UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

ANDRÉ GUSTAVO XAVIER DOS SANTOS

Projetando para Quem Precisa Entender: Redesign do Painel de Educação do TCE-MA Guiado por UX e Interação Humano-Computador com Abordagem Centrada no Cidadão

São Luís
2026

ANDRÉ GUSTAVO XAVIER DOS SANTOS

Projetando para Quem Precisa Entender: Redesign do Painel de Educação do TCE-MA Guiado por UX e Interação Humano-Computador com Abordagem Centrada no Cidadão

Monografia apresentada ao Curso de Graduação de Engenharia de Software da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Esp. Rodrigo da Conceição Almeida
Coorientador: William Jobim Farias

São Luís
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Santos, André Gustavo Xavier dos

Projetando para quem precisa entender: redesign do painel de educação do TCE-MA guiado por UX e interação humano-computador com abordagem centrada no cidadão. / André Gustavo Xavier dos Santos. __ São Luís, 2026.

111f.

Orientador: Prof. Esp. Rodrigo da Conceição Almeida.

Coorientador: William Jobim Farias.

Monografia (Graduação em Engenharia de Software) – Engenharia de Software – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2026.

1. Dashboard cívico. 2. Experiência do usuário. 3. Interação humano-computador. 4. Usabilidade. 5.Transparência pública. I. Titulo.

CDU 004.5:35.073.526(812.1)

ANDRÉ GUSTAVO XAVIER DOS SANTOS

Projetando para Quem Precisa Entender: Redesign do Painel de Educação do TCE-MA Guiado por UX e Interação Humano-Computador com Abordagem Centrada no Cidadão

Monografia apresentada ao Curso de Graduação de Engenharia de Software da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Software.

Aprovada em 01/06/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Rodrigo da Conceição Almeida
(Orientador)
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

Prof. William Jobim Farias (Co-Orientador)
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

Avaliador
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me apoiado ao longo de toda a graduação e, em especial, durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Esp. Rodrigo da Conceição Almeida, pela orientação e direcionamento ao longo desta pesquisa.

Ao meu co-orientador, William Jobim Farias, Auditor Estadual de Controle Externo do Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, pelo apoio e contribuições ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Secretário de Tecnologia e Inovação do TCE-MA, Giordano Mochel Netto, pela autorização formal para a realização desta pesquisa.

À Gestora da Supervisão de Desenvolvimento e Carreira (SUDEC), Lisângela Miranda Silva, pelo suporte na articulação com os participantes da pesquisa.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional ao longo da escrita deste trabalho.

“Devemos projetar para a maneira como as pessoas se comportam, não como gostaríamos que se comportassem.”

(Don Norman)

RESUMO

A disponibilização de dados públicos em portais governamentais não garante, por si só, transparência efetiva: existe uma lacuna significativa entre a informação oferecida e a capacidade de compreensão do cidadão comum. Este trabalho investigou essa lacuna tomando como objeto de estudo o Painel de Educação do Portal do Controle Social do Tribunal de Contas do Estado do Maranhão (TCE-MA). O objetivo geral foi avaliar a experiência de uso do painel por cidadãos não especializados e desenvolver um protótipo redesenhado orientado por princípios de Experiência do Usuário (UX) e Interação Humano–Computador (IHC), buscando demonstrar como o design centrado no cidadão pode democratizar o acesso à informação pública educacional. A pesquisa adotou o método *Design Science Research* (DSR) e abordagem mista, combinando dados quantitativos e qualitativos. A coleta foi realizada com 62 participantes por meio da plataforma AvaliaUX, desenvolvida pelo autor, utilizando três instrumentos complementares: o *System Usability Scale* (SUS), o Trunk Test e tarefas cronometradas com métricas de desempenho. Os resultados indicaram um *score* SUS médio de 72,22 (classificado como aceitável), e uma taxa de sucesso global de 95,2% nas tarefas. Contudo, a análise por subgrupos revelou disparidades relevantes: participantes com habilidade digital básica atribuíram *score* médio de 64,8 (situado na faixa marginal), abaixo do limiar de aceitabilidade. As observações qualitativas convergiram para quatro problemas recorrentes: similaridade cromática entre categorias nos gráficos, sobrecarga de informação na tela inicial, fricções no sistema de filtros, como a navegação em listas extensas de municípios e escolas, que demandava tempo significativo e não tolerava variações de acentuação na busca. A partir desses achados e da persona José da Silva, construída para representar o cidadão para quem o painel deveria ser projetado, foi desenvolvido um protótipo funcional de alta fidelidade com abordagem *mobile-first*, cujas decisões de design foram sistematicamente fundamentadas em técnicas de IHC: a Engenharia Cognitiva orientou a redução dos golfos de execução e avaliação, a Engenharia Semiótica guiou o tratamento da linguagem e da comunicabilidade, e o modelo GOMS permitiu quantificar uma redução de 62% no total de operadores de interação necessários para realizar as mesmas tarefas avaliadas. Conclui-se que a aplicação sistemática de princípios de UX e IHC ao design de dashboards cívicos pode contribuir para transformar transparência formal em transparência real, conectando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4 (Educação de Qualidade) e 16 (Instituições Eficazes e Transparentes) da Agenda 2030.

Palavras-chave: Dashboard Cívico. Experiência do Usuário. Interação Humano–Computador. Usabilidade. Transparência Pública. Design Centrado no Cidadão.

ABSTRACT

The availability of public data on government portals does not, by itself, constitute effective transparency: a significant gap persists between the information offered and the ordinary citizen's ability to comprehend it. This study investigated that gap by examining the Education Panel of the Social Control Portal maintained by the Maranhão State Court of Auditors (TCE-MA). The main objective was to evaluate the panel's user experience among non-specialist citizens and to develop a redesigned prototype grounded in User Experience (UX) and Human–Computer Interaction (HCI) principles, seeking to demonstrate how citizen-centered design can democratize access to public educational information. The research adopted the Design Science Research (DSR) method with a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative data. Data were collected from 62 participants through the AvaliaUX platform, developed by the author, using three complementary instruments: the System Usability Scale (SUS), the Trunk Test, and timed tasks with performance metrics. Results indicated a mean SUS score of 72.22 (classified as acceptable), and an overall task success rate of 95.2%. However, subgroup analysis revealed notable disparities: participants with basic digital skills assigned a mean score of 64.8 (falling within the marginal range), below the acceptability threshold. Qualitative observations converged on four recurring problems: chromatic similarity between graph categories, information overload on the initial screen, friction in the filter system, such as navigation through extensive lists of municipalities and schools, which demanded significant time and did not tolerate accentuation variations in searches. Based on these findings and on the persona José da Silva, constructed to represent the citizen for whom the panel should be designed, a high-fidelity functional prototype was developed following a mobile-first approach, whose design decisions were systematically grounded in HCI techniques: Cognitive Engineering guided the reduction of execution and evaluation gulfs, Semiotic Engineering informed the treatment of language and communicability, and the GOMS model enabled quantifying a 62% reduction in the total interaction operators required to perform the same evaluated tasks. It is concluded that the systematic application of UX and HCI principles to the design of civic dashboards can contribute to transforming formal transparency into real transparency, aligning with Sustainable Development Goals 4 (Quality Education) and 16 (Effective and Transparent Institutions) of the 2030 Agenda.

Keywords: Civic Dashboard. User Experience. Human–Computer Interaction. Usability. Public Transparency. Citizen-Centered Design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tábua de argila suméria com escrita proto-cuneiforme documentando a distribuição de cevada e emmer (ca. 3100–2900 a.C.) 14
Figura 2 – Seção da Tabula Peutingeriana mostrando a região de Roma no sistema rodoviário romano 15
Figura 3 – Mapa original de John Snow mostrando a distribuição espacial das mortes por cólera no bairro de Soho, Londres, 1854 16
Figura 4 – Os 3 Vs do Big Data: Volume, Variedade e Velocidade 19
Figura 5 – Dashboard simples de camada única, demonstrando clareza visual e facilidade de interpretação 28
Figura 6 – Dashboard complexo multicamadas, evidenciando o equilíbrio entre densidade informacional e usabilidade 29
Figura 7 – Dashboard financeiro complexo, com alta densidade informacional . 32
Figura 8 – Dashboard pessoal simplificado, priorizando clareza visual e elementos decorativos 33
Figura 9 – Universo de tipos de gráficos e diagramas disponíveis para visualização de dados 35
Figura 10 – Matriz de complexidade versus eficiência para seleção de tipos de gráficos em dashboards 36
Figura 11 – Comparação entre o uso de cores neutras e cores semanticamente carregadas na visualização de performance em matemática 38
Figura 12 – Exemplo de como a escolha cromática pode influenciar a interpretação de dados de performance acadêmica 39
Figura 13 – Gráfico de barras empilhadas que resultou em 32% de interpretações incorretas pelos usuários 41
Figura 14 – Dashboard sobre refugiados do Mediterrâneo como exemplo do gênero Infográfico 43
Figura 15 – Modelo de tradeoffs em design de dashboards: balanceamento entre espaço de tela, abstração, número de páginas e interação 44
Figura 16 – O princípio 80/20 aplicado à tipografia no design de interfaces . . . 46
Figura 17 – Exemplo de hierarquia visual aplicada em dashboard de demografia 47
Figura 18 – Modelo de quatro níveis semânticos para comunicação textual em dashboards 49
Figura 19 – Implementação de tooltip enriquecido com múltiplos níveis semânticos 51
Figura 20 – O System Usability Scale (SUS), desenvolvido por John Brooke, e um exemplo de cálculo do escore. 76
Figura 21 – Painel de Educação do Portal do Controle Social do TCE-MA – aba Visão Geral 83

