conhecimento dos entrevistados com relação ao processo de comunicação visual por meio de gráficos científicos.

A intenção geral era descrever qual era o modelo comumente utilizado pelos alunos para a comunicação visual de informação científica por meio de gráficos. Isso então forneceria propostas de investigação futuras que atacassem as principais dificuldades durante o processo de Comunicação Visual de Informação Científica.

Esta investigação é um ponto de partida para a pesquisa nesta área específica e, como tal, pode encorajar mais pesquisas deste campo.

Modelo Heurístico

Este Capítulo apresenta o modelo heurístico CVGC (Comunicação Visual de Informação Científica) construído a partir dos estudos realizados.

6.1 Heurística

Rachlin [[Rachlin 2003](#)] afirmou que as pessoas tendem a fazer escolhas racionais, mas o julgamento humano está sujeito a limitações cognitivas. Decisões puramente racionais envolveriam pesar todas as alternativas como possíveis benefícios e contribuições, o que demandaria mais tempo para fazer uma escolha, considerando a enorme quantidade de informações disponíveis. Além disso, outros fatores que também influenciam no processo de tomada de decisão seriam a inteligência geral e a precisão das percepções.

Kahneman e colaboradores [[Kahneman et al. 1982](#)] observaram que, apoiado a essas limitações, o ser humano é obrigado a confiar em atalhos mentais para concluir um determinado raciocínio. Desse modo, propuseram formas específicas de pensamento para simplificar o processo de tomada de decisão.

Para Kahneman [[Kahneman 2012](#)]:

“Heurística é um procedimento simplificador que ajuda a encontrar respostas adequadas, ainda que geralmente imperfeitas, para perguntas difíceis. A palavra vem da mesma raiz que heureka.”

Essencialmente uma técnica heurística contribui com a resolução de problemas e na tomada de decisões. A fim de lidar com a enorme quantidade de informações a respeito de processos de comunicação visual de informação e acelerar o processo de tomada de decisão, essa técnica apresenta estratégias mentais e simplifica processos para que não seja gasto de tempo com escolhas já testadas e conhecidas [[Vazirani 2013](#), [Williamson e Shmoys 2011](#)].

As Heurísticas podem ser utilizadas em vários campos de investigação. No campo da Computação, essas técnicas são comumente utilizadas como alternativas para solucionar problemas que não são resolvidos com exatidão e precisão por modelos

clássicos. Entre os diversos usos podemos citar: otimização, precisão de resultados, resolução de gargalos e etc. [Pearl 1984].

Nesta pesquisa, a Heurística pode ser considerada como meio simplificador para a tomada de decisão no que se diz respeito à Comunicação Visual de Informação, em especial de Gráficos Científicos. O Modelo seguiu a proposta de Kahneman [Kahneman 2012]: um processo constituído por questões a serem respondidas, as “perguntas heurísticas”.

6.2 Modelo Heurístico CVGC

Com base nos resultados da Pesquisa Bibliográfica foi observado que existem inúmeros tipos de representação visual, e com o avanço nas tecnologias a cada dia é possível acessar novas ferramentas, novos métodos e novos processos. Neste contexto, esta pesquisa propõe um Modelo Heurístico a partir da caracterização das diretrizes comumente utilizadas na literatura para a Comunicação Visual. O objetivo é auxiliar a etapa de comunicação de resultados por meio da construção e apresentação visual de dados científicos através de gráficos.

O Modelo Heurístico CVGC (Comunicação Visual de Informação Científica) apresenta **duas fases principais**: a Construção da Representação dos Dados e a Apresentação Visual dos Dados.

6.2.1 Construção da Representação dos Dados

A Construção da Representação dos Dados é uma fase que exige atenção, pois com a variedade gráficos, a tendência é usar modelos que não colaboram com a comunicação dos resultados. Devido a isso, a construção é fundamentada em duas fases: o reconhecimento dos dados e a representação dos dados.

Fase 1: Reconhecimento dos Dados

O entendimento da composição dos dados é fundamental para a escolha adequada do gráfico. Para isso apresentamos uma estrutura com três etapas: categoria, item e série de dados. Os termos categoria e item podem apresentar diversos significados, por isso foi estabelecido o significado de categoria e item de acordo com o dicionário da língua portuguesa.

Categoria, definido por Michaelis [Michaelis 2021]:

“Conjunto de coisas que partilham características ou propriedades comuns, o que lhes possibilita serem agrupadas sob um mesmo conceito ou concepção genérica.”

Item, definido por Michaelis [Michaelis 2021]:

“Unidade individual em um conjunto definido por características gerais.”

Série de Dados, neste trabalho, é um conjunto de valores que integram um item. Apoiado nas definições apresentadas, o reconhecimento dos dados é realizado com base na definição das categorias que são constituídas de itens e os itens são formados por séries de dados. A [Figura 6.1](#) apresenta uma estrutura para auxiliar no Reconhecimento dos Dados.

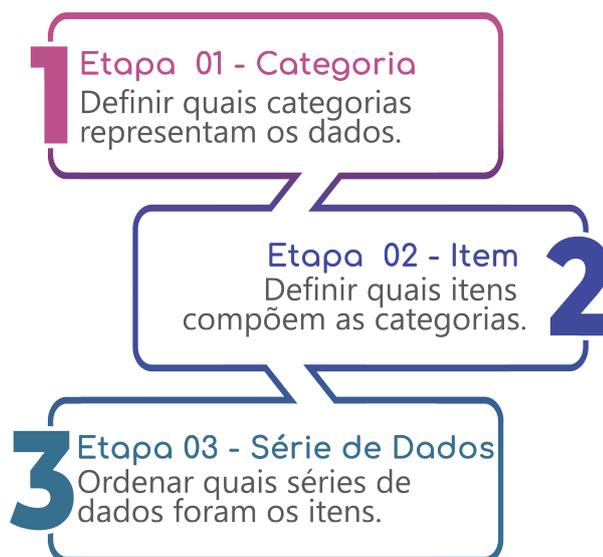


Figura 6.1: Estrutura com três etapas para Reconhecimento dos Dados.

Fase 2: Representação dos Dados

Na literatura, é possível encontrar guias de vários segmentos para a Representação dos Dados. Neste trabalho, daremos prioridade para quatro tipos comumente utilizados: comparação, composição, distribuição e relação.

A [Figura 6.2](#) ilustra o esquema inicial para a definir a Representação dos Dados.

- **Comparação:** como o próprio nome indica, é uma comparação entre séries de dados de um período específico ou ao longo do tempo. Você pode usar um gráfico de comparação para observar semelhanças e diferenças entre itens ou categorias, pesar várias categorias para escolher uma ou apresentar muitos dados em um formato fácil de ler.
- **Composição:** é habitualmente utilizada para demonstrar como partes individuais constituem um todo, com o objetivo de ressaltar a importância de cada parte sobre o todo. É usada também para apresentar a composição de dados ao longo do tempo.



Figura 6.2: Quatro tipos principais de Representação dos Dados.

- **Distribuição:** é ideal para expor a disposição de série de dados comparando os itens ou categorias de um período específico ou ao longo do tempo.
- **Relação:** também conhecida como Relacionamento, é usada para evidenciar a ligação entre séries de dados dentro de um período ou ao longo do tempo.

A [Figura 6.3](#) apresenta o Modelo baseado em perguntas heurísticas para a definição e escolha do tipo gráfico:

Primeira pergunta: O que os dados Representam? (comparação, composição, distribuição ou relação)

A etapa da **Comparação entre dados:**

Fase 1: a comparação de dados é de um período fixo ou ao longo do tempo?

Fase 2: contém quantos itens um, dois, três ou mais?

Fase 3: contém quantas séries de dados uma, duas, três ou mais?

Fase 4: o gráfico sugerido com base nas respostas anteriores.

A etapa da **Composição de dados:**

Fase 1: a composição de dados é de um período fixo ou ao longo do tempo?

Fase 2: se período fixo, a composição contém partes de uma, duas ou mais categorias ou itens? Se ao longo do tempo, a composição contém partes de uma, duas ou mais categorias ou itens?

Fase 3: se período fixo, gráfico sugerido com base nas respostas anteriores. Se ao longo do tempo, contém quantas séries de dados uma, duas, três ou mais?

Fase 4: se ao longo do tempo, gráfico sugerido.

A etapa da **distribuição de dados:**

Fase 1: a distribuição de dados é de um período fixo ou ao longo do tempo?

Fase 2: contém quantas séries de dados uma, duas, três ou mais?

Fase 3: o gráfico sugerido com base nas respostas anteriores.

