

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE ARTES - CEART

PATRICIA PRADO

**DIRETRIZES ERGONÔMICAS PARA PROJETOS
DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS ESPAÇO-TEMPORAIS**

FLORIANÓPOLIS
2019

PATRICIA PRADO

**DIRETRIZES ERGONÔMICAS PARA PROJETOS
DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS ESPAÇO-TEMPORAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign) da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) para a obtenção do título de Mestre em Design na Área de concentração Métodos e Fatores Humanos – Interfaces e Interações Cognitivas.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gabriela B. Mager

Florianópolis, SC
2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Central/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Prado, patricia
DIRETRIZES ERGONÔMICAS PARA PROJETOS DE
VISUALIZAÇÃO DE DADOS ESPAÇO-TEMPORAIS / patricia
Prado. -- 2019.
102 p.

Orientador: Gabriela Mager
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Artes, Programa de Pós-Graduação em Design,
Florianópolis, 2019.

1. visualização de dados. 2. design de interação. 3. ergonomia
cognitiva. 4. design de informação. I. Mager, Gabriela . II.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Artes,
Programa de Pós-Graduação em Design. III. Título.

PATRICIA PRADO

**DIRETRIZES ERGONÔMICAS PARA PROJETOS
DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS ESPAÇO-TEMPORAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign) da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) para a obtenção do título de Mestre em Design na Área de concentração Métodos e Fatores Humanos - Interfaces e Interações Cognitivas.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Gabriela Botelho Mager (Orientadora)
Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)

Prof. Dr. Murilo Scoz
Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)

Prof^ª. Dr^ª. Berenice Gonçalves
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Florianópolis, 09 de setembro de 2019

Dedico este trabalho aos meus
pais e aos meus amigos, que tanto fazem para deixar
os meus dias mais leves e felizes.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu amigo Airton Jordani pela indicação e pelo incentivo para que eu cursasse o Mestrado em Design da UDESC. Foi a partir desse conselho que nasceu uma mestranda apaixonada pela energia do Centro de Artes e pelo dinamismo das suas aulas do mestrado. Agradeço imensamente aos professores Milton José Cinelli e Alexandre Amorim dos Reis, que tanto me orientaram e tiveram a paciência de me ajudar nos percalços dos trâmites éticos exigidos para a pesquisa. Agradeço pela oportunidade de ter aulas com Marcelo Gitirana, Flávio Anthero dos Santos e Murilo Scoz, já que dessas aulas tirei métodos para embasar as decisões de pesquisa, além, é claro, de orientações preciosas durante os seminários. Por fim, agradeço à minha orientadora Gabriela Mager por seu olhar criterioso e suas dicas pontuais, mas, acima de tudo, pelo incentivo e pela parceria durante os momentos mais críticos das minhas vidas pessoal, profissional e acadêmica. Digo a ela, como todo manezinho: “dash’ um banho, minha querida”. Agradeço ao pessoal do IMA, antigo FATMA, que tanto ajudou no entendimento do objeto de estudo, especialmente a Gleidson Antônio da Silva, cientista de dados que ofereceu dicas de como explorar as dimensões dos dados e de como isso poderia ajudar os usuários na exploração. Agradeço a Ana Elisa Althoff, que segurou a barra com os clientes da Ideativo, gerenciando equipe e finanças. Valeu, garota! Agradeço ainda a Marcus Vinícius Rodrigues de Souza pela grande contribuição na revisão e na articulação das ideias deste trabalho. Por fim, agradeço aos colegas de mestrado que participaram da jornada de construção desta dissertação.

RESUMO

Este trabalho objetivou formular diretrizes ergonômicas que buscam auxiliar na construção da informação por meio de uma visualização de dados (VD). O desenvolvimento foi composto por duas etapas, sendo que a primeira foi focada em buscar diretrizes teóricas para a construção da VD, enquanto a segunda teve como meta identificar diretrizes ergonômicas por meio de testes de usabilidade. Para tanto, foram utilizados os dados sobre a balneabilidade da cidade de Florianópolis para a composição de uma VD, com base em diretrizes teóricas apontadas pela pesquisa. Em paralelo, foram mapeados 20 voluntários na base dados do Instituto do Meio ambiente (IMA) para a aplicação de um teste de usabilidade. O teste foi realizado remotamente, por meio da ferramenta de comunicação Skype, e consistia em três estágios: navegação exploratória; seis atividades que o voluntário devia executar; e, por fim, análise da VD por meio de uma escala de diferencial semântico. Ao final dos testes, foi possível construir diretrizes que apontam etapas para a construção de VD capazes de facilitar o entendimento das informações contidas nos dados.

Palavras-chave: Visualização de dados. Design de interação. Fatores humanos. Design de informação.

ABSTRACT

This work aimed to formulate ergonomic guidelines that seek to assist in the construction of information through a Data Visualization (DV). The development consisted of two stages, the first focused on seeking theoretical guidelines for the construction of DV, while the second aimed to identify ergonomic guidelines through usability testing. To this end, we used data on the city of Florianópolis for the composition of a DV, based on theoretical guidelines pointed by the research. In parallel, 20 volunteers were mapped in the Institute of Environment (IMA) database to apply a usability test. The test was performed remotely using the Skype communication tool and consisted of three stages: exploratory navigation; six activities that the volunteer should perform; and, finally, DV analysis through a semantic differential scale. At the end of the tests, it was possible to build guidelines that point out steps for the construction of DV capable of facilitating the understanding of the information contained in the data.

Keywords: Data visualization. Interaction Design. Human factors. Information Design

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – From reality to people’s brains.....	34
Figura 2 – Exemplos de decodificar e localizar mais rapidamente o número 3.	37
Figura 3 – Interface do GapMinder.	39
Figura 4 – Leis da Gestalt.....	40
Figura 5 – Elementos da forma.....	41
Figura 6 – Etapas para a construção da visualização.....	44
Figura 7 – Sumário de estruturas hierárquicas.....	45
Figura 8 – Tipos mais comuns de estruturas relacionais.....	47
Figura 9 – Marcação do tempo (passado e futuro).....	48
Figura 10 – Visão linear e circular do tempo.....	48
Figura 11 – Georreferenciadores Waze e Google Maps em 2018.....	50
Figura 12 – <i>Word tree</i>	51
Figura 13 – Nuvem de <i>tags</i> construída a partir da revisão bibliográfica sistemática.....	51
Figura 14 – <i>Elements of user experience</i>	54
Figura 15 – <i>Landscape of user research methods</i>	57
Figura 16 – Relatório de balneabilidade em PDF.....	62
Figura 17 – Relatório de balneabilidade disposto em mapa.....	63
Figura 18 – Relatório de balneabilidade disponível em sistema.....	63
Figura 19 – Proposta de VD para o relatório de balneabilidade de Florianópolis.....	65
Figura 20 – Tabela de dados da balneabilidade estruturada.....	66
Figura 21 – Explicação do experimento e a navegação exploratória do voluntário.....	70
Figura 23 – Preenchimento da escala de diferencial semântico.....	70
Figura 24 – Interações e conduções confusas das ferramentas de VDs.....	73
Figura 25 – Interação confusa na tela da VD de balneabilidade proposta.....	74
Figura 26 – Ferramentas de reinicialização da visualização.....	74
Figura 27 – Trajeto na linha do tempo.....	78
Figura 28 – Trajeto no mapa de localização.....	79
Figura 29 – Relação entre gráfico de bolhas e localização.....	80
Figura 30 – Pontos que formam a linha do tempo.....	84
Figura 31 – Malha geográfica com localização e variação de incidências.....	85
Figura 32 – Malha de linha do tempo.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vendas durante 2009.....	30
Tabela 2 – Conceitos de Dados, Informação e Conhecimento	33
Tabela 3 – Propriedades mais comuns na codificação visual de dados.....	42
Tabela 4 – Propriedades visuais agrupadas por tipo de dado	43
Tabela 5 – <i>Human Factor Practice</i>	56
Tabela 6 – Resultados dos testes de usabilidade.....	76
Tabela 7 – Variação de tempo entre a execução que durou mais tempo e menos.....	77
Tabela 8 – Escala de diferencial semântico - pós-teste.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Esquema da metodologia construída para esse projeto de pesquisa.....	28
Gráfico 2 – Vendas durante 2009	30
Gráfico 3 – Matriz de conceitos que compõem a VD.....	32
Gráfico 4 – Estrutura do modelo indicado pela pesquisa	55
Gráfico 5 – Faixa etária que responderam ao questionário da IMA	60
Gráfico 6 – Localidade dos usuários que responderam o questionário da IMA.....	60
Gráfico 7 – Frequência de utilização da internet	60
Gráfico 8 – Voluntários que concluíram e não concluíram as atividades.....	75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	25
1.2 HIPÓTESES	26
1.3 OBJETIVOS	26
1.3.1 Objetivo Geral	26
1.3.2 Objetivos Específicos	26
1.4 JUSTIFICATIVA	26
1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA	27
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1 AS VISUALIZAÇÕES DE DADOS E SEUS RELACIONAMENTOS	29
2.1.1 Dado, informação e conhecimento	32
2.1.2 Complexidade	35
2.1.3 Visualizações de exploração	36
2.1.4 Visualizações de explanação	36
2.1.5 Híbridos de exploração e explanação	36
2.2 PERCEPÇÃO VISUAL E COGNIÇÃO NAS VISUALIZAÇÕES DE DADOS	37
2.3 TIPOLOGIA DAS VISUALIZAÇÕES	44
2.3.1 Estruturas hierárquicas	45
2.3.2 Estruturas relacionais	46
2.3.3 Estruturas temporais	47
2.3.4 Estruturas espaciais	49
2.3.5 Estruturas espaço-temporais	49
2.3.6 Estruturas textuais	50
2.4 DESIGN DE INTERAÇÃO E ERGONOMIA	52
3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	58
3.1 ASPECTOS ÉTICOS	58
3.2. PERFIL DA AMOSTRA	59
3.3 COLETA DE DADOS E ANÁLISE DOS DADOS	61
3.4 MATERIAIS E PROCESSOS	61
3.5 LOCAL E LAYOUT	61
3.6 INTERFACE: VD DA BALNEABILIDADE DE FLORIANÓPOLIS	61
3.6.1. Dados disponíveis sobre a balneabilidade	62
3.6.2. Proposta de VD para o Relatório de Balneabilidade de Florianópolis	64
3.7 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE DE USABILIDADE	66
3.8. TESTES DE USABILIDADE	68
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	72
4.1 DISCUSSÃO DA PRIMEIRA EXPLORAÇÃO – TALK ALOUD	73
4.2 REsultados das ATIVIDADES PRÁTICAS	75
4.3 Depois do teste - Escala de diferencial semântico	80
5. DIRETRIZES ERGONÔMICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE VDs	82

5.1 Estruturar e organizar os dados	82
5.2 Analisar as características e complexidade dos dados	82
5.3 Categorizar a VD baseada em suas características e complexidades.....	83
5.4 Classificar a VD e entender as interações do usuário	83
5.5 Tipologia: Design visual e estrutura gráfica dos dados	83
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS E APÊNDICE	94

1. INTRODUÇÃO

É possível afirmar que a atualidade é caracterizada por uma revolução de dados, na descrição da EMC Corporation (2012), líder mundial em armazenamento e gerenciamento de informação. A instituição revela que já existem, no mundo, quase um septilhão de bits de dados e, conforme estimativa, até 2020, o número daqueles armazenados em computadores, servidores, celulares, smartphones e tablets venha a ser, no mínimo, multiplicado por seis.

A título de exemplo dessas mudanças, a Figura 1 é composta por duas fotografias da Praça de São Pedro, no Vaticano, nos anos de 2005 e 2013. Nota-se que, em menos de dez anos, a tecnologia se disseminou e isso ofereceu às pessoas a possibilidade de acessar, inserir e compartilhar dados com mais facilidade e agilidade.

Figura 1 — Praça de São Pedro em 2005, à esquerda, e em 2013, à direita.



Fonte: Witnessing papal history changes with digital age, NBC news. Disponível em:

<http://nbcnews.to/2o4rRCs>. Acesso em: 20/08/2018

O atual fluxo de dados através das múltiplas plataformas, para Jenkins (2009), representa uma transformação cultural, pois os indivíduos são incentivados a procurar novas informações, fazer novas conexões entre dados dispersos e, até mesmo, inserir dados pessoais ou interesses de compras.

Muitos dados que estão na rede são públicos, abertos e são sobre diversos assuntos relacionados à economia, transporte, educação ou meio ambiente, ou seja, são dados que estão à disposição para o uso da população. Para leitura desses dados existem diversas ferramentas disponíveis, tais como o *Many Eyes* ou até mesmo o *Google Charts*, que ajudam as pessoas a identificar qual a melhor escola para seus filhos, qual a melhor rota e horário para mobilidade urbana ou, ainda, informações sobre poluição das praias. No entanto, essas ferramentas têm muitas funcionalidades, o que pode comprometer a eficácia da compreensão das informações.

Percebe-se outra dificuldade: a forma¹ como esses dados são compilados e apresentados pode não ser adequada. Segundo Iliinsky e Steele (2011, p. 75), “a forma e a estrutura afetam não apenas os elementos pictóricos da visualização, mas também o conteúdo”. Ou seja, é por meio da forma e estrutura que os dados constroem uma informação.

Viegas (2009), PhD vinculada ao MIT, afirma, em sua apresentação no TED-SP 2009, que, no passado, os dados eram lidos por pesquisadores que investiam horas estudando tabelas gigantescas, minerando dados e tentando extrair o máximo de informações que conseguiam para construir decisões científicas.

Para compreender o universo da Visualização de Dados, é importante entender os conceitos de “Dados” e “Informação”. Segundo Davenport e Prusak (1998), os dados podem ser facilmente estruturados, quando organizados e interpretados por máquinas, são facilmente quantificáveis, ou seja, números ou palavras são aglutinados, alinhados ou distribuídos de maneira organizada. Em contrapartida, informação requer uma inteligência, uma unidade analítica e algum consenso em relação ao significado, ou seja, é preciso uma mediação de contexto e de interpretação humana.

Portanto, há no mundo digital uma grande quantidade de dados que pode ser explorada pela população, mas é necessário ter tradutores que tratem os dados, deixando-os inteligíveis. Um tipo de tradutor, segundo Viegas (2009), é a Visualização de Dados (VD), que busca converter os dados em informações visuais e possibilita a uma pessoa sem conhecimentos aprofundados em tecnologia interagir com dados relevantes para suas decisões. A autora, afirma ainda, que a VD é um tipo de tradutor que está disponível para usuários que não são *experts* em cruzamento de dados, mas que possuem graus de conhecimento variados, idades díspares e interesses específicos.

Importante ressaltar que o Governo Federal publicou, em 2011, a Lei nº 12.527 que, em seus artigos terceiro e quarto, visa oferecer à sociedade civil acesso a dados, processados ou não, que possam ser utilizados para a transmissão do conhecimento.

Tendo em conta o universo digital de plataformas para VD, o desafio de desenvolvimento de projetos nesta área e, ainda, leis de incentivo ao acesso às informações públicas, buscou-se encontrar um objeto de estudo que pudesse auxiliar na investigação das diretrizes, de forma a demonstrar que os aspectos cognitivos e

¹ A Forma no universo do design envolve, segundo Gomes Filho (2008), os limites exteriores da matéria que constituem o corpo de um objeto, ou seja, a configuração visual dos elementos físicos.

ergonômicos são fundamentais para a compreensão de uma informação organizada neste sistema.

Buscou-se uma fonte de dados pública que possibilitasse criação de uma VD e, posteriormente, a aplicação de um experimento com o objetivo de analisar a compreensão das informações contidas nos dados por parte das pessoas. O relatório de balneabilidade do Estado de Santa Catarina, disponível para o público no website da IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (antiga FATMA - Fundação de Amparo ao Meio Ambiente de Santa Catarina)². No entanto, diante de um grande volume de dados que lá existe, realizou-se um recorte, de modo a trabalhar apenas com os dados referentes à cidade de Florianópolis, que demonstrariam a efetividade da proposta de pesquisa.

A IMA, órgão ambiental da esfera estadual que atua para garantir a preservação dos recursos naturais, faz o monitoramento da qualidade das águas do mar para o banho e realiza, desde 1976, relatórios semanais na temporada de verão e, mensais durante o resto do ano. Observou-se que o Instituto tem algumas iniciativas – as quais serão detalhadas mais adiante – que buscam publicar esses dados de uma maneira mais acessível ao público. Os dados estão disponibilizados em seu *website* de três formas: um relatório bruto, outro interativo e, um mapa localizando os pontos próprios e impróprios para banho. No entanto, os dados não estão organizados de forma a gerar cruzamentos de informações, como por exemplo, relacionar um período do ano com o outro, construir um índice de poluição das praias ou simplesmente explorar os dados de maneira cognitiva. Se houvesse a possibilidade de gerar uma VD que cruzasse essas informações, provavelmente, o público poderia adquirir conhecimento sobre a variação de balneabilidade das praias.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Com a grande quantidade de dados e a disseminação da tecnologia os processos de compilação dos dados precisam ser otimizados e entregar as informações com mais agilidade. Nesse contexto, a VD auxilia a compreensão das informações contida nos dados. Se aplicarmos metodologias do design centrado no usuário, a compreensão pode ser potencializada?

² O Instituto do Meio Ambiente de SC - IMA foi criado em 2017, em substituição à FATMA, Fundação do Meio Ambiente. Entretanto a substituição completa da página da FATMA pela IMA ocorreu em 2019, quando essa pesquisa se encontrava em sua finalização. Por este motivo, muitos dos materiais apresentados aqui referem-se à FATMA.

1.2 HIPÓTESES

A partir da revisão bibliográfica sistemática (Anexo D), percebeu-se que as VDs buscam traduzir uma grande quantidade de dados em informação, por meio de gráficos, mapas e outros recursos gráficos. Portanto, elaborou-se a seguinte hipótese: é possível elaborar diretrizes ergonômicas que contribuam para a construção da informação baseada em VD.

Variáveis independentes:

Visualizações de dados com mapas;

Linha do tempo e gráficos bolha.

Variáveis dependentes:

Tempo de cumprimento da tarefa;

Quantidade de erros;

Quantidade de usuários que conseguiram finalizar todas as atividades.

Variáveis de controle:

Faixa etária (20 a 50 anos);

Escolaridade (ensino fundamental e superior);

Conhecimentos prévios sobre navegação na internet;

Estrutura da ferramenta utilizada para a construção da VD.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Propor diretrizes para o desenvolvimento de projetos de Visualização de Dados fundamentados nos conceitos de Interação Humano-Computador (IHC) e ergonomia cognitiva.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar critérios técnicos para a construção de VDS
- Construir métricas para mensurar a compreensão das informações da VD;
- Realizar testes de usabilidade, buscando verificar se o tipo de visualização selecionada permite que os usuários traduzam os dados em informação;

1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo Cairo (2008), a Visualização de Dados (VD) tem por objetivo traduzir uma grande quantidade de dados, buscando organizar, estruturar e exemplificar visualmente qualquer tipo deles, transmitindo a mensagem de uma maneira didática e concisa. Desta forma, a VD se caracteriza como uma ferramenta digital de disseminação de informações públicas com maior capacidade de compreensão. Entretanto, a VD, enquanto ferramenta de tradução de dados em informação é pouco discutida no campo do Design. Esta pesquisa tem por intuito contribuir oferecendo diretrizes que auxiliem designers na concepção de interfaces informacionais interativas e mais significativas para os usuários.

Outra contribuição se dá pelo acesso mais simplificado às informações públicas, uma vez que o aumento da quantidade de dados na rede, aliada à disponibilidade de acesso aos dados públicos, reforça a importância de se estudar maneiras de facilitar o entendimento da população sobre informações públicas.

1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa é de natureza qualitativa, ou seja, é caracterizada por estudos exploratórios que utilizam ferramentas e processos de design, embasados na tríade ergonomia, projeto de interfaces gráficas e VD, cujo objetivo foi investigar os processos cognitivos percorridos ao interpretar dados dentro desse tipo de tradutor.

Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática, por meio da qual foi possível perceber que essa temática, dentro do universo do design de interação, é relativamente nova. A revisão buscou identificar quais os melhores processos de construção, as características visuais e a composição das interações necessárias para facilitar a busca por informações dentro de uma VD e, ainda, entender o contexto atual desse tipo de interface gráfica. Com isso, foi possível construir diretrizes ergonômicas para a construção de VD.

Gráfico 1 – Esquema da metodologia construída para esse projeto de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A segunda etapa da pesquisa tem caráter experimental. Ao logo dela, foram aplicados testes de usabilidade com um grupo de pessoas, com tarefas executadas em uma interface digital criada a partir dos dados da balneabilidade. No início dessa etapa, está a identificação da amostra, construída com a base de dados dos usuários oferecida pela IMA. Após a seleção e contato com os participantes, foram aplicados os testes de usabilidade em três fases: navegação exploratória, execução de atividades e a aplicação da escala de diferencial semântico. A realização foi remota, com objetivo de levar comodidade para o usuário, executando o experimento em um lugar de sua preferência.

Por fim, na última etapa da pesquisa, buscou-se analisar os dados coletados e colaborar para as discussões acerca do tema corroborando ou refutando a hipótese e atendendo os objetivos inicialmente traçados.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O primeiro capítulo deste trabalho contempla a contextualização, os objetivos gerais e específicos, as variáveis que delimitam a pesquisa, a justificativa e a metodologia aplicada para o desenvolvimento do estudo.

No segundo capítulo, buscou-se entender o atual estado da arte na composição de VD. Por meio de um estudo bibliográfico, procurou-se aprofundar conhecimentos sobre ergonomia e processos cognitivos que são recorrentes na interação com um artefato digital, apresentando resultados que conduzem para heurísticas que conduziram a elaboração das diretrizes de construção das VDs.

No terceiro capítulo, são apresentados os procedimentos experimentais e os dados que foram utilizados para a construção da VD, sendo, por sua vez, usado como artefato para a aplicação dos testes de usabilidade.

O quarto capítulo é destinado à análise dos dados extraídos da aplicação do experimento, contendo a compilação estatística dos mesmos. Explicita-se os resultados da pesquisa, no sentido de mapear as diretrizes para a construção de uma VD, baseando-se em ergonomia.

No capítulo quinto, serão apresentadas as diretrizes ergonômicas para a construção de uma VD, visando auxiliar tanto a compreensão das informações quanto a replicação destas em outras VDs que, por sua vez, utilizem outras bases de dados.

No sexto capítulo, estão as considerações finais e os apontamentos para estudos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são discutidos os conceitos que envolvem a construção das VDs, além de explorar questões como o comportamento, tipologia dos dados e classificações, oriundos das ciências da informação, os conceitos sobre dados e informação, oferecidos pela gestão do conhecimento e psicologia cognitiva, por fim, são apresentadas as características ergonômicas de como tratar dados no campo visual e interativo.

2.1 AS VISUALIZAÇÕES DE DADOS E SEUS RELACIONAMENTOS

Com a grande quantidade de dados disponíveis no universo digital, é necessário dispor de uma maneira de prepará-los e organizá-los, para que as pessoas os possam utilizar de maneira eficiente. A infografia e a VD são maneiras de traduzir dados em informação, pois, segundo Cairo (2013), o cérebro humano tem a capacidade de filtrar e processar informações que são coletadas pelo campo visual.

Um bom exemplo é quando se analisa uma tabela de dados rica em informações, mas que, em uma primeira análise, não apresenta os padrões necessários para possibilitar a construção de informação. É possível perceber que, na tabela 1, são apresentados os dados de vendas, em dólares e durante o ano de 2009, que são divididos em duas regiões: doméstica e internacional.

Tabela 1 – Vendas durante 2009

2009 Sales (thousands of U.S. \$)

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Domestic	1,983	2,343	2,593	2,283	2,574	2,838	2,382	2,634	2,938	2,739	2,983	3,493	31,783
International	574	636	673	593	644	679	593	139	599	583	602	690	7,005
Total	2,557	2,979	3,266	2,876	3,218	3,517	2,975	2,773	3,537	3,322	3,585	4,183	38,788

Fonte: The Encyclopedia of Human-Computer Interaction (2.^a ed.). Disponível em:

<<http://bit.ly/2DXkWE2>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Esta tabela contém informações valiosas, mas não é possível identificar padrões, tendências, exceções ou observar relações entre eles. Se o objetivo de analisar os dados está em buscar a história contida neles, precisamos ter um meio de comparar os conjuntos. Por isso, a VD é importante. Nesse sentido, o Gráfico 2 apresenta os números em linhas relacionando o comportamento dos valores em função do tempo, contribuindo para uma construção rápida da informação disposta nos números que, em um primeiro momento, estão distribuídos e organizados em uma tabela.

Gráfico 2 – Vendas durante 2009



Fonte: The Encyclopedia of Human-Computer Interaction (2.^a ed.). Disponível em:

<<http://bit.ly/2DXkWE2>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Várias evidências são destacadas, tais como a prevalência das vendas internas frente às internacionais, a tendência das vendas domésticas de subir ao longo do ano, a das vendas internacionais de diminuir no mês de agosto, e assim por diante.

Os números, aliados ao texto, podem transmitir a informação, conduzindo o interlocutor entender o que a tabela está mostrando, mas, sendo apresentado o gráfico, diversas relações e informações passam a fazer sentido de maneira bem mais rápida. Esse tipo de gráfico auxilia em análises demonstrativas, fornecendo suporte para uma explicação e argumentação, por meio de uma maneira estática de apresentação de dados.