Figura 22 – Tela de execução da tarefa no AvaliaUX, com o Painel de Educação embutido, cronômetro regressivo e opções de encerramento 85
Figura 23 – Estagiário do TCE-MA interagindo com o Painel de Educação durante a sessão presencial de coleta de dados 88
Figura 24 – Mapa de empatia da persona José da Silva, representando o cidadão não especialista para quem o redesign é projetado 96
Figura 25 – Visão geral do protótipo redesenhado 98
Figura 26 – Versão *mobile* do protótipo redesenhado, com filtros colapsáveis, indicadores em *grid* 2×2 e layout em coluna única 102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estruturação das tarefas de avaliação com base nos componentes do modelo GOMS 86
Tabela 2 – Distribuição dos participantes por formação acadêmica 88
Tabela 3 – Perfil tecnológico dos participantes 89
Tabela 4 – Conhecimento prévio dos participantes sobre o Portal do Controle Social do TCE-MA 89
Tabela 5 – Desempenho dos participantes nas seis tarefas cronometradas . . 91
Tabela 6 – Cruzamento entre familiaridade com dados numéricos e taxa de sucesso nas tarefas 93
Tabela 7 – Cruzamento entre nível de habilidade digital e *score* SUS médio . . 94
Tabela 8 – Cruzamento entre formação acadêmica e *score* SUS médio 94
Tabela 9 – Cruzamento entre conhecimento prévio do Portal e *score* SUS médio 95
Tabela 10 – Percepção da organização visual da interface – Trunk Test (Teste de Primeira Impressão) 95
Tabela 11 – Análise comparativa de operadores entre o painel original e o protótipo redesenhado 101

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**13**
1.1	**Motivação**	**23**
1.2	**Objetivos**	**25**
1.2.1	Objetivo Geral	25
1.2.2	Objetivos Específicos	25
2	**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**	**27**
2.1	**O Dashboard como Ferramenta de Comunicação Visual**	**27**
2.2	**Princípios e Desafios do Design de Dashboards**	**31**
2.2.1	O Paradoxo da Simplificação: Decluttering versus Funcionalidade	31
2.2.2	A Escolha Estratégica de Elementos Visuais	35
2.2.3	A Semântica das Cores e suas Implicações	37
2.2.4	Evidências Empíricas dos Riscos de Má Interpretação	40
2.3	**Gêneros e Padrões de Design em Dashboards**	**42**
2.4	**O Papel do Texto na Comunicação de Dashboards**	**46**
2.5	**Interação Humano–Computador, Usabilidade e Experiência do Usuário**	**52**
2.5.1	Interação Humano–Computador (IHC): conceito e relevância	52
2.5.2	Usabilidade: dimensões e implicações	53
2.5.3	UX como ampliação da usabilidade	53
2.6	**Como usuários interagem com interfaces: clareza, varredura e tomada de decisão**	**55**
2.6.1	Scanning (varredura) como padrão de leitura	55
2.6.2	Satisficing: a escolha do “bom o suficiente”	56
2.6.3	Redução de ruído informacional	57
2.6.4	O Trunk Test como diagnóstico rápido de clareza	57
2.7	**Engenharia Cognitiva: metas, tarefas e os “golfos” da interação**	**58**
2.7.1	Golfos de execução e de avaliação	58
2.7.2	Fricções cognitivas em sistemas informacionais complexos	59
2.7.3	Análise e modelagem de tarefas na IHC (HTA, GOMS, CTT)	60
2.8	**Engenharia Semiótica e a Comunicabilidade**	**62**
2.8.1	A interface como meio de comunicação	63
2.8.2	Comunicabilidade em sistemas públicos sob a perspectiva da Engenharia Semiótica	64
2.9	**Processos de Design em IHC: do entendimento do usuário à prototipação**	**65**
2.9.1	Ciclo iterativo de design em IHC	66

2.9.2 Persona e artefatos de entendimento do usuário 67
2.9.3 Organização do espaço e hierarquia visual sob a ótica de UX/IHC . . 67
2.9.4 Princípios clássicos de interação aplicáveis ao design 68
2.10 Planejamento de Avaliação em IHC 69
2.10.1 Objetivos e tipos de avaliação 69
2.10.2 Componentes de um plano de avaliação 70
2.11 Avaliação Heurística 71
2.11.1 Conceito e propósito da avaliação heurística 71
2.11.2 Registro e gravidade dos problemas 73
2.12 Testes de usabilidade e métricas 74
2.12.1 Métricas de desempenho 74
2.12.2 Métricas autorrelatadas: o System Usability Scale (SUS) 75
2.12.3 Análise, interpretação e comunicação de resultados 77
2.13 Síntese do referencial teórico e encaminhamento para a metodologia 78

3 METODOLOGIA 82
3.1 O Objeto de Estudo: O Painel de Educação do TCE-MA 82
3.2 A Plataforma de Avaliação: AvaliaUX 84
3.3 Coleta de Dados 87
3.4 Perfil dos Participantes 87

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 90
4.1 Resultados da Avaliação 90
4.1.1 Desempenho nas Tarefas 90
4.1.2 Usabilidade Percebida: o *System Usability Scale* (SUS) 93
4.1.3 Percepção da Organização Visual: Trunk Test (Teste de Primeira Impressão) 95
4.2 Persona 95
4.3 Proposta de Redesign: O Protótipo 97

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS 104
5.1 Conclusões 104
5.2 Trabalhos Futuros 106

REFERÊNCIAS 108

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, a humanidade tem enfrentado um desafio fundamental: como transformar a crescente complexidade do mundo em conhecimento útil. Esta busca incessante por clareza em meio ao caos de informações não é um fenômeno moderno, mas sim uma característica que define a nossa evolução como sociedade. A cada salto da civilização, criamos ferramentas que nos permitem não apenas coletar dados sobre nossa realidade, mas também organizá-los de forma que revelem padrões, ajudem na tomada de decisão e, por conseguinte, melhorem a vida das pessoas.

Na antiga Mesopotâmia, há aproximadamente 5300 anos (NISSEN; DAMEROW; ENGLUND, 1993; SPAR, 2004), os primeiros sistemas de escrita nasceram não da poesia ou da filosofia, mas da necessidade prática de registrar e visualizar informações importantes para a sobrevivência coletiva. Os escribas sumérios desenvolveram a escrita cuneiforme para controlar estoques de grãos, rastrear rebanhos e documentar transações comerciais (GLASSNER, 2003). Aqueles pequenos símbolos gravados em tábuas de argila representavam muito mais que simples registros: eram a primeira tentativa sistemática da humanidade de converter dados brutos em conhecimento organizado, criando transparência sobre recursos que afetavam toda a comunidade.

O que tornava essa inovação verdadeiramente revolucionária era o fato de que ela não servia apenas a quem escrevia, mas a quem precisava decidir. Os administradores dos templos sumérios, responsáveis por gerir a distribuição de alimentos para comunidades inteiras, dependiam dessas tábuas para responder a perguntas práticas e urgentes: havia grãos suficientes para o próximo ciclo? Quanto foi entregue a cada família? Algum carregamento ficou registrado sem contrapartida? Sem essas respostas, a gestão dos recursos comunitários seria refém da memória individual e da palavra falada, meios frágeis e sujeitos a distorções. A escrita cuneiforme, portanto, não representou apenas um avanço técnico na capacidade de registro, mas uma transformação no modo como as decisões coletivas podiam ser fundamentadas: pela primeira vez, existia um artefato externo, consultável e verificável, que mediava a relação entre a informação e a ação administrativa. É precisamente esse papel de mediador entre dados e decisão que conecta aquelas tábuas ancestrais aos sistemas de visualização de informação que utilizamos hoje.

Para compreender o que isso significava na prática, basta observar a pequena tábua da Figura 1. Em seus poucos centímetros de argila, um escriba há mais de 5.000 anos registrou algo aparentemente simples: quantos grãos entraram e saíram dos depósitos do templo. No entanto, havia algo de interessante nisso. Cada símbolo tinha seu

lugar e seu propósito: alguns representavam tipos específicos de grãos como cevada e emmer, outros eram pequenos círculos que funcionavam como números. O escriba organizou tudo em pequenas seções, como se estivesse criando a primeira “agenda” da história. Imagine o impacto dessa inovação: pela primeira vez, um administrador não precisava confiar apenas na memória para saber se havia comida suficiente para alimentar sua comunidade. Ele podia simplesmente “consultar seus arquivos”, ou seja, estes pequenos pedaços de argila que transformavam a incerteza em clareza e o caos em ordem.