A etapa da **Relação de dados:**

Fase 1: a relação de dados é de um período fixo ou ao longo do tempo?

Fase 2: contém quantas séries de dados uma, duas, três ou mais?

Fase 3: o gráfico sugerido com base nas respostas anteriores.

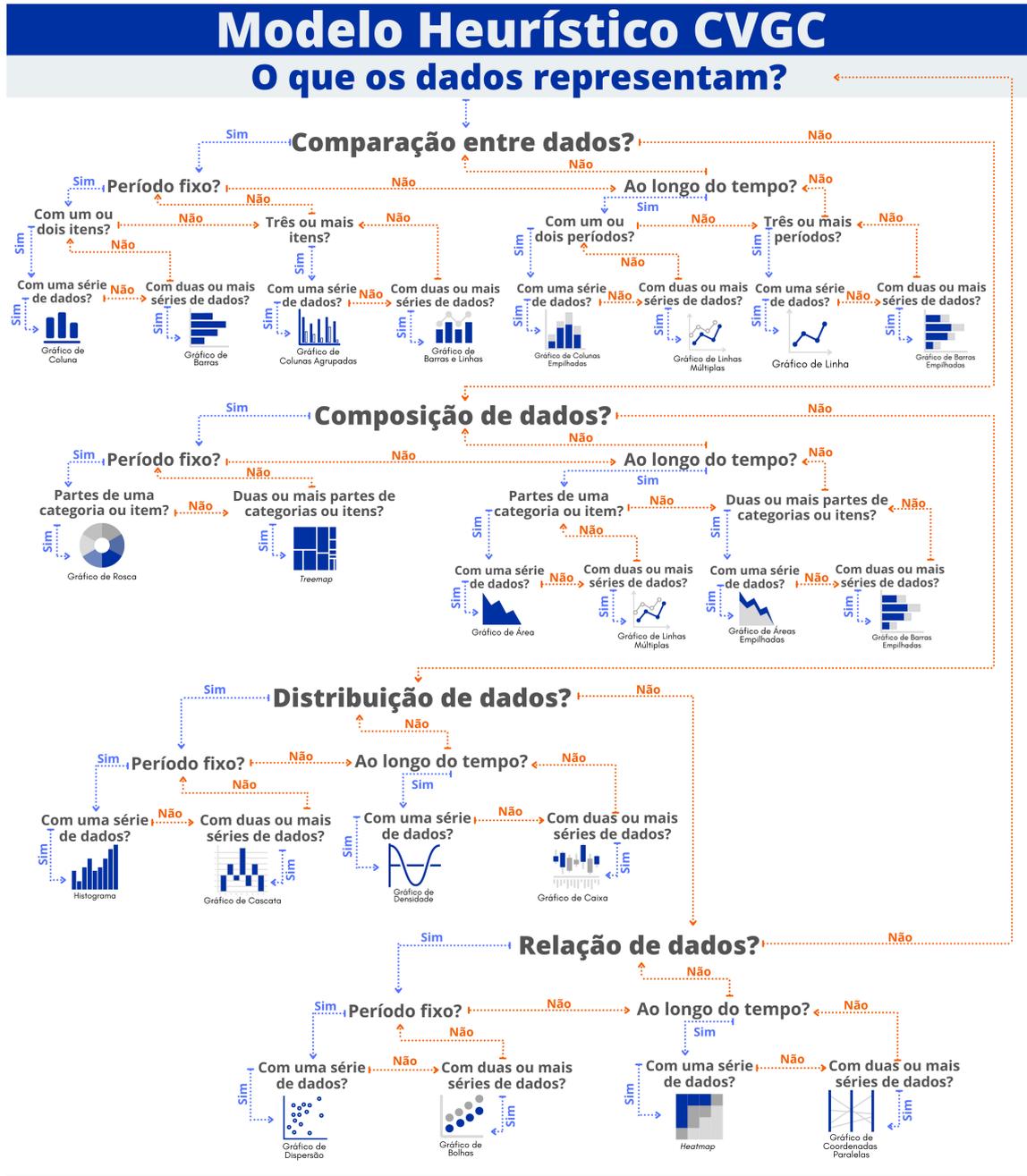


Figura 6.3: Primeira parte do Modelo Heurístico CVGC.

6.2.2 Apresentação Visual dos Dados

A Apresentação Visual é caracterizada com base no reconhecimento dos dados. Cada tipo gráfico apresenta um objetivo específico. Para isso apresentamos um modelo heurístico para auxiliar no processo da representação visual. Este modelo também é composto por etapas com perguntas heurísticas, mas antes de introduzir a proposta é necessário apresentar os elementos que compõem a estrutura. Estes elementos são: **cores**, **minimalismo**, **percepção** e **tamanho**.

Cores: como apresentado por Knaflic [Knaflic 2015], o uso de cores em representações visuais com moderação, é uma das ferramentas mais poderosas que você tem para chamar a atenção. Padronizar o uso das cores contribui com o discernimento das informações. Com isso, é sugerido uso de três cores por padrão: cinza, azul e laranja (Figura 6.4).

Segundo Knaflic [Knaflic 2015], a definição da cor azul se dá por dois motivos principais: primeiro, por ser uma cor comumente entendida como positiva. Segundo, por ser uma das cores que permite maior diferenciação para pessoas com dificuldades visuais. A cor tipicamente utilizada para apontar um elemento negativo é a cor vermelha, mas ao levar em consideração que pessoas que apresentam dificuldade visual, como o daltonismo, têm maior dificuldade para distinguir a cor vermelha da verde, a cor laranja é uma opção.

Já o uso do degradê é indicado para quando há a necessidade de usar mais de uma cor. O exemplo da Figura 6.5 mostra a importância do uso adequado de cores. O uso de cores sem padrão dificulta o entendimento dos dados. Já com o uso do degradê é possível entender o grau de significância de cada dado.

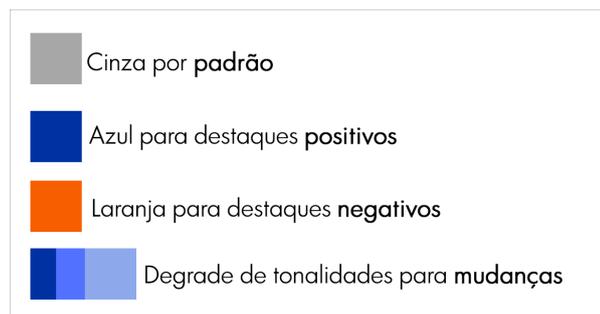


Figura 6.4: Sugestão de cores visuais.

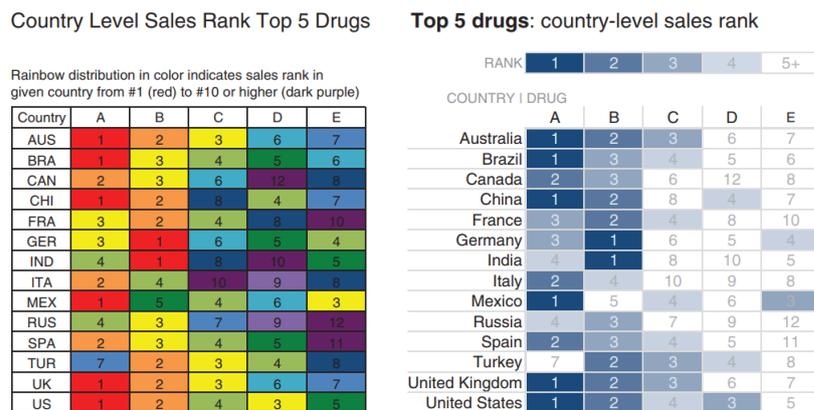


Figura 6.5: Exemplo proposto por Knaflic [Knaflic 2015] sobre uso de cores em degradê.

Minimalismo: apresentado por Tufte [Tufte 2001] é uma técnica de representação de dados composta por três princípios: dados-tinta (do inglês, *data-ink*), lixo gráfico

(do inglês, *chartjunk*) e o fator mentira (do inglês, *lie factor*). Neste trabalho vamos nos concentrar no princípio *data-ink*.

Tufte [Tuftte 2001] define a proporção de dados-tinta como a proporção de tinta informativa, ou seja, tinta usada para representar dados, em relação ao total de tinta no gráfico, o objetivo final é aumentar essa proporção tanto quanto possível. “Menos é mais. Mais eficiente, mais atrativo e mais impactante.” Logo, menos tinta no gráfico, mais tinta no dado. Esse objetivo pode ser alcançado apagando a tinta que não é de dados e a tinta de dados redundante. Na prática, isso geralmente pode ser realizado por técnicas como evitar grades pesadas, usar espaço em branco para indicar linhas de grade, eliminar linhas de eixos, entre outras.