Esse exemplo é uma ponte para mostrar o relacionamento que existe entre infografia e VDs. Apesar de terem o mesmo objetivo de traduzir dados, Cairo (2013) afirma que existe uma distinção que separa as duas áreas: enquanto, na infografia, as informações são apresentadas por mapas e diagramas selecionados de modo a transmitir uma mensagem a um intérprete que recebe passivamente, na VD, ao contrário, a informação é acessada, explorada e analisada pela própria pessoa que está navegando pelos dados. Sendo assim, “onde a infografia conta as histórias projetadas por comunicadores, a VD ajuda os leitores a descobrir histórias por si só”. (CAIRO, 2013, p.16).

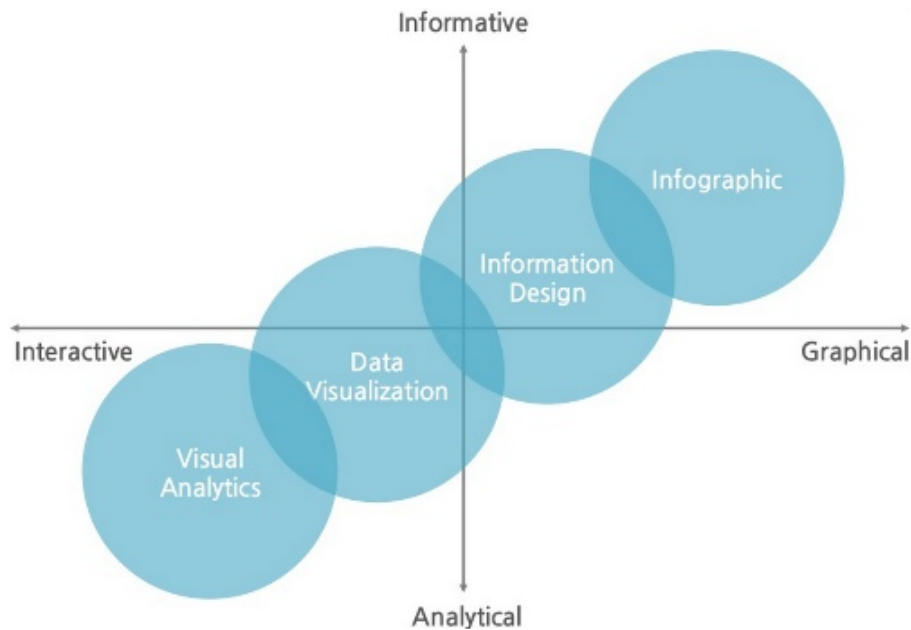
O autor segue afirmando que a infografia tem caráter de apresentação da informação, ao passo que, nas VDs, o objetivo é mais exploratório e assume diferentes graus de análise e aprofundamento de uma informação. Se, na infografia, é muito comum ter-se o dado geral, sem a possibilidade de desmembrá-lo facilmente ou acessar sua respectiva granularidade, na visualização, em contrapartida, isso é bem mais simples.

Iliinsky e Steele (2011) afirmam que, como as infografias são tratadas manualmente e especificamente, suas dimensões são estáticas, ou seja, sem interação com o artefato. Por outro lado, as VDs são desenhadas algoritmicamente e podem ser personalizados pelos usuários, ocorrendo a recuperação dos dados em diferentes dimensões, o que proporciona uma compilação melhor ajustada e apropriada para acréscimos quantitativos. A vantagem dessa abordagem está na alimentação e atualização com novos dados.

Em 2014, durante o Tutorial Session in HCI, realizado na Coreia do Sul, Hanna Song, então pesquisadora da Samsung, apresentou uma matriz para demonstrar os conceitos que envolvem tanto as análises visuais quanto a infografia. Os critérios que compõe a matriz são: informativos, leva a informação de maneira textual; gráficos, explora formas visuais para levar uma informação; analíticos, tem o objetivo de conduzir análises; e interativos, que oferecem mecanismos de interação com o artefato.

No Gráfico 3, percebe-se que a VD tem alto grau de relacionamento com os conceitos interativos e analíticos, mas também tangencia com a informação e os gráficos. Na infografia, por sua vez, o relacionamento acontece com informação e gráfico, sem componentes interativos e analíticos.

Gráfico 3 – Matriz de conceitos que compõem a VD



Fonte: Song (2014)

Song (2014) buscou explicitar o relacionamento entre os critérios estabelecidos e, de maneira visual, explorou essas conexões. Portanto, fica claro que VDs e a infografia estão posicionados em quadrantes diferentes. Estabelecendo uma relação quanto ao critério informativo e ao gráfico, mas bem distantes quando se trata de interação e análise. Em função disso, parece útil compreender como esses critérios são utilizados para a construção da VD, começando pelo entendimento dos dados até a interação.

2.1.1 Dado, informação e conhecimento

Entender as características de algumas VDs pode auxiliar compreensão das dinâmicas de acesso e recuperação das informações utilizadas na internet, as quais estão cada vez mais acentuadas. Nesse cenário, as VDs são importantes para que as pessoas possam explorar e conhecer os dados públicos.

Para Campagnaro e Cervantes (2011), nesse contexto, ainda impera o caos³, pois uma pequena mudança na navegação pode afetar o resultado da interpretação. Por isso, Nogas e Paladini (2010) afirmam que é imprescindível estar atento à organização e estruturação dos dados, para que o conhecimento seja disseminado de forma eficiente.

³ Segundo Campagnaro e Cervantes (2011, p. 10) a Teoria do caos está associada a “desorganização, à desordem e, mesmo, à confusão, muito comum porque pode-se relacionar, diretamente, com um número de escolhas em um determinado sistema de maneira simultânea. Sendo assim, a possibilidade de se interferir em um sistema é enorme e, portanto, seu controle total é praticamente impossível, apresentando assim um ambiente caótico”.

Portanto, entender os conceitos de dado, informação e conhecimento (tabela 2) é imprescindível para que se possa perceber em que ambiente teórico as VDs podem ser mais eficientes.

Tabela 2 – Conceitos de Dados, Informação e Conhecimento

Dados	Informação	Conhecimento
Simple observação sobre o estado do mundo	Dados dotados de relevância e propósito	Informação valiosa da mente humana. Incluireflexão, síntese, contexto
<ul style="list-style-type: none"> • Facilmente estruturado • Facilmente obtido por máquinas • Frequentemente quantificado • Facilmente transferível 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer unidade de análise • Exige consenso em relação ao significado • Exige necessariamente a mediação humana 	<ul style="list-style-type: none"> • De difícil estruturação • De difícil captura em máquinas • Frequentemente tácito • De difícil transferência

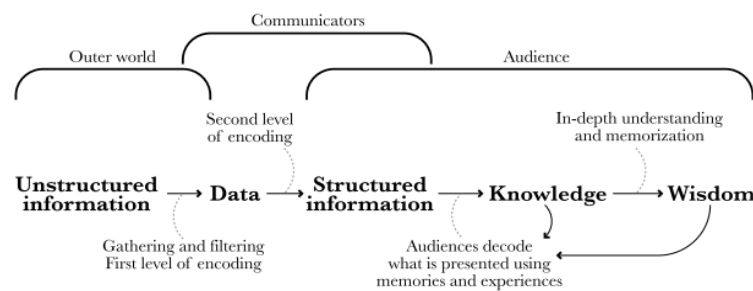
Fonte: Davenport e Prusak (1998, p.18).

Contudo, em sua consideração Nogas e Paladini (2010), dão maior ênfase ao termo informação, em função de este traduzir a conexão entre os dados brutos e o conhecimento que se pode, eventualmente, obter. Essa conceituação torna-se mais evidente quando se percebe que a informação requer, necessariamente, algum tipo de análise que esteja em sintonia com o público a que se destina (VALENTIM, 2002)

As etapas para a construção do conhecimento baseada em dados, segundo Cairo (2013) são compostas pela DIKW *Hierarchies (Data, Information, Knowledge, Wisdom)* (Figura 4), ou seja, comportam dado, informação, conhecimento e sabedoria. A DIKW nasceu na arquitetura de informação com os estudos do professor Richard Saul Wurman, desenvolvidos na década de 1970. Ali foram definidos alguns fatores: design estrutural para informação compartilhada, organização hierárquica de informação sendo composta por rotulagem, busca, navegação entre outros.

Os dados não estruturados (Figura 1) estão no primeiro nível de codificação, mas para atingir o segundo nível é preciso selecionar e filtrar os dados que são importantes para a construção da informação. Que, segundo Cairo (2013, p. 16), o “comunicador dá forma aos dados, de modo que padrões relevantes para a construção da informação se tornem visíveis.”

Figura 1 – From reality to people's brains.



Fonte: Cairo (2013, p.16)

O diagrama composto por Cairo (2013) explicita as etapas para a organização dos dados, nas quais se devem estruturar os dados para que o algoritmo consiga traduzir, de maneira gráfica, a informação. No mesmo sentido, Silva (2007) defende que um conjunto de dados somente se tornará informação e, posteriormente, conhecimento, no momento em que a eles for atribuído algum significado, por parte do indivíduo. É necessário que tal indivíduo se aproprie dos dados, estipulando um contexto e, portanto, um novo direcionamento, uma efetividade, de modo a gerar, então, um novo conhecimento. Deve-se dar a devida importância ao papel do indivíduo enquanto elemento fundamental neste processo.

Com essa abordagem, percebe-se a elaboração de alguns critérios para a construção das VDs, verificáveis na análise da complexidade dos dados oferecidos pela base correspondente ao relatório de balneabilidade. No relatório, são coletados os seguintes dados: localização, data, hora, vento, maré, tipo de chuva, ar, água, resultado da coleta e a condição. Na interface digital, que foi construída, por sua vez, foram utilizados os referentes a localização, data, hora e a condição. Além disso, também será possível ver o todo e o detalhe de cada um, seguindo a argumentação apresentada por Shneiderman (1996). A interface exibirá um conjunto mais atualizado, mas o usuário poderá fazer buscas e cruzar os dados, dependendo do seu interesse. Portanto, a visualização terá características híbridas de exploração e explanação.

Sendo assim, nesse capítulo, é estabelecido o primeiro critério para a construção de VDs, pois é necessário entender o tipo de dado e as dimensões que serão exploradas para conseguir identificar qual a classificação da VD: se de explanação, exploração ou híbrida. Após essas definições, Cairo (2013) demonstra que, para a construção da parte visual, é necessário estruturar os dados que serão trabalhados algoritmicamente. Portanto,

o subcapítulo seguinte aprofunda a relação dos dados com a percepção das formas visuais nas VDs.

2.1.2 Complexidade

Iliinsky e Steele (2011) apontam que existem maneiras de classificar uma VD. Para isso, é preciso verificar a quantidade de dimensões dos dados existentes. Um exemplo disso é a VD Gap Minder, criada pelo professor Rosling (2010), que apresenta um cenário abordando a renda per capita e os anos de diversos países. Nesse contexto, observam-se três dimensões (renda, ano e países), mas é possível aprofundar ainda mais, analisando cada país. Ainda assim, clicando em algum país, pode-se desmembrar e explorar os dados de cada local. Desse modo, é possível medir a complexidade de uma VD, baseando-se nas dimensões dos dados.

Segundo Shneidermann (1996), os tipos de dados podem assumir diversas dimensões, segundo o autor, cada uma delas pode ter objetivos diferentes:

Dimensão 1: dados lineares que incluem texto de documentos, códigos de programas e listas alfabéticas.

Dimensão 2: dados geográficos ou de orientações, esquemas arquiteturais.

Dimensão 3: objetos do mundo real, como prédios, corpo humano ou moléculas.

Temporal: que assumem conceitos de tempo, início e fim, fragmentação de tempo.

Multidimensional: estrutura de dados que utilizam várias dimensões.

Árvores (hierarquias): organiza estruturas fazendo links entre diversos itens.

Network: são relacionamentos entre itens que não pode ser capturado pela estrutura hierárquica de árvores, ou seja, conexões arbitrárias.

Para além de entender a complexidade das dimensões de uma VD, Aguilar *et al.* (2017) sugerem outros passos para decodificar as informações: ela deve ser assistida, contextualizada, filtrada e analisada. Assim, mostram que é preciso explorar lugares e pessoas (mapas e linhas do tempo podem ser exemplos disso), apresentar padrões para que o usuário consiga se contextualizar e se localizar dentro da VD, oferecendo possibilidades de filtrar e manipular os dados e, por fim, proporcionar uma análise visual. Nesse ponto, Shneiderman (1996) chama a atenção para a quantidade de informações oferecidas aos usuários ao mesmo tempo, tornando necessário oferecer, primeiro, uma visão geral, com mecanismos de zoom e filtros para, depois disso, entregar os detalhes de um dado.

Iliinsky e Steele (2011) aprofundam quando apresentam as classificações de exploração, explanação e híbridas.

2.1.3 Visualizações de exploração

A exploração é apropriada quando dispomos de uma grande quantidade de dados, sem conhecer, no entanto, as informações contidas neles. Nesse caso, é necessário ter um tradutor visual que auxilie na rápida identificação das características àqueles correspondentes, como demonstrando curvas, linhas, tendências ou anomalias. A exploração é melhor aplicada quando existe um alto nível de granularidade. Nesse contexto, é preciso que o usuário faça análise e garimpe os dados, de modo a compreender a história contida neles.

2.1.4 Visualizações de explanação

A explanação está associada aos dados, dos quais já se conhece o conteúdo. É o formato mais didático de apresentação dos resultados de uma análise a outras pessoas, necessário quando se pretende defender argumentos baseados em dados. É uma seleção de conteúdo que irá fundamentar a história que está sendo explanada. Se a visualização exploratória faz parte da análise, a explanatória se envolve com a apresentação de resultados.

2.1.5 Híbridos de exploração e explanação

O formato híbrido envolve os dados que têm uma apresentação pré-definida, mas oferece ao usuário a possibilidade de explorar os dados em busca de outras informações relevantes. Essas visualizações são interativas, pois utilizam gráficos cujos parâmetros o usuário pode manipular, descobrindo informações com outras combinações. É oferecida, assim uma liberdade de descoberta que, no entanto, no início não é vazio.

Para tanto, entender características técnicas das VDs, tais como a complexidade e as classificações, é importante para trabalhar tecnicamente sua construção, mas compreender a relação disso com a construção da informação é imprescindível, pois a conexão entre esses fatores pode auxiliar na interpretação humana. Portanto, a seguir é apresentada a investigação realizada sobre os conceitos de dado, informação e conhecimento. Sendo que esse último, não será aprofundado nesta pesquisa.

2.2 PERCEPÇÃO VISUAL E COGNIÇÃO NAS VISUALIZAÇÕES DE DADOS

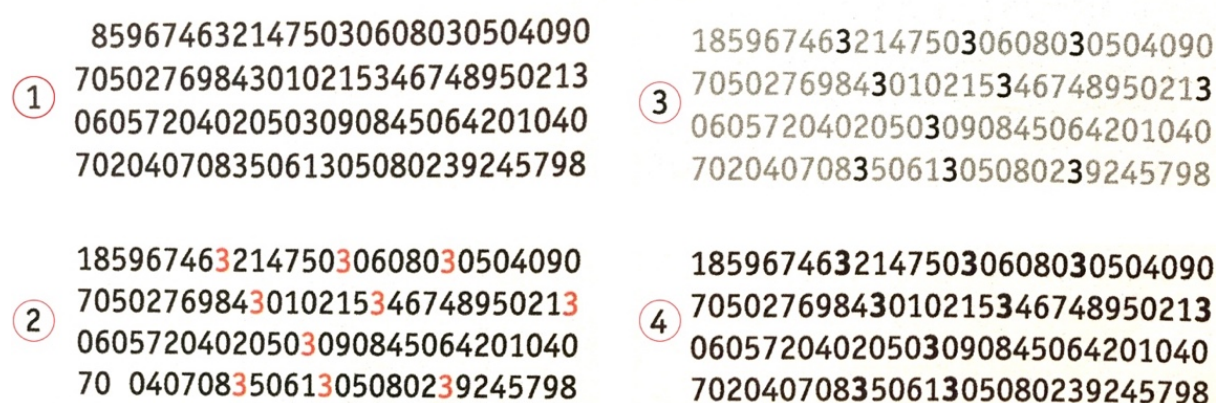
O ser humano tem grande capacidade para criar e entender elementos visuais, com diferentes níveis de abstração: gráficos que codificam dados, conceitos, conexões e localizações geográficas. Cairo (2012) introduz, sobre a VD e o ser humano:

O cérebro humano tem dezenas de regiões relacionadas à percepção visual: densamente interligadas por grupos de neurônios dedicados ao processamento e filtragem de informações que recolhemos através dos nossos olhos. A evolução nos projetou de tal forma que nenhuma outra atividade exige mais recursos mentais que a percepção visual e a cognição. (CAIRO, 2012, p.VX)

Tendo que trabalhar com diversos conjuntos de dados, a principal vantagem que a representação gráfica oferece, se comparada à simples tabela de números, é a maior facilidade de percepção dos padrões que é, por aquela, proporcionada. Segundo Gianpietro e Gomiero (2005), os métodos gráficos tendem a abstrair e compilar um grande conjunto de dados, permitindo resumir um comportamento geral e a possibilidade de estudar os respectivos detalhes.

Meirelles (2013) apresenta, na Figura 2, uma grande quantidade de números, mas utilizando decodificações diferentes dentro do campo do design visual, explorando cores, força, intensidade da tipografia. Evidenciando, assim, o quanto o design é importante nas construções de VDs mais eficientes.

Figura 2 – Exemplos de decodificar e localizar mais rapidamente o número 3.



Fonte: Meirelles (2013, p. 21), adaptado pela autora (2019).

Isso possibilita entender melhor o envolvimento dos aspectos ergonômicos, tais como a cognição, que, lembrada por Fialho (2006), é o processo do conhecer, relacionado com a percepção, emoção e ação. Segundo Sternberg (2011), a cognição é, em parte, uma

síntese de análises que, no behaviorismo, envolve fatores humanos, mas adota análises quantitativas para estudar o comportamento das pessoas, enquanto, no gestaltismo, enfatiza os processos mentais internos.

Cairo (2012) afirma que as VDs servem para facilitar a compreensão e despertar emoções para que o público absorva informações de difícil percepção com maior facilidade. A estética é apenas um artifício poderoso para o entendimento. Dondis (1997) afirma que:

O resultado final de toda a experiência visual, na natureza e, basicamente, no design, está na interação de polaridades duplas: primeiro as forças do conteúdo (mensagem e significado) e da forma (design, meio e ordenação); em segundo lugar, o efeito recíproco da articulação (designer, artista e artesão) e do receptor (público). Em ambos os casos, um não pode se separar do outro. A forma é afetada pelo conteúdo; o conteúdo é afetado pela forma. A mensagem é emitida pelo criador e modificada pelo observador. (DONDIS, 1997, p.131)

Em visão aprofundada, percebe-se que os elementos sistematizados permanecem *a priori*, frente aos juízos empregados pela pessoa que recebe a informação. Assim, a percepção “não é uma propriedade do objeto, algo que se encontra no objeto, e sim uma construção do espírito do contemplador colocado diante do objeto” (SUASSUNA, 2011, p.30).

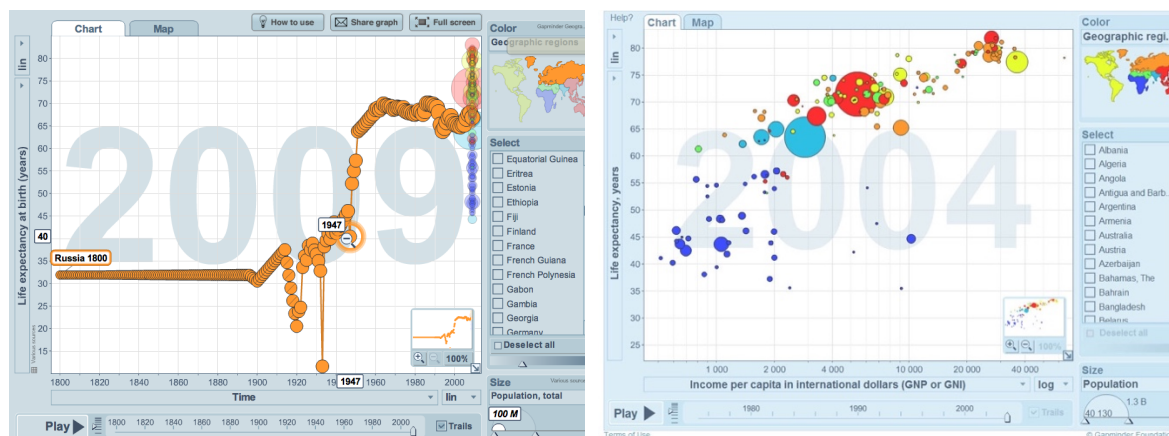
Por esse motivo, o professor Rosling (2010) afirma que ter apenas os dados não é suficiente, sendo necessária, também, a elaboração de ferramentas que façam, de alguma forma, as pessoas compreenderem e aprenderem seu significado. O GapMinder⁴ (Figura 3) é uma VD que organiza 200 mil números sobre a saúde e a riqueza dos países e conta a história, desde 1800 até 2009, mostrando a riqueza e expectativa de vida em diversos países

A Figura 3 mostra dois tipos de visualização apresentados pelo GapMinder. À esquerda, é possível analisar a evolução da expectativa de vida russa em relação ao tempo, estando dispostos os dados de 1800 até 2009. Rapidamente, percebe-se a evolução de tal expectativa de vida, que, em 1800, era de, mais ou menos, 32 anos, chegando, em 2009, a 80 anos. No entanto, entre 1920 e 1930, existe queda muito grande, decorrente do contexto de guerras vivenciado pela Rússia. Por outro lado, o salto enorme observável, durante a década de 1950, para o continente asiático, também corresponde a um contexto histórico específico, qual seja, a queda da União Soviética. No lado direito, por fim, são

⁴ O Gapminder é uma plataforma digital que oferece visualização de dados referentes a indicadores sociais e econômicos dos países dos diversos continentes.

apresentados os dados de todos os continentes durante o ano de 2004, sendo perceptível que o continente africano estava com a expectativa de vida muito baixa, se comparada à do continente americano.

Figura 3 – Interface do GapMinder.



Fonte: GapMinder. Disponível em: <<http://bit.ly/29yb56i>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

Nesse exemplo, é possível observar as diferentes possibilidades de se comunicar por meio de elementos visuais na construção de uma interface, fazendo o uso de linhas, círculos, bolhas, entre outros. Esses elementos contribuem para a compreensão rápida de grande quantidade de dados, permitem a análise entre eles e apresentam a história dos mesmos, construindo uma narrativa concisa e sólida.

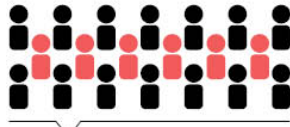
Isso tudo só acontece porque houve a união entre as ciências da informação e design. Imagine a quantidade de tempo que levaria para analisar 120 mil dados? Com o exemplo do GapMinder, é possível perceber que o design pode potencializar a interpretação de dados.

Nesse contexto, os princípios da Gestalt, criados no século XIX – unificação, fechamento, proximidade, continuidade, semelhança, segregação e unidades – se aplicam muito bem ao mundo digital. Na Figura 4, são apresentados os conceitos das leis daí decorrentes. Uma delas, que fica bem explícita no GapMinder, é a da continuidade. Ao longo do tempo, fica evidente o trajeto e a continuidade no crescimento da expectativa e renda per capita do país.

Figura 4 – Leis da Gestalt

Leis da Gestalt

A SEGUIR, SÃO COLOCADOS OS REBATIMENTOS OPERADOS SOBRE AS LEIS DA GESTALT, QUE DÃO O EMBASAMENTO CIENTÍFICO A ESTE SISTEMA DE LEITURA VISUAL



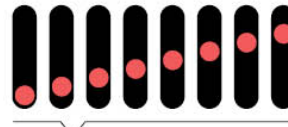
UNIDADES

Pode ser um único elemento, que se encerra em si, ou como parte de um todo. Ou seja, pode ser compreendida como um conjunto de mais de um elemento



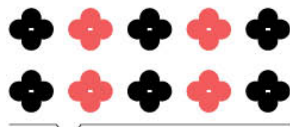
PROXIMIDADE

Elementos ópticos próximos uns dos outros tendem a ser vistos juntos e, por conseguinte, a construir um todo ou unidades dentro de um todo



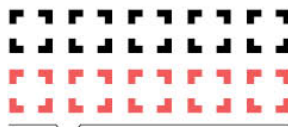
CONTINUIDADE

Impressão visual de como as partes se sucedem por meio da organização perspectiva da forma de modo coerente, sem quebras ou descontinuidade



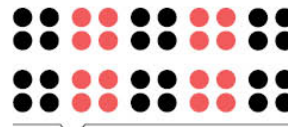
FECHAMENTO

Esse fato se estabelece ou concorre para a formação de unidades. As forças de organização da forma dirigem-se espontaneamente para a ordem espacial



PREGNÂNCIA

As forças de organização da forma tendem a se dirigir tanto quanto o permitam as condições dadas, no sentido da harmonia e sentido visual.



SEMELHANÇA

A igualdade de forma e de cor desperta também a tendência de se construir unidades, isto é, estabelecer agrupamentos de partes semelhantes



forma



forma



A partir dessas leis, foi criado o suporte sensível e racional, espécie de abecê da leitura visual, que vai permitir e favorecer toda e qualquer articulação analítica e interpretativa da forma do objeto, sobretudo, com relação à utilização das demais categorias conceituais.