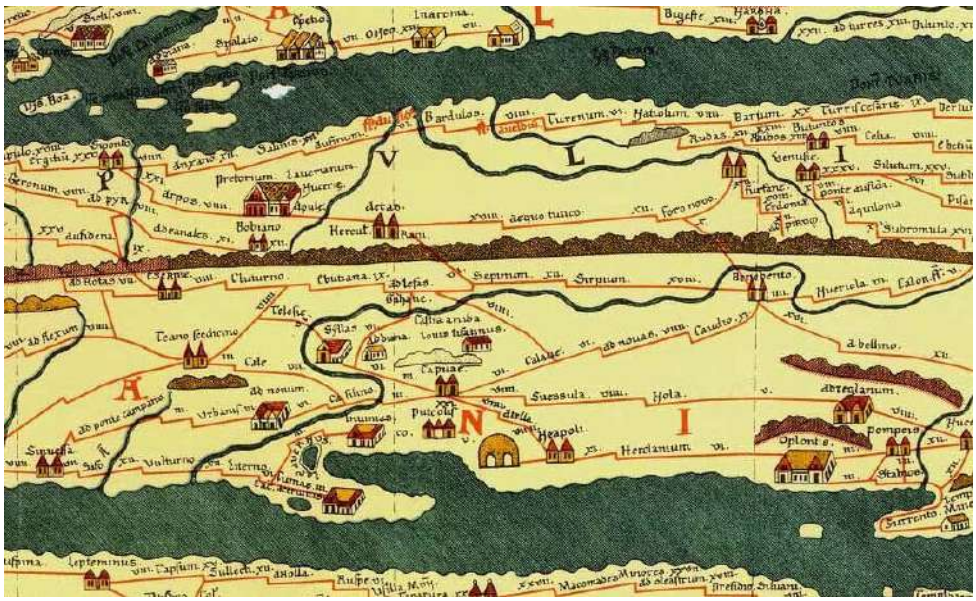
Figura 1 – Tábua de argila suméria com escrita proto-cuneiforme documentando a distribuição de cevada e emmer (ca. 3100–2900 a.C.)

Fonte – Adaptado de (Sumerian scribes, ca. 3100–2900 BCE)

Séculos mais tarde, o Império Romano elevou essa arte a um novo patamar, compreendendo que governar vastos territórios exigia mais que força militar, pois demandava informação precisa e bem apresentada. Os censos romanos não eram simples exercícios de contagem populacional, mas ferramentas sofisticadas que permitiam aos governantes compreender sua vasta população: quantas pessoas viviam em cada região, quais recursos poderiam fornecer ao império, e onde era possível

recrutar soldados para as legiões. Era uma forma sistemática de transformar os dados da população em conhecimento governamental.

Mais impressionantes ainda eram seus mapas rodoviários, exemplificados pela extraordinária Tabula Peutingeriana (Figura 2), o único mapa sobrevivente do cursus publicus, a rede rodoviária oficial do Império Romano (UNESCO, 2025; Digital Maps of the Ancient World, 2024).


Bardulos
Turrenum
Hatolum
Bartum
Turrisceparis
Pretorium Lauernarum
Apulc
Bobiano
Hercul
Rani
aequo tuitico
foro novo
Septimum
Surpium
Teano sedicino
Sessula
Hola
Pompeis
Herculanium
Stabiae
Surrento
Capuae
Calle
Telesie
Caluenzano
Saepinum
Aesernia
Venafro
Aquilonia
Sublomula
Benerento
Siponto
Salapia
Arpos
Luceria
Ausculum
Canusio
Egnatia
Brundusium
Hydruntum
Tarentum
Metapontum
Consentia
Thurios
Petelia
Crotone
Rhegio
Nuceria
Neapoli
Puteoli
Misenum
Cumis
Volturno
Liternu
Capua
Suessula
Calatie
Abellino
Nolano
Atripalda
Venusia
Equotutico
Ausculo
Canusio
Turribus
Ad Turres
Gurgitis
Ad Hasta
Ad Flexum
Ad Nouum
Ad Pontem Campanum
Ad Medias
Ad Nouas
Ad Rotas
Ad Pyrum
Ad Aquas
Ad Turres

Snow e seu confronto com uma das epidemias mais devastadoras da Londres vitoriana. Em agosto de 1854, o bairro de Soho foi assolado por um surto explosivo de cólera que matava suas vítimas em questão de horas. Em apenas três dias, mais de 120 pessoas haviam morrido, e centenas de famílias abandonavam suas casas em pânico (VINTEN-JOHANSEN et al., 2003). A teoria médica dominante atribuía a doença aos "miasmas" (vapores nocivos que supostamente emanavam de áreas insalubres), e as autoridades respondiam queimando roupas e borrifando desinfetantes pelo ar, medidas que se mostravam completamente ineficazes.

Snow, porém, suspeitava de uma causa diferente: a água contaminada. Sua hipótese era revolucionária para a época, mas ele sabia que precisaria de mais que argumentos teóricos para convencer as autoridades. Então, armado apenas com determinação e um método investigativo rigoroso, ele começou a percorrer as ruas de Soho, batendo de porta em porta, conversando com famílias enlutadas e mapeando cada morte com precisão geográfica. O que emergiu de seu trabalho meticuloso foi uma ferramenta visual extraordinária: um mapa onde cada morte por cólera era representada por uma pequena barra preta na localização exata onde havia ocorrido.

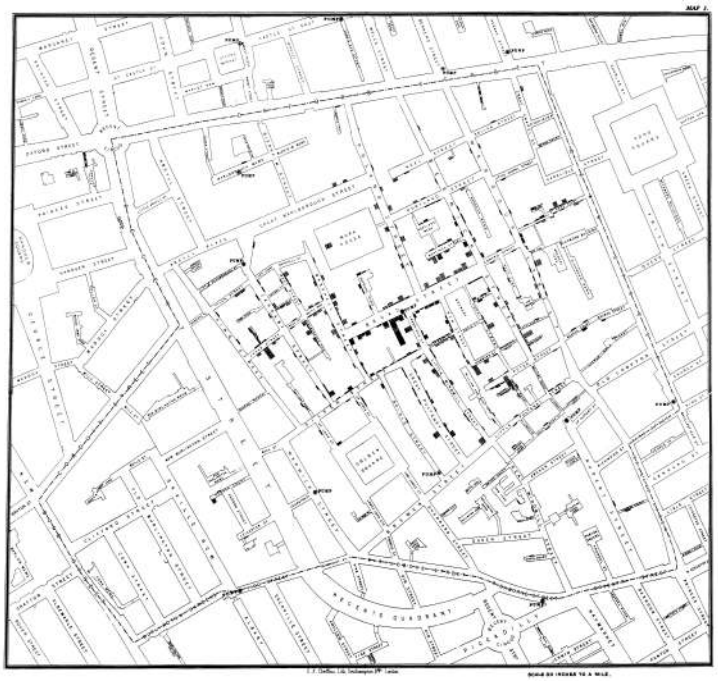


Figura 3 – Mapa original de John Snow mostrando a distribuição espacial das mortes por cólera no bairro de Soho, Londres, 1854

Fonte – Adaptado de (SNOW, 1854)

O padrão que se revelou no papel era irrefutável (Figura 3). Cada pequena barra preta empilhada no mapa representava uma vida perdida, e sua distribuição detalhada contava uma história que não podia ser ignorada: as mortes se concentravam de forma

dramática ao redor de uma única bomba de água pública na Broad Street, formando um círculo quase perfeito de devastação que se espalhava a partir daquele ponto central. No mapa, as bombas d'água são marcadas como pequenos pontos circulares espalhados pela área, mas era visualmente óbvio que a densidade das barras pretas, cada uma representando endereços onde ocorreram óbitos, estava intensamente agrupada ao redor da bomba da Broad Street, enquanto as outras bombas mostravam pouquíssimas ou nenhuma morte em suas proximidades.

Mais reveladoras ainda eram as exceções que, como peças de um quebra-cabeça, fortaleciam ainda mais a sua teoria. A cervejaria próxima à bomba não havia perdido um único de seus aproximadamente 70 trabalhadores (SNOW, 1855). Snow descobriu que a empresa possuía seus próprios poços artesianos no subsolo e que os funcionários, por tradição e conveniência, consumiam apenas cerveja e água extraída diretamente de suas instalações, nunca obtendo água da bomba da rua (SNOW, 1855).