A Figura 6.6 apresenta um estudo aplicado por Tufte [Tuftte 2001] que mostra a ideia do dados-tinta. Do Gráfico A ao D, a relação dados-tinta diminui, a ausência de “tinta” colabora para a comunicação da informação, pois destaca os dados principais.

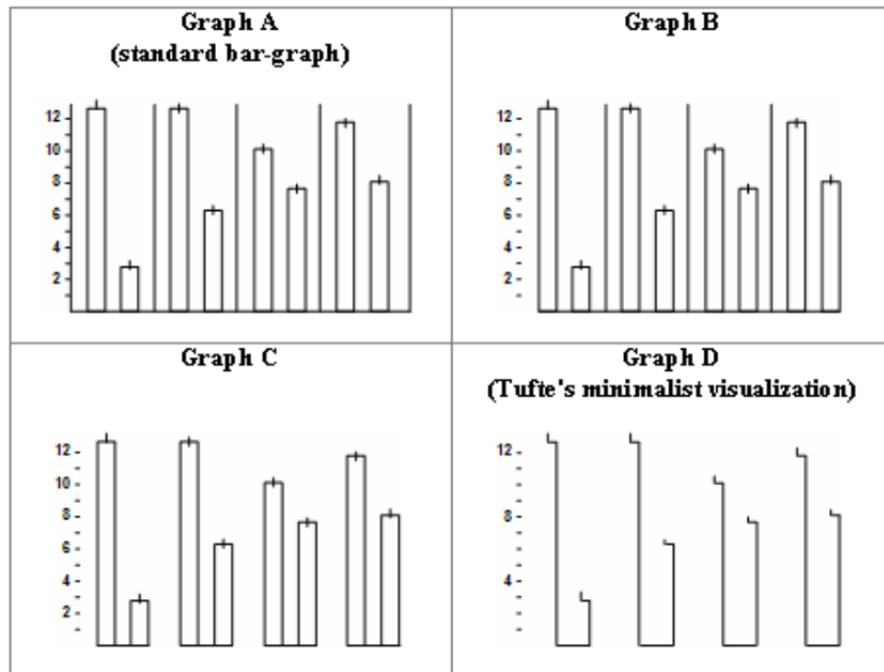


Figura 6.6: Exemplo apresentado por Tufte [Tuftte 2001] sobre a utilização da técnica minimalista em gráficos.

A [Figura 6.7](#) apresenta um exemplo da aplicação da técnica minimalista.

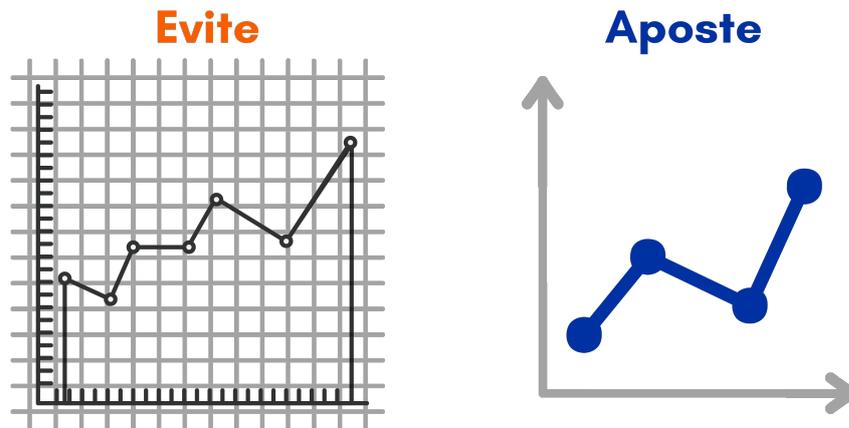


Figura 6.7: Exemplo visual da técnica de Minimalismo, gráfico da esquerda deve ser evitado, e gráfico da direita apresenta técnica minimalista.

Percepção: é um elemento fundamental para o processo de classificação e ordenação de elementos visuais. Para isso, foi definido cinco princípios da Gestalt [[Bloomer 1990](#)] considerados importantes para este trabalho: conexão, continuidade, fechamento, proximidade e similaridade.



Figura 6.8: Cinco princípios de Gestalt [[Bloomer 1990](#)].

Princípio da conexão: elementos tendem a ser agrupados se estiverem conectados por outros elementos.

Princípio de continuidade: unidades ou grupos orientados tendem a ser integrados em todos perceptivos se estiverem alinhados uns com os outros.

Princípio de fechamento: elementos são pertencentes a um grupo quando são incluídos de uma forma que cria um limite ou fronteira ao redor.

Princípio de proximidade: elementos tendem a ser percebidos como agrupados em grupos se estiverem próximos uns dos outros.

Princípio de similaridade: elementos tendem a ser integrados em grupos se forem semelhantes entre si.

Tamanho: destacado por Andrew e Knaflic [Kirk 2012, Knaflic 2015], o tamanho relativo denota importância relativa. Por isso, o uso do elemento tamanho deve ser destinado para destacar dados relevantes. Alguns elementos a serem destacados estão apresentados na Figura 6.9.

26% “TEXTO” 260
 Porcentagens Textos Valores

Figura 6.9: Sugestões de elementos para serem destacados através do tamanho.

Apoiado nos elementos apresentados nesta seção, apresentamos a Segunda Fase do Modelo proposto: Apresentação Visual Gráfica.

Primeira pergunta: Qual é o tipo gráfico? (comparação, composição, distribuição ou relação)

Fase 1: O tipo gráfico é apresentado por período ou ao longo do tempo?

Fase 2: Apresenta os elementos visuais sugeridos.

Para tipos gráficos de **comparação por período**, é sugerido o uso de **cores** e **minimalismo**, por serem gráficos que apresentam muitas séries de dados faz se necessário que seja estabelecido o ponto focal para que a comunicação seja satisfatória.

Para **comparação ao longo do tempo**, é sugerido o uso de **cores** e **percepção**, as cores destacam os principais valores dentre as séries de dados e o uso da percepção contribui com a detecção de semelhanças, agrupamentos, conexões, etc.

Para tipos gráficos de **composição por período**, é sugerido o uso de **cores** e **tamanho**, em especial, o uso de degradê colabora com a relação de composição visual, assim como também os tamanhos de porcentagem e valores.

Em relação à **composição ao longo do tempo**, é sugerido o uso de **cores** e **minimalismo**, o fator cor colabora com a diferenciação de partes constituintes de um dado. E o minimalismo destaca os valores ao excluir o excesso de elementos.

Para **distribuição por período**, é sugerido o uso de **cores** e **tamanho**, seguindo a ideia de destaque, gráficos que apresentam conjuntos de série de dados precisam ressaltar os principais dados dentre todos. O uso de tamanhos colabora com a distribuição dos dados tanto dentro de um período fixo quanto ao longo do tempo.

Para **distribuição ao longo do tempo**, é sugerido o uso de **minimalismo** e **tamanho**, o uso do minimalismo contribui para adição de séries de dados e a subtração de elementos excedentes. Já o tamanho, como apresentado anteriormente, auxilia no manuseio dos dados evidenciando as informações relevantes.

Para tipos gráficos que apresentam **relação dos dados por período**, é sugerido o uso de **minimalismo**, por serem gráficos de vinculação apresentam mais aspectos visuais que os demais tipos de representações.

E por fim, para **relação ao longo do tempo**, é sugerido o uso de **cores**, com o objetivo principal de destacar as informações fundamentais. O uso de **percepção** é sugerido por ser um tipo gráfico que apresenta o relacionamento entre os dados.

A [Figura 6.10](#) apresenta o Modelo Heurístico para a pergunta: Qual é o Tipo de Gráfico?