CONCEITUAÇÃO DA FORMA

Após as definições, são colocados os rebatimentos operados sobre a forma e suas propriedades.

1. METAFÍSICO

Platônico: ideia, espécie, gênero, etc.

Aristotélico: determina a matéria para ser algo

2. LÓGICO

Matéria é a que muda o juízo e a forma é o que fica inalterável.

3. EPISTEMOLÓGICO

Formas *a priori* da sensibilidade – espaço e tempo.

4. ESTÉTICO

Distingue forma de conteúdo, a forma é intelectual.

5. FORMA

Os limites exteriores da matéria de que é constituído um corpo

FONTE: FILHO, João G. **Gestalt do Objeto: sistema de leitura visual da forma**. São Paulo: 2000.

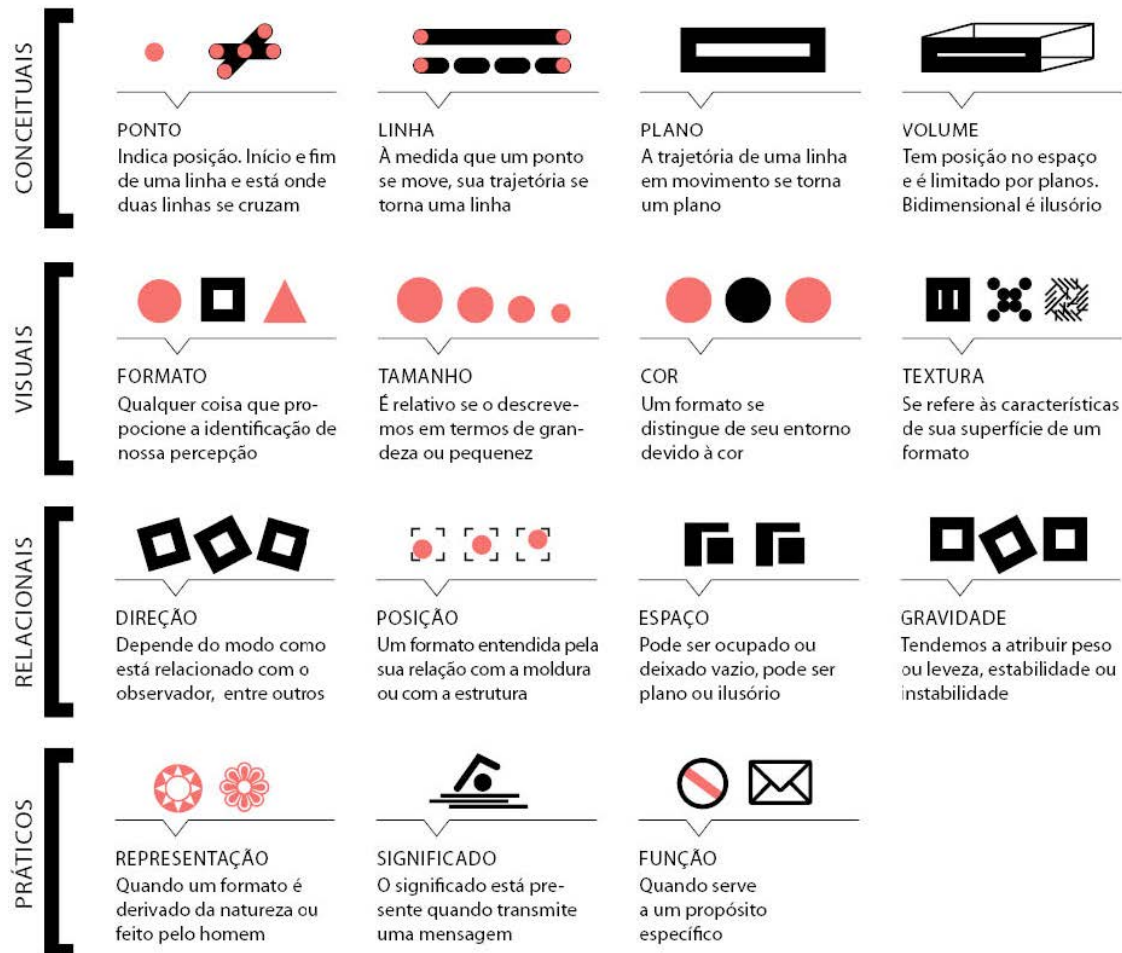
Fonte: Prado (2012, p. 43). Disponível em: <<http://bit.ly/2RTdeix>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

Aliado aos conceitos da Gestalt, os Elementos da Forma (Figura 5), desenvolvidos por Wong (1998), auxiliam no entendimento dos tradutores visuais utilizados nas visualizações. O autor simplifica as formas em quatro áreas: conceituais, que são elementos que não existem na realidade, mas são utilizados para representar objetos; visuais, que têm relação com as questões conceituais, pois, ao representar algum objeto, aplicamos a ele cores ou texturas; relacionais, que coordenam as relações entre as formas; e práticas, as quais são subjacentes ao conteúdo e contexto.

Figura 5 – Elementos da forma

Elementos da forma

AS INTERPRETAÇÕES PODEM PARECER RÍGIDAS E SIMPLIFICADAS, MAS A TEORIZAÇÃO TEM MUITO A VER COM O PENSAMENTO SISTEMÁTICO E COM MUITO POUCA EMOÇÃO E INTUIÇÃO. ISSO ENFRENTA TERMOS PRECISOS E CONCRETOS COM OBJETIVIDADE E O MÍNIMO DE AMBIGUIDADE.

















FONTE: WONG, WUCIUS. **PRINCÍPIOS DE FORMA E DESENHO**. TRADUÇÃO: ALVAMAR HELENA LAMPA-RELLI. SÃO PAULO: MARTINS FONTES, 1998.

Fonte: Prado (2012, p. 44). Disponível em: <<http://bit.ly/2RTdeix>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

No entanto, no mundo das VDs, as nomenclaturas e aplicações ficam um pouco diferentes da maneira proposta pela Gestalt e Wong, pois incorporam conceitos vindos da área das ciências de informação. Dentro desse contexto, Iliinsky e Steele (2011) apresentam a Tabela 3, que mostra as propriedades visuais mais comuns, visando auxiliar na definição de qual a melhor codificação visual para determinado tipo de dado. Por exemplo, *size* são utilizados para ordenar diversos valores quantitativos e ordinários.

Barras podem ser utilizadas para representar distâncias, oferecer maneiras de fazer comparações e assim por diante.

Tabela 3 – Propriedades mais comuns na codificação visual de dados

Example	Encoding	Ordered	Useful values	Quantitative	Ordinal	Categorical	Relational
	position, placement	yes	infinite	Good	Good	Good	Good
1, 2, 3; A, B, C	text labels	optional alpha or num	infinite	Good	Good	Good	Good
	length	yes	many	Good	Good		
	size, area	yes	many	Good	Good		
	angle	yes	medium	Good	Good		
	pattern density	yes	few	Good	Good		
	weight, boldness	yes	few		Good		
	saturation, brightness	yes	few		Good		
	color	no	few (<20)			Good	
	shape, icon	no	medium			Good	
	pattern texture	no	medium			Good	
	enclosure, connection	no	infinite			Good	Good
	line pattern	no	few				Good
	line endings	no	few				Good
	line weight	yes	few		Good		

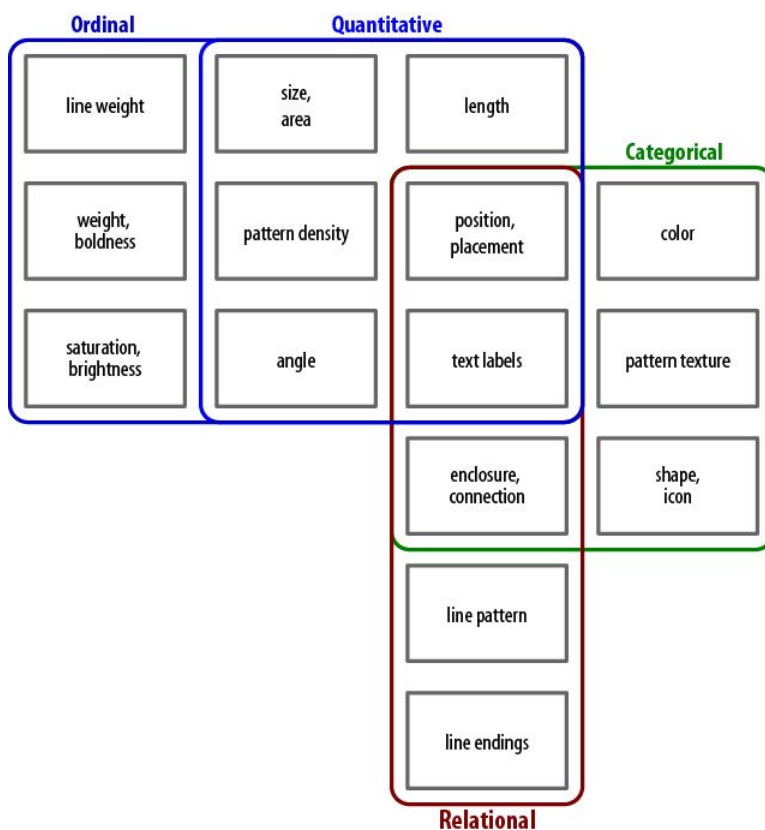
Fonte: Iliinsky e Steele (2011, p. 28)

Iliinsky e Steele (2011) aprofundam isso ainda mais, mostrando uma maneira de pensar sobre as propriedades, dependendo das características dos dados e dos cruzamentos e exploração que podem ser feitos, ou seja, cada exemplo visual recebe um código de dado. Um *line pattern*, pode assumir o significado de linha do tempo, no entanto, se unido ao *line weight*, pode acumular o sentido de quantas vezes aquele mesmo trajeto foi realizado. Exemplo disso são os aplicativos de trânsito que mostram a intensidade do tráfego em um determinado momento do dia.

Na Tabela 4, as propriedades são agrupadas pelas características, que podem ser ordinais, que indicam ordem e sequência; quantitativos, se relacionam com quantidade; categóricos, trata das formas; e relacionais, que constituem relacionamentos e conexões.

As propriedades visuais aliadas ao tipo de dado auxiliam na compreensão de qual elemento visual pode ser explorado para levar a informação que contém no dado.

Tabela 4 – Propriedades visuais agrupadas por tipo de dado



Fonte: Iliinsky e Steele (2011, p. 29).

Essa comparação permite introduzir mais critérios para a construção da VD, baseados na ergonomia, pois alia conceitos de design às ciências da informação. Portanto, é preciso analisar quais são as características dos dados que serão explorados, o que torna possível selecionar a propriedade visual mais adequada para a construção da visualização.

A partir do tipo dos dados que serão utilizados na interface, apresentados no subcapítulo anterior, pode-se afirmar que existem dados de localização, sendo possível utilizar um mapa, que demonstre a condição da praia (própria ou imprópria), trabalhando com elementos visuais, como bolhas. Também podem ser apresentadas data e hora da coleta, dispondo-as em uma linha do tempo correspondente a cada balneário. Sendo assim, as características dos dados apresentam combinações quantitativas, relacionais e categóricas.

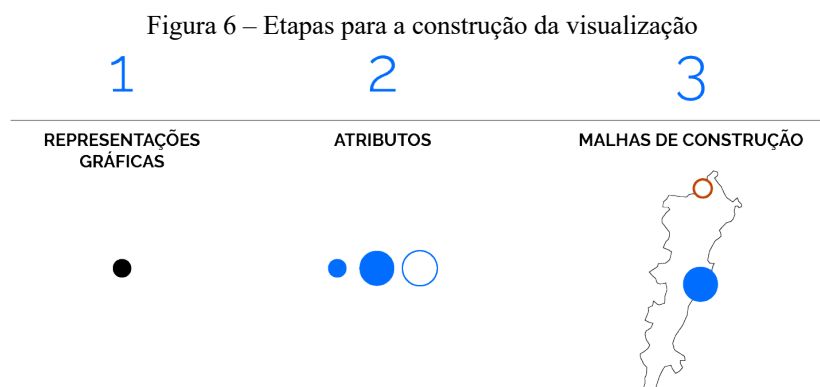
Dentro desse universo, entendendo que as questões visuais, a complexidade, a classificação e as categorias não são suficientes para construir uma visualização, também se faz importante conhecer as tipologias e as malhas de construção, onde esses dados serão distribuídos. Por isso, estudar e compreender as tipologias facilita a seleção que, entre elas, melhor sustenta a interação nas VDs.

2.3 TIPOLOGIA DAS VISUALIZAÇÕES

A tipologia é definida pelas características dos dados que serão trabalhados dentro da VD. Segundo Aguilar et al. (2017), tem relação com modelos de representação visual, como: gráficos de bolhas, pizza, barras e cluster, que são bons formatos para fazer comparações entre os dados. Existem as representações textuais que utilizam recursos visuais, como *tree maps*, mapas mentais e tabelas, ou de direções, como mapas, fluxos e árvores de decisão.

Segundo Kirk (2016) a representação gráfica se traduz em escolhas das formas, como pontos, linhas, áreas, bolhas e barras. Já é de conhecimento que as VDs possuem dimensões e, portanto, as formas podem possuir atributos como tamanho, cor, exposição, densidade. O relacionamento entre forma e seus atributos, ainda não completa a estrutura de uma VD, sendo necessário, para isso, acrescentar componentes, como eixos, linhas de grade e malha de construção.

Na Figura 6 é apresentado um exemplo de construção seguindo as etapas sugeridas por Kirk (2016). Em um primeiro momento, é definida a representação gráfica do dado bruto e, depois, são identificadas suas variáveis e selecionados os atributos que a forma receberá, estipulando qual o tipo de relacionamento apto para estabelecer as comparações. Por fim, é inserida a malha gráfica, onde as representações são distribuídas.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Segundo Kirk (2016, p. 19), “A representação e apresentação de dados são para facilitar a compreensão”, sendo, no entanto, necessário entender as características dos dados antes de representá-los. Segundo autores como Meirelles (2013), Cairo (2017) e Aguiar et al. (2017), também afirmam, antes de definir a tipologia da visualização é preciso entender as características dos dados que serão trabalhados. Portanto, tendo por base os critérios desses autores e a afirmação de Kirk (2016), a melhor construção reconheceria que, a partir das características dos dados, é que se define a melhor tipologia para a VD.

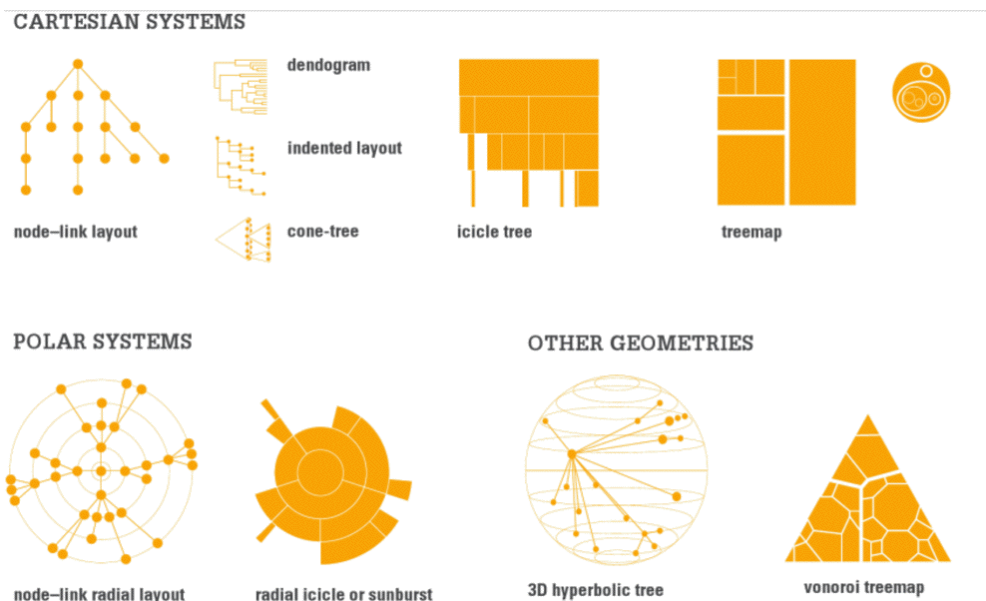
As malhas de construção apresentadas por Kirk (2016) são para Meirelles (2013) como estruturas em que são aplicadas as representações, sendo classificadas das seguintes formas: hierárquicas, relacionais, temporais, espacial e espaço-temporal, fechando com estruturas textuais.

2.3.1 Estruturas hierárquicas

São sistemas que formam, visualmente, uma hierarquia, partindo de um núcleo que desmembra diversos outros pontos. Geralmente, são representados por duas formas gráficas que podem ser combinadas, quais sejam, esquemas empilhados ou alinhados.

Nos esquemas empilhados, fica evidente uma direção – vertical, horizontal, central, superior e assim por diante. Segundo Meirelles (2013), sempre existe uma direção visual e conexões entre as demais. Os esquemas alinhados apresentam, geralmente, interdependências e subordinações, muitas vezes apresentadas em um plano bidimensional, fornecendo agrupamentos e associações de elementos. A autora ressalta que as hierarquias são estratégicas para oferecer foco ou contextualização à interação, categorizando, além disso, as estruturas hierárquicas em sistemas cartesianos, polares e outras geometrias.

Figura 7 – Sumário de estruturas hierárquicas



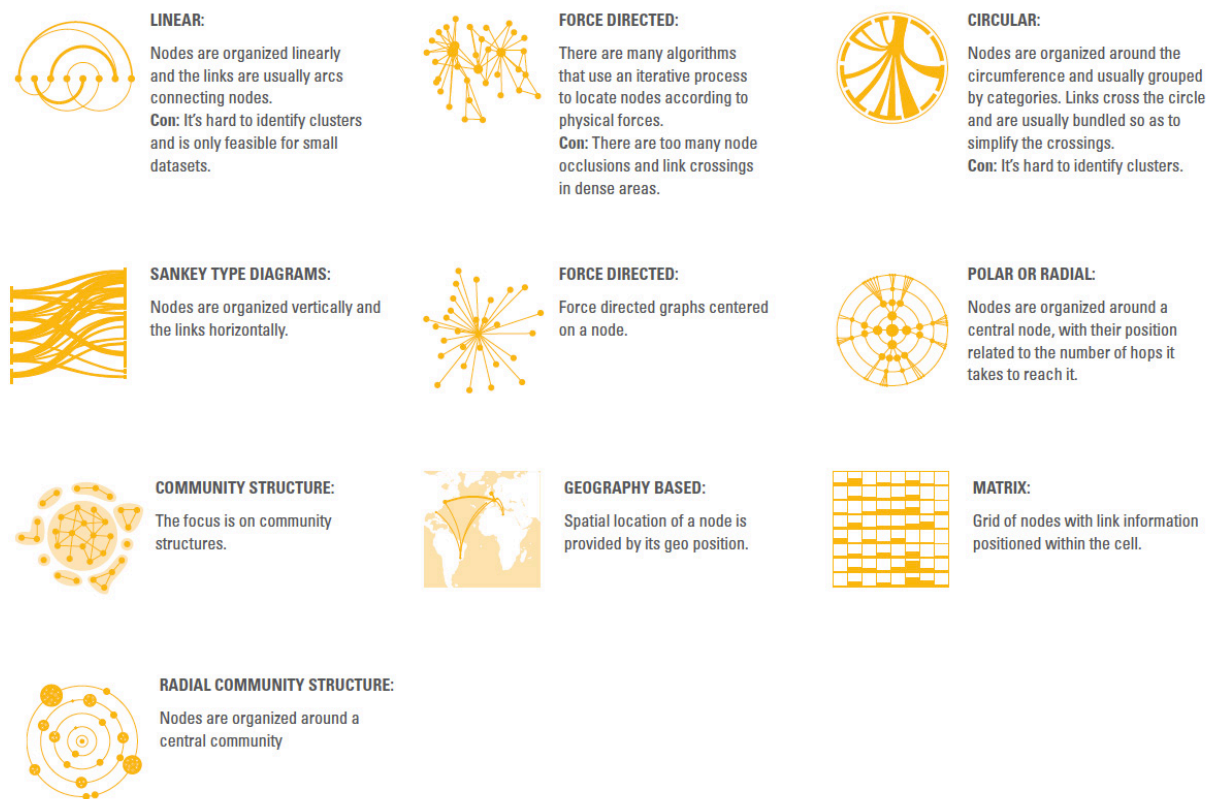
Fonte: Meirelles (2013, p. 18).

Portanto, com a explanação da Meirelles (2013) sobre as estruturas hierárquicas pode-se fazer uma correlação com os conceitos que o Schneidermann (1996) apresenta sobre as Árvores (hierárquicas) que buscam fazer conexões seguindo um trajeto hierárquico. Observa-se que se aplica quando é preciso entender a origem, árvores genealógicas são exemplos desse tipo de estrutura.

2.3.2 Estruturas relacionais

São sistemas que formam redes. Segundo Meirelles (2013), essas estruturas organizam dados fundamentados em relações, sendo possível visualizar os padrões de conexões que existem entre os dados. Shneiderman (1996) afirma que essa estrutura marcará a próxima geração de bibliotecas. Por isso, muitos designers estão investindo nas pesquisas para a elaboração de linguagens visuais que atendam essa complexidade de conexões que a internet oferece. Ainda segundo Shneiderman (1996), os usuários de visualizações em rede geralmente desejam conhecer os caminhos mais simples ou menos onerosos que se conectam e atravessam a rede inteira.

Figura 8 – Tipos mais comuns de estruturas relacionais



Fonte: Meirelles (2013, p. 62), adaptado pela autora (2019).

As estruturas relacionais (Figura 8) ainda apresentam variações e cada uma delas com aplicações específicas. Por exemplo, os *Geography based* são explorados trajetos espaciais e de localização conectados por nós que fazem a relação entre um ponto e outro. Importante ressaltar que, para estar dentro dessa estrutura, um ponto tem que ser conectado a outro. Somente apresentar os pontos, segundo a autora, não configura uma relação.

2.3.3 Estruturas temporais

Exploram linhas do tempo e fluxos. São representações que buscam apresentar um fato através do tempo, atuando de maneira cíclica ou linear. Na linear, são marcados os pontos onde serão visualizados, os acontecimentos do passado ou, ainda, uma previsão do que ocorrerá no futuro, baseado no passado. Nesses casos, é bem comum utilizar linhas do tempo. Shneidermann (1996, p. 3) afirma que a “distinção entre os dados temporais é que os itens têm um tempo de início e término e que os itens podem se sobrepor”, com o objetivo de identificar os eventos que aconteceram antes, depois ou durante um período.

Para representar isso, Meirelles (2013) apresenta um gráfico que mostra a aplicação, ao longo do tempo.

Figura 9 – Marcação do tempo (passado e futuro)

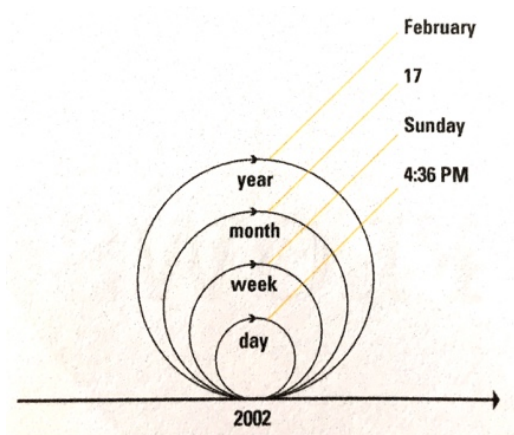


Fonte: Meirelles (2013, p. 84).

Na Figura 9, Meirelles (2013, p. 84) apresenta um “diagrama que retrata dois casos de uma mesma metáfora” sendo que, de um lado, à esquerda, o tempo passa em relação as pessoas e, à direita, o tempo retratado é o passado. Por isso a marcação de passado com uma previsão de futuro e outra apenas de passado.

A maneira cíclica, por sua vez, é baseada em acontecimentos que podem repetir ao longo do tempo, diferentemente do formato linear que apresenta uma história única. Segundo Meirelles (2013), os eventos não têm significados que impactam na história, estando o estado fundamental sempre presente. Os movimentos aparentes são ciclos repetidos, e as diferenças do passado serão as realidades do futuro.

Figura 10 – Visão linear e circular do tempo



Fonte: Meirelles (2013, p. 84).

Diversas discussões envolvem novas estruturas para representar o tempo. Para Meirelles *apud* Priestley (2013, p. 95), o sistema gráfico de representação do tempo (Figura 10) compreende os seguintes elementos: Escala de tempo, representada

aritmeticamente; Indicadores de tempo, são marcadas na linha para mostrar as divisões temporais; Seções temáticas, são marcações separadas por linhas; Linhas indicativas, o comprimento mostra a duração do acontecimento; Linhas diferenciadoras, são representadas pela linha sólida ou pontilhadas; Código de cores são utilizadas para diferenciar uma linha da outra.

2.3.4 Estruturas espaciais

Precisam utilizar mapas e caracteres geográficos. Têm o objetivo de mostrar a distribuição espacial ou as posições relativas. Segundo Meirelles (2013), o uso mais frequente refere-se às representações de dados geográficos, que podem ser superfícies do globo terrestre ou simples mapas de trajeto. Dentro do universo digital, é possível encontrar ferramentas de mapas, sendo possível apresentar automaticamente, nos mesmos, a latitude e longitude, assim que cada ponto é inserido no mapa.