Por outro lado, estava o caso investigativo mais notável: Sarah Lewis, mãe do bebê Frances Lewis que residia no endereço 40 Broad Street. A criança havia morrido em 2 de setembro de 1854, e Snow descobriu que Sarah havia lavado as roupas sujas do bebê e despejado o conteúdo contaminado na fossa séptica que vazava diretamente para a bomba de Broad Street, estabelecendo uma conexão epidemiológica fundamental que explicava a origem da contaminação (Cholera and the Thames, 2025). Havia também o Poland Street Workhouse, um asilo para pobres localizado a poucos quarteirões da bomba, que abrigava mais de 535 pessoas mas registrou apenas 5 mortes (WIKIPEDIA, 2025). Snow investigou e encontrou a explicação: a instituição possuía seu próprio poço artesiano e raramente utilizava a água pública. Cada exceção não era uma anomalia que fragilizava sua teoria, mas sim uma evidência adicional que a confirmava: onde não havia consumo da água da Broad Street, não havia cólera.

Quando Snow apresentou seu mapa às autoridades, a clareza visual da evidência foi mais persuasiva que qualquer argumento verbal poderia ter sido. A concentração das mortes ao redor da bomba de água era tão óbvia no papel quanto havia sido invisível na realidade caótica da epidemia. As exceções cuidadosamente documentadas não apenas corroboravam sua hipótese, mas criavam uma narrativa visual que transformava suspeitas em certezas irrefutáveis. Convencidas pela força da visualização, as autoridades finalmente removeram a alavanca da bomba da Broad Street na noite de 7 de setembro de 1854 (GAVI, 2022). Embora a epidemia já estivesse em declínio natural, o ato simbólico marcou uma vitória: pela primeira vez, a apresentação clara e visual de dados havia mobilizado a ação cívica e salvado vidas.

Nestas três histórias narradas acima, é possível identificar um padrão. O que une o escriba da Mesopotâmia, a Tabula Peutingeriana e o médico John Snow não é o que eles registraram, mas sim o que eles traduziram. Em cada caso, o verdadeiro salto

de progresso não aconteceu quando a informação foi registrada, mas quando ela foi apresentada de uma forma que permitiu que pessoas comuns a compreendessem e, a partir daí, agissem. Seja para garantir que a colheita alimentasse a cidade, para traçar a rota mais segura para uma legião ou para salvar um bairro inteiro de uma doença invisível, a lição é a mesma: a informação só se torna poderosa quando se transforma em conhecimento nas mãos de quem precisa dela. Fica claro, portanto, que a busca por clareza visual não é uma invenção moderna, mas um dos mais antigos e essenciais impulsos humanos.

Se este desafio de transformar complexidade em clareza acompanha a humanidade há milênios, é na virada do século XXI que ele assume proporções completamente inéditas. O sociólogo Manuel Castells observou que, no final do segundo milênio, começamos a viver uma revolução tecnológica diferente de todas as anteriores. As revoluções industriais dos séculos XVIII e XIX nos ensinaram primeiro a dominar a energia, transformando carvão em vapor para mover máquinas e trens, e depois a transformar a matéria, convertendo ferro em aço e organizando linhas de produção para fabricar produtos em massa. Quando Castells diz que a nossa revolução é diferente, ele quer dizer que a matéria-prima dela não é mais o carvão ou o minério de ferro, mas sim a informação. Agora, esta nova era nos colocou diante de algo mais sutil e poderoso: nossa capacidade de processar informação começou a crescer sobre si mesma, criando um ciclo que acelera a cada dia nossa habilidade de gerar, conectar e disseminar conhecimento (CASTELLS, 2011).

Essa revolução descrita por Castells encontrou seu combustível nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que se tornaram o motor da transformação contemporânea da sociedade. As TICs podem ser compreendidas como o conjunto de recursos tecnológicos que possibilitam a comunicação e o armazenamento de informações de forma rápida e eficiente (ALMEIDA, 2025a). Embora historicamente as TICs remontem aos primórdios da humanidade com o desenvolvimento de sistemas de comunicação como a escrita e a impressão, foi a partir do século XX que elas começaram a se desenvolver de forma mais acelerada, com invenções como o telefone, rádio, televisão, internet e os dispositivos móveis. Hoje, essas tecnologias permeiam todos os aspectos de nossa vida cotidiana: dos computadores pessoais e smartphones que carregamos no bolso às webcams que conectam pessoas em continentes distantes, dos sistemas que controlam o tráfego aéreo e os trens urbanos aos equipamentos médicos computadorizados como ressonância magnética e tomografia. Mais transformadoras ainda são as chamadas tecnologias disruptivas (Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Blockchain, computação na nuvem e Realidade Virtual), que estão redefinindo como as pessoas se relacionam entre si e com o mundo (ALMEIDA, 2025a). Se os escribas sumérios transformavam dados em conhecimento gravando símbolos em argila, as TICs modernas amplificaram essa capacidade humana a um

ponto em que a própria informação se tornou a matéria-prima de uma nova era, criando as condições para um fenômeno sem precedentes na história da humanidade.

Desse novo mundo nasceu o que chamamos de Big Data, um fenômeno que vai muito além do simples “excesso de informação”. O Big Data é geralmente descrito através de três características fundamentais, conhecidas como os “3 Vs”, como ilustra a Figura 4.

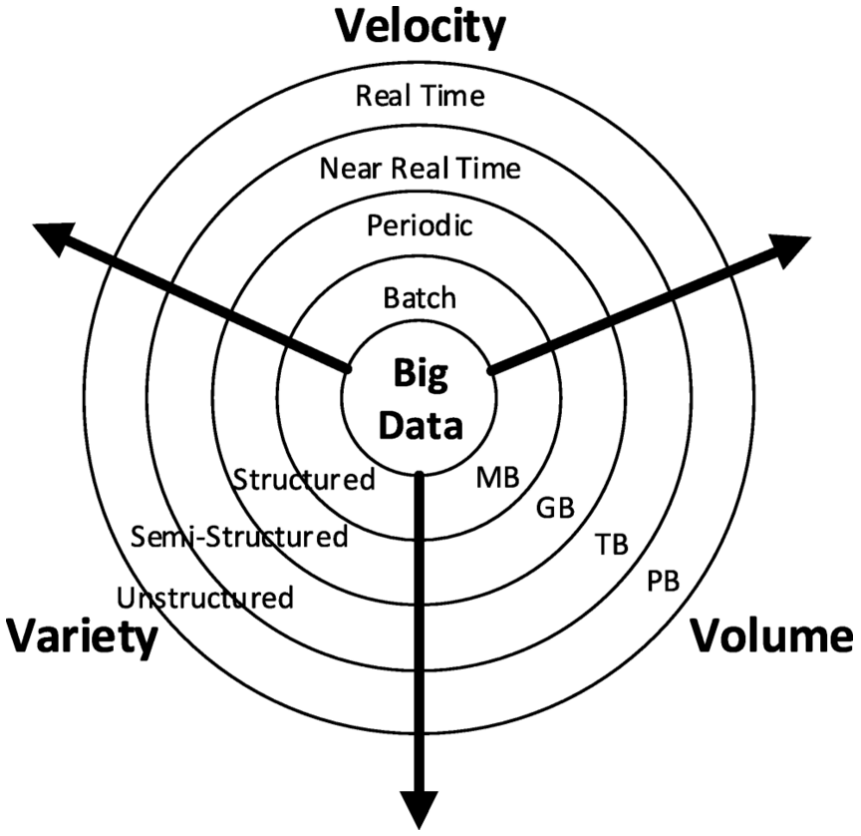


Figura 4 – Os 3 Vs do Big Data: Volume, Variedade e Velocidade

Fonte – Adaptado de (YANG et al., 2019)

O primeiro é o Volume: a quantidade de dados que produzimos hoje ultrapassa qualquer capacidade de compreensão humana. Para se ter uma ideia dessa magnitude, apenas em 2020 criamos 64,2 Zettabytes de informação no mundo todo (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024), um número tão grande que seria impossível para uma pessoa processar mesmo que dedicasse toda sua vida apenas a essa tarefa. A imagem ilustra essa escala de maneira estruturada: começamos com Megabytes (MB), passamos para Gigabytes (GB), depois Terabytes (TB), até chegarmos aos Petabytes (PB). Para contextualizar, um único Petabyte equivale a aproximadamente 20 milhões de gavetas de arquivos tradicionais completamente cheias, e hoje geramos milhares deles diariamente.

O segundo V é a Velocidade: essas informações não apenas existem em

grande quantidade, mas são geradas e precisam ser interpretadas em diferentes ritmos temporais. O diagrama mostra claramente essa progressão temporal, desde o processamento em lotes (Batch), onde os dados são analisados em grandes blocos de tempos em tempos, passando pelo processamento periódico (Periodic), que acontece em intervalos regulares, até chegar ao processamento quase em tempo real (Near Real Time) e, finalmente, ao processamento em tempo real (Real Time), onde as decisões precisam ser tomadas instantaneamente conforme os dados chegam.