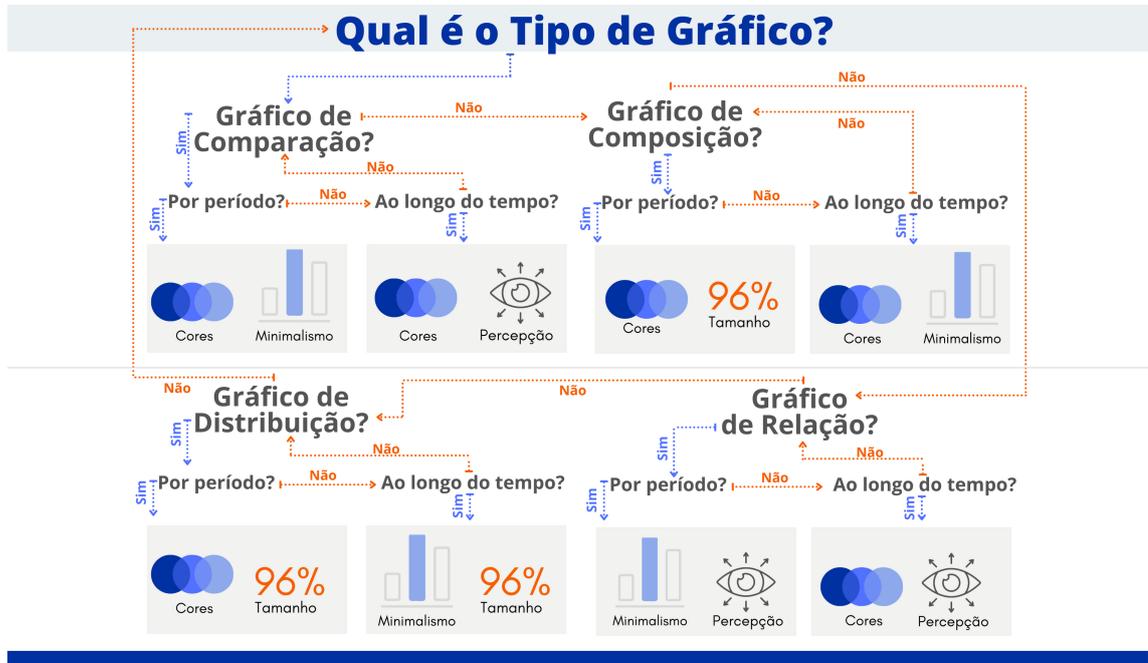


Figura 6.10: Segunda parte do modelo Heurístico CVGC, representação visual do gráfico.

A [Figura 6.11](#) apresenta o Modelo Heurístico de Comunicação Visual de Gráficos Científicos completo. O [link](#) a seguir oferece acesso ao modelo completo com maior resolução: [Acesse Modelo Heurístico CVGC](#).

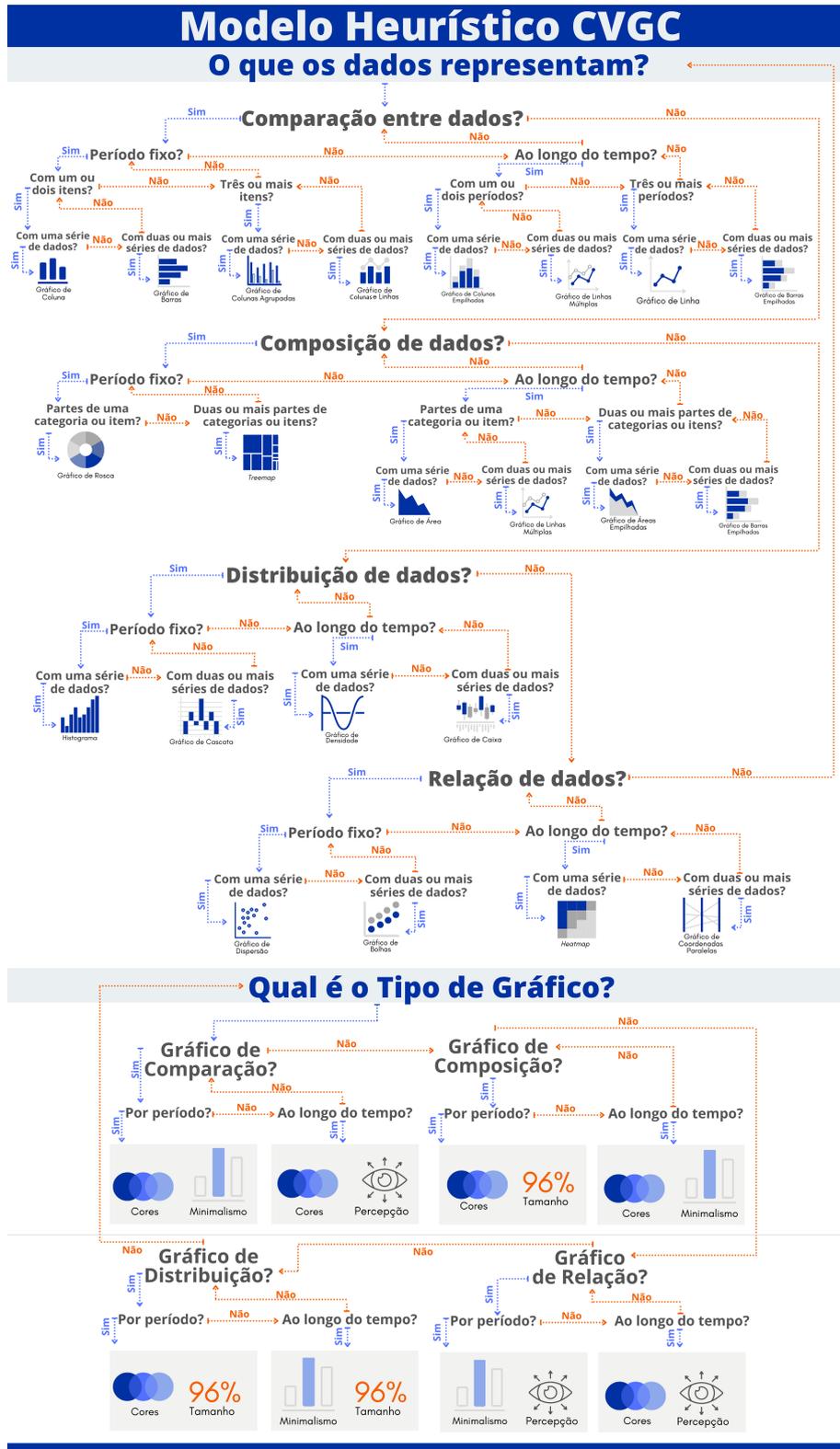


Figura 6.11: Modelo Heurístico proposto para Comunicação Causal de Informação de Gráficos Científicos.

Conclusão

Neste Capítulo, são apresentadas as contribuições do trabalho bem como sugestões de os trabalhos futuros.

7.1 Contribuições

Esta pesquisa exploratória buscou fornecer evidências em torno dos elementos característicos da Comunicação Visual de Informação com a influência da Digitalização. A Digitalização influenciou não somente no âmbito físico dos documentos científicos, mas também na mensagem e na disseminação do conhecimento.

Por meio da Pesquisa Bibliográfica, foi possível encontrar na literatura trabalhos que apresentam e ressaltam a importância de diversos elementos característicos da Comunicação Visual de Informação, em especial por meio de Gráficos.

Por meio da Investigação Qualitativa, foi observado que há um interesse em modelos que auxiliem na Comunicação Visual por meio de Gráficos.

Este trabalho propôs um Modelo Heurístico, baseado em perguntas, para auxiliar a Comunicação Visual de Gráficos Científicos.

7.2 Trabalhos Futuros

Desenvolver novas pesquisas, por exemplo:

- Definir quais procedimentos encontrados nesta pesquisa estão em uso e quais estão obsoletas nas etapas de comunicação visual de informação por meio de gráficos científicos;
- Quais são os novos procedimentos advindos das novas tecnologias que interferem nas etapas de comunicação visual de informação por meio de gráficos científicos;
- Estudos exploratórios acerca de novos meios de divulgação da informação científica.

Do mesmo modo, a Investigação Qualitativa focada em estudantes de pós-graduação, demonstrou que há um interesse comum entre os entrevistados de que exista um modelo que auxilie no processo da comunicação visual de informações, em especial de gráficos científicos. Com isso, é válido propor estudos que apresentem modelos auxiliares de comunicação visual de informações científicas, além do obtido neste trabalho.

É possível também, a partir desse modelo, criar um ambiente automatizado para a criação e apresentação de informação científica, podendo ser um aplicativo, um site ou um software.