Dentro das estruturas espaciais existem três níveis de medidas que, segundo Meirelles (2013), são nominais, ordinais e quantitativos. As nominais são, geralmente, aquelas que mostram o deslocamento ou o espaço existente entre o ponto A e o B. Na categoria ordinal, estão aqueles que permitem o ranqueamento de indicadores ou pontuações. Os quantitativos, por fim, são aqueles que estão ligados à população. Por exemplo, uma cidade (nominal), que possui uma localização em um mapa, tem certo número populacional (quantitativo), que pode ser representado por pontos.

2.3.5 Estruturas espaço-temporais

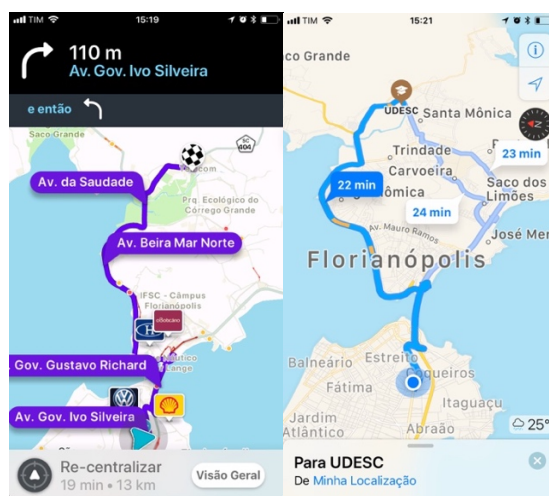
São estruturas que modelam o espaço em função do tempo. Meirelles (2013) afirma que as estruturas se encontram em diversos domínios, como dispersão, mobilidade, proliferação, difusão, entre outros. Segundo Aguilar et al (2017, p. 77), “o espaço e tempo são duas dimensões” que, juntas, representam um contexto. Por exemplo, considerando que um relatório apresente a qualidade de um balneário na data atual, supõe-se que o mesmo é apropriado para banho. No entanto, se o balneário tem um histórico desfavorável, essa informação só será percebida caso seja possível visualizar a linha do tempo da qualidade do balneário.

Segundo Meirelles (2013), tendo em conta essa dinâmica do espaço-tempo, admite-se que, no campo estático, existam algumas barreiras interativas, ao passo que, dentro do contexto digital, o campo de análise visual e interação com os dados costuma assumir exibições múltiplas, a fim de apresentar os diversos aspectos dos dados. Por isso,

muitas VDs desse tipo mesclam mapas com representações visuais, com o objetivo de complementar as complexidades dos fenômenos. As mudanças que acontecem dentro do espaço são baseadas nos dados inseridos na VD, alterando os valores dos atributos. Seguindo o exemplo acima, as incidências dos estados próprios e impróprios de um balneário podem alterar os atributos das representações visuais.

Outra maneira de representar o espaço e tempo é possibilitada pelos mapas georreferenciados, tais como o aplicativo de trânsito Waze ou o Google Maps (Figura 11), que mostram trajetos e vão se atualizando, à medida que o caminho é percorrido.

Figura 11 – Georreferenciadores Waze e Google Maps em 2018



Fonte: Reprodução elaborada pela autora (2018).

2.3.6 Estruturas textuais

As estruturas textuais se diferenciam das outras, pois não carregam dados quantitativos, mas podem trabalhar com *strings* de texto. *Strings*, na computação, são cadeias de caracteres não numéricos, ou seja, palavras. Atualmente, com a utilização das redes sociais, algumas ferramentas estão começando a investigar conteúdo e identificar tendências de mercado, interpretando o que as pessoas estão comentando sobre determinado assunto.

Considerando essa gama de textos que podem ser analisados, Meirelles (2013) aponta que a mineração de dados dentro de um contexto linguístico segue três níveis de representação:

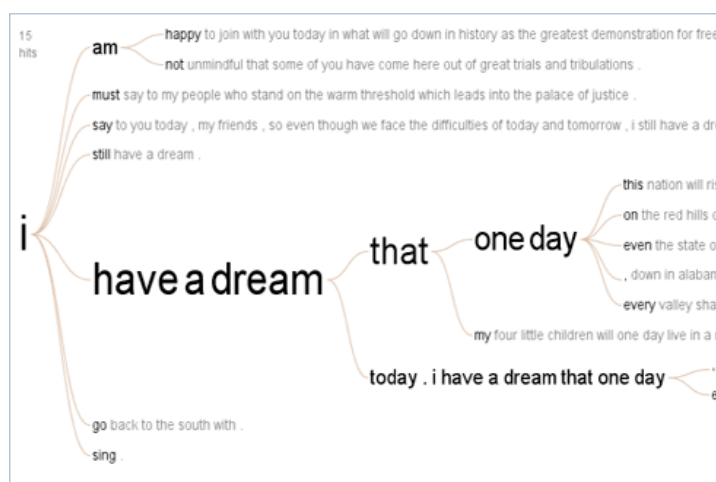
Lexical: transforma uma série de caracteres em uma sequência de entidades atômicas para análise posterior.

Sintática: examina e define a função de cada sentença. Decisões em que o modelo de linguagem e as gramáticas a serem utilizadas definirá ainda mais a abordagem analítica.

Semântica: extrai o significado da estrutura derivada do nível sintático para uma interpretação analítica do texto completo dentro de um contexto específico. (MEIRELLES, 2013, p.189)

Essas representações têm o objetivo de expor padrões e estruturas que ofereçam significados a um texto. O *Word tree* (Figura 12) é uma ferramenta da IBM, criada por Fernanda Viegas e Martin Wattenberg, que assume o comportamento de um mecanismo de análise textual, auxiliando a visualização dos aspectos mais relevantes ou evidentes do texto.

Figura 12 – *Word tree*



Fonte: Viegas e Wattenberg (2007). Disponível em: <http://hint.fm/projects/wordtree/>. Acesso em: 10 jun 2018.

Outra maneira de visualizar os tópicos mais evidentes de um texto é a visualização por meio de *tags*. Nessa estrutura, é possível perceber as palavras que mais se repetem em um texto. Durante a elaboração da revisão bibliográfica sistemática, por exemplo, foi construída uma nuvem de *tags* (Figura 13) que possibilitou visualizar quais os termos mais recorrentes na pesquisa.

Figura 13 – Nuvem de *tags* construída a partir da revisão bibliográfica sistemática



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Portanto, além das decisões de representações que estão ligadas diretamente as características dos dados, também são necessárias decisões de design, como a que diz respeito às VDs, suas estruturas e todos os requisitos que compõem sua anatomia. Tendo em conta a multidimensionalidade da interface em questão, bem como as características dos dados, a estrutura mais indicada para a composição é a espaço-temporal, que oferece a possibilidade de trabalhar com mais de uma dimensão, em uma única VD. No entanto, no que se refere às VDs, não basta ter em mente suas respectivas questões visuais. É preciso, também, aprofundar os conhecimentos nos processos interativos por elas abarcados.

2.4 DESIGN DE INTERAÇÃO E ERGONOMIA

Historicamente, a introdução da ergonomia em projetos de interfaces digitais tem objetivos específicos, como aumentar a eficiência e/ou produtividade, promover maior confiabilidade, reduzir treinamentos, aumentar a segurança e a habitabilidade, ou, ainda, oferecer maior adaptação e flexibilização para o usuário. Segundo Nemeth (2004), a pesquisa aprofunda o entendimento do comportamento e de como a percepção influencia as decisões dos indivíduos. Um dos pontos fundamentais de uma VD é facilitar a compreensão de uma grande quantidade de dados, baseando-se em elementos visuais e interativos. Como apresentado anteriormente, a VD possui algumas dimensões e, para o usuário poder explorá-la, é necessário dispor de recursos interativos. Dentro desse contexto, seria negligência não inserir os indivíduos no processo de definição das diretrizes, objetivo de estudo dessa pesquisa.

Preece e Rogers *et al* (2013) afirma que, para construir uma boa interação, é necessário definir um modelo conceitual, uma abstração que esboce como as pessoas podem utilizar um produto e como os conceitos são explorados, para que, assim, sejam entendidos, possibilitando uma interação com o sistema. Nesses termos, os designers envolvidos no projeto constituem uma célula única de desenvolvimento que alinhe interação, regras de negócios e interface.

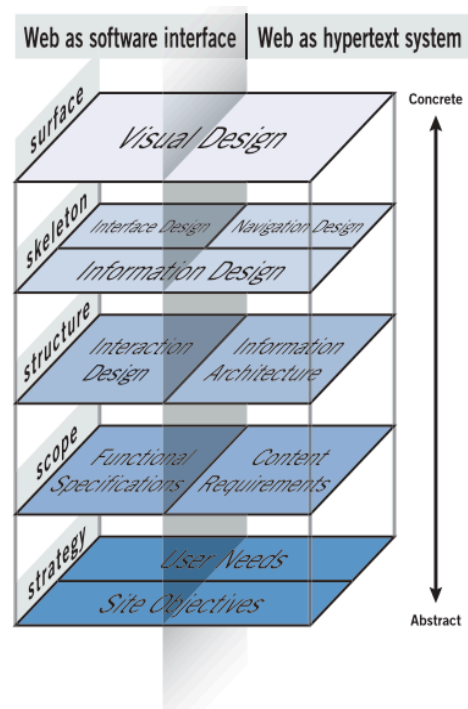
Ainda segundo Preece e Rogers *et al* (2013), os componentes de construção de interface podem utilizar metáforas e analogias que expõem objetos dos quais as pessoas tenham domínio, interações que já estejam entre todos convencionadas. Os autores ainda discorrem, que a maioria das interfaces utilizam padrões e componentes bem estabelecidos, como menus, iconografias, formulários de cadastro, entre outros. Os

autores sugerem que os designers não precisam começar do zero, podendo utilizar esses padrões para compor a interface e a interação. Para as VDs, existem ferramentas, como a *Tableau*, *R Studio*, *3D library*, entre outras, que já oferecem padrões visuais que podem auxiliar na construção de uma VD.

Segundo Shneiderman (1996), existem alguns processos interativos já consolidados no mundo das VDs, tais como: *Dashboards*, que proporcionam uma visão geral dos elementos que podem ser explorados; *Zoom*, que oferece uma maneira de ampliar o dado e visualizar do que ele é composto; Filtros, que são recursos que excluem dados pouco interessantes, dentro de um determinado contexto de pesquisa; Detalhes sob demanda, que são itens, ou grupos de itens, que têm detalhes relacionados e só são apresentados se o usuário assim solicitar; Relacionar, que oferece maneiras de visualizar os relacionamentos entre os dados; Histórico, que confere ao usuário liberdade de ir e vir, fazendo ou desfazendo ações ou, ainda, reproduzindo trajetórias; Extrair, que permite construir relatórios baseados nas pesquisas realizadas.

Preece e Rogers *et al* (2013) afirmam que o design de interação visa criar experiências significativas para as pessoas, oferecendo ferramentas que facilitem o trabalho e a comunicação. Para oferecer todas essas facilidades de busca por informação dentro de uma VD, é necessário desenvolver uma interface. Assim como Preece e Rogers *et al* (2013), Garret (2004) também sugere algumas etapas: estratégia, escopo, estrutura, esqueleto e, por fim, superfície. Na Figura 14, o autor vai dos pontos mais abstratos até os mais concretos do projeto.

Na estratégia, são definidos os recursos básicos para um sistema operar; o escopo visa equilibrar a quantidade de recursos com o tempo de desenvolvimento; na estrutura, são trabalhados os fluxos de navegação; no esqueleto, são construídos os wireframes e protótipos; por fim, na superfície, são organizados as guias de estilos e a estética da interface.

Figura 14 – *Elements of user experience*

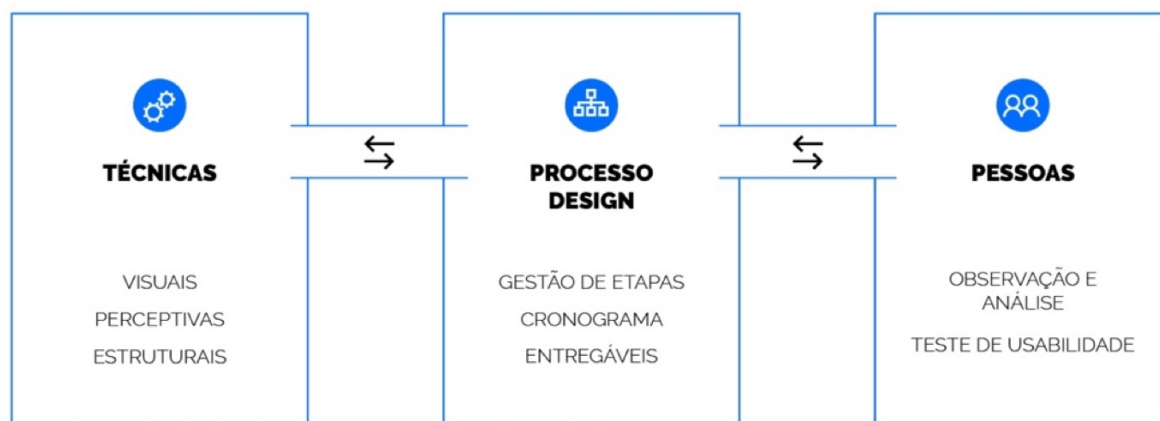
Fonte: Garrett (2004, p.30).

Os processos iterativos mencionados por Shneiderman (1996) – *dashboards*, *zoom*, detalhes, filtros, detalhes sob demanda, relacionar, histórico e extrair – podem ser trabalhados dentro das etapas sugeridas por Preece e Rogers et al (2013) – definir os requisitos, construir as propostas de design, prototipar e avaliar – e por Garret (2004) – estratégia, escopo, estrutura, esqueleto e superfície. Essa construção auxilia os designers a alcançar uma produção muito mais assertiva de um projeto digital, estruturando toda a base de dados e partindo para a interface após mapear os recursos.

Analisando de uma maneira sistêmica, as etapas sugeridas por Shneidermann (1996) seriam as entregas finais de interface, enquanto que Garret (2004) oferece uma maneira de construir esses recursos. Preece e Rogers et al (2013), por sua vez, trazem uma maneira de gerir o processo, como um todo. A definição de requisitos utiliza os entregáveis da estratégia e do escopo, enquanto a construção das propostas incorpora os entregáveis da estrutura e do esqueleto. Por fim, as propostas de design são a superfície, ou seja, as interfaces do sistema.

Quando Preece e Rogers *et al* (2013) comentam sobre protótipos⁵, a ideia é construí-los de modo que sejam funcionais para a validação das interfaces o que leva à última etapa, que é a análise dos resultados dos testes de usabilidade da interface. Portanto, a construção da interface passará por essas etapas, apresentadas no Gráfico 4, contemplando, assim, questões técnicas (visuais, perceptivas e estruturais) aliadas ao processo (gestão de etapas, cronograma e entregáveis).

Gráfico 4 – Estrutura do modelo indicado pela pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Como o objetivo dessa pesquisa é auxiliar a construção da informação, a ergonomia se torna um eixo importante. Sendo assim, reconhecendo a avaliação de Nemeth (2004), é preciso dominar uma variedade de campos do conhecimento que auxiliem na construção de diversos métodos. Na tabela 5, o autor apresenta as relações entre campos, conhecimento e prática, considerando aspectos da psicologia, antropologia, sociologia, matemática, engenharia e design. Sendo que, Nemeth (2014) reforça que não é necessário se destinar exaustivamente a cada área, mas considerar questões psicológicas, de contexto, estatísticos, necessidades ergonômicas e design durante o projeto.

⁵ Protótipo, segundo Preece e Rogers *et al* (2013), é uma manifestação do design que permite aos indivíduos interagirem com ele e possibilita a exploração da sua adequação. No entanto, é um modelo básico que possui meios de escala, ou seja, maneiras de ampliar e melhorar recursos.

Tabela 5 – *Human Factor Practice*

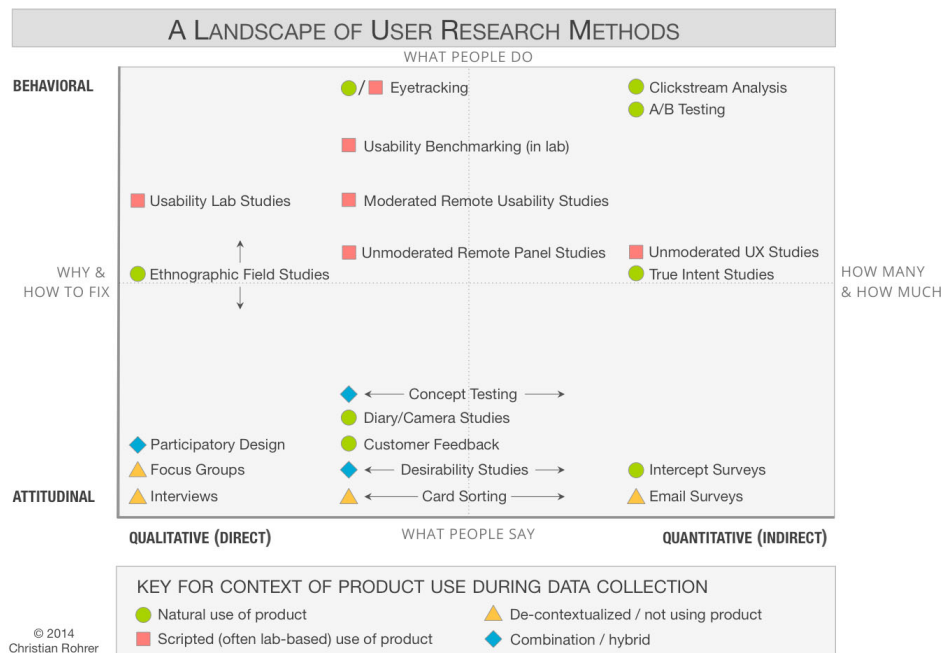
<i>Field</i>	<i>Knowledge</i>	<i>Aspects of practice</i>
Psychology	Cognition, perception	Learning, training
Physiology	Stimulus-response, Stressor tolerance	Life support, protective equipment, apparel
Anthropology Sociology	Culture, society	Observation
Mathematics	Probability theory	Statistics
Industrial engineering	Time study, motion study	Job design, human error probability
Design	Visualization	Mock-ups, models, prototypes

Fonte: Nemeth, (2004, p. 26).

Nemeth (2004) aponta métodos que auxiliam na observação, análise, desenvolvimento e avaliação de produtos que buscam evidenciar os limites entre a atividade humana e o sistema. Esses métodos melhoram a qualidade das decisões de design. O autor apresenta, ainda, alguns tipos de pesquisa, como: observativo, projetos que visam observar o comportamento do usuário; avaliativo, visa observar e identificar as características de desempenho humano; descritivo, características e desempenho são explicitados pela estatística descritiva; inferencial: variáveis e condições gerenciadas para isolar o efeito no desempenho.

Durante a pesquisa sobre os dados da balneabilidade, considerou-se que os tipos avaliativo e descritivo poderiam trazer resultados significativos à pesquisa. O tipo avaliativo, sugerido por Nemeth (2004), possui os métodos de entrevistas e testes de usabilidade exploratórios, com o objetivo de avaliar a eficácia do objeto, sendo possível, assim, identificar os efeitos das variáveis. Avalia-se assim, por exemplo, se um determinado recurso está sendo realmente útil. Por outro lado, no descritivo, é possível descobrir padrões e características que não são tão óbvias durante o desenvolvimento.

Rohrer (2014) criou um modelo que auxilia os pesquisadores a definirem a melhor ferramenta para atingir certos objetivos. Na Figura 15, o autor apresenta uma matriz:

Figura 15 – *Landscape of user research methods*

Fonte: Rohrer (2014).

Considerando os aspectos:

- **Atitudinal com comportamental:** o cruzamento desses dois conceitos visa contrastar o que as pessoas estão dizendo com o que elas realmente estão fazendo.
- **Qualitativo com Quantitativo:** estudos qualitativos geram dados sobre comportamento ou atitudes baseados em observação direta, enquanto estudos quantitativos são coletados indiretamente, por meio de medição ou instrumentos de pesquisa.
- **Contexto de uso:** verifica o uso natural dos produtos com a mínima interferência, a fim de compreender o comportamento e as atitudes tácitas. Isso fornece maior validade, assumindo, no entanto, menor controle sobre as variáveis.

Observando a Figura 15, é possível notar que os testes de usabilidade remotos estão dentro do quadrante de comportamento que tem aplicação mista, pois coletam dados qualitativos e dados quantitativos. Devido à natureza das diferenças entre qualitativo e quantitativo, o autor afirma que a matriz visa responder determinados questionamentos.

A abordagem do Rohrer (2014) auxilia na compreensão de como as pessoas realizam uma tarefa, por que a fazem e como a resolvem, sendo assim, a matriz auxiliou na construção dos testes de usabilidade que tinha como objetivo evidenciar a maioria dos

problemas na interface. Por esse motivo, foi elaborado um roteiro para a realização do experimento, que se tornou útil na criação de algumas métricas de sucesso, como será apresentado adiante.

Para Preece e Rogers *et al* (2013) esses métodos apresentados por Nemeth (2004) e a matriz de Rohrer (2014) visam trazer resultados assertivos, por outro lado, o ambiente em que são aplicados os experimentos podem impactar nos resultados, por isso recomenda-se realizar experimentos em ambientes controlados. Portanto, para essa pesquisa o experimento foi aplicado em ambiente digital controlado, sendo que, o ambiente físico foi definido pelo voluntário.

O teste de usabilidade, segundo Preece e Rogers *et al* (2013), é uma abordagem que avalia interfaces e busca coletar dados, utilizando uma combinação de processos, como experimentos, observações, entrevistas e questionários. Os autores afirmam, ainda, que está cada vez mais prático aplicar testes remotamente, utilizando diversas ferramentas que capturam a navegação, a expressão facial e verbal, além de gravar todo o processo para avaliação posterior.

Portanto, dentro desse contexto, essa pesquisa visou desenvolver uma VD que contenha interação – com ferramentas de busca, filtros e informações, em detalhes onde são apresentadas as dimensões da VD. Além dessa estrutura interativa, é preciso aplicar testes de usabilidade para verificar se a construção visual é eficaz.

3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Nesse capítulo, são detalhados os materiais, como foi selecionada a amostra, bem como a aplicação do processo metodológico utilizado no experimento. Explicitando, dessa maneira, a construção dos critérios que foram base para metrificar os resultados de sucessos e, além disso, também são apresentadas as atividades que foram desempenhadas pelos voluntários e quais os objetivos que auxiliaram na construção das diretrizes.

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto foi submetido ao Conselho de Ética (CEP), como prevê a Resolução 196 (BRASIL, 1996, art. 3º) — para avaliar e garantir o espaço de cada um na pesquisa, buscando a premissa do equilíbrio e evitando práticas questionáveis — e foi aprovado em 3 de agosto de 2018 com o número CAAE 88512618.2.0000.0118. Para as etapas existentes no processo de avaliação, cada sujeito da pesquisa foi submetido ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde o voluntário consentia que o

pesquisador fizesse fotografias, vídeos e gravações dos testes aplicados, baseando-se nos princípios do Conselho Nacional de Saúde (CNS), estabelecidos na Resolução nº 466/2012.

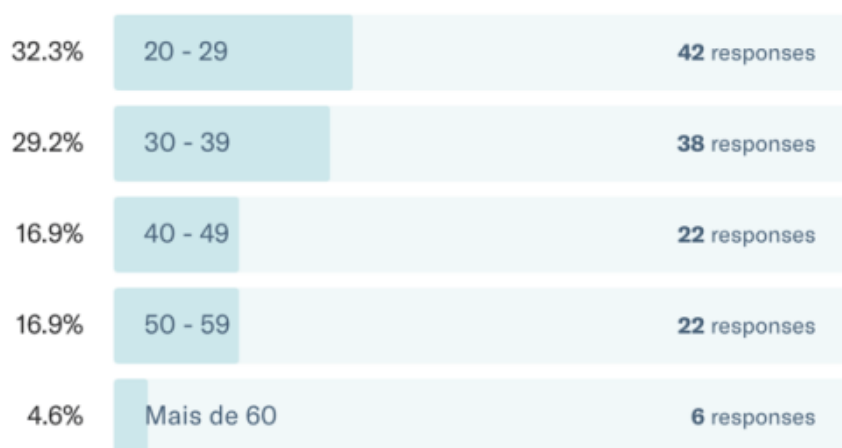
3.2. PERFIL DA AMOSTRA

Durante a pesquisa sobre o relatório de balneabilidade foi preciso entrar em contato com a IMA que, por sua vez, comunicou que havia publicado um questionário nas suas redes sociais com o objetivo de conhecer os usuários que acessavam o site. Portanto, o questionário visava justamente identificar padrões de perfis das pessoas que buscavam informações dentro do portal da Instituição. O material (Anexo 2) veio a ser útil para esta pesquisa, assim foi solicitado à IMA o resultado desse questionário. A equipe de comunicação da Instituição o forneceu sem nenhuma restrição, pois tem interesse na linha de pesquisa deste estudo.