Por fim, há a Variedade: os dados de hoje vêm de fontes completamente diversas e em formatos muito diferentes. A representação visual nos mostra essa diversidade através de três categorias principais: dados estruturados (Structured), que são organizados em tabelas e bancos de dados tradicionais; dados semi-estruturados (Semi-Structured), como emails e documentos XML que possuem alguma organização mas não seguem um formato rígido; e dados não-estruturados (Unstructured), como vídeos, fotos, mensagens de texto e áudios, que representam a maior parte da informação que geramos diariamente, desde as mensagens que trocamos no celular até os sensores que monitoram o trânsito, passando pelos registros de cada compra que fazemos e cada clique que damos na internet.

O resultado é que aquele antigo desafio humano de dar sentido ao mundo se transformou numa questão de sobrevivência na era digital. Se os escribas da Mesopotâmia organizavam centenas de transações e John Snow mapeava algumas centenas de mortes por cólera, hoje lidamos com bilhões de informações sendo criadas a cada segundo. Nunca tivemos tanto conhecimento disponível sobre como nossa sociedade funciona, mas também nunca foi tão difícil transformar toda essa informação em algo que realmente nos ajude a tomar decisões melhores.

Foi justamente para enfrentar este desafio que surgiu uma das ferramentas mais poderosas da era digital: o dashboard. Segundo a definição clássica de Stephen Few, um dashboard é “uma exibição visual das informações mais importantes e necessárias para se atingir um ou mais objetivos, consolidados em uma única tela de computador para que possam ser monitoradas rapidamente” (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024). Mas os dashboards evoluíram para muito além de simples visualizações de dados. Como observa Kitchin, eles funcionam como tradutores, não apenas como espelhos: “um dashboard busca atuar como um tradutor, não simplesmente como um espelho, definindo as formas e parâmetros de como os dados são comunicados e, assim, o que o usuário pode ver e com o que pode se envolver” (BACH et al., 2022). Complementando essa visão, Zhuang e colaboradores caracterizam os dashboards modernos como verdadeiros sistemas de informação visual, interfaces que conectam usuários aos dados e fornecem visualizações que comuniquem as informações de forma eficaz (ZHUANG; CONCANNON; MANLEY, 2022). Esta versatilidade permite que dashboards sirvam

múltiplos propósitos organizacionais: desde apoiar a tomada de decisão em nível executivo (estratégico), passando por resumir dados departamentais (tático), até fornecer informações para trabalhadores da linha de frente (operacional), além de facilitar o monitoramento de desempenho, planejamento e comunicação (BACH et al., 2022). Em essência, os dashboards representam a materialização contemporânea daquele antigo impulso humano de transformar complexidade em clareza. São as tábuas de argila da era digital, com o poder de converter oceanos de Big Data em conhecimento realmente útil. No entanto, apesar de todo esse potencial transformador, uma questão fundamental permanece: por que nem todos os dashboards conseguem cumprir plenamente sua promessa de democratizar o acesso à informação, especialmente quando se trata de comunicar dados públicos de forma clara e acessível ao cidadão comum?

A resposta para essa questão fundamental reside em um fenômeno que qualquer pessoa já experimentou: aquele momento frustrante em que você se encontra diante de uma tela repleta de informações, mas simplesmente não consegue encontrar o que precisa. A lacuna entre a engenharia de dados e a experiência humana é mais sutil e profunda do que pode parecer inicialmente. Para ilustrar essa questão, considere hipoteticamente um dashboard universitário tecnicamente bem executado: os dados são extraídos com precisão dos sistemas acadêmicos, os cálculos estão corretos e a apresentação visual segue boas práticas de design. Contudo, quando esse mesmo sistema é utilizado por profissionais com diferentes formações e necessidades, como um professor que busca padrões no desempenho de suas turmas, uma coordenadora pedagógica que tenta identificar tendências nos índices de aprovação ou um reitor interessado em otimizar a alocação de recursos educacionais, emerge um desafio interessante: como assegurar que a riqueza de informações disponível se transforme efetivamente em conhecimento útil para a tomada de decisão pedagógica e administrativa?

O desafio central investigado neste trabalho é que o design da interface pode, inadvertidamente, criar obstáculos cognitivos que se interpõem entre o usuário e a informação, caso não seja feito da maneira correta. A Engenharia Cognitiva, que estuda "os processos psicológicos dos usuários e os fenômenos envolvidos durante a interação com o sistema" (ALMEIDA, 2025b), nos ensina que cada pessoa chega a uma interface carregando seus próprios modelos mentais, suas expectativas sobre como as coisas deveriam funcionar, baseadas em experiências anteriores. Quando um dashboard apresenta informações de uma forma que não se alinha com esses modelos mentais, ou quando sobrecarrega a capacidade limitada da memória de trabalho do usuário, ele gera o que os pesquisadores chamam de carga cognitiva excessiva. Essa sobrecarga não é apenas uma questão de conforto, ela tem consequências práticas sérias. Um estudo empírico sobre dashboards de energia revelou que 32% dos participantes interpretaram incorretamente um gráfico de barras empilhadas, mesmo sendo pessoas

com algum treinamento técnico (NIMBARTE; SMITH; GOPALAKRISHNAN, 2024). Os pesquisadores descobriram que os participantes “tiveram dificuldade em compreender a totalidade do uso geral, em vez de decompor a barra geral em seções”. Se isso acontece com usuários treinados diante de dados de energia, imagine o que pode ocorrer quando cidadãos sem formação técnica tentam interpretar informações complexas sobre orçamento público, indicadores educacionais e informações públicas relacionadas ao desempenho do ensino no município.

Assim, o problema não é a falta de dados ou de tecnologia para apresentá-los, mas sim a necessidade de construir pontes de clareza entre a complexidade inerente da informação pública e as capacidades cognitivas naturais do cidadão comum. Sendo assim, não basta ter apenas um bom design. É aqui que entra a importância de entender não apenas o que mostrar, mas como mostrar, de uma forma que respeite os limites da cognição humana e potencialize nossa capacidade de transformar informação em conhecimento útil. É para transpor exatamente essa lacuna que a disciplina de Interação Humano-Computador (IHC) e seus princípios de Experiência do Usuário (UX) se tornam indispensáveis. A IHC, que estuda as “ações recíprocas entre usuários e sistemas” e “envolve como os usuários se comunicam, realizam tarefas e interagem com a interface de um sistema, buscando facilitar e melhorar a experiência do usuário” (ALMEIDA, 2025a), oferece ferramentas científicas e metodológicas para garantir que a tecnologia seja não apenas funcional, mas verdadeiramente útil, usável e satisfatória.

O que diferencia um painel de dados técnico de uma verdadeira ferramenta de cidadania é justamente essa preocupação em ir além de simplesmente “mostrar os dados”. É preciso investigar como o usuário os percebe, interpreta e utiliza. A aplicação rigorosa de um processo de design centrado no usuário, que começa investigando as reais necessidades do público, passa pela criação de soluções baseadas em evidências e culmina na validação dessas soluções por meio de protótipos e testes com usuários reais, é a chave para criar produtos digitais que sejam não apenas tecnicamente corretos, mas também intuitivos, eficientes e capazes de inspirar confiança no cidadão.

Diante do exposto, este trabalho propõe-se a investigar como princípios e técnicas de Experiência do Usuário (UX) e Interação Humano-Computador (IHC) podem ser aplicados no redesenho de um dashboard cívico, tomando como base uma aplicação existente e adotando o recorte da área de Educação. O foco do estudo não recai sobre a disponibilização de dados em si, mas sobre a transformação desses dados em informação compreensível e significativa para cidadãos não especializados em gestão pública e em análise de dados, contribuindo para o acompanhamento da gestão educacional municipal e para o fortalecimento da participação cívica.

Para alcançar este propósito, a monografia está estruturada da seguinte forma: o Capítulo 2 apresentará a fundamentação teórica, abrangendo o design de dashboards

como ferramentas de comunicação visual, os fundamentos de Interação Humano–Computador, Engenharia Cognitiva e Engenharia Semiótica, além dos métodos e métricas de avaliação de usabilidade; o Capítulo 3 apresentará a metodologia adotada, incluindo a classificação da pesquisa, o objeto de estudo, os instrumentos de avaliação, os procedimentos de coleta e o perfil dos participantes; o Capítulo 4 apresentará e discutirá os resultados da avaliação, a persona e a proposta de protótipo redesenhado fundamentado nos achados; e o Capítulo 5 apresentará as considerações finais, retomando os objetivos alcançados e indicando possíveis desdobramentos futuros.

1.1 Motivação

A democracia se fortalece quando os cidadãos têm acesso real às informações que afetam suas vidas. No entanto, existe uma distância considerável entre a promessa teórica da transparência pública e a realidade prática vivenciada por milhões de brasileiros que, diariamente, buscam compreender como os recursos de seus impostos são aplicados, onde estão sendo construídas novas escolas, como indicadores educacionais evoluíram ao longo do tempo e quais ações do município impactam, de forma mais direta, a qualidade do ensino ofertado à população.