Referências Bibliográficas

- [Abela 2008]ABELA, A. *Advanced presentations by design: Creating communication that drives action*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008.
- [Abramson 2000]ABRAMSON, A. Solutions for delivering digital content in the new academic enterprise. *Library Hi Tech News*, Emerald Group Publishing Limited, 2000.
- [Abrosimov, Mingaleev e Snegurenko 2020]ABROSIMOV, Y.; MINGALEEV, G.; SNEGURENKO, A. Organization of enterprise digital infrastructure. In: IEEE. *2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. [S.l.], 2020. p. 1–4.
- [Acadêmico 2021]ACADÊMICO, G. *Google Acadêmico*. 2021. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/schhp?hl=pt-BR>>.
- [Adamopoulos e Rinaudo 2019]ADAMOPOULOS, E.; RINAUDO, F. An updated comparison on contemporary approaches for digitization of heritage objects. In: MARCANTONIO CATELANI. *2019 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage*. [S.l.], 2019. p. 1–6.
- [Aguiar 1991]AGUIAR, A. C. Informação e atividades de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial: tipologia proposta com base em análise funcional. *Ciência da informação*, v. 20, n. 1, 1991.
- [Akhmetshin, Bochkareva e Tikhonova 2019]AKHMETSHIN, E. M.; BOCHKAREVA, T. N.; TIKHONOVA, A. N. Analysis and classification of digital educational resources used in the work of a proactive teacher. In: IEEE. *2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*. [S.l.], 2019. p. 199–204.
- [Anderson et al. 2020]ANDERSON, O. S. et al. Are we teaching our students visual communication? evaluation of writing assignments in public health. *Journal of visual communication in medicine*, Taylor & Francis, v. 43, n. 1, p. 62–65, 2020.
- [Arsenault, Smith e Beauchamp 2006]ARSENAULT, D. J.; SMITH, L. D.; BEAUCHAMP, E. A. Visual inscriptions in the scientific hierarchy: Mapping the “treasures of science”.

- Science Communication*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 27, n. 3, p. 376–428, 2006.
- [Asaul et al. 2019]ASAUL, A. et al. The latest information systems in the enterprise management and trends in their development. In: IEEE. *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. [S.l.], 2019. p. 409–412.
- [Baumöl e Bockshecker 2017]BAUMÖL, U.; BOCKSCHECKER, A. Evolutionary change of higher education driven by digitalization. In: IEEE. *2017 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*. [S.l.], 2017. p. 1–5.
- [Bennett et al. 2007]BENNETT, C. et al. The aesthetics of graph visualization. *Computational aesthetics*, v. 2007, p. 57–64, 2007.
- [Berinato 2016]BERINATO, S. *Good charts: The HBR guide to making smarter, more persuasive data visualizations*. [S.l.]: Harvard Business Review Press, 2016.
- [Bloomer 1990]BLOOMER, C. M. *Principles of visual perception*. [S.l.]: Herbert Press, 1990.
- [Brennen e Kreiss 2016]BRENNEN, J. S.; KREISS, D. Digitalization. *The international encyclopedia of communication theory and philosophy*, Wiley Online Library, p. 1–11, 2016.
- [Bromme e Goldman 2014]BROMME, R.; GOLDMAN, S. R. The public's bounded understanding of science. *Educational Psychologist*, Taylor & Francis, v. 49, n. 2, p. 59–69, 2014.
- [Brown 2019]BROWN, L. *The Politics of Mass Digitization*. [S.l.]: SAGE Publications Sage UK: London, England, 2019.
- [Buckland 1991]BUCKLAND, M. K. Information as thing. *Journal of the American Society for information science*, Wiley Online Library, v. 42, n. 5, p. 351–360, 1991.
- [Burgin 2010]BURGIN, M. *Theory of information: fundamentality, diversity and unification*. [S.l.]: World Scientific, 2010.
- [Cairo 2012]CAIRO, A. *The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization*. [S.l.]: New Riders, 2012.
- [Carvalho, Parisot e Tamisier 2017]CARVALHO, P.; PARISOT, O.; TAMISIER, T. Using visualisation techniques to acquire a better understanding of storytelling for cultural heritage. In: *DATA*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 157–164.

- [Chaer, Diniz e Ribeiro 2011]CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. *Evidência, Araxá*, v. 7, n. 7, p. 251–266, 2011.
- [Coghill e Garson 2006]COGHILL, A. M.; GARSON, L. R. *The ACS style guide*. [S.l.]: Oxford University Press, Inc. and The American Chemical Society, New York, ed, 2006.
- [Dahlstrom 2014]DAHLSTROM, M. F. Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 111, n. Supplement 4, p. 13614–13620, 2014.
- [Degryse 2016]DEGRYSE, C. Digitalisation of the economy and its impact on labour markets. *ETUI Research Paper-Working Paper*, 2016.
- [Dondis e Beramendi 1997]DONDIS, D. A.; BERAMENDI, J. G. *La sintaxis de la imagen*. [S.l.]: Gustavo Gili, 1997.
- [Dumont e Vandebroek 2002]DOUMONT, J.-L.; VANDENBROECK, P. Choosing the right graph. *IEEE transactions on professional communication*, IEEE, v. 45, n. 1, p. 1–6, 2002.
- [Dubail, Boust e Dazord 2009]DUBAIL, M.; BOUST, C.; DAZORD, C. Study of contemporary art preservation with digitization. In: SOCIETY FOR IMAGING SCIENCE AND TECHNOLOGY. *Archiving Conference*. [S.l.], 2009. v. 2009, n. 1, p. 47–52.
- [Dur 2014]DUR, B. I. U. Data visualization and infographics in visual communication design education at the age of information. *Journal of Arts and Humanities*, v. 3, n. 5, p. 39–50, 2014.
- [Dykes 2019]DYKES, B. *Effective data storytelling: how to drive change with data, narrative and visuals*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2019.
- [Evergreen 2019]EVERGREEN, S. D. *Effective data visualization: The right chart for the right data*. [S.l.]: SAGE publications, 2019.
- [Federman 2003]FEDERMAN, M. The cultural paradox of the global village. In: *Panel on Digitization of Information and the Future of Culture at the EU-Japan Fest 10th Anniversary Symposium on The Role of Culture in an Age of Advancing Globalization, held in Tokyo, Japan*. [S.l.: s.n.], 2003.
- [Few 2006]FEW, S. *Information dashboard design: The effective visual communication of data*. [S.l.]: O'reilly Sebastopol, CA, 2006.
- [Geyda 2019]GEYDA, A. Digitalization effects and indicators estimation. In: IEEE. *2019 25th Conference of Open Innovations Association (FRUCT)*. [S.l.], 2019. p. 95–101.

- [Gil et al. 2002]GIL, A. C. et al. *Como elaborar projetos de pesquisa*. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002.
- [Grant 2018]GRANT, R. *Data visualization: charts, maps, and interactive graphics*. [S.l.]: Crc Press, 2018.
- [Healy 2018]HEALY, K. *Data visualization: a practical introduction*. [S.l.]: Princeton University Press, 2018.
- [Ijaz 2018]IJAZ, N. Art of visual communication, evolution and its impact. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, Prof.(Dr) RK Sharma, v. 9, n. 12, p. 1725–1728, 2018.
- [Isaeva e Yoon 2016]ISAEVA, M.; YOON, H. Y. Paperless university—how we can make it work? In: IEEE. *2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*. [S.l.], 2016. p. 1–8.
- [Islam 2011]ISLAM, S. Towards digitization: problems and prospects for the libraries of bangladesh. 2011.
- [Jindal, Sardana e Mehta 2020]JINDAL, H.; SARDANA, N.; MEHTA, R. Analysis and visualization of user navigations on web. In: *Data Visualization and Knowledge Engineering*. [S.l.]: Springer, 2020. p. 195–221.
- [Kahneman 2012]KAHNEMAN, D. *Pensar rápido, pensar despacio*. [S.l.]: Debate, 2012.
- [Kahneman et al. 1982]KAHNEMAN, D. et al. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. [S.l.]: Cambridge university press, 1982.
- [Khouzam et al. 2019]KHOUZAM, F. et al. Automatic infogram generation for online journalism. In: IEEE. *2019 23rd International Conference Information Visualisation (IV)*. [S.l.], 2019. p. 56–61.
- [Kirk 2012]KIRK, A. *Data Visualization: a successful design process*. [S.l.]: Packt publishing LTD, 2012.
- [Knaflic 2015]KNAFLIC, C. N. *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2015.
- [Knaflic 2019]KNAFLIC, C. N. *Storytelling with Data: Let's Practice!* [S.l.]: John Wiley & Sons, 2019.
- [Kosciejew 2019]KOSCIEJEW, M. The politics of mass digitization por nanna bonde thylstrup. *Information Culture: A Journal of History*, n. 3, p. 389–391, 2019.