Para a realização dos testes de usabilidade, foram selecionados 20 voluntários, com base nos seguintes critérios: faixa etária que mais acessaram o site do IMA, local de residência e maior acesso à internet. A partir desses critérios, foram identificados (Gráfico 5) que, 32.3% dos respondentes pertenciam a faixa etária de 20 a 29 anos, o restante distribuído entre 59 e 30 anos. Portanto, para entender o comportamento dos diferentes perfis foram selecionados para participar dos testes usuários que pertencem à faixa etária de 20 a 59 anos. Considerou-se abrangente demais, entretanto, durante os testes foi possível identificar dificuldade de cada faixa e propor diretrizes que minimizam os problemas, mais adiante serão discutidos os detalhes. Além disso, outro critério utilizado foi voluntários residentes de Florianópolis (Gráfico 6) e com alta frequência de utilização da internet (Gráfico 7).

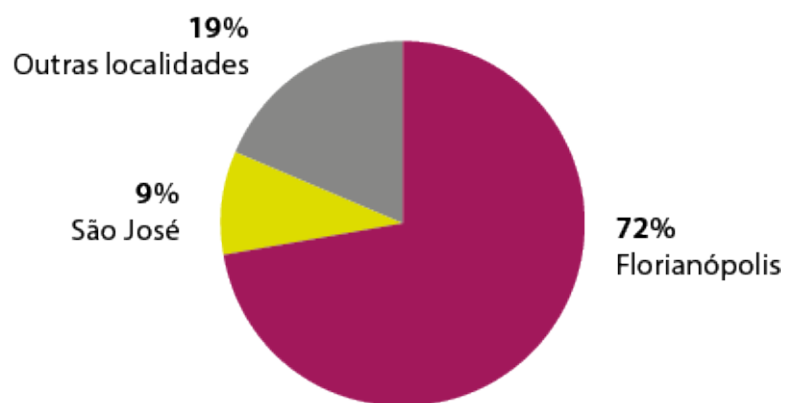
O foco da pesquisa é analisar a interpretação da história e qualidade dos balneários, portanto, questões como infraestrutura, deslocamentos ou tipos de praias, informações relevantes para a população selecionar a melhor praia, foram excluídas desta pesquisa.

Gráfico 5 – Faixa etária que responderam ao questionário da IMA



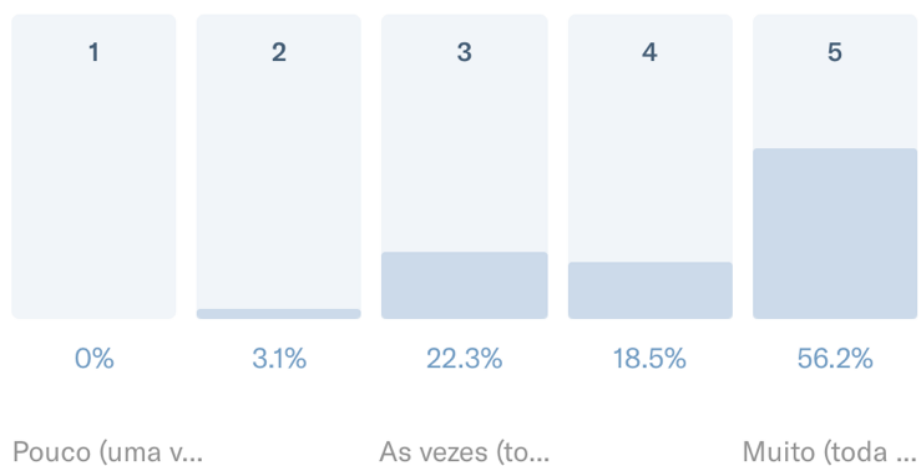
Fonte: IMA (2018).

Gráfico 6 – Localidade dos usuários que responderam o questionário da IMA



Fonte: IMA (2018).

Gráfico 7 – Frequência de utilização da internet



Fonte: IMA (2018).

Durante a exploração dos dados do questionário que o IMA forneceu, outros critérios se apresentam relevantes para a decisão do melhor balneário como: qual balneário mais frequente, acesso e estrutura da praia, trânsito e o tipo da praia – com ou sem ondas, se o público é jovem ou família – foram variáveis que o relatório ressaltou, mas que para o contexto desse estudo foram excluídos. O foco é trabalhar apenas a variável qualidade das águas do balneário.

Os dados do questionário viabilizaram o contato com cada voluntário para o convite aos testes.

3.3 COLETA DE DADOS E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de testes de usabilidade remoto, com a gravação de interface do usuário e, para capturar o entendimento do voluntário sobre a interface foi utilizada a técnica *talk aloud*. Os itens avaliados serão explicitados mais adiante, onde está o mapeamento dos critérios para análise durante os testes.

3.4 MATERIAIS E PROCESSOS

Para as medições dos testes, foram utilizados computadores conectados à internet. No entanto, para capturar as atividades realizadas na interface pelos voluntários, fez-se necessária a captação de imagens dos movimentos de tela. Para tanto, utilizou-se a ferramenta *Skype* que ofereceu os recursos necessários para a gravação dos testes remotos. Em função da captura de imagens, foi preciso a assinatura de termo de consentimento (Anexo 3) que faz liberação de uso das imagens, dessa maneira, ficou evidente a segurança das informações prestadas.

3.5 LOCAL E LAYOUT

Para maior conforto e flexibilidade de tempo para os usuários, os testes foram realizados remotamente. O local e o horário foram selecionados pelo próprio usuário.

3.6 INTERFACE: VD DA BALNEABILIDADE DE FLORIANÓPOLIS

Conforme apresentado, nos capítulos anteriores, a interface dessa pesquisa é o relatório de balneabilidade de Florianópolis, que é publicado pelo IMA, desde a década

de 70, existe um histórico das condições dos balneários que são apresentados da seguinte forma:

3.6.1. Dados disponíveis sobre a balneabilidade

Atualmente na página do Instituto do Meio Ambiente/IMA os dados são apresentados em três versões: a) uma versão em formato PDF (Figura 16) de uma tabela com informações textuais, b) um mapa mostrando os pontos próprios e impróprios (Figura 17) e, c) um sistema de seleção das praias por meio da digitação do nome da mesma pelo usuário (Figura 18). Percebe-se que os dados estão distribuídos em três maneiras distintas, o que pode conduzir ao estado anômalo de conhecimento, apresentado por Cairo (2012), pois o usuário pode escolher uma versão que não recupera a informação necessária para o entendimento do histórico do balneário.

Segundo Choo (2003, p. 66), “a busca e o uso da informação é um processo dinâmico e socialmente desordenado que se desdobra em camadas de contingências cognitivas, emocionais e situacionais.” Choo (2003) reforça a percepção de Campagnaro e Cervantes (2011) sobre o caos da informação, apontada anteriormente e, como a forma em que esta é buscada pode influenciar o resultado.

Figura 16 – Relatório de balneabilidade em PDF



Governo do Estado de Santa Catarina
Fundação do Meio Ambiente - FATMA
BALNEABILIDADE DO LITORAL CATARINENSE

Município.....: FLORIANÓPOLIS **Local:** LAGOA DA CONCEIÇÃO
Ponto de Coleta: Ponto 37 **Referência:** FRENTE À SERVIDÃO PEDRO MANUEL FERNANDES

CLASSIFICAÇÃO DO PONTO CONFORME RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/2000:

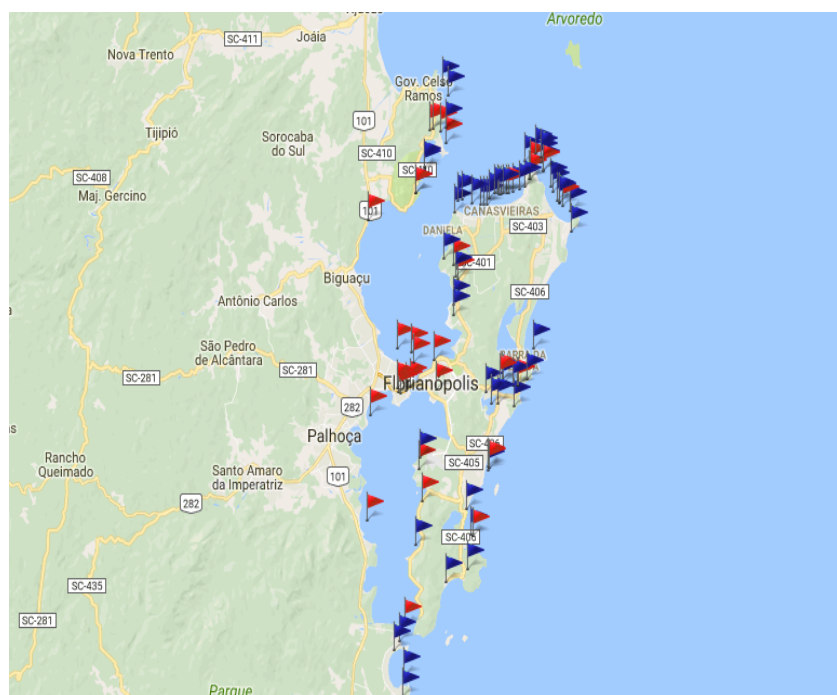
Próprio: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local houver no máximo 800 Escherichia coli por 100 mililitros.

Impróprio: quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior a 800 Escherichia coli por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 Escherichia coli por 100 mililitros.

Data	Hora	Vento	Maré	Chuvas nas últimas 24h.	Temp °C		E.Coli NMP*/100ml	Condição
					Ar	Água		
06/01/1997		Nordeste	Preamar		25	28	430	IMPRÓPRIA
09/01/1997		Sul	Baixamar		23	25	4600	IMPRÓPRIA
15/01/1997		Norte	Baixamar		27	27	2100	IMPRÓPRIA
22/01/1997		Sul	Preamar		21	24	24000	IMPRÓPRIA
29/01/1997		Norte	Preamar		23	30	1500	IMPRÓPRIA
05/02/1997		Nordeste	Preamar		20	24	24000	IMPRÓPRIA
18/02/1997		Oeste	Preamar		26	25	2230	IMPRÓPRIA

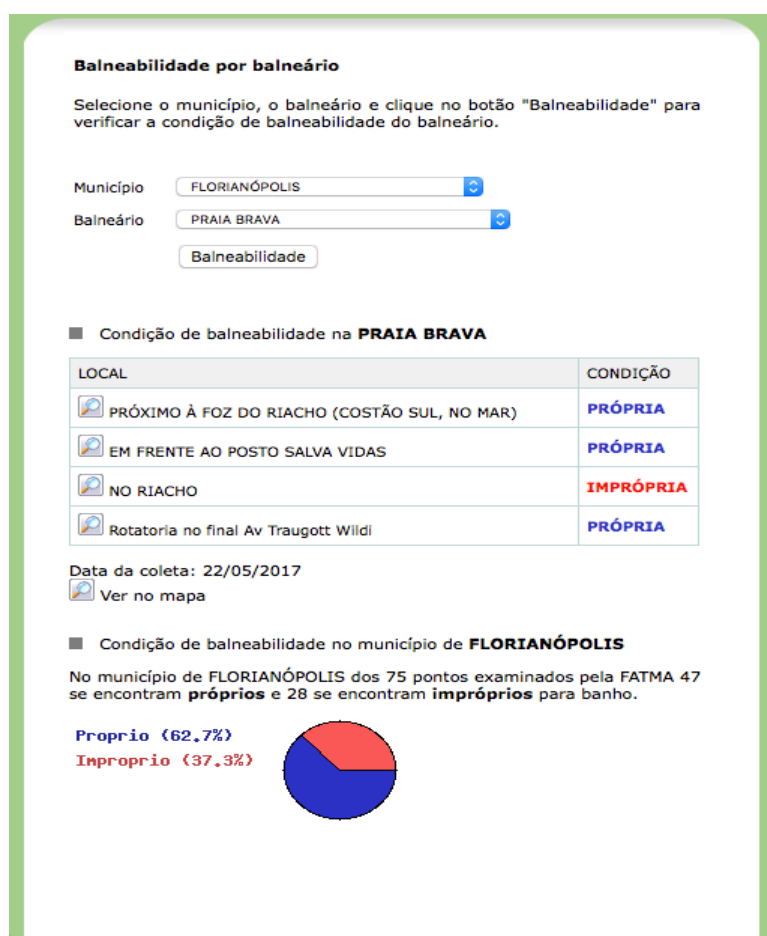
Fonte: FATMA. Disponível em: <http://bit.ly/2dtma8>. Acesso em: 30 set. 2018.

Figura 17 – Relatório de balneabilidade disposto em mapa



Fonte: FATMA. Disponível em: <http://bit.ly/2dtma8>. Acesso em: 30 ago. 2018.

Figura 18 – Relatório de balneabilidade disponível em sistema



Fonte: FATMA. Disponível em: <http://bit.ly/2rWflmi>. Acesso em: 30 ago. 2018.

3.6.2. Proposta de VD para o Relatório de Balneabilidade de Florianópolis

Nos levantamentos teóricos foram observados diversos processos e técnicas para a construção das VDs. Durante os estudos para entender os relacionamentos entre as áreas de conhecimento de ciências da informação, gestão do conhecimento e ergonomia, identificou-se que, antes de iniciar a determinação de seus aspectos visuais, é preciso entender as características dos dados, quais são as suas complexidades, dimensões e classificações.

Para trabalhar na VD, apresentada acima, foram utilizados os dados referentes à localização, data e condição da água, própria ou imprópria. Além disso, também foi possível entender que o objeto de estudo tem classificação híbrida, assumindo comportamento de exploração e explanação, possibilitando explanar sobre uma conclusão ou explorar em busca de novas informações.

Resgatando a estrutura sistêmica do modelo indicado pela pesquisa, ao identificar etapas técnicas para a construção das VDs que foram as relatadas no capítulo 2, as características e as tipologias dos dados, as dimensões que são exploradas, as categorias e, por fim, as suas classificações. No entanto, é preciso saber como esses dados se comportarão visualmente. Nessa questão, foi importante cruzar os dados entre design visual e ciências da informação, pois as duas áreas utilizam as mesmas propriedades visuais.

Para codificar visualmente a interface digital, foram selecionadas as malhas de construção de mapa, que apresenta o local das praias, e linha do tempo, demonstrando a evolução da poluição das praias ao longo do tempo. Além da malha, foi possível identificar a representação gráfica para distribuir nas malhas que foi o gráfico de bolhas, tanto na linha do tempo que a união das bolhas compõe a linha e no mapa para o local com maior reincidência da condição própria e imprópria dos balneários. Mapeada essas questões, foi preciso inseri-las em uma estrutura de construção, como explanado, por Meirelles (2013).

Entretanto, dentro do contexto da interface digital elaborada, percebe-se que a mais indicada, em função das características dos dados, é a espaço-temporal, que oferece maneiras de explorar mais de uma dimensão, em uma única visualização. A partir disso, consideram-se aos seguintes critérios técnicos para a construção da VD:

Critérios técnicos desenvolvidos a partir da fundamentação teórica:

1. Entender as características dos dados;

2. Definir as suas dimensões;
3. Identificar sua classificação;
4. Selecionar os códigos visuais;
5. Definir a estrutura de construção;

Com base nesses critérios foi possível elaborar uma proposta de VD, utilizando a ferramenta *Tableau Public*, que utiliza os dados de data, localidade e condição (própria e imprópria) do objeto de estudo, sendo que as datas são consideradas dados com propriedades ordinais, pois se relacionam em ordem e sequência por meio do tempo; localidade, percebeu-se que tem relação com o categórico, pois é preciso marcar um ponto dentro de uma textura – nesse caso, um mapa – e, a condição, tem proximidade com o ordinal, pois concentra a quantidade de registro de próprio e impróprio que um balneário possui.

Com base nessa pesquisa, a proposta de interface digital foi dividida em dois tipos de gráficos: à esquerda, uma linha do tempo relacionando data e a condição do balneário e à direita, o objetivo estava em localizar o balneário e quantificar os registros de próprio e impróprio que cada balneário teve ao longo do tempo.

Figura 19 – Proposta de VD para o relatório de balneabilidade de Florianópolis



Fonte: Elaborado pela autora (2019). Disponível em: http://bit.ly/datavis_praias. Acesso em: 3 jun. 2019.

A proposta buscou seguir os critérios identificados na investigação teórica passando pelo entendimento das características dos dados até a sua forma estética. Os critérios foram relevantes para o entendimento dos dados, dispostas no Excel (Figura 20). Ao trabalhar nas tabelas foi preciso rotular cada coluna para que, uma vez inserida na ferramenta Tableau, os dados fossem preparados para manipulação gráfica. Portanto, foi

o momento de construir malhas visuais, representações gráficas, dimensões e atributos para cada tipo de dado.

Figura 20 – Tabela de dados da balneabilidade estruturada

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Local	Data	Hora	Latitud	Longitud	Condição				
1128	Solidão	04/01/11	09:15:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1129	Solidão	10/01/11	08:30:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1130	Solidão	17/01/11	09:08:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1131	Solidão	24/01/11	08:30:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1132	Solidão	01/02/11	09:34:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1133	Solidão	10/02/11	08:00:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1134	Solidão	14/02/11	09:15:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1135	Solidão	21/02/11	08:05:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1136	Solidão	01/03/11	09:19:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1137	Solidão	10/03/11	09:25:00	-27,795267	-48,534261	IMPRÓPRIA				
1138	Solidão	15/03/11	09:18:00	-27,795267	-48,534261	IMPRÓPRIA				
1139	Solidão	22/03/11	08:20:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1140	Solidão	29/03/11	09:52:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1141	Solidão	12/04/11	08:30:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1142	Solidão	17/05/11	09:25:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1143	Solidão	13/06/11	09:55:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1144	Solidão	13/07/11	10:05:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1145	Solidão	01/09/11	09:57:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1146	Solidão	28/09/11	09:45:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1147	Solidão	27/10/11	10:39:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				
1148	Solidão	07/11/11	09:05:00	-27,795267	-48,534261	PRÓPRIA				

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Percebe-se que os critérios para a construção da VD são a base para distribuir os dados na malha construtiva, que no caso da proposta atual ficou, à esquerda, um eixo que cruza a informação do local com a data, distribuindo as condições nessa malha e, à direita, a malha geográfica que recebe as marcações de local e os dados quantitativos relacionados a quantidade de registros de próprio e impróprio dos balneários.

Observa-se, portanto, que os critérios técnicos possibilitam a construção da VD, no entanto, é preciso entender se essa construção possibilita a interpretação das informações contida nelas, por isso, se realizaram testes de usabilidade nessa proposta para verificar se a hipótese levantada é considerada válida.

3.7 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE DE USABILIDADE

Para verificar a eficiência, foram realizados testes de usabilidade, buscando identificar se a VD consegue auxiliar na compreensão da condição dos balneários ao longo do tempo. Para maior conforto dos usuários, o teste foi aplicado de maneira remota, utilizando o computador dos participantes, devendo os mesmos serem moradores de Florianópolis e terem familiaridade com a internet, conforme apresentado no perfil da amostra.

Os objetivos, com esse experimento, foram: 1) avaliar a capacidade de controle e liberdade dos usuários, 2) verificar se a consistência dos padrões construídos e os fluxos

estão atendendo as necessidades dos usuários, além de, por fim, 3) verificar se há flexibilidade e eficiência no uso. Serão avaliadas as seguintes métricas quantitativas:

- Tempo de realização de uma tarefa;
- Quantidade de erros, ao realizar a busca por uma informação;
- Número de usuários que terão a mesma dificuldade;
- Número de usuários que completam a tarefa com sucesso;
- Quantidade de usuários que compreenderam o que é próprio e impróprio;
- Número de usuários que entenderam a linha do tempo e a conexão entre mapa e histórico da praia;

Essas métricas fundamentam a construção das diretrizes ergonômicas que auxiliam na construção da informação por meio de uma VD. Além disso, para cada atividade realizada na interface e que foi narrada em voz alta pelo voluntário, foram estipulados objetivos e critérios de sucesso, conforme:

A0 - Atividade: Realize uma exploração aleatória, sem tarefa ou mediação.

Objetivo: Entender como os usuários buscam uma informação.

Critério de sucesso: Conseguir narrar a estrutura da VD identificando o que é ‘próprio’ e ‘impróprio’, ‘a linha do tempo’ e o ‘mapa’.

A1 - Atividade: Explicitar em voz alta quais praias são impróprias.

Objetivo: Verificar se o usuário reconhece as praias próprias e impróprias.

Critério de sucesso: Identificar praias que tiveram registro ‘impróprias’ durante o tempo.

A2 - Atividade: Quais praias eram ‘próprias’ e se tornaram ‘impróprias’.

Objetivo: Verificar se fica perceptível o momento em que a praia ‘própria’ ficou ‘imprópria’.

Critério de sucesso: Identificar as praias que tiveram esse comportamento.

A3 - Atividade: Aponte a Praia do Campeche.

Objetivo: Verificar se o usuário consegue localizar as praias.

Critério de sucesso: Apontar todas as praias que estão ‘impróprias’.

A4 - Atividade: Qual foi a última condição da Praia do Campeche?

Objetivo: Verificar se o usuário identifica a condição mais atualizada da praia.

Critério de sucesso: Falar a condição ‘própria’ ou ‘imprópria’ do Campeche.

A5 - Atividade: Quantidade de registros de ‘próprio’ e ‘impróprio’ o Campeche teve?

Objetivo: Avaliar se o usuário identifica a quantidade de registros de ‘próprio’ e ‘impróprio’ que a praia possui ao longo do tempo, com foco de saber a evolução da poluição.

Critério de sucesso: Falar a quantidade de registros de cada condição.

A6 - Atividade: Baseada nas informações da visualização, qual praia você escolheria para ir?

Objetivo: Verificar se o usuário consegue tomar uma decisão baseada nas informações que a VD apresenta.

Critério de sucesso: Identificar as praias que tem condição ‘próprias para banho’.

A7 - Atividade: Preencher a escala de diferencial

Objetivo: Coletar a percepção do usuário por meio da escala de diferencial semântico.

Critério de sucesso: Coletar a informação se a VD atende as expectativas dos usuários.

Com a definição das atividades, objetivos e critérios de sucesso, percebe-se que é possível identificar, baseado nas considerações dos usuários, se as VDs auxiliam na construção da informação. Além disso, foi importante para embasar as diretrizes ergonômicas que serão apontadas mais adiante.

3.8. TESTES DE USABILIDADE

Segundo Nemeth (2004), os testes de usabilidade são utilizados para avaliar e explorar, através do uso, algum tipo de artefato. Segundo o autor, o conhecimento de ergonomia acontece através de observação e avaliação de experimentos. Assim, os testes de usabilidade são constituídos por tarefas pré-determinadas com intuito de investigar a interação das pessoas com um artefato.

No caso dessa pesquisa, foi proposto uma interface digital de VD para o relatório de balneabilidade de Florianópolis. Seguindo as etapas identificadas por meio das

pesquisas teóricas, entendendo as características dos dados, dimensões, atributos e tipologias, esse processo foi importante para definir a camada visual. No entanto, para averiguar se as pessoas conseguem interpretar as informações contidas nos dados foi necessário aplicar testes de usabilidade com os possíveis usuários da visualização de dados. Para isso, os voluntários selecionados acessaram e realizaram tarefas na interface narrando em voz alta as interações e percepções. A proposta foi construída em três etapas:

Antes do teste: foram apresentadas as etapas do teste e como seria realizado, após a explicação o pesquisador solicitou ao voluntário que realizasse uma navegação exploratória da interface, sendo narrado em voz alta.

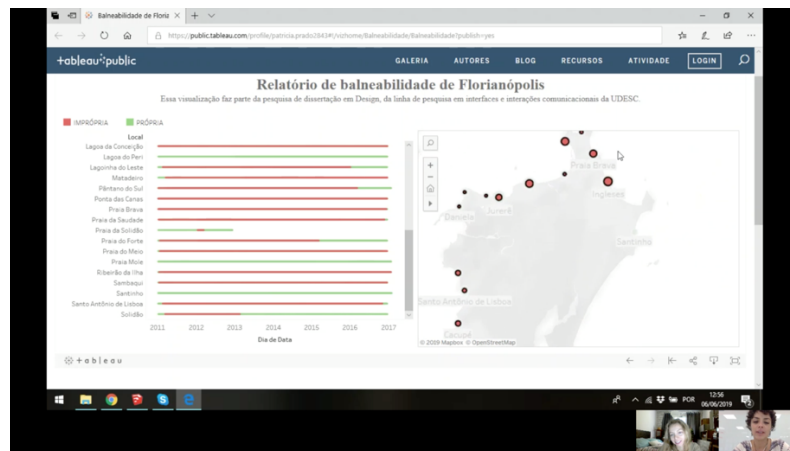
Aplicação do teste: o pesquisador pediu ao voluntário para executar uma determinada atividade a partir da interface digital da VD proposta;

Depois do teste: preenchimento de escala de diferencial semântico pelo voluntário, que se trata de um método heurístico para comparar termos opostos, como “fácil” x “difícil”. O objetivo da escala é evidenciar informações sobre a percepção do usuário em relação a interface digital de VD proposta.

Com a realização das etapas do teste foi possível quantificar, por meio de métricas, o sucesso da interpretação da VD. As etapas foram aplicadas de maneira remota, sendo assim, possível gravar a interface do voluntário, por meio de uma funcionalidade disponível na ferramenta de comunicação, Skype. Permitindo, observar como os voluntários navegaram e como procuraram as informações na interface. Todas as etapas foram feitas remotamente, via Skype, e os voluntários narraram em voz alta tudo que estavam fazendo durante todo o teste.

Na primeira etapa, foi explicado, como seriam as etapas do teste. Na Figura 21, o pesquisador mostra ao voluntário a interface e solicita para que ele navegue e narre, em voz alta, o que estava entendendo.