No Maranhão, essa realidade se torna ainda mais complexa. O estado, que abriga uma população diversa distribuída entre a capital São Luís e centenas de pequenos municípios do interior, apresenta desafios únicos para a democratização do acesso à informação. Muitos cidadãos maranhenses, desde comerciantes em Imperatriz até agricultores familiares em Balsas, passando por professoras em Caxias, possuem demandas legítimas por informações públicas claras e acessíveis, mas encontram-se frequentemente diante de portais governamentais que, embora tecnicamente funcionais, não foram pensados para suas necessidades específicas de compreensão e navegação.

A motivação central deste trabalho emerge da constatação de que a mera disponibilização de dados não constitui, por si só, transparência efetiva. Quando uma dona de casa em Bacabal tenta descobrir o cronograma de obras de saneamento em seu bairro, ou quando um jovem empreendedor em Santa Inês busca informações sobre quanto seu município está gastando com educação, eles não precisam apenas de dados: precisam de informação compreensível, contextualizada e apresentada de forma que permita a tomada de decisões informadas sobre sua participação cívica. Voltando a esse exemplo, o jovem empreendedor não busca apenas saber quanto seu município gasta com educação; ele precisa compreender o significado por trás desses números: se o investimento é adequado comparado a outros municípios, se está sendo aplicado eficientemente, ou se há indícios de priorização inadequada dessa área.

Com isso, a realidade confirma essa preocupação: interfaces mal projetadas

podem criar barreiras cognitivas significativas, especialmente para usuários que não possuem formação técnica especializada. Essas barreiras se tornam particularmente críticas no contexto da informação pública, onde a exclusão digital pode se traduzir diretamente em exclusão cívica. Quando um cidadão encontra dificuldades para buscar informações governamentais porque a interface é confusa ou sobrecarregada, não se trata apenas de um problema de usabilidade, mas de um obstáculo direto ao exercício pleno da cidadania.

É diante desse cenário que emerge a oportunidade de aplicar os princípios científicos da Experiência do Usuário (UX) e do design de interfaces (UI) na criação de soluções que verdadeiramente democratizem o acesso à informação pública. O desenvolvimento de um dashboard cívico especificamente projetado para as necessidades e contextos dos cidadãos maranhenses representa uma contribuição concreta para reduzir essa lacuna, transformando dados governamentais complexos em conhecimento cívico acessível e útil.

Cabe destacar que este trabalho se conecta diretamente com a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estabelecidos em 2015 por 193 países, os ODS representam um compromisso coletivo com um mundo mais justo, sustentável e inclusivo, traduzido em 17 objetivos e 169 metas que orientam ações até o ano de 2030 (Organização das Nações Unidas, 2015).

A conexão mais evidente é com o **ODS 4 – Educação de Qualidade**, que busca "assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos" (Organização das Nações Unidas, 2015). Quando este trabalho propõe redesenhar um painel de dados educacionais para que pessoas comuns consigam entendê-lo, ele está, na prática, ajudando a tornar visível aquilo que muitas vezes permanece escondido atrás de números e gráficos que talvez sejam de difícil compreensão, por exemplo: como andam as matrículas, os investimentos e o desempenho das escolas de cada município. Afinal, para que a sociedade possa cobrar melhorias na educação, ela primeiro precisa conseguir enxergar como a educação do município tem se desenvolvido.

O trabalho também se aproxima do **ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes**, sobretudo de três de suas metas: a 16.6, que pede "instituições eficazes, responsáveis e transparentes em todos os níveis"; a 16.7, que defende "a tomada de decisão responsiva, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis"; e a 16.10, que busca "assegurar o acesso público à informação e proteger as liberdades fundamentais" (Organização das Nações Unidas, 2015). Essas metas traduzem uma ideia simples, porém poderosa: de nada adianta um governo publicar seus dados se o cidadão não consegue compreendê-los. Aplicar princípios de UX e IHC a um portal de

controle social é, em essência, transformar transparência formal em transparência real, aquela que o cidadão consegue ver, entender e usar para participar da vida pública.

Assim, ao unir o olhar da educação de qualidade com o da transparência das instituições, este trabalho parte de uma convicção: projetar interfaces centradas no cidadão não é apenas uma questão técnica de engenharia de software, mas um gesto concreto em direção aos compromissos globais de desenvolvimento humano e fortalecimento da democracia.

1.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram estabelecidos com o propósito de contribuir efetivamente para o avanço do conhecimento na intersecção entre design de interfaces e participação cívica, oferecendo tanto fundamentação teórica quanto aplicação prática dos princípios de UX/UI no contexto específico da informação pública.

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a experiência de uso do Painel de Educação do Portal de Controle Social do TCE-MA por cidadãos não especializados e desenvolver um protótipo redesenhado orientado por princípios de Experiência do Usuário (UX) e Interface do Usuário (UI). Busca-se, com isso, oferecer evidências concretas de como o design centrado no cidadão pode democratizar o acesso à informação pública e fortalecer o exercício da cidadania no contexto maranhense.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o público-alvo por meio de uma persona (ou perfil de usuário) e mapear tarefas representativas, fundamentando as decisões de redesign na compreensão e no uso efetivo das informações educacionais;
- Avaliar a experiência de uso do Painel de Educação existente do TCE-MA com uma amostra de usuários representativos, coletando métricas de desempenho e percepção;
- Construir um protótipo navegável de dashboard cívico no recorte de Educação, traduzindo dados públicos potencialmente complexos em visualizações e explicações acessíveis, com atenção às limitações cognitivas do público não especializado e à clareza informacional;
- Aplicar, de forma sistemática, princípios e técnicas de UX/UI e IHC ao processo de design do protótipo, documentando decisões com base em evidências científicas, boas práticas e critérios de usabilidade;

Por meio do alcance desses objetivos, espera-se não apenas contribuir para o entendimento prático de como princípios de IHC podem ser aplicados ao contexto cívico, mas também oferecer uma possível solução que possa servir como modelo replicável para outras iniciativas de transparência pública. Desta forma, pretende-se demonstrar como o design centrado no usuário pode efetivamente aproximar cidadãos de suas informações governamentais e, consequentemente, fortalecer o exercício da cidadania.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Dashboard como Ferramenta de Comunicação Visual

Para compreender o papel dos dashboards na comunicação de informações complexas, é fundamental entender a definição de Stephen Few acerca deste âmbito, sendo este um reconhecido especialista em visualização de dados e autor influente na área de business intelligence. Segundo o autor, um dashboard é “uma exibição visual das informações mais importantes e necessárias para se atingir um ou mais objetivos, consolidados em uma única tela de computador para que possam ser monitoradas rapidamente” (FEW, 2013 apud SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024). Embora esta definição capture a essência funcional dos dashboards, ela representa apenas o ponto de partida para entender como essas ferramentas realmente funcionam na prática.

Na realidade, um dashboard vai muito além de simplesmente mostrar dados em uma tela. Como demonstra a pesquisa de (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024), um dashboard bem projetado consegue “transformar as perguntas de negócios em visuais com pouco ou, desejavelmente, quase nenhum viés, permitindo que o usuário tome decisões da forma mais clara possível”. Em outras palavras, o dashboard não apenas exibe os dados que já existem, mas também influencia ativamente a forma como interpretamos e usamos essas informações.

Aqui surge uma questão crucial que todo designer de dashboards precisa enfrentar: cada escolha de design importa. A cor escolhida para um gráfico, a posição de um elemento na tela, o tipo de visualização selecionado, todas essas decisões influenciam diretamente como o usuário vai interpretar os dados. É por isso que (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024) fazem um alerta importante: “o desenvolvimento malfeito de um dashboard pode induzir o usuário a uma decisão errada, comprometendo a eficácia do processo decisório”. Esta não é uma preocupação menor, especialmente quando pensamos em dashboards que apresentam informações públicas, onde decisões equivocadas podem afetar grandes massas.

Essa responsabilidade torna as técnicas de User Experience (UX) não apenas úteis, mas essenciais no desenvolvimento de dashboards. Não basta que os dados estejam corretos tecnicamente; é preciso garantir que eles sejam compreendidos corretamente pelos usuários. Isso exige um processo de design que considere as limitações cognitivas naturais das pessoas e trabalhe dentro dessas limitações para maximizar a clareza e usabilidade da informação.

Para ilustrar como diferentes filosofias de design resultam em experiências completamente distintas, considere os exemplos contrastantes apresentados por (FARD,

2021). A Figura 5 representa o que podemos chamar de abordagem minimalista ao design de dashboards.