- [Kuramoto 2006]KURAMOTO, H. Informação científica: proposta de um novo modelo para o brasil. *Ciência da informação*, SciELO Brasil, v. 35, n. 2, p. 91–102, 2006.
- [Larson et al. 2017]LARSON, K. et al. Proving the value of visual design in scientific communication. *Information Design Journal*, John Benjamins, v. 23, n. 1, p. 80–95, 2017.
- [Lombardi 2004]LOMBARDI, O. What is information? *Foundations of Science*, Springer, v. 9, n. 2, p. 105–134, 2004.
- [Manžuch 2017]MANŽUCH, Z. Ethical issues in digitization of cultural heritage. *Journal of Contemporary Archival Studies*, v. 4, n. 2, p. 4, 2017.
- [McGrath, Palmgren e Liljedahl 2019]MCGRATH, C.; PALMGREN, P. J.; LILJEDAHL, M. Twelve tips for conducting qualitative research interviews. *Medical teacher*, Taylor & Francis, v. 41, n. 9, p. 1002–1006, 2019.
- [Mehrabian 1972]MEHRABIAN, A. *Nonverbal communication*. [S.I.]: Transaction Publishers, 1972.
- [Meirelles 2013]MEIRELLES, I. *Design for information: an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations*. [S.I.]: Rockport publishers, 2013.
- [Michaelis 2021]MICHAELIS. *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa - Elemento*. 2021. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/elemento/>>.
- [Mireku et al. 2016]MIREKU, K. et al. Secured cloud database health care mining analysis. In: IEEE. *2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. [S.I.], 2016. p. 3937–3740.
- [Mogull e Stanfield 2015]MOGULL, S. A.; STANFIELD, C. T. Current use of visuals in scientific communication. In: IEEE. *2015 IEEE International Professional Communication Conference (IPCC)*. [S.I.], 2015. p. 1–6.
- [Moldenhauer 2020]MOLDENHAUER, J. A. Visualizing information in scientific figures. In: SPRINGER. *International Conference on Human-Computer Interaction*. [S.I.], 2020. p. 426–438.
- [Naves 1998]NAVES, M. M. V. Introdução pesquisa e Informação Científica aplicada a Nutrição. *Revista de Nutrição*, scielo, v. 11, p. 15 – 36, 06 1998. ISSN 1415-5273. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52731998000100002nrm=iso>.

- [Ng e Peh 2009]NG, K.; PEH, W. Preparing effective illustrations. part 2: photographs, images and diagrams. *Singapore medical journal*, v. 50, n. 4, p. 330–4, 2009.
- [Nicholas et al. 2010]NICHOLAS, D. et al. Researchers' e-journal use and information seeking behaviour. *Journal of Information Science*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 36, n. 4, p. 494–516, 2010.
- [Nowak, Bartram e Schiphorst 2018]NOWAK, S.; BARTRAM, L.; SCHIPHORST, T. A micro-phenomenological lens for evaluating narrative visualization. In: IEEE. *2018 IEEE Evaluation and Beyond-Methodological Approaches for Visualization (BELIV)*. [S.l.], 2018. p. 11–18.
- [Nwaobi 2001]NWAObI, G. C. The new globalization era and digitalization debate: An economist's perspective. *Available at SSRN 364280*, 2001.
- [O'Connor 2015]O'CONNOR, Z. Colour, contrast and gestalt theories of perception: The impact in contemporary visual communications design. *Color Research & Application*, Wiley Online Library, v. 40, n. 1, p. 85–92, 2015.
- [Owen 2006]OWEN, J. M. *The scientific article in the age of digitization*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2006.
- [Owen 2005]OWEN, J. S. M. *The scientific article in the age of digitization*. Tese (Doutorado), 2005.
- [Parasuraman, Berry e Zeithaml 1990]PARASURAMAN, A.; BERRY, L. L.; ZEITHAML, V. A. Guidelines for conducting service quality research. *Marketing Research*, v. 2, n. 4, 1990.
- [Pathak e Pathak 2020]PATHAK, S.; PATHAK, S. Data visualization techniques, model and taxonomy. In: *Data Visualization and Knowledge Engineering*. [S.l.]: Springer, 2020. p. 249–271.
- [Pearl 1984]PEARL, J. *Heuristics: intelligent search strategies for computer problem solving*. Addison-Wesley Pub. Co., Inc., Reading, MA, 1984.
- [Pereira 2019]PEREIRA, A. L. O. *O uso das tecnologias da informação e comunicação no acesso a documentos do Arquivo Público Mineiro*. Tese (Doutorado) — Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, 2019.
- [Pereira e Pinheiro 2018]PEREIRA, A. L. O.; PINHEIRO, M. M. K. The use of information and communication technologies in access to arquivo público mineiro documents. *ÁGORA: Arquivologia em debate*; v. 30, n. 60 (2020); 196-212, v. 24, n. 2, p. 212–196, 2018.

- [Perles 2007]PERLES, J. B. Comunicação: conceitos, fundamentos e história. *Biblioteca on-line de Ciências da Comunicação*, 2007.
- [Rachlin 2003]RACHLIN, H. Rational thought and rational behavior: A review of bounded rationality: The adaptive toolbox. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, Wiley Online Library, v. 79, n. 3, p. 409–412, 2003.
- [Reeves et al. 2015]REEVES, S. et al. Interprofessional collaboration and family member involvement in intensive care units: emerging themes from a multi-sited ethnography. *Journal of interprofessional care*, Taylor & Francis, v. 29, n. 3, p. 230–237, 2015.
- [Riedl et al. 2017]RIEDL, R. et al. On the relationship between information management and digitalization. *Business & Information Systems Engineering*, Springer, v. 59, n. 6, p. 475–482, 2017.
- [Rigutto 2017]RIGUTTO, C. The landscape of online visual communication of science. *Journal of Science Communication*, SISSA Medialab, v. 16, n. 2, p. C06, 2017.
- [Rustler 2012]RUSTLER, F. *Mind mapping for dummies*. [S.I.]: John Wiley & Sons, 2012.
- [Santos e Silveira 2018]SANTOS, C. Q.; SILVEIRA, M. S. Design de visualizações narrativas interativas. *Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2018, Brasil.*, 2018.
- [Selwyn 2014]SELWYN, N. *Digital technology and the contemporary university: Degrees of digitization*. [S.I.]: Routledge, 2014.
- [Shannon 1948]SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, Nokia Bell Labs, v. 27, n. 3, p. 379–423, 1948.
- [Sless 1981]SLESS, D. *Learning and visual communication*. [S.I.]: Halsted Press, 1981.
- [Sorapure 2019]SORAPURE, M. Text, image, data, interaction: Understanding information visualization. *Computers and Composition*, Elsevier, v. 54, p. 102519, 2019.
- [Sosulski 2018]SOSULSKI, K. *Data visualization made simple: insights into becoming visual*. [S.I.]: Routledge, 2018.
- [Spence 2001]SPENCE, R. *Information visualization*. [S.I.]: Springer, 2001.
- [Steele e Iliinsky 2010]STEELE, J.; ILIINSKY, N. *Beautiful visualization: looking at data through the eyes of experts*. [S.I.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2010.
- [Stolterman e Fors 2004]STOLTERMAN, E.; FORS, A. C. Information technology and the good life. In: *Information systems research*. [S.I.]: Springer, 2004. p. 687–692.

- [Thylstrup 2019]THYLSTRUP, N. B. *The politics of mass digitization*. [S.l.]: MIT Press, 2019.
- [Tihinen et al. 2016]TIHINEN, M. et al. An exploratory method to clarify business potential in the context of industrial internet—a case study. In: SPRINGER. *Working Conference on Virtual Enterprises*. [S.l.], 2016. p. 469–478.
- [Tihinen et al. 2016]TIHINEN, M. et al. The industrial internet in finland: on route to success? VTT Technical Research Centre of Finland, 2016.
- [Tufte 1973]TUFTE, E. *The visual display of quantitative information*. [S.l.]: Cheshire: Graphic Press.—2001.—213 p, 1973.
- [Tufte 2001]TUFTE, E. *The visual display of quantitative information*. [S.l.]: Cheshire: Graphic Press.—2001.—213 p, 2001.
- [Tufte 1985]TUFTE, E. R. The visual display of quantitative information. *The Journal for Healthcare Quality (JHQ)*, LWW, v. 7, n. 3, p. 15, 1985.
- [Tufte, Goeler e Benson 1990]TUFTE, E. R.; GOELER, N. H.; BENSON, R. *Envisioning information*. [S.l.]: Graphics press Cheshire, CT, 1990.
- [UFScar 2020]UFSCAR, L. L. de Pesquisa em Engenharia de S. *Ferramenta técnica de busca de evidências na literatura científica*. dec 2020. Disponível em: <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool/>.
- [Varian 2009]VARIAN, H. *Hal Varian on how the Web challenges managers*. 2009. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/hal-varian-on-how-the-web-challenges-managers>>.
- [Vazirani 2013]VAZIRANI, V. V. *Approximation algorithms*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013.
- [Velentzas e Broni 2014]VELENTZAS, J.; BRONI, G. Communication cycle: Definition, process, models and examples. *Recent advances in financial planning and product development*, p. 117–131, 2014.
- [Wang et al. 2018]WANG, Q. et al. Narvis: Authoring narrative slideshows for introducing data visualization designs. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, IEEE, v. 25, n. 1, p. 779–788, 2018.
- [Ware 2010]WARE, C. *Visual thinking for design*. [S.l.]: Elsevier, 2010.
- [Ware 2019]WARE, C. *Information visualization: perception for design*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2019.