Figura 21 – Explicação do experimento e a navegação exploratória do voluntário



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na segunda etapa, o voluntário executou as tarefas solicitadas pelo pesquisador. O voluntário narrou todas as dificuldades encontradas e como estava buscando a informação.

Na terceira etapa (Figura 23), o voluntário fez a avaliação da ferramenta baseado na escala de diferencial semântico. Nesse momento, os voluntários fizeram a transição entre a escala e a interface proposta com o objetivo de serem mais fiéis em suas considerações, pontuando as percepções e porque estavam assinalando naquele determinado ponto.

Figura 22 – Preenchimento da escala de diferencial semântico

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Com a realização das três etapas, foi possível identificar que a classificação híbrida de exploração e explanação, apontada pelos autores Iliinsky e Steele (2011), se aplica bem à VD construída, pois na primeira etapa, os voluntários foram navegando e explorando a granularidade dos dados.

Na segunda etapa, os dados quantitativos ressaltam a eficiência na entrega da informação, pois foi possível observar quais tarefas os voluntários sentiram mais dificuldades ou construíram um trajeto que entrega a informação solicitada.

Por fim, a avaliação do ponto de vista dos voluntários foi possível avaliar qual ponto da VD entregou a informação de maneira eficiente. No próximo capítulo, serão aprofundados os resultados obtidos, pois os detalhes serão apontados com os dados coletados.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo desse capítulo é discutir os resultados do experimento que foram aplicados na proposta de interface digital do relatório de balneabilidade buscando corroborar ou refutar a hipótese levantada de que é possível elaborar diretrizes ergonômicas que contribuam para a construção da informação baseada em VD. Durante a pesquisa teórica foram encontrados critérios técnicos como: tipologia, propriedades, atributos, classificação das VDs. Além de apontar as representações gráficas adequadas para cada tipo de dado e quais os atributos que podem ser explorados de maneira visual.

Entretanto, antes de aprofundar na análise é importante chamar a atenção para as etapas que surgiram durante o desenvolvimento da interface. Questões técnicas da área das ciências da informação foram de extrema importância para projetar de maneira visual os dados contidos nos relatórios.

Por isso, antes da construção da VD, foi necessário organizar os dados em uma tabela, o que necessitou de conhecimento técnico para a estruturação da tabela no excel. Por exemplo, dados de georreferenciamento necessitam de tratamento diferenciado, dependendo como é configurada, a ferramenta de VD não consegue interpretar. Além disso, para o cruzamento correto das dimensões e atributos foi necessário o auxílio de um cientista de dados, no caso específico dessa pesquisa, Gleidson Antônio da Silva⁶ foi quem ofereceu direcionamentos de como trabalhar as dimensões com o objetivo de apresentar visualmente.

Outro ponto importante, que vale ressaltar, foi a publicação da VD, que se tornou um entrave e ocasionou a troca de ferramenta, do *Power BI* para o *Tableau*, sendo que este último se mostrou mais prático para a publicação em ambiente público. No entanto, perceberam-se padrões interações nas ferramentas que se tornaram problemas durante a execução do teste, pois ela apresenta algumas funções fixa que impactaram na navegação dos voluntários na busca da informação, mais adiante serão apresentados os problemas mais relevantes.

Para estruturar e encadear as análises, foram realizados três tipos de análises diferentes: uma para a exploração sem moderação, utilizando a técnica do *Talk Aloud*; a segunda parte na realização das tarefas, que teve como técnica principal o sucesso e o

⁶ Gleidson Antônio da Silva é bacharel em ciências da computação e mestre engenharia de software. Trabalha como cientista de dados na Softplan e é fundador de uma ferramenta que faz extração de dados de imagens, chamadas de Reconhecimento Ótico de Caracteres – OCRs.

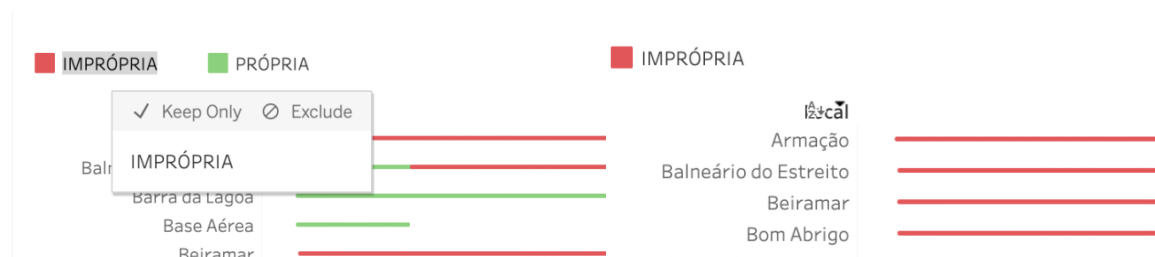
tempo de realização das tarefas; a terceira que envolve a escala de diferencial semântico que visa capturar o entendimento do usuário sobre a VD.

4.1 DISCUSSÃO DA PRIMEIRA EXPLORAÇÃO – TALK ALOUD

Nessa análise o objetivo estava em verificar se os usuários conseguiriam interpretar informações sem o auxílio ou moderação, ou seja, dizer em voz o que estava acontecendo e interpretando da interface. Na exploração inicial 100% dos usuários conseguiram fazer uma leitura rápida das praias próprias e impróprias apenas com as cores apresentadas na interface. A identificação da localização das praias no mapa foi bem assertiva, conseguiram concluir a evolução da poluição na linha do tempo. Em contrapartida, houve confusão nas questões relacionadas às dimensões, ou seja, os dados contidos no mapa e na linha do tempo. Por exemplo, a ferramenta apresenta indícios de navegação em locais que não há informação gerando um grande problema nas *affordances*, no entanto esse problema é gerado pela própria ferramenta, não pela construção visual da VD.

A Figura 24, à esquerda, ao passar o mouse pela legenda, ela apresenta uma caixa que apresenta algumas funcionalidades que não devem ser utilizadas no cenário construído, mas não foi possível retirar, pois a ferramenta não oferece essa opção. Isso evidenciou outro problema, exposto na Figura 24, à direita: quando o voluntário clicava na opção imprópria, a ferramenta sumia a opção da condição própria, não dando opção de transitar entre as duas condições.

Figura 23 – Interações e conduções confusas das ferramentas de VDs

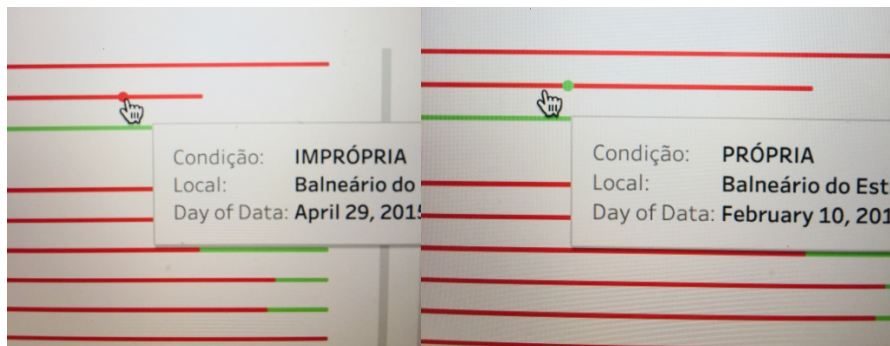


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Percebeu-se que esse problema está diretamente ligado às questões técnicas explicitadas acima, pois as ferramentas de VDs trazem em sua essência funcionalidades que não permitem configuração, portanto trata-se de uma limitação que impacta na navegação.

Outra evidência do problema com a ferramenta está explicitada na Figura 25. À esquerda, é demonstrado o funcionamento correto, quando se passa o mouse em cima da linha, a caixinha de informações sobre aquele ponto aparece. No entanto, à direita, o voluntário passou o mouse por cima da linha do tempo e este selecionou um ponto diferente e, ainda, apresentou uma condição diferente, ou seja, a VD acaba apresentando informações inconsistentes.

Figura 24 – Interação confusa na tela da VD de balneabilidade proposta

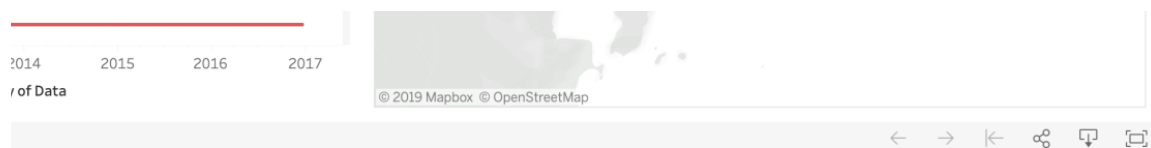


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Além das questões envolvendo interação, as informações também ficaram com comportamentos diferentes. Ainda analisando, a Figura 25, as caixas que abrem ao passar o mouse, nela estão contidas informações sobre a condição, localidade e data daquele ponto específico, em alguns cenários, o conteúdo fica em português em outros, em inglês.

Outro ponto observado, durante a navegação exploratória, foi a maneira de limpar os filtros, por exemplo, ao selecionar apenas uma praia os outros dados ficam em segundo plano e, no momento de voltar ao estado inicial, com todas as praias em primeiro plano, o recurso de limpar os filtros não foram localizados. Apenas um voluntário conseguiu identificar esse recurso que fica na parte inferior do mapa de maneira discreta, fazendo com que o usuário tenha de percorrer toda a tela para conseguir executar essa ação.

Figura 25 – Ferramentas de reinicialização da visualização



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Nessa primeira fase dos testes, foi possível observar a interação e os trajetos que os voluntários percorreram, por não ter tido contato com uma ferramenta de visualização, observou-se que as ferramentas de visualização necessitam de mecanismos que auxiliem à navegação, melhorando as *affordances* e padrões de navegação para que sejam reconhecidos pelos usuários

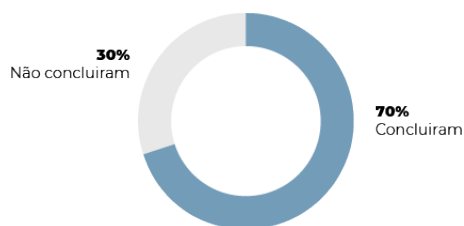
A exploração da VD sem a moderação possibilitou a identificação de diversos problemas relacionados à interação entre usuário e interface. Algumas padronizações e recursos explicitados nas pesquisas podem ser ajustados e melhorados na ferramenta, são questões que ficaram evidentes durante o desenvolvimento do objeto de estudo, assim como relatado anteriormente, e não passaram despercebidos pelos voluntários durante os testes. Portanto, vale lembrar que os critérios teóricos pesquisados auxiliaram na construção da VD, no entanto, as ferramentas de VDs, como a *Tableau*, ainda tem muito a evoluir na questão de condução do usuário. Entretanto, não é o foco da pesquisa analisar as ferramentas, mas sim, se as informações que os dados carregam são transmitidos.

4.2 RESULTADOS DAS ATIVIDADES PRÁTICAS

Para compilar os dados, foram editadas as imagens e recortados apenas os trechos em que os voluntários respondiam às atividades. O objetivo dessa discussão é analisar os dados respectivos aos critérios de sucesso foram atendidos e verificar as métricas de tempo de realização, a quantidade de erros e voluntários que tiveram a mesma dificuldade, o número de voluntários que finalizaram as atividades sem nenhum percalço, a quantidade de voluntários que identificaram as condições dos balneários e, por fim, que conseguiram fazer conexão entre linha do tempo, histórico e mapa, apontando qual praia escolheriam.

O Gráfico 8 demonstra que 70% dos voluntários concluíram com sucesso as atividades e 30% tiveram insucesso na resposta de alguma atividade. Portanto, foi necessário explorar os dados para verificar onde os problemas aconteceram.

Gráfico 8 – Voluntários que concluíram e não concluíram as atividades



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Para isso, foi elaborada a Tabela 6, que demonstra os números coletados nos testes. Sendo que, cada voluntário está representado pelo “V”, as atividades como “A”, o tempo de realização como “T”. Para apontar o sucesso, ou seja, aqueles voluntários que conseguiram executar a atividade, foi considerado o número 1 e o 2 para atividades que não concluídas. Também foram separados por faixa etária, com o objetivo de entender qual faixa teve mais dificuldade para concluir as tarefas.

Tabela 6 – Resultados dos testes de usabilidade

Compilação dos dados dos testes de usabilidade com faixa etária															
	V - Voluntário					A - Atividade (1 realizadas - 2 não realizadas)				T - Tempo de realização				Total A	Total T
		A1	T1	A2	T2	A3	T3	A4	T4	A5	T5	A6	T6		
Faixa etária 20 - 19 anos	V1	1	0:00:22	1	0:00:45	1	0:00:28	1	0:00:54	1	0:00:13	1	0:00:08	6	0:02:50
	V5	1	0:00:47	1	0:00:51	1	0:00:16	1	0:00:14	1	0:01:12	1	0:00:20	6	0:03:40
	V9	1	0:00:50	1	0:00:47	1	0:00:11	1	0:00:15	1	0:00:40	1	0:00:29	6	0:03:12
	V10	1	0:00:32	1	0:00:36	1	0:00:05	1	0:00:06	1	0:00:09	1	0:00:16	6	0:01:44
	V11	1	0:00:41	1	0:00:42	1	0:00:04	1	0:00:22	1	0:00:20	1	0:00:35	6	0:02:44
	V12	1	0:01:08	1	0:00:56	1	0:00:08	1	0:00:07	1	0:00:09	1	0:00:51	6	0:03:19
	V20	1	0:00:51	1	0:00:45	1	0:00:05	1	0:00:10	1	0:00:37	1	0:00:48	6	0:03:16
Faixa etária 30 - 39 anos	V3	1	0:02:26	1	0:00:53	1	0:00:05	1	0:00:09	1	0:00:07	1	0:00:56	6	0:04:36
	V7	1	0:00:25	1	0:00:45	1	0:00:07	1	0:01:12	1	0:00:28	1	0:00:57	6	0:03:54
	V8	1	0:01:32	1	0:00:50	1	0:00:07	1	0:00:05	1	0:00:39	1	0:00:23	6	0:03:36
	V13	1	0:00:47	1	0:00:47	1	0:00:12	2	0:00:13	2	0:00:57	1	0:00:15	8	0:03:11
	V14	1	0:00:39	1	0:00:43	1	0:00:10	2	0:00:10	2	0:01:48	1	0:01:26	8	0:04:56
	V15	1	0:00:35	1	0:00:59	1	0:00:08	1	0:02:29	1	0:00:39	1	0:00:50	6	0:05:40
	V19	1	0:00:48	1	0:00:59	1	0:00:08	1	0:00:28	2	0:00:37	1	0:00:53	7	0:03:53
Faixa etária 40 - 50 anos	V2	1	0:02:15	1	0:00:51	1	0:00:14	1	0:00:09	2	0:01:34	1	0:00:59	7	0:06:02
	V4	1	0:01:07	1	0:00:45	1	0:00:19	1	0:00:11	1	0:01:02	1	0:00:28	6	0:03:52
	V6	1	0:01:01	1	0:00:50	1	0:00:10	1	0:00:10	1	0:00:48	1	0:00:37	6	0:03:36
	V16	1	0:01:10	1	0:00:40	1	0:00:10	1	0:00:05	1	0:00:35	1	0:00:21	6	0:03:01
	V17	1	0:00:45	1	0:00:42	1	0:00:09	2	0:00:15	2	0:00:55	1	0:00:42	8	0:03:28
	V18	1	0:00:53	1	0:00:45	1	0:00:11	1	0:00:20	1	0:00:48	1	0:00:55	6	0:03:52
Total		20	0:19:34	20	0:15:51	20	0:03:27	23	0:08:04	25	0:14:17	20	0:13:09	128	1:14:22

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Portanto, ao analisar a tabela é possível perceber que as atividades que mais tomaram tempo de execução foram a A1 (explicitar em voz alta as praias impróprias), A2 (apontar as praias que eram próprias e ficaram impróprias) e A5 (quantidade de próprio e impróprio que a Praia do Campeche registrou). Além disso, as atividades A4 (qual a última condição da Praia do Campeche) e A5 apresentam resultados maiores que 20, ou seja, 25% dos voluntários não concluíram as atividades. Sendo assim percebe-se que os problemas aconteceram ao realizar as atividades de exploração dos dados de uma praia específica, pois a A4 e A5 foram criadas para avaliar as condições históricas e a atual de um balneário específico. Ainda observou-se que os voluntários da faixa etária de 30 a 39 anos tiveram 50% de erro na execução da tarefa. Mais adiante serão analisados os vídeos com o objetivo de entender esse resultado.

Outro ponto importante para analisar na Tabela 6 é o fato de as atividades A1, A2 e A5 foram as que mais demandaram tempo para serem concluídas, com o total de 0:19:34, 0:15:51 e 0:14:17, respectivamente. Portanto, foi necessário investigar a variação de tempo entre a realização das atividades pelos voluntários.

Em função disso, para visualizar essa variação foi necessário criar a Tabela 7 para analisar esse cenário. Por exemplo, o V1 realizou a atividade A1 em 00:00:22, em contrapartida, o V3 realizou a tarefa em 00:02:26 tendo uma variação de tempo de 00:02:04. Essa variação é relevante, pois não existe um equilíbrio de tempo na execução das tarefas.

Tabela 7 – Variação de tempo entre a execução que durou mais tempo e menos

T1	T2	T3	T4	T5	T6
0:02:04	00:00:23	0:00:24	00:02:24	0:01:41	00:00:51

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

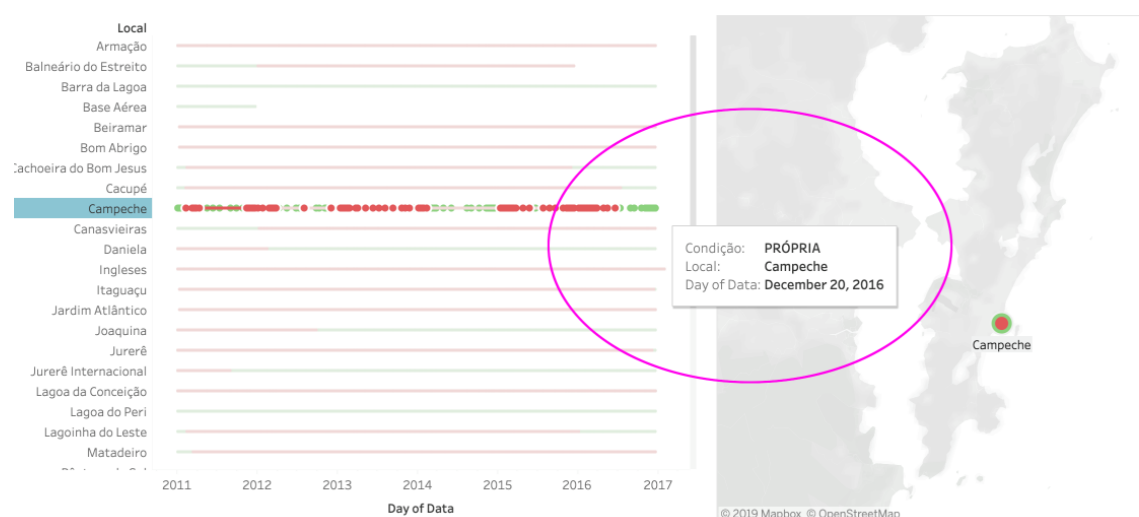
Observando-se a variação de todas as atividades, percebe-se que o T1, T4 e T5 são as atividades que tiveram uma diferença bastante grande no tempo de execução entre os voluntários. As atividades A2 (identificar as praias próprias que se tornaram impróprias), a A3 (apontar a Praia do Campeche) e A6 (qual praia escolheria) atenderam os critérios de sucesso, pois todos os voluntários concluíram em poucos segundos, tendo a variação no tempo de execução bem equilibrado e assertividade nas respostas. Com isso, considera-se sucesso o processo de identificação e leitura das condições das praias.

No entanto, para entender por que os usuários variaram tanto no tempo de execução, e porque os voluntários da faixa etária de 30 a 39 anos tiveram alto índice de erro, foi necessário analisar as gravações. No caso do V3, foi investido um tempo explorando a linha do tempo até começar a identificar as praias que estavam impróprias. Clicava nas datas, nos pontos impróprios, na legenda. Com isso, conclui-se que o voluntário ficou alguns segundos interagindo com a ferramenta até dizer em voz alta a resposta da atividade. Essa questão aconteceu com os outros voluntários também. Portanto, não houve nada impeditivo ou de dificuldade, apenas ficaram explorando a interface, com essa análise, conclui-se que a atividade A1 teve sucesso.

Entretanto, as atividades A4 e A5 que obtiveram resultados negativos, foram analisados os contextos e, identificou-se que os voluntários V13, 14 e 17 utilizaram um trajeto diferente para procurar a informação. Nesse caso, a linha do tempo entrega a informação de maneira mais rápida, tanto que os outros usuários conseguiram alcançar a resposta em poucos segundos – com exceção do P15, que por um tempo explorou a visualização – os usuários que não concluíram com sucesso buscaram a informação no mapa que trabalha com outros dados.

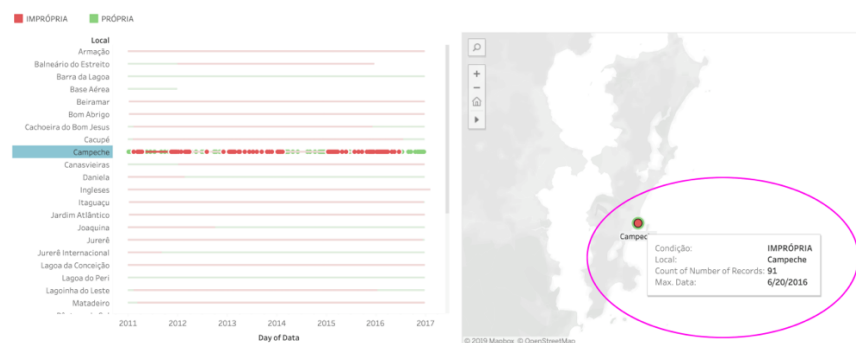
A Figura 27 apresenta o trajeto feito por 75% dos voluntários ao buscar a informação, na Figura 28, o trajeto realizado pelos 35% que não concluíram a atividade.

Figura 26 – Trajeto na linha do tempo



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Figura 27 – Trajeto no mapa de localização



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

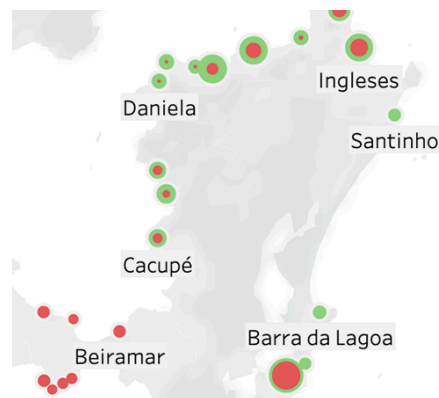
Com esse resultado, percebeu-se que o trajeto para acessar as informações pode impactar no resultado da interpretação, ou seja, na linha do tempo existe um histórico organizado cronologicamente. No mapa, as informações dispostas no gráfico de bolhas mostram a quantidade de registros das condições próprias e das impróprias, apresentando, assim, a última data da condição selecionada. No cenário dos voluntários que não responderam corretamente, eles selecionaram a condição imprópria no mapa, que apresentou a data da última coleta. Contudo, se analisarmos a linha do tempo, a última coleta teve a condição própria. Portanto, essas informações devem ser hierarquizadas de modo que o usuário consiga acessar a mesma informação tanto pelo mapa quanto pela linha do tempo — conclui-se que houve erro na construção da informação.

Nesse ponto, analisando-se os fatores que conduziram os voluntários, a correção das inconsistências exige ajustar essa condução para que os usuários consigam interpretar de maneira correta as informações apresentadas. Portanto, nesse quesito o problema identificado está na consistência de condução apresentada ao voluntário.

Outro ponto crítico é a atividade A5, que apresentou resultado insatisfatório para 35% dos voluntários, que não conseguiram concluí-la com sucesso. Nessa questão, o impacto está na maneira como o gráfico de bolhas foi utilizado, pois ele agrupa o total de registros das condições próprias e impróprias. No entanto, os usuários interpretaram como se fosse o registro atual da praia considerando apenas uma condição, como os pontos ficam dentro um do outro, causou confusão. Ao analisar novamente os vídeos, constatou-se que a ergonomia visual dessa abordagem do gráfico de bolhas não atendeu ao propósito, gerando inconsistência na interpretação da informação.

Na Figura 29, avaliou-se que a localização geográfica é importante, mas a relação entre o mapa e os dados contidos nos gráficos de bolhas pode melhorar, visando minimizar a confusão gerada aos voluntários.

Figura 28 – Relação entre gráfico de bolhas e localização



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Por fim, uma das questões mais importantes para avaliar se a hipótese dessa pesquisa foi atingida, que é saber se a VD potencializa a construção da informação, foi apresentada aos voluntários: qual praia eles selecionariam para o banho. O total dos usuários buscou as praias que tinham maior período de condição própria e afirmaram em voz alta que a seleção por aquela praia se dava por esse motivo.

Portanto, analisando as atividades práticas, conclui-se que as VDs auxiliam a construção da informação, mas é necessário ter cuidado e estar atento à maneira de condução do usuário para determinada informação.