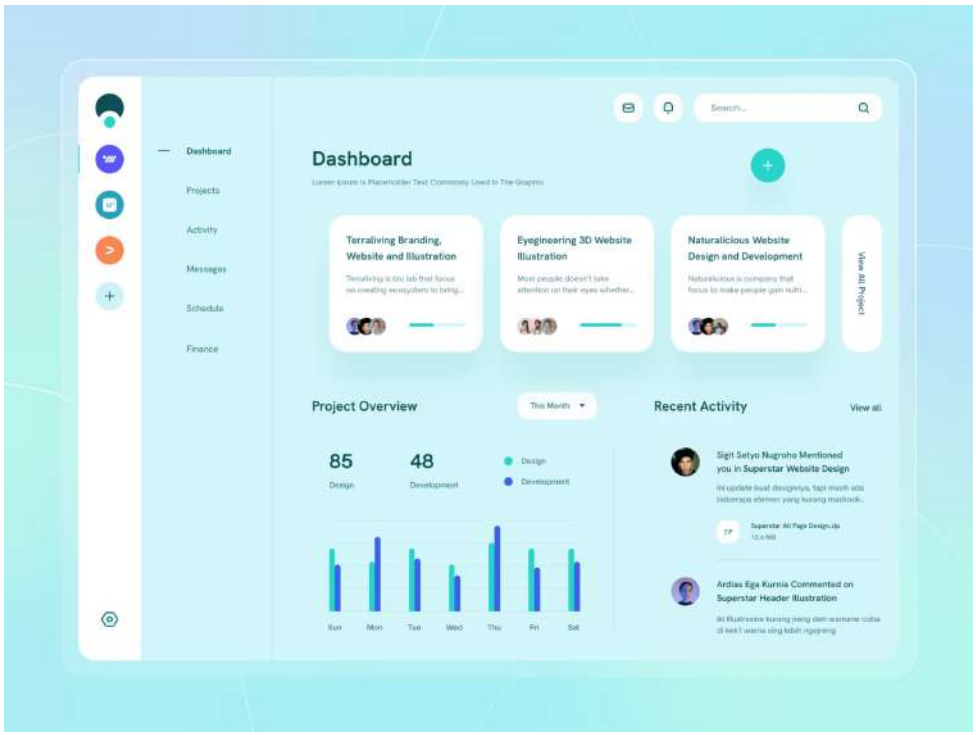


Figura 5 – Dashboard simples de camada única, demonstrando clareza visual e facilidade de interpretação

Fonte – (FARD, 2021)

Este exemplo incorpora uma filosofia de design que prioriza a tranquilidade visual e a compreensão imediata. O espaço em branco é usado estrategicamente para criar “respiração” na interface, permitindo que o usuário processe cada informação sem competição visual. A paleta de cores suaves reduz a fadiga ocular e evita hierarquias agressivas que possam confundir o usuário. Cada elemento tem seu lugar definido e sua função clara, criando uma experiência de uso que privilegia a clareza sobre a densidade informacional.

Em contraste direto, a Figura 6 exemplifica uma abordagem de máxima densidade informacional. Este segundo exemplo demonstra uma filosofia radicalmente diferente: cada espaço da tela é aproveitado para transmitir informação. O tema escuro cria um ambiente profissional que favorece o foco prolongado, enquanto múltiplas camadas de dados são apresentadas simultaneamente através de convenções visuais sofisticadas. Esta abordagem assume que o usuário possui fluência em interpretar visualizações complexas e que a eficiência informacional é mais valiosa que a facilidade de aprendizado.

A comparação entre estas abordagens revela uma realidade fundamental do design de dashboards: cada estratégia faz apostas diferentes sobre quem é o usuário

e como ele vai usar a ferramenta. O dashboard simples aposta na acessibilidade universal, criando uma experiência que funcionará bem para a maioria das pessoas, mas que pode deixar usuários avançados querendo mais profundidade. O dashboard complexo aposta na eficiência para especialistas, oferecendo ferramentas poderosas que podem intimidar usuários casuais.

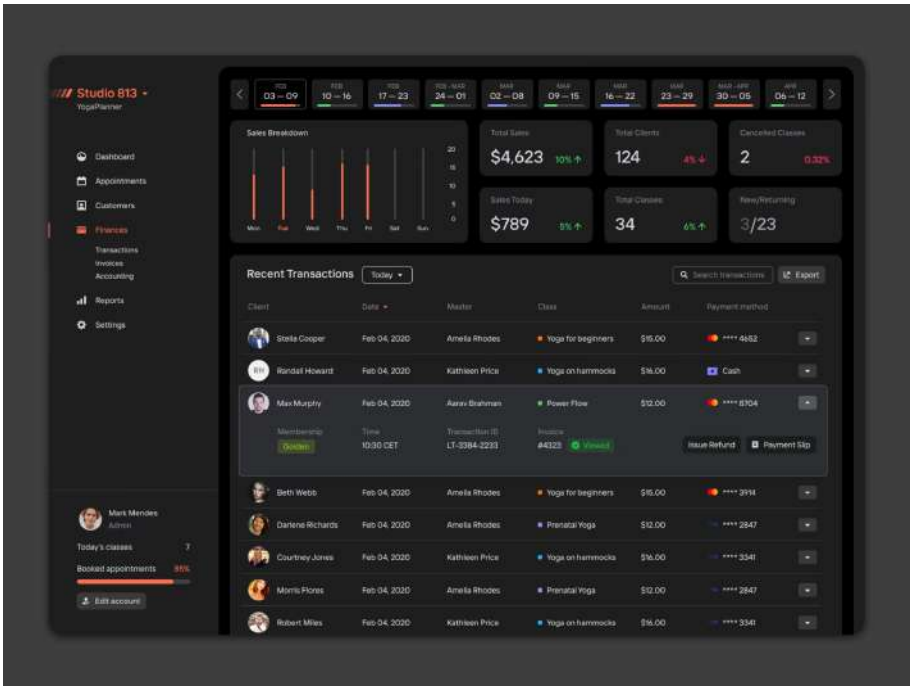


Figura 6 – Dashboard complexo multicamadas, evidenciando o equilíbrio entre densidade informacional e usabilidade

Fonte – (FARD, 2021)

Como observa (FARD, 2021), esse equilíbrio não representa um problema de design, mas sim uma questão de adequação. A complexidade adequada de um dashboard deve ser determinada pelas características do público-alvo, pelo contexto de uso e pelos objetivos específicos que se pretende alcançar. No caso de dashboards cívicos, essa consideração se torna especialmente desafiadora, pois o público pode incluir desde cidadãos com pouca experiência digital até profissionais especializados em análise de dados públicos.

Essa discussão sobre adequação e equilíbrio não é apenas teórica, mas também reflete desafios práticos que designers enfrentam diariamente. A revisão sistemática conduzida por (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024) identificou padrões consistentes nos principais obstáculos encontrados durante o desenvolvimento de dashboards. Entre os desafios mais significativos destacam-se questões como a adaptação das visualizações às necessidades específicas dos usuários, a redução da complexidade visual para evitar sobrecarga cognitiva, e a criação de experiências intuitivas que facilitem tanto a navegação quanto o entendimento dos dados.

Particularmente relevante é o desafio identificado por (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024) relacionado à “criação de uma interface que equilibre funcionalidade e estética, a escolha adequada de elementos gráficos para evitar sobrecarga de informações e garantir a clareza, e a necessidade de personalizar os dashboards para diferentes níveis de usuários e contextos de uso”. Este desafio se correlaciona perfeitamente com a complexidade inerente ao design de dashboards cívicos: como criar uma ferramenta que seja simultaneamente poderosa o suficiente para usuários avançados e acessível o suficiente para cidadãos comuns, sem que uma necessidade comprometa a outra?

A recorrência deste tipo de desafio na literatura especializada (SANTORO; SPIEGEL; JÚNIOR, 2024) evidencia que encontrar esse equilíbrio não é uma questão de preferência pessoal do designer, mas sim uma necessidade fundamental identificada consistentemente pela pesquisa acadêmica. Isso reforça a importância de adotar processos de design baseados em evidências, que considerem tanto as capacidades técnicas da plataforma quanto as necessidades reais dos usuários finais.

Para além desta questão de adequação ao público, (BACH et al., 2022) introduzem uma perspectiva que revoluciona nossa compreensão do papel dos dashboards. Os autores propõem que dashboards funcionam como “tradutores, não apenas como espelhos, definindo as formas e parâmetros de como os dados são comunicados e, assim, o que o usuário pode ver e com o que pode se envolver”. Esta frase é interessante: assim como um tradutor deve considerar não apenas a precisão técnica, mas também o contexto cultural e as capacidades de compreensão do receptor, um dashboard eficaz deve mediar entre a complexidade técnica dos dados e as necessidades práticas dos usuários.

Complementando esta visão, (ZHUANG; CONCANNON; MANLEY, 2022) expandem o conceito ao caracterizar os dashboards modernos como “sistemas de informação visual”, isto é, interfaces que vão muito além da apresentação superficial de dados. Embora pareçam simples na superfície, por dentro “eles representam sistemas complexos que interagem com ou incorporam arquiteturas de armazenamento de dados, algoritmos de ponta para gerenciamento de consultas, recuperação de informações e visualização, bem como um conjunto de recursos orientados ao usuário que fornecem flexibilidade através da personalização e adaptação a vários contextos profissionais”.