- [Wilke 2019]WILKE, C. O. *Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures*. [S.l.]: O'Reilly Media, 2019.
- [Williamson e Shmoys 2011]WILLIAMSON, D. P.; SHMOYS, D. B. *The design of approximation algorithms*. [S.l.]: Cambridge university press, 2011.
- [Wojtkowski e Wojtkowski 2002]WOJTKOWSKI, W.; WOJTKOWSKI, W. G. Storytelling: its role in information visualization. In: CITESEER. *European Systems Science Congress*. [S.l.], 2002. v. 5.
- [Yanzi, Song e Yunqing 2016]YANZI, L.; SONG, F.; YUNQING, W. The application of the concept of visual interactive in visual communication teaching. In: IEEE. *2016 Eighth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*. [S.l.], 2016. p. 708–710.
- [Yao 2020]YAO, Y. Research on dynamic integration and optimization of multimedia educational resources from the perspective of digitalization. In: IEEE. *2020 International Conference on Modern Education and Information Management (ICMEIM)*. [S.l.], 2020. p. 853–856.
- [Yau 2013]YAU, N. *Data points: visualization that means something*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.
- [Zandomeneghi, Gobbo e Bonfiglio 2015]ZANDOMENEGHI, A. L. A. de O.; GOBBO, A.; BONFIGLIO, S. U. A utilização do mapa mental como ferramenta facilitadora no desenvolvimento da habilidade da escrita. *Revista Educação e Emancipação*, p. 11–48, 2015.
- [Züll 2016]ZÜLL, C. Open-ended questions. *GESIS Survey Guidelines*, v. 3, 2016.
- [Zvonņikova e Strode 2015]ZVONŇIKOVA, I.; STRODE, A. Essence of visual communication in contact with a user. In: *ARTS AND MUSIC IN CULTURAL DISCOURSE. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 182–188.

Mapa Mental com Resultado Completo da Pesquisa Bibliográfica com os Artigos Relacionados

Para esquematizar os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica, foi utilizada uma técnica de organização e estruturação de ideias, para este trabalho, este procedimento colaborou significativamente para criar as relações entre os elementos que compõem a comunicação visual de informações.

Como afirmado por Rustler [[Rustler 2012](#)]:

“Um mapa mental é um mapa individual e personalizado, que revela os pensamentos de seu criador.”

Os trabalhos relacionados neste mapa mental, apresentam elementos que contribuem com a comunicação visual de informações científicas, tanto elementos que constituem o canal que transmite a informação enquanto mensagem, quanto aspectos que integram a mensagem, podendo ser: aspectos de beleza, atenção, eficiência, minimalismo, narrativas, etc.

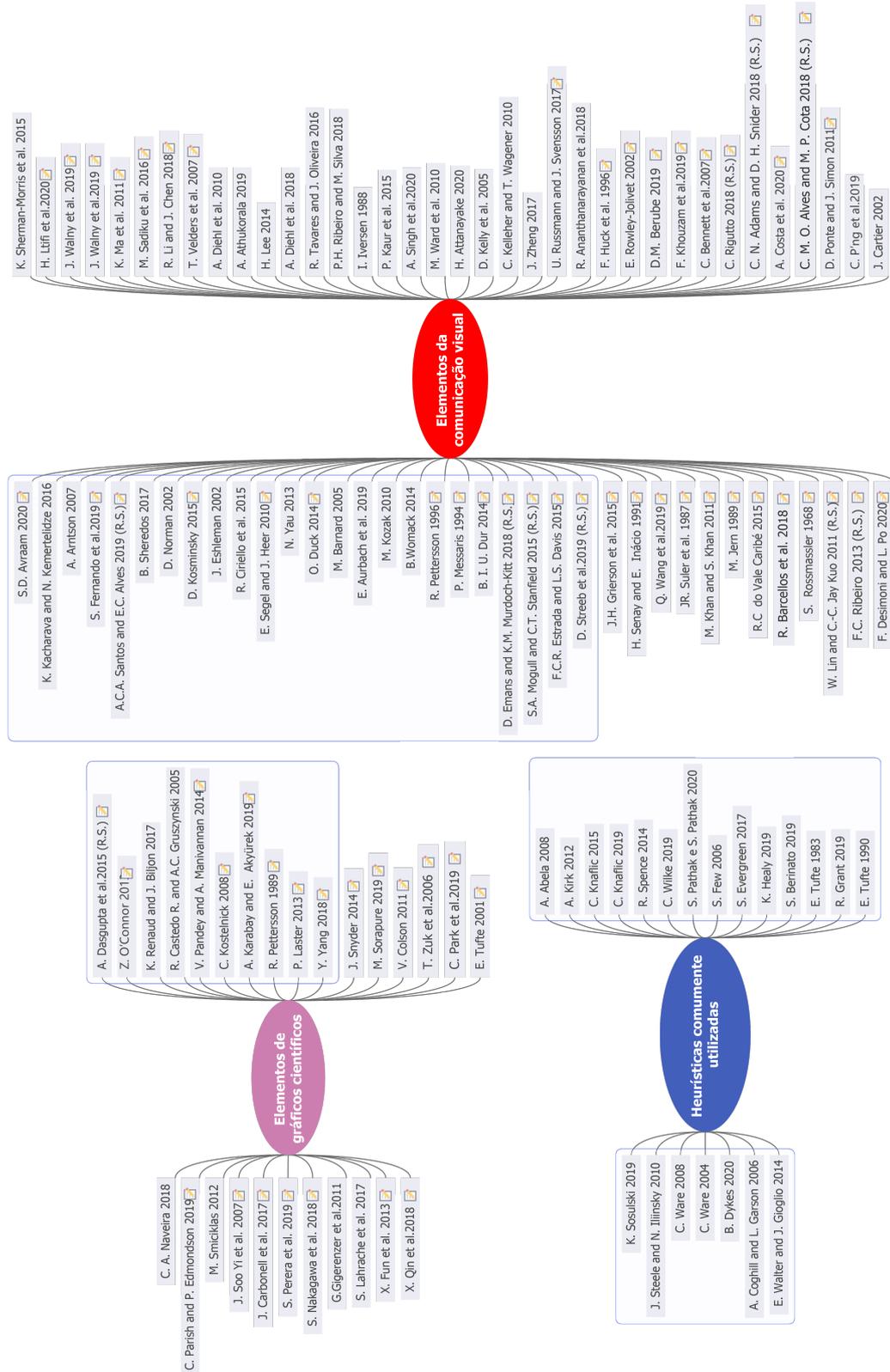


Figura A.1: Mapa mental com Resultado Completo da Pesquisa Bibliográfica com os Artigos Relacionados

Mapa Mental da Caracterização dos Elementos da Digitalização

A [Figura B.1](#), ilustra a caracterização de alguns elementos tidos como importantes para este trabalho. Para complementar esta investigação os resultados são detalhados na [Tabela B.1](#).

Tabela B.1: Caracterização dos elementos da Digitalização.