4.3 DEPOIS DO TESTE - ESCALA DE DIFERENCIAL SEMÂNTICO

O objetivo de avaliar a escala é oferecer parâmetros conceituais de avaliação para os usuários, levando em consideração as dificuldades encontradas durante os testes. Sendo que +3 considera-se satisfatório e -3 insatisfatório. Os termos elaborados para o diferencial seguem a ideia de capturar o quanto as informações atingiram seus objetivos de validação da hipótese da capacidade de uma VD de traduzir dados em informação.

Tabela 8 – Escala de diferencial semântico - pós-teste

Escala de diferencial semântico e questão geral sobre a satisfação								
Na sua opinião como você avalia os seguintes atributos (características) em relação a ferramenta? Assinale com x em cima de uma das sete posições								
	3	2	1	0	-1	-2	-3	
Organizado	5	4	9	2				Desorganizado
Difícil de usar	1	3	6	2	1	5	2	Fácil de usar
Consistente	8	6	3	2	1			Inconsistente
Não confiável			2	2	3	3	10	Confiável
Rápido	8	7	2	1	2			Lento
Complexo	3	3	3	1	4	3	3	Simples
Amador		1		1	3	6	9	Profissional
Agradável	4	9	1	6				Desagradável
Não recomendável				2	2	7	9	Recomendável
Eficiente	9	6	3	2				Ineficiente
Qual o grau de satisfação geral com o uso da ferramenta?								
Totalmente satisfeito	3	7	10					Totalmente insatisfeito

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Após observar a exploração inicial e depois as atividades práticas, o diferencial semântico sintetiza as análises trazendo o ponto de vista do usuário sobre a utilização da VD em busca das informações. Considera-se, portanto, que o objeto de estudo é organizado pela distribuição e exploração dos dados, mas de difícil utilização, justamente pela questão técnica e pontos de navegação que dificultaram a exploração dos dados. No entanto, é consistente por entregar o histórico e localização dos balneários de maneira rápida. Os usuários consideraram consistente, mas avaliando os pontos técnicos de entrega de informação entre linha do tempo e as bolhas do mapa, 35% dos voluntários tiveram problemas em identificar a informação real da última análise – questão levantada nas atividades A4 e A5 – que relacionava linha do tempo e mapa. No conceito rapidez o que os usuários comentaram é que a ferramenta respondia rápido aos cliques e movimentos do mouse.

Nas questões de confiabilidade, os usuários interpretaram que por vir de uma fonte oficial os dados passam a percepção de realidade, o que deixou alguns usuários bastante impressionados com a quantidade de balneários poluídos e com o avanço da poluição. Não consideraram a ferramenta simples, pois, novamente, as questões de navegação e *affordances* impactaram na construção da informação. Por ter aspecto estruturais bastante sólidos, o conceito de profissional ficou bastante evidente. Sentiram conforto ao navegar,

pois muitas informações já estavam explícitas sem precisar de muito esforço para entender os elementos fundamentais, como próprio e impróprio.

A recomendação foi um conceito bastante alto, porque é possível avaliar diversas questões como o aumento da poluição, a localização das praias e a avaliação das datas de coletas e, nesse sentido, também consideraram eficiente.

Portanto de maneira geral, a VD respondeu satisfatoriamente ao que se propõem e, mesmo tendo questões bastante problemáticas, ainda assim, consegue traduzir de maneira eficiente as informações contidas nos dados.

5. DIRETRIZES ERGONÔMICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE VDS

Nesse capítulo o objetivo é discutir e analisar os resultados dos testes com as etapas de construção das VDs que evidenciam que as diretrizes mapeadas durante as pesquisas teóricas foram importantes para a construção do objeto de estudo, e facilitaram a parte técnica de identificação dos tipos de dados que seriam explorados na visualização. Além disso, foram identificados pontos importantes que vieram de diversas áreas do conhecimento como Sistemas de informação, comunicação, gestão do conhecimento e design. O cruzamento das informações contribuiu para a primeira diretriz que tem ligação com o início da construção de uma VD:

5.1 ESTRUTURAR E ORGANIZAR OS DADOS

Essa diretriz se relaciona com as questões de entendimento sobre os dados que serão trabalhados como números, textos ou localizações. Além disso, averiguar quais os desdobramentos que esses dados podem ter, ou seja, quais as dimensões poderão ser exploradas. Para isso os autores Iliinsky e Steele (2011) trazem as classificações das visualizações que tem o objetivo de mostrar qual os níveis de interação que o usuário pode ter ao manipular os dados expostos na VD. Quais os atributos que podem ser alterados e as combinações que são pertinentes para as descobertas. Dentro do contexto de estruturação e organização dos dados alguns tópicos importantes ficar atento, como:

5.2 ANALISAR AS CARACTERÍSTICAS E COMPLEXIDADE DOS DADOS

No cenário do objeto de estudo, ao se aprofundar nesse campo, foi possível definir como trabalhar determinado dado, pois havia variações de datas – com dimensões diferentes, dia, mês e ano – e, nomes de praias e condições com duas características

opostas, própria e imprópria. Por outro lado, também havia o dado de localização de cada balneário, isso carrega outras características como latitude e longitude.

5.3 CATEGORIZAR A VD BASEADA EM SUAS CARACTERÍSTICAS E COMPLEXIDADES

Ainda analisando as questões das características e complexidade é importante verificar as propriedades que elas apresentam, pois é possível identificar quais os códigos visuais poderão ser usados na VD. Por exemplo, analisando a tabela identificou-se que é possível trabalhar com dados quantitativos e relativos – pois se relacionam ao longo do tempo. Portanto, observar quais as categorias que as propriedades dos dados trazem é importante para determinar que tipo de interação o usuário terá com a VD.

5.4 CLASSIFICAR A VD E ENTENDER AS INTERAÇÕES DO USUÁRIO

Com o entendimento e a estrutura dos dados concluída é fácil classificar a VD, pois é simples verificar se o usuário poderá explorar a visualização de maneira livre com objetivos próprios de descoberta ou se é apenas de explanação, ou seja, sem profundidade nas dimensões a serem descobertas. Nesse último cenário, geralmente não há muita interação com o usuário. Existem, também, os formatos híbridos em que áreas da VD são apenas de explanação e outras de exploração em profundidade dos dados. No caso do objeto de estudo, identificou-se que a sua classificação é de exploração, pois é trabalhado os dados em profundidade.

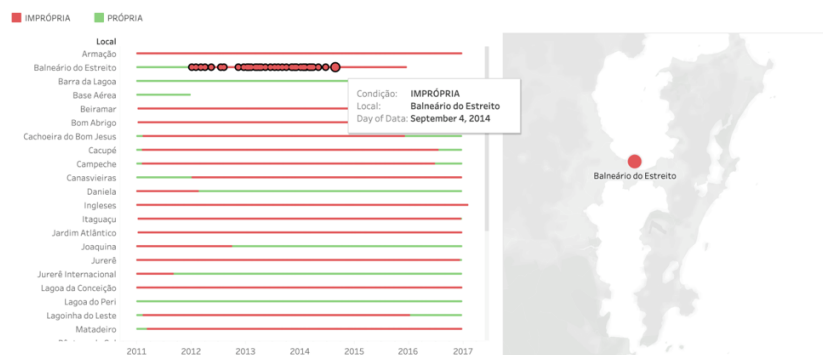
Nessa primeira diretriz, o importante é focar nos dados (Figura 6), entendê-los de maneira clara e objetiva para saber quais são os atributos que o usuário poderá explorar na sua descoberta. Tratar a tabela e organizar de maneira coerente para que uma ferramenta de VD possa interpretar de maneira assertiva. No caso da interface proposta, houve dificuldade de estruturar os dados geográficos, além de alguns dados terem sido removidos nesse estudo, como maré, vento, condição do tempo. No entanto, esses dados e, outros pontos identificados nos testes de usabilidade, serão explorados nas considerações finais.

5.5 TIPOLOGIA: DESIGN VISUAL E ESTRUTURA GRÁFICA DOS DADOS

A segunda diretriz tem relação com a composição visual e a estrutura da visualização e utiliza conceitos do campo das ciências de dados e do design para extrair de maneira prática como identificar os elementos visuais mais indicados para

determinado tipo de dado. Nessa diretriz, são exploradas as propriedades visuais e conceitos da Gestalt para compor a estrutura visual, questão de cores e formas para entregar a informação rapidamente. Por exemplo, na linha do tempo temos a repetição de pontos impróprios que unidos formam uma linha, mas é possível ver apenas um ponto, Figura 30.

Figura 29 – Pontos que formam a linha do tempo



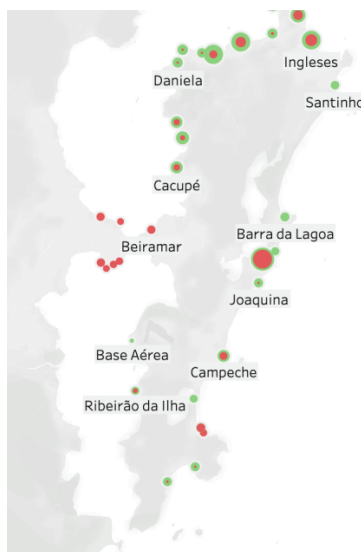
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Com essas propriedades também se pode trabalhar com os elementos da forma descritos por Wong (1998), que caracteriza o exemplo da linha do tempo em conceitual, pois à medida que um ponto se move, sua trajetória se torna uma linha. A composição visual é criada a partir de vários pontos próximos com a mesma condição. Por isso fica mais nítida a visão entre os pontos próprios e impróprios com o passar do tempo.

5.5.1 Propriedades e codificações visuais.

As propriedades e os códigos visuais são relevantes para a tradução da tabela em gráficos. Por conta disso, são considerados reflexões do campo do design gráfico que visam definir qual composição visual é melhor para informar determinado conteúdo. Por exemplo, para dados que contenham localização (Figura 31), possibilita a utilização de uma malha de construção geográfica. Desta forma, na proposta de VD apresentada e testada, decidiu-se utilizar um mapa para apontar a localização geográfica das praias.

Figura 30 – Malha geográfica com localização e variação de incidências.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Além desse dado, também existem as condições de própria e imprópria, que pela natureza do dado ser de origem “*string*”, ou seja, caracteres, e que possuem significado opostos, decidiu-se trabalhar com as cores para representar. No entanto, existe outra informação valiosa, a quantidade de incidências de próprio e impróprio que cada praia teve ao longo do tempo. Analisando essa característica, possibilitou trabalhar com bolhas e seu raio para representar essa informação no mapa.

Partindo para a ideia de projetar a história de cada balneário, a malha de construção utilizada foi a linha do tempo (Figura 32), colocando à esquerda o nome das praias e na base o ano daquela coleta. Com o objetivo de projetar uma linha em que projetasse visualmente o histórico do balneário. Por exemplo, a Praia da Daniela a partir de 2012 vem tendo o resultado da coleta como própria para banho.

Figura 31 – Malha de linha do tempo



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Portanto, nessa diretriz o objetivo é traduzir a tabela em representações visuais trabalhando com a união das características e dimensões dos dados e as questões de representações gráficas, ficando clara a união entre ciência de dados e design. No que diz respeito à ciência de dados, tem-se que avaliar as características: se são números, strings, datas, localização, assim por diante. Na questão que envolve o design, são considerados cores, formas e como serão distribuídas nas malhas de construção. Com esses elementos já definidos o próximo passo é buscar identificar a estrutura e as interações que serão realizadas na VD.

5.5.2 Identificar a estrutura ergonômica da VD

A estrutura das VDs tem muita relação com as malhas de construção, elas ajudam a definir como o usuário irá explorar os dados. Meirelles (2013) apresenta diversas estruturas ao longo do capítulo 2, mas é interessante, nesse momento, dialogar com a experiência prática realizada nessa pesquisa. Com o embasamento de Meirelles (2013), foi possível identificar que esse o objeto de estudo segue uma estrutura espaço-temporal, pois utiliza linha do tempo e mapa de localização.

As diretrizes apontadas acima tem relação apenas com a construção da visualização de dados, mas para averiguar se a hipótese levantada nesse estudo, que é saber se as VDs potencializam a construção de uma informação, foi necessário realizar testes de usabilidade. O objetivo dos testes foi identificar se os elementos visuais e a estrutura construída atendem aos requisitos ergonômicos.

5.5.3 Ergonomia

Essa diretriz foi construída baseada nas informações captadas nos testes de usabilidade e que impactam diretamente na utilização da ferramenta para a construção de uma informação. Diversas questões foram levantadas, como a navegação, localização do usuário na interface, sinais enviados que não oferecem nenhum tipo de interação ou informação.

5.5.4 Navegação

Em geral, as ferramentas de VD acabam atendendo especialistas, isso impacta na utilização para os usuários comuns. Funcionalidades como avançar, voltar ou reiniciar são apresentadas de maneira bem discreta o que impacta na navegação do usuário.

5.5.5 Localização do usuário na interface

Em determinados momentos os usuários perdiam a linha de raciocínio por estarem interagindo com um dado, mas que por sinais mal disponibilizados conduziam o usuário para uma informação que não estava buscando, o que acaba confundindo e impactando na credibilidade dos dados.

5.5.6 Sinais de navegação

Durante os testes, o mouse oferecia comportamento de clique, mas na realidade não havia informação nenhuma naquele determinado ponto. Por isso, alguns usuários clicaram e acabaram navegando por uma área que a ferramenta de VD gerava automaticamente, mas dentro dessa área não havia informação relevante para formar uma linha de raciocínio e isso acabou impactando na compreensão da informação.

Os pontos abordados nesse capítulo tiveram como objetivo traçar uma linha de construção das VDs com abordagens fundamentadas na ergonomia e na cognição, apresentando dados de maneira que a construção da informação seja facilitada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de propor diretrizes ergonômicas que auxiliem na interpretação de informações baseado em visualizações de dados. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática (descrição no Anexo D) que auxiliou na identificação de áreas que possuem a visualização de dados como ponto central. O resultado da revisão apontou como áreas-chave a Ciências da Informação, a Gestão do Conhecimento e a Psicologia Cognitiva e Ergonomia. A investigação viabilizou o desenvolvimento da fundamentação teórica deste trabalho bem como, durante tal processo, surgiram critérios técnicos que auxiliaram na construção de uma interface de VD. Posteriormente, com a interface finalizada, foi possível aplicar um experimento, ou seja, testes de usabilidade, que ofereceram insumos para a análise dos resultados. Por meio dos testes, foi possível identificar que as VDs entregam, de fato, informação aos usuários, porém é preciso que sejam aprofundadas questões relacionadas à interação.

Com os dados em mãos, conclui-se que para construir uma VD é necessário entender com profundidade o tipo de dado que será visualizado, além de determinar as características que eles carregam para aplicação da propriedade visual adequada. Quanto a essa questão, observou-se que possui relação com conceitos das áreas de Ciências da Informação (capazes de proporcionar esse entendimento sobre os dados) e da Ergonomia, que oferece recursos visuais para a exploração dos dados.

A pesquisa apontou como primeiro passo entender as características dos dados — se são números, textos, localizações, etc. Em posse dessa informação torna-se possível definir as dimensões que podem ser exploradas, sendo que nelas está contida a granularidade da navegação. Resolvidas essas questões, parte-se para a classificação — se é de exploração, explanação ou híbrida. A partir desse ponto é que a VD começa a tomar forma, pois se identificam os códigos visuais que auxiliarão na construção da informação. Nesse momento, a tabela com os dados (leia-se base de dados) começa a ser estruturada.

Na sequência o objeto de estudo começou a ser trabalhado de maneira prática com a coleta dos dados do IMA que constam em relatórios de balneabilidade sobre as praias de Florianópolis (data, local e condição da avaliação). A aproximação com a equipe de comunicação da Instituição que auxiliou na coleta de dados sobre o perfil dos voluntários que realizaram o experimento.

Durante a construção da VD com fundamento nos relatórios de balneabilidade, diversos problemas surgiram. A primeira foi a necessidade de troca de ferramenta, do

Power BI para a Tableau, pois a primeira não ofereceu a possibilidade de tornar a VD pública. Além disso, após a inserção dos dados de latitude e longitude, a Tableau não os interpretou corretamente, gerando retrabalho na estruturação da base de dados. Para entender melhor esse problema, um exemplo: cada balneário pode apresentar pontos de coletas diferentes, o que é o caso de Canasvieiras, que tem cinco pontos de coleta, mas apenas um pôde ser inserido na base de dados (ou seja, ao invés de latitude e longitude de cinco locais, tem-se apenas um). Tal limitação impacta na quantidade de registros apresentados no gráfico de bolhas.

Após a publicação, aplicaram-se os testes e usabilidade com o objetivo de investigar a capacidade de controle e liberdade dos usuários, verificar a consistência dos padrões visuais construídos e se os fluxos para a busca de informação estavam sendo atendidos. Contudo, o experimento trouxe dados valiosos para compreender quais os pontos fracos das VDs, e, no contexto da interface proposta, os elementos de navegação que auxiliam na navegação foram impactados. Pois, segundo os resultados, 35% dos voluntários tiveram problemas com o fluxo de busca de informações e não conseguiram concluir as atividades com sucesso.

Os pontos interativos foram evidenciados durante os testes, tais como implementar sistemas de navegação entre um gráfico e outro e explicitar a navegação e as dimensões dos dados. Em alguns casos, voluntários não conseguiram entender em qual ponto da exploração estavam, o que sugere influência na capacidade de controle e liberdade dos usuários. Segundo os resultados, todos os voluntários sentiram dificuldades de reiniciar a visualização.

Portanto, a Tableau é uma ferramenta que se mostrou com potencial para a tarefa, mas que precisa de ajustes nos quesitos ergonômicos. Essa ferramenta é voltada para especialistas e, por isso não existem sinais simples de navegação, em outro sentido, acaba apresentando interatividades específicas desses analistas. É preciso lembrar que o objetivo deste trabalho é avaliar a ferramenta, mas sim como os usuários interagem com os dados em busca de informações, mas é inegável que questões da parte ferramental impactaram nesse percurso.

Este estudo foi relevante para mostrar que áreas de conhecimentos distintas podem trabalhar de maneira integrada para auxiliar pessoas a entenderem informações contidas dentro de uma grande quantidade de dados. Vale ressaltar a interdisciplinaridade desta pesquisa e os relacionamentos teóricos e conceituais das áreas relacionadas às VDs. As

diretrizes podem ser aplicadas e testadas com outros tipos de dados para verificar a sua aplicabilidade. Com isso, verificaram-se oportunidades de pesquisas futuras com VDs.

As lacunas relacionadas à acessibilidade, aos processos de navegação e às *affordances* podem ainda ser exploradas, assim como o aprofundamento estatístico dos aspectos interativos que não foram consideradas neste estudo. Além disso, a responsividade despertou a curiosidade durante o desenvolvimento do objeto de estudo. Por exemplo, como se comportariam VDs se utilizadas em dispositivos móveis? Outro ponto, bastante curioso, foi a visualização dos efeitos cognitivos do processo interativo na busca de informação no indivíduo, que aprofundou as leis da Gestalt, acrescentando questões interativas visuais. Por fim, buscou-se contribuir para o amadurecimento da discussão sobre as VDs e, ainda, apontar novos caminhos para aprofundar esse campo de estudo em diferentes áreas.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, A. G., et al. **Visualização de dados, informação e conhecimento**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2017.

BRASIL. Lei n.º 12.527, de 18 de novembro de 2011 [Lei de Acesso à Informação]. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 20, jul, 2018.

CAIRO, A. **The Functional Art**: an introduction to information graphics and visualization (e-book). Versão Kindle. Berkeley: New Riders, 2013.

_____. **The Functional Art**: An introduction to information graphics and visualization. New Riders, 2012.

_____. **Infografia 2.0**: Visualización interactiva de información en prensa. Madrid: Alamut, 2008.

CAMPAGNARO, E.; CERVANTES, B. N. **Hipertexto na coleta caótica da informação nas organizações públicas**. Revista Informação & Informação. UEL. Londrina, v. 16, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/6616/8478>>. Acesso em: 11 set. 2018.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento**: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**: como as organizações gerenciam o capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 237p.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

EMC Corporation. **The digital universe in 2020**: big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the Far East. Disponível em: <http://bit.ly/2mSrFmS>. Acesso em: 21/03/2017.

FIALHO, F. A. P. et al. **Empreendedorismo na Era do Conhecimento**: como estimular e desenvolver uma cultura empreendedora alicerçada nos princípios da Gestão do Conhecimento e da Sustentabilidade. Florianópolis: Visual Books, 2006.

GARRETT, J. J. (2011). **The elements of user experience**: usercentered design for the web and beyond. Berkeley, CA: New Riders Publishing.

GIAMPIETRO, M; GOMIERO T. **Graphic tools for data representation in integrated analysis of farming systems**. Int. J. Global Environmental Issues, v. 5, n. 3/4, 2005.

GOMES FILHO, J. **Gestalt do objeto**: sistema de leitura visual da forma. São Paulo: Escrituras Editora, 2000.

JENKINS, H. **Cultura da convergência**. São Paulo: Aleph, 2008.

ILIINSKY, Noah; STEELE, Julie. **Designing data visualizations**: representing informational relationships. Sebastopol, Russia: O'Reilly Media, 2011.

KIRK, A. **Data visualisation**: a handbook for data driven Design. Londres: Sage Publications LTD, 2016.

MEIRELLES, I. **Design for information**: an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations. Massachusetts: Rockport Publishers, 2013.

NEMETH, C. **Human factors methods for design**: making systems human-centered. New York: CRC Press, 2004.

NOGAS, C. PALADINI, E.P. **A gestão do conhecimento como fator competitivo para empresas brasileiras exportadoras**, 2010. Disponível em: <<http://santacruz.br/v4/download/revista-academica/14/10-gestao-do-conhecimento.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2018.

PRADO, P. **Design de Informação**: Interface web para infográfico sobre a balneabilidade no Estado de Santa Catarina. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/PatriciaPrado1/design-de-informao-interface-web-para-infogrfico-sobre-a-balneabilidade-no-estado-de-santa-catarina>>. Acesso em: 22 set. 2018.

PREECE, J. ROGERS et al. **Design de interação**: além da interação homem-computador. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ROHRER, C. **When to use which user-experience research methods**. Nielsen Group, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/rohrerchris>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

ROSLING, Hans. **Hans Rosling**: 200 years in 4 minutes - BBC News. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Z8t4k0Q8e8Y>>. Acesso em: 23 set. 2018.

SHNEIDERMAN, B. **The eyes have it**: a task by data type taxonomy for information visualizations. Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages (Sep1996), p. 336-343.

STERNBERG, K. STERNBERG, R. J. (1999). **Cognitive psychology** (6^a ed.). 2012, Wadsworth, Cengage Learning.

SILVA, H. M. **Gestão do conhecimento e inteligência competitiva em organizações**: uma abordagem conceitual. Revista de Iniciação Científica da FFC, v.7, n. 1, 2007, p 84-93.

SONG, H. **Introduction to data visualization**: history, concept, methods. HCI Korea: 2014. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/SookyoungSong/hci-tutorial0212/45>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

SUASSUNA, A. **Iniciação à estética**. São Paulo: José Olympio Editora, 2011.

VALENTIM, M. L. P. **Inteligência competitiva em organizações**: dado, informação e conhecimento. DataGramaZero, Rio de Janeiro, v.3, n.4, p.1-13, ago. 2002. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/ago02/Art_02.htm>. Acesso em: 30 ago. 2017.

VIEGAS, F. **TEDxSP 2009**. Disponível em: <<https://vimeo.com/8009193>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

WONG, W. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ANEXOS E APÊNDICE

ANEXO A – Roteiro dos testes de usabilidade



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DESIGN

LINHA DE PESQUISA INTERFACES E INTERAÇÕES COMUNICACIONAIS

Profº Marcelo Gitirana | Usabilidade - Orientadora: Gabriela Mager

Patricia Prado

Teste de usabilidade

1 INTRODUÇÃO

Este teste de usabilidade visa identificar critérios ergonômicos e cognitivos para a elaboração de diretrizes que têm o objetivo de auxiliar o desenvolvimento de visualizações de dados centrados no usuário. Será utilizado como objeto de estudo o relatório de balneabilidade oferecida pelo Instituto do Meio Ambiente - IMA.

1.2 Objetivos: capturar e observar indivíduos utilizando uma ferramenta de visualização de dados.

1.3 Amostra: para a realização desse experimento serão necessários 20 voluntários, que serão selecionados baseados nos seguintes critérios: faixa etária com maior número de acessos a relatório, local de residência, maior frequência na utilização de celular. Portanto, a partir desses critérios foram identificados na base de dados da IMA que a faixa etária com maior número de acessos é entre 20 e 59 anos, residentes em Florianópolis com frequência alta frequência de navegação na internet.

1.4 Duração: 40 minutos.

1.5 Materiais: serão utilizados para os testes serão computadores conectados a internet. No entanto, para ter a captura das informações necessárias para análise, faz-se necessária a captação de vídeo e áudio, além dos movimentos de tela, sendo assim, será utilizada a ferramenta Skype.

1.6 Aplicação: serão realizadas atividades dentro da nova proposta de visualização de dados do relatório de balneabilidade do IMA.

1.7 Local: o indivíduo poderá realizar o teste de qualquer computador conectado à internet.

1.8 Moderador: será o mestrando que não deverá interferir nem auxiliar o usuário durante a execução das tarefas e terá caráter apenas de observador.

1.9 Dados que serão coletados: está baseado nos critérios de sucesso como: tempo, realização da atividade, quantidade de erros, análise de fluxos e observação de comportamento.

1.10 Ambiente de teste

Será realizado remotamente, o usuário que irá escolher o melhor horário e local.