Elementos Caracterizados	Trabalhos Relacionados
Acesso à informação	[Selwyn 2014], [Pereira e Pinheiro 2018], [Geyda 2019]
Armazenamento de informação	[Akhmetshin, Bochkareva e Tikhonova 2019]
Conversão da Informação analógica para digital	[Dubail, Boust e Dazord 2009], [Adamopoulos e Rinaudo 2019], [Brennen e Kreiss 2016]
Disponibilidade da informação	[Federman 2003], [Owen 2005]
Diversificação do público	[Pereira 2019]
Ferramentas para propagar o acesso	[Abramson 2000], [Riedl et al. 2017], [Asaul et al. 2019]
Infraestrutura da informação	[Abrosimov, Mingaleev e Snegurenko 2020], [Baumöl e Bockshecker 2017]
Integração e compartilhamento de informação	[Yao 2020]
Preservação da informação	[Isaeva e Yoon 2016]
Políticas de digitalização	[Kosciejew 2019], [Thylstrup 2019], [Brown 2019], [Nwaobi 2001],
Questões éticas	[Manžuch 2017]
Transformação do canal de transmissão	[Mireku et al. 2016]

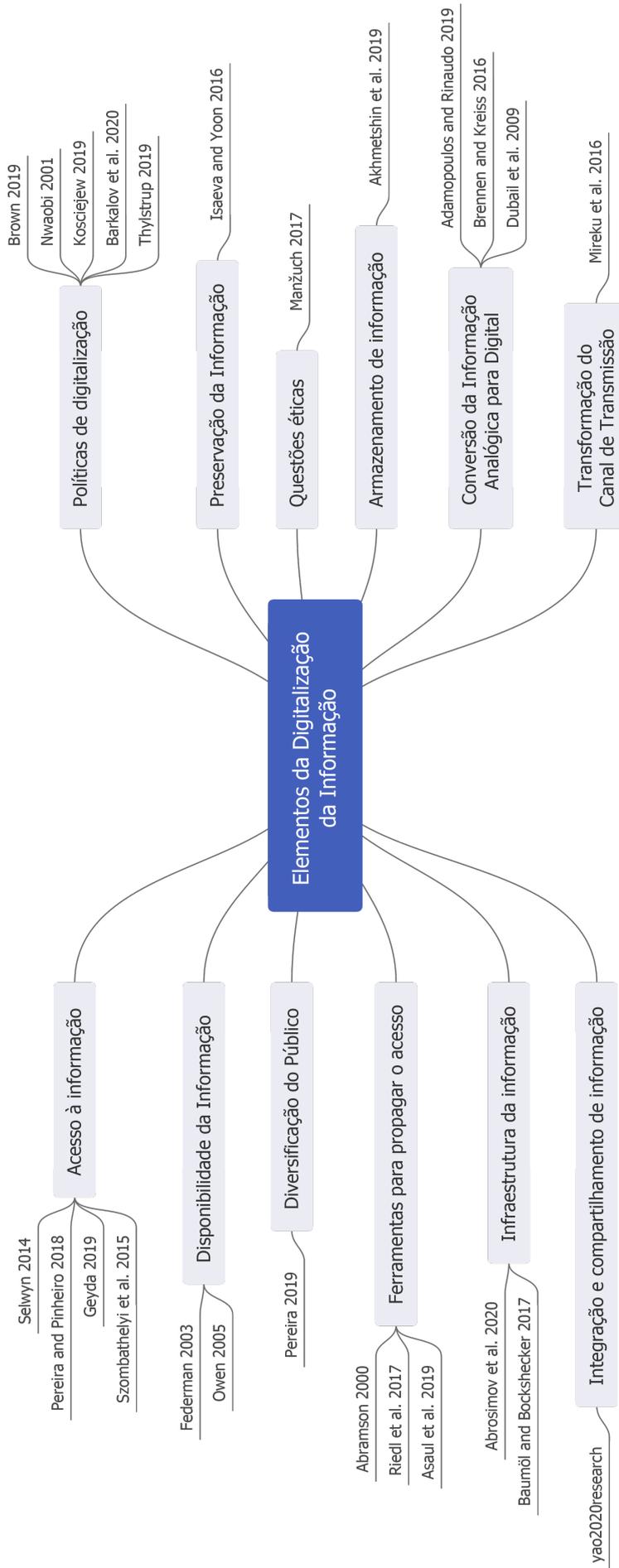


Figura B.1: Mapa mental dos elementos característicos da digitalização.

Mapa Mental da Caracterização dos Elementos da Comunicação Visual

A [Figura B.1](#), apresenta a caracterização de alguns elementos da comunicação visual de informações que foram extraídos da pesquisa bibliográfica. Para complementar esta caracterização os resultados são detalhados na [Tabela C.1](#).

Tabela C.1: Caracterização dos elementos da Comunicação Visual.

Elementos Caracterizados	Trabalhos Relacionados
Acesso à informação	[Selwyn 2014], [Pereira e Pinheiro 2018], [Geyda 2019]
Armazenamento de informação	[Akhmetshin, Bochkareva e Tikhonova 2019]
Conversão da Informação analógica para digital	[Dubail, Boust e Dazord 2009], [Adamopoulos e Rinaudo 2019], [Brennen e Kreiss 2016]
Disponibilidade da informação	[Federman 2003], [Owen 2005]
Diversificação do público	[Pereira 2019]
Ferramentas para propagar o acesso	[Abramson 2000], [Riedl et al. 2017], [Asaul et al. 2019]
Infraestrutura da informação	[Abrosimov, Mingaleev e Snegurenko 2020], [Baumöl e Bockshecker 2017]
Integração e compartilhamento de informação	[Yao 2020]
Preservação da informação	[Isaeva e Yoon 2016]
Políticas de digitalização	[Kosciejew 2019], [Thylstrup 2019], [Brown 2019], [Nwaobi 2001],
Questões éticas	[Manžuch 2017]
Transformação do canal de transmissão	[Mireku et al. 2016]

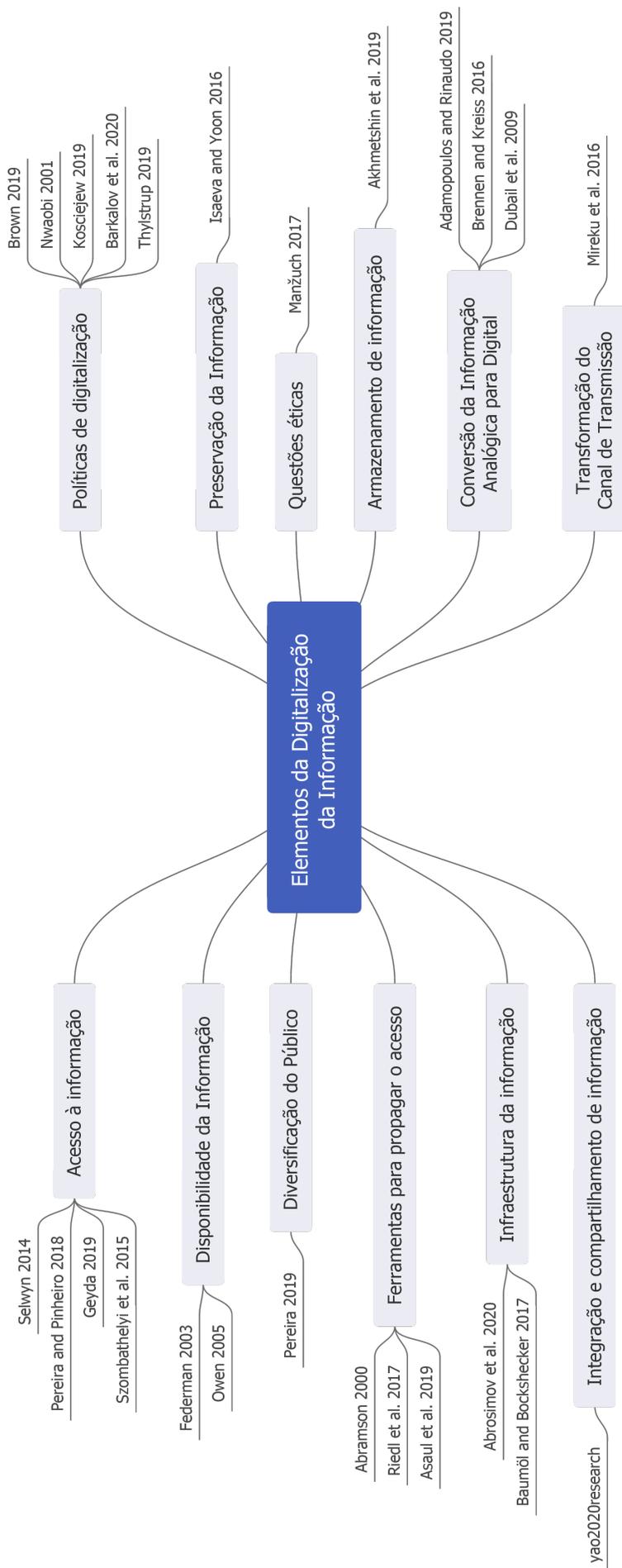


Figura C.1: Mapa mental dos elementos característicos da Comunicação Visual de Informação.

Questionário de Entrevista

A [Figura D.1](#) apresenta um modelo do questionário utilizado para a Investigação Qualitativa.

Entrevista via Telefone

Nome: _____

Sexo: ()F ()M

Escolaridade: Mestrado completo() Mestrado incompleto()

1. Qual é o processo ou passo a passo que você utiliza para criar comunicações visuais de informação por meio de gráficos científicos? Conseguiria descrever?

2. Qual a sua opinião a respeito de uma proposta de modelo que auxilie durante o processo de comunicação visual da informação por meio de gráficos científicos?

Figura D.1: Modelo de questionário utilizado na Entrevista.