2 SCRIPT INTRODUTÓRIO

Essa é uma pesquisa para um projeto de Mestrado da Universidade Estadual de Santa Catarina e será realizado um teste de caráter exploratório para compreender a utilização do relatório de balneabilidade pela população, de maneira nenhuma será avaliado o que é certo e errado. Esse teste está baseado em três grandes etapas que devem ser realizadas em 40 minutos:

1. Explicação sobre os conhecimentos envolvendo o mapa de balneabilidade
2. Aplicação das atividades

2.1 Atividades do teste

Link de acesso

<https://public.tableau.com/profile/patricia.prado2843#!/vizhome/Balneabi?publish=yes>

Versão desktop

- Faça uma exploração da visualização.
- Localize na linha do tempo as praias que sempre esteve poluída
- Aponte as praias que eram próprias e ficaram impróprias
- Selecione a praia do campeche
- Qual é a última condição dessa praia?
- Avalie o campeche e diga quantos registros de própria e imprópria
- Baseado nos gráficos, qual praia você selecionaria para ir?

3. PÓS TESTE

Será aplicado um teste de diferencial semântico em que o usuário deva avaliar os critérios que está considerando para asinalar a escala.

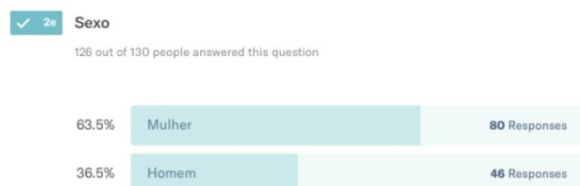
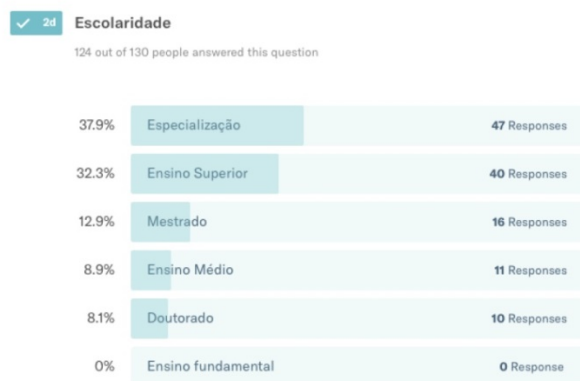
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/16o0-Rq9clqcsGt8ZF0gSC6q8/edit?usp=sharing>

Escala de diferencial semântico e questão geral sobre a satisfação														
Na sua opinião como você avalia os seguintes atributos (características) em relação a ferramenta? Assinale com x em cima de uma das sete posições														
Organizado										Desorganizado				
Difícil de usar										Fácil de usar				
Sem integração										Com integração				
Consistente										Inconsistente				
Não confiável										Confiável				
Rápido										Lento				
Complexo										Simple				
Amador										Profissional				
Agradável										Desagradável				
Não recomendável										Recomendável				
Eficiente										Ineficiente				
Qual o grau de satisfação geral com o uso da ferramenta?														
Totalmente satisfeito										Totalmente insatisfeito				

ANEXO B – Questionário aplicado pelo IMA, antigo FATMA.

Dados enviados pela FATMA sobre os usuários do relatório de Balneabilidade de Santa Catarina.

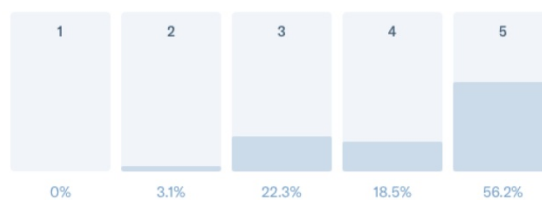
Pesquisa realizada entre 06/07/2017 até 20/09/2017



2g Qual a frequência que você utiliza o celular para navegar na internet?

Avg. 4.3

130 out of 130 people answered this question

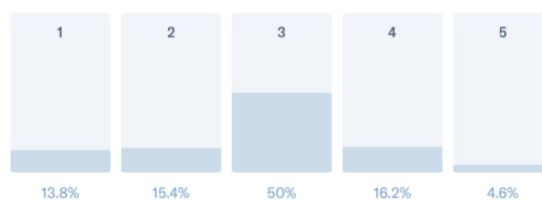


3 Relacionamento com os balneários

3a Qual a frequência você vai à praia?

Avg. 2.8

130 out of 130 people answered this question

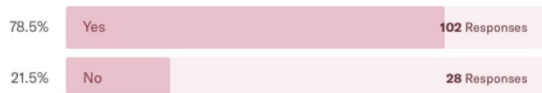


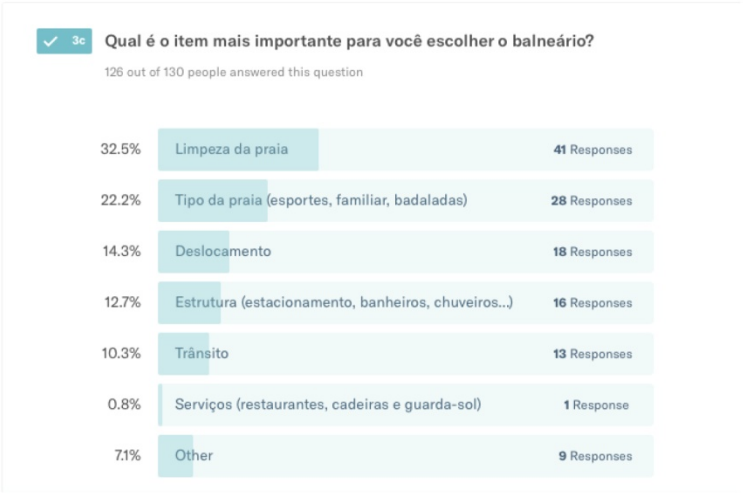
Pouco (duas ...

Muito (todo ...

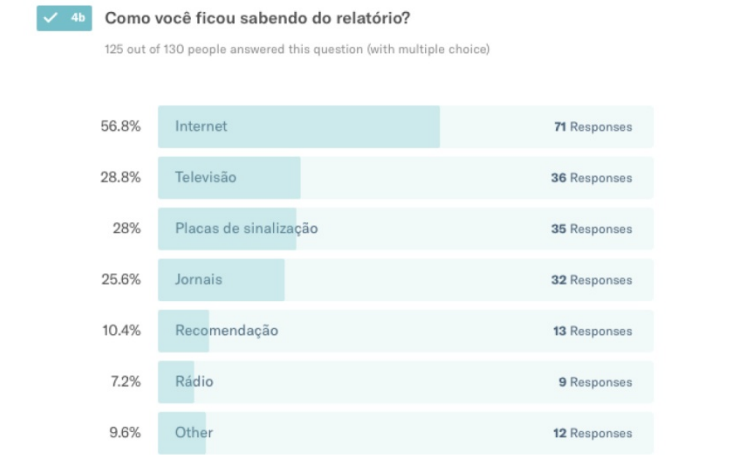
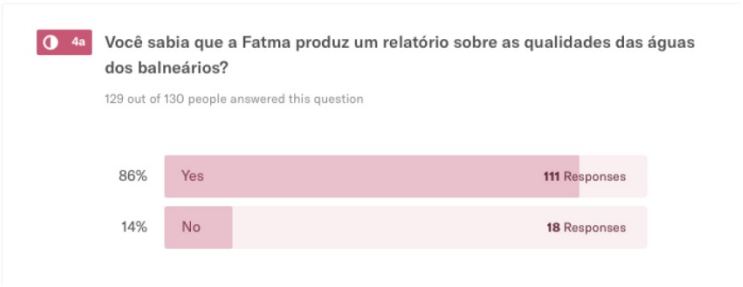
3b Você tem costume de frequentar o mesmo balneário?

130 out of 130 people answered this question





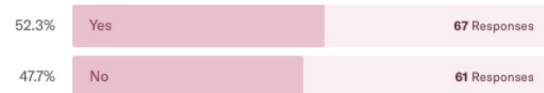
☰ 4 Relatório de balneabilidade



4c

Você já viu o relatório da Fatma no meio digital?

128 out of 130 people answered this question



4d

Já utilizou para saber a qualidade das águas da praia?

129 out of 130 people answered this question



ANEXO C – Termo de consentimento



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

GABINETE DO REITOR

CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Permito que sejam realizadas fotografia, filmagem ou gravação de minha pessoa para fins da pesquisa científica intitulada “Diretrizes ergonômicas que potencializam a construção da informação através da visualização de dados”, e concordo que o material e informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados eventos científicos ou publicações científicas. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome ou rosto em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

_____, ____ de _____ de _____
Local e Data

Nome do Indivíduo da Pesquisa

Assinatura do Indivíduo da Pesquisa

ANEXO D – Revisão bibliográfica sistemática

Revisão bibliográfica sistemática sobre diretrizes ergonômicas para visualizações de dados que potencializam a compreensão da informação

Patricia Prado – Centro de Artes da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)
prbprado@gmail.com

Abstract. *This paper presents the results of a systematic review of the literature that included the analysis of the articles that point out ergonomic factors and guidelines for the construction of data visualizations. Articles that contained the cognitive aspects of interaction in the search for information were considered. The results showed that there was an increase in the interest of the community in the area, besides pointing out axes (design, computing and information) that relate to the objectives of constructing visualizations that consider the ergonomic aspects in their construction.*

Resumo. *Este trabalho apresenta os resultados de uma revisão sistemática da literatura que contou com a análise dos artigos que apontam fatores ergonômicos e diretrizes para a construção de visualizações de dados. Foram considerados artigos que continham os aspectos cognitivos da interação na busca pela informação. Os resultados obtidos mostraram que houve aumento no interesse da comunidade na área, além de apontar eixos (design, computação e informação) que se relacionam com objetivos de construir visualizações que consideram os aspectos ergonômicos em sua construção.*

1. Introdução

Com a disseminação em massa dos recursos tecnológicos, pessoas comuns começaram a produzir e ter acesso a milhares de dados, o resultado disso é a quantidade de dados no universo digital que aumenta exponencialmente com uma variedade e rapidez muito difícil de calcular. Com essa gama de pessoas acessando e explorando dados, Healey (2000) afirma que muitos métodos tradicionais de visualização e análise de dados se tornaram ineficientes, pois é muito trabalhoso, demanda tempo para estruturar, cruzar e extrair informações consistentes. Em função da complexidade de sintetização e necessidade de celeridade para receber informações, as ferramentas de visualização de dados mostraram-se como uma alternativa bastante eficaz ao explorar o potencial visual e perceptivo dos indivíduos.

Tufte (1997) afirma que os instrumentos como gestão de grandes conjuntos de dados, análise estatística alinhados com os princípios visuais da forma, apresentados pelas Leis da Gestalt, potencializam a qualidade de leitura. Segundo Sternberg (2015), a percepção é o processo em que se reconhece, organiza e dá sentido a estímulos. Cairo (2012) afirma que a visualização busca organizar, estruturar e exemplificar visualmente qualquer tipo de informação, transmitindo a mensagem de uma maneira didática e concisa. Chun Wei Choo (2003), corrobora que ter modelos de uso, organização e exploração adequados são imprescindíveis para tomada de decisão.

Sendo assim, acredita-se que para apresentar uma visualização bem estruturada, que apresente um grau de entendimento satisfatório e, por fim, um apoio efetivo à tomada de decisão é necessário compreender o estado da arte, os desafios que são enfrentados pelos pesquisadores da área e buscar diretrizes ergonômicas utilizadas para a construção de visualizações, a Revisão Sistemática Bibliográfica (RBS), constitui um instrumento fundamental para a busca de evidências relevantes em torno da visualização como ferramenta de construção de conhecimento para a tomada de decisão.

Portanto, no primeiro tópico desse artigo apresentou-se a introdução, no segundo tópico serão abordados os conceitos de visualização e construção de conhecimento baseados em autores que consideram os fatores humanos e ergonômicos como eixo fundamental de suas pesquisas, no terceiro tópico estará a apresentação do planejamento e a execução da RBS e no quarto tópico a apresentação dos resultados e, por fim a conclusão da revisão.

2. Visualização e construção de conhecimento baseado em dados

Para aprofundar os conhecimentos sobre os estudos envolvendo aspectos humanos (cognição, emoção e situação) na aquisição de conhecimento por meio de dados é importante entender os conceitos apontados por Davenport (1998) que considera os dados, informações e conhecimento (tabela 1). Contudo, em sua explanação o autor dá maior ênfase ao termo informação por se tratar de um termo que envolve todos os três, servindo como conexão entre os dados brutos e o conhecimento.

Tabela 1. Conceitos de Dados, Informação e Conhecimento

Dados	Informação	Conhecimento
Simple observação sobre o estado do mundo	Dados dotados de relevância e propósito	Informação valiosa da mente humana. Inclui reflexão, síntese, contexto
<ul style="list-style-type: none"> • Facilmente estruturado • Facilmente obtido por máquinas • Frequentemente quantificado • Facilmente transferível 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer unidade de análise • Exige consenso em relação ao significado • Exige necessariamente a mediação humana 	<ul style="list-style-type: none"> • De difícil estruturação • De difícil captura em máquinas • Frequentemente tácito • De difícil transferência

FONTE: Davenport, Prusak - 1998 - p.18

Silva (2007) defende que um conjunto de dados somente se tornará informação e posteriormente conhecimento no momento em que for atribuído algum significado pelo indivíduo. É necessário que este indivíduo se aproprie da informação, estipule um contexto e, portanto, um novo direcionamento, uma efetividade, para gerar então um novo conhecimento. A importância em considerar o elemento fundamental: o indivíduo neste processo se deve a característica da informação como um coletivo de dados, mas eles por sua vez possuem interpretação individual. Iliinsky e Steele (2011, pg 75), apontam outro elemento fundamental de que “a forma e a estrutura afetam não apenas os elementos pictóricos da visualização, mas também o conteúdo”, ou seja, é por meio da forma e estrutura que os dados constroem uma informação.

Cairo (2012) afirma que a visualização serve para facilitar a compreensão e despertar emoções para que o público absorva ideias e informações difíceis com mais facilidade. A estética é apenas um artifício poderoso para o entendimento. Dondís (1997) afirma que:

"O resultado final de toda a experiência visual, na natureza e, basicamente, no design, está na interação de polaridades duplas: primeiro as forças do conteúdo (mensagem e significado) e da forma (design, meio e ordenação); em segundo lugar, o efeito recíproco da articulação (designer, artista e artesão) e do receptor (público). Em ambos os casos, um não pode se separar do outro. A forma é afetada pelo conteúdo; o conteúdo é afetado pela forma. A mensagem é emitida pelo criador e modificada pelo observador." (DONDIS: 1997, p.131)

Em visão aprofundada, percebe-se que os elementos sistematizados ficam a priori dos juízos empregados pela pessoa que recebe a informação. Assim, a percepção “não é uma propriedade do objeto, algo que se encontra no objeto, e sim uma construção do espírito do contemplador colocado diante do objeto” (SUASSUNA: 2011, p.30).

Baseado nesses conceitos de construção de conhecimento e de visualização de dados a RBS irá em busca de cruzar informações que relacionem visualização de dados, fatores humanos e ergonômicos, diretrizes para a construção de visualizações de dados que consideram a psicologia cognitiva e para a construção de conhecimento.

3. Revisão bibliográfica sistemática (RBS)

As evidências são amplamente utilizadas para apontar práticas e a formulações de questões de pesquisa, segundo Neves, Oliveira e Parreiras (2014) a revisão sistêmica auxilia na busca e consolidação de evidências fornecendo uma visão de maturidade da área, além de apontar métodos e diretrizes que foram validadas por outras pesquisas e expõe falsas certezas que precisam de aprofundamentos empíricos e teóricos.

3.1 Planejamento

Para a realização da RBS foram delimitados alguns critérios com intenção de fazer um recorte bem específico centralizando em temas que direcionam a construção de visualização baseados em fatores humanos com o propósito de responder as questões:

1. Quais são as áreas que se relacionam com visualização de dados e construção de conhecimento?
2. Qual a frequência de publicações sobre visualização e construção de conhecimento nos últimos 2 anos?
3. Quais são as palavras-chaves mais evidentes em torno dessa temática?

Portanto, a RBS buscará responder essas questões e apresentar de maneira sistêmica como a pesquisa foi realizada.

3.2 Realização

Para a investigação deste trabalho foi realizada durante o período de 2015 a 2017 envolvendo as áreas de conhecimento das Sociais Aplicadas (Subáreas - Ciências das informações, Comunicação, Desenho Industrial) e engenharias. A personalização da busca filtrou pelas disciplinas de jornalismo e comunicação, saúde pública, ciências da computação, estatística e psicologia, ordenado pelos mais acessados e que foram revisados por pares, refinados por livros e artigos.

Foram selecionadas as bases que continham revistas com qualificação alta e que possuem as áreas de conhecimento acima citadas, as bases são as seguintes:

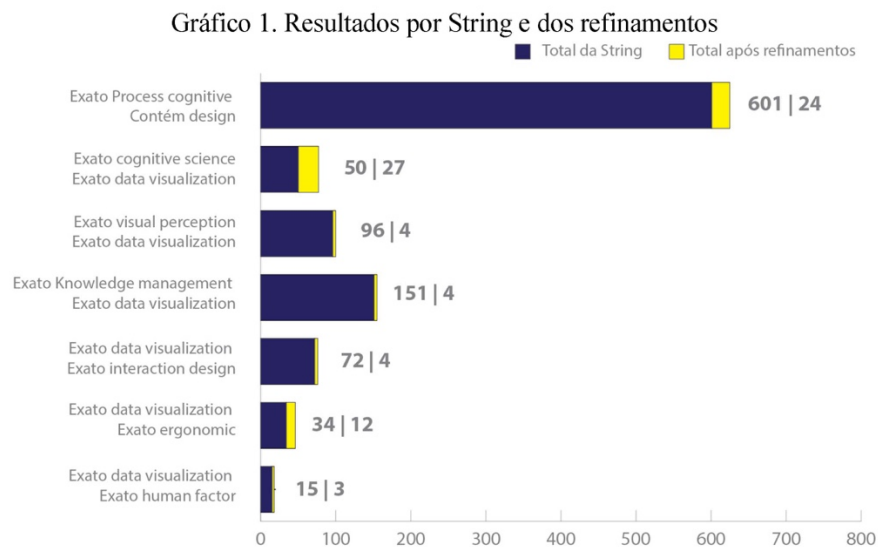
1. IEEE Xplore
2. ACM Digital Library
3. ScienceDirect (Elsevier)
4. SCOPUS (Elsevier)
5. Scielo
6. Information Science & Technology Abstracts - ISTA (EBSCO)
7. Web of Science - Coleção Principal (Thomson Reuters Scientific)
8. Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text (EBSCO)
9. Applied Social Sciences Index and Abstracts - ASSIA (ProQuest)

A busca dos artigos dentro dessas bases aconteceu por meio das strings de busca que envolviam 7 combinações de “exato” palavra-chave “or” ou “and” “exato” palavra-chave e “contém” palavra-chave “or” ou “and” “contém” palavra-chave e variações. Foram selecionadas 9 palavras-chaves: process cognitive, design, cognitive Science, data visualization, visual perception, Knowledge management, interaction design, ergonomic, human factor. Além das combinações, cada uma recebeu um filtro específico com diversas palavras-chaves, conforme apresentado no Apêndice 1.

Após a busca foi realizada uma leitura exploratória, com o intuito de averiguar quais os resumos apresentavam mais aderência a pesquisa. Por fim, uma leitura analítica com o objetivo de identificar os trabalhos que continham aplicações e diretrizes teóricas para a discussão em questão.

3.3 Resultados

A construção das strings dentro das bases selecionadas apontou um resultado total de 950 trabalhos, sendo que cada combinação recebeu refinamentos específicos, retornando o total de 78 trabalhos. O gráfico 1 aponta a quantidade de resultados por string e com os refinamentos, percebe-se que os resultados mais significativos estão na string “Exato process cognitive Contém design” e “Exato data visualization exato ergonomic” pois tiveram resultados bastante específicos antes mesmo dos refinamentos.



FONTE: Autor, 2017.

As 68 palavras-chaves que foram utilizadas para realizar o filtro apontam os conceitos mais evidentes dentro do contexto da pesquisa. Com essas palavras foi construído uma nuvem de tags que é possível identificar que as questões estão no entorno de computação, dados, design, information, Science e visualization. Isso mostra qual direção a pesquisa aponta, mas além disso é possível ver as áreas periféricas que também se mostram importantes para as questões do estudo como analytics, cognitive, communication, decision, interaction, making, management, research e tactile.

Imagem 1. Nuvem de tags



FONTE: Autor, 2017.

Na leitura exploratória, as palavras apresentadas na nuvem de tags nortearam os critérios de exclusão dos trabalhos apresentados na pesquisa, no entanto nos resumos foram considerados trabalhos que continham abordagens de diretrizes e aplicação de metodologias de construção de visualização de dados. Os trabalhos analisados apontaram 23 artigos tiveram relevância significativa para a pesquisa, no entanto é importante entender este trabalho foi bem delimitado quanto ao tempo, strings de busca e palavras-chaves, dentro das áreas de conhecimentos específicas e com personalização bem estruturada. Devido a essas características há risco de alguns estudos relevantes tenham sido omitidos, por isso considera-se importante uma revisão sistemática que incluam outras strings de busca que tenham outro enquadramento de pesquisa.

4. Conclusão

Neste trabalho, foram apresentados os resultados de uma revisão bibliográfica sistemática sobre visualização de dados que potencializam a aquisição de conhecimento publicados nos últimos 2 anos. A busca resultou na pré-seleção de 78 artigos dos quais foram selecionados 23 para a extração de dados.

A pesquisa apontou áreas que se relacionam com visualização de dados e conhecimento através da nuvem de tags mostrando três grandes eixos relacionais que são computação, design e informação. A identificação desses eixos é importante para o desenvolvimento da pesquisa pois serão essas fontes que fornecerão recursos suficientes para construir as diretrizes ergonômicas das visualizações de dados.

Observou-se também, que as publicações envolvendo visualizações apontam certos padrões e tendências na literatura científica, mostrando que pesquisas nessa área podem ser promissoras pois auxiliam pesquisadores a ter embasamento teórico. A RBS permite mapear e agrupar informações representativa no campo de visualização de dados e aquisição de conhecimento.

Como trabalhos futuros, é importante criar outros cruzamentos de dados baseados em diferentes strings de busca e outras áreas de conhecimento. A abordagem desse artigo buscou relacionar com os fatores humanos envolvidos na construção de uma visualização, mas uma abordagem computacional ou de engenharia podem apontar outros resultados.

5. Referências

AZEVEDO, Patrícia C. N., OLIVEIRA, J. E. E., PARREIRAS, F.S. **Visualização de dados abertos vinculados em sistemas de informações geográficas: uma revisão sistemática da literatura**. LOD Brasil, Linked Open Data: 2014.

CAIRO, Alberto.: **Functional Art, The: An introduction to information graphics and visualization**. New Riders, 2012.

CHOO, C. W.: **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões**. São Paulo: Senac São Paulo, 2003.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L.: **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o capital intelectual**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 237p.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da Linguagem Visual**, São Paulo: Martins Fontes, 1999.

HEALEY C.G.: **Building a Perceptual Visualisation Architecture, Behaviour & Information Technology**, 19(5):349-366, 2000.

ILIINSKY, Noah P. N. STEELE, Julie. **Designing data visualizations**. Sebastopol, CA : O'Reilly, c2011.

TUFTE, Edward R., and David Robins. **Visual explanations**. Cheshire: Graphics, 1997.

STERNBERG, Robert J.; Stenberg, Karin.: **Cognitive Psychology**. Wadsworth, Cengage Learning, 2015.

SILVA, Heide Miranda. **Gestão do conhecimento e inteligência competitiva em organizações: uma abordagem conceitual**. Revista de Iniciação Científica da FFC, v.7, n. 1, p 84-93, 2007.

SUASSUNA, Ariano. **Iniciação à estética**. 11ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2011.

6. Apêndice

Resultados das buscas			
Strings de busca	Total	Filtros de palavras	Total
Exato process cognitive Contém design	601	Cognitive Control, Decision Making, Psychology, Learning, Cognition, Behavioral and Cognitive Neuroscience	24
Exato cognitive science Exato data visualization	50	Communication, Cognitive Science, Communications & Information Management, Information Visualization, Data Visualization, Visualization	27
Exato visual perception Exato data visualization	96	Design, Information Visualization, Visualization (Computer), Visual Perception, Data Visualization, Computer Science, Visualization, Usability, Interactivity	4
Exato Knowledge management Exato data visualization	151	Visual Analytics, Data Analysis, Decision Making, Information Management, Information Systems, Information Technology, Visualization, Computer Science, Knowledge Management, Big Data, Data Mining, Information Visualization	4
Exato data visualization Exato interaction design	72	Analytics, Graphs, Computer Graphics, Interaction Design, Information Visualization, Management Science/Operations Research, Visual Analytics, Visualization (Computer), Data Visualization, Computer Science, Visualization, Aesthetics, Design Study	4
Exato data visualization Exato ergonomic	34	Data Collection, Ergonomics, Information Visualization, Software, Computer Programs, Computer Science, Visualization	12
Exato data visualization Exato human factor	15	Tactile Interfaces, Expressive Tactile Interaction Design, Interaction Design, Design Tools, Affordances, Research through Design, Design Engineering, Computer Science	3
Total de 7 cruzamentos	950	62 palavras de busca	78