Esta compreensão sistêmica é crucial para o desenvolvimento de dashboards cívicos eficazes. Não basta criar uma interface bonita; é preciso pensar em toda a arquitetura de dados por trás, nos padrões de como as pessoas acessam informações, e nos contextos específicos onde essa informação será usada. Um dashboard destinado a cidadãos maranhenses, por exemplo, precisa considerar não apenas aspectos técnicos, mas também fatores culturais, educacionais e de acesso à tecnologia específicos dessa

população.

Por fim, (FARD, 2021) oferecem uma perspectiva valiosa sobre o que separa dashboards excepcionais de apenas adequados. A diferença fundamental não está na sofisticação visual ou na quantidade de recursos disponíveis, mas na qualidade do processo de design. Um dashboard ótimo resulta de entender verdadeiramente quem são os usuários, quais são suas necessidades reais, e como eles realmente usam a informação no seu dia a dia. Isso exige pesquisa com usuários, prototipagem, testes e refinamentos contínuos, ou seja, um processo que coloca o usuário no centro de cada decisão de design.

Esta seção evidenciou que dashboards cívicos constituem ferramentas de comunicação que vão muito além da simples apresentação visual de dados. Eles funcionam como pontes entre o governo e os cidadãos, traduzindo informações complexas em algo que as pessoas podem realmente entender e usar. Quando bem projetados, esses dashboards têm o poder de mudar a forma como os cidadãos se conectam com as informações do governo, criando uma base mais sólida para a participação cívica informada.

2.2 Princípios e Desafios do Design de Dashboards

Quando pesquisadores analisam dashboards que realmente funcionam bem, alguns padrões começam a emergir. (BACH et al., 2022) chegaram a essas conclusões depois de estudar 144 dashboards diferentes e trabalhar diretamente com designers experientes em workshops práticos. O que eles descobriram é que certas abordagens aparecem repetidamente nos designs mais eficazes: evitar sobrecarregar a tela com informações desnecessárias, criar hierarquias visuais que guiem naturalmente o olhar do usuário, usar espaço em branco como um elemento ativo de design, e manter consistência nas convenções visuais.

Mas aqui é onde as coisas ficam interessantes: aplicar esses princípios na prática raramente é simples ou direto. Um dos debates mais fascinantes na área gira em torno de uma questão aparentemente básica: quando simplificar e quando não simplificar um dashboard.

2.2.1 O Paradoxo da Simplificação: Decluttering versus Funcionalidade

A ideia de “decluttering”, entendida como a limpeza da interface por meio da remoção de elementos aparentemente desnecessários, tornou-se uma abordagem amplamente aceita no design de interfaces. No entanto, o princípio “menos é mais” é aplicado com tanta frequência que às vezes esquecemos de questionar se realmente se aplica a todas as situações. (FARD, 2021) traz uma perspectiva que enriquece

essa visão, mostrando que simplificar pode ser tanto a melhor quanto a pior decisão, dependendo de quem vai usar o dashboard e para quê.

Para entender essa complexidade, vamos olhar para dois exemplos que não poderiam ser mais diferentes. A Figura 7 mostra o que muita gente chamaria de dashboard “sobrecarregado”.



Figura 7 – Dashboard financeiro complexo, com alta densidade informacional

Fonte – (FARD, 2021)

À primeira vista, essa tela pode parecer intimidante do ponto de vista do design. Tem gráficos de velas, linhas de tendência, dados de volume, indicadores coloridos, listas de ativos, calendário de eventos econômicos, tudo disputando espaço na mesma tela. Para alguém que nunca mexeu com investimentos, isso pode ser genuinamente confuso.

Agora compare com a Figura 8, que representa o extremo oposto.

Este segundo dashboard é visualmente mais limpo, usa cores vibrantes, mostrando poucas informações por vez, criando uma hierarquia visual clara. Mas aqui surge uma questão interessante: qual dos dois é realmente mais eficaz? (FARD, 2021) faz uma observação importante sobre o dashboard financeiro complexo. Apesar de toda sua aparente densidade visual, as pessoas que realmente precisam usar esse tipo de ferramenta (traders, analistas, gestores de investimento) conseguem trabalhar de forma muito mais eficiente com todas essas informações disponíveis ao mesmo tempo. Como ele coloca: esconder essas informações só vai gerar “cliques desnecessários e atrito excessivo”.

O dashboard da Figura 8 é um exemplo perfeito desse paradoxo. Por mais limpo que pareça, ele cria problemas de interpretação que não são óbvios à primeira vista. Pegue o gráfico principal: ele está tentando mostrar a relação entre avaliações de clientes e ganhos financeiros na mesma visualização, mas não explica como essas duas coisas se conectam. São medidas nas mesmas unidades? Os ganhos são por hora, por projeto, por mês? As avaliações seguem qual escala? Sem essas informações básicas, o usuário fica confuso tentando entender o que aquelas curvas realmente significam.

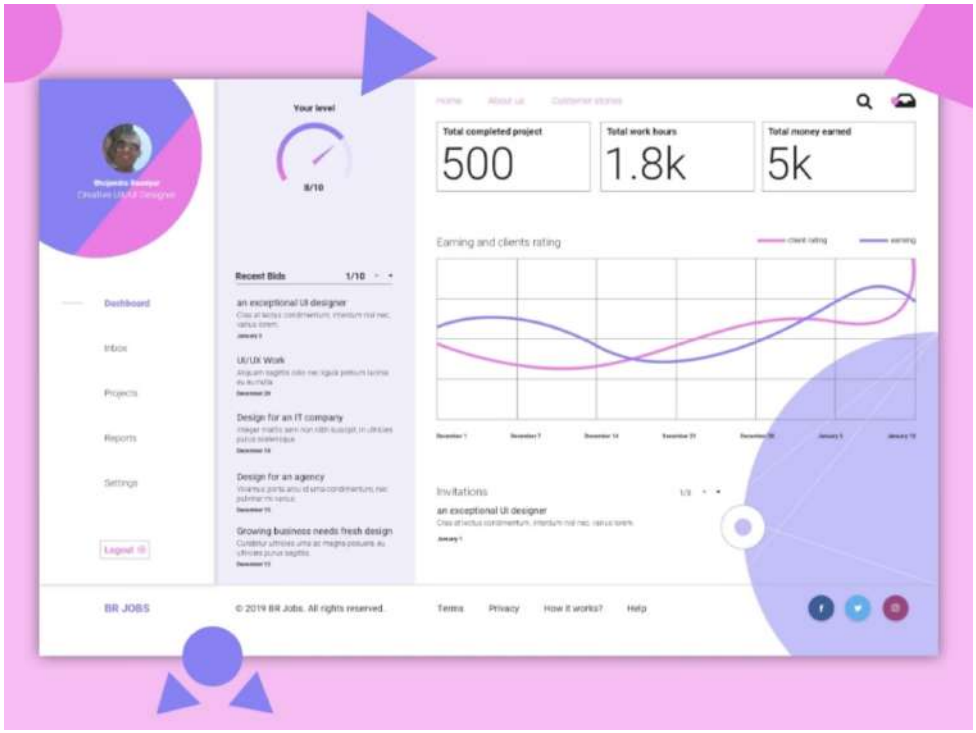


Figura 8 – Dashboard pessoal simplificado, priorizando clareza visual e elementos decorativos

Fonte – (FARD, 2021)

Na mesma esfera acontece com os números maiores: 500 projetos completos, 1.8k horas de trabalho, 5k de ganhos. Eles parecem importantes, mas importantes comparados com o quê? É um bom resultado? Como está em relação ao mês passado, ou ao mesmo período do ano anterior? Sem esse contexto, os números ficam meio vazios, pois uma pessoa até consegue lê-los, mas não consegue realmente entendê-los.

É aqui que entra uma reflexão importante que surgiu dos workshops de (BACH et al., 2022). Um dos participantes fez esta interessante observação: “se você tentar simplificar [seu design] demais, corre o risco de impor sua própria história”. Pense no que isso significa: quando um designer decide remover informações de um dashboard, ele está essencialmente escolhendo qual história os dados vão contar. Uma simplificação excessiva pode acabar ocultando aspectos importantes, criando uma

versão editada da realidade que reflete mais as suposições do designer do que as necessidades reais dos usuários.

Esta questão da "história imposta" pelo designer nos leva a uma reflexão mais ampla sobre a comunicação através de dados, uma habilidade fundamental que transcende qualquer área específica. A capacidade de transmitir informações de forma clara e compreensível é essencial para qualquer profissional, desde professores e facilitadores até advogados e gestores públicos. Como observa (MARTINS, 2023), essa prática não se restringe apenas a profissões que utilizam a comunicação verbal como ferramenta principal. Um médico, por exemplo, precisa saber como comunicar à família de um paciente uma possível mudança no tratamento, pois sem o devido cuidado na comunicação, ele pode ser mal interpretado e assustar a família desnecessariamente.

O mesmo acontece na área de dados e, especificamente, no design de dashboards. A narrativa dos dados torna-se tão importante quanto os próprios dados, análises e estatísticas apresentados. Como questiona (MARTINS, 2023): "no mundo de hoje, do que adianta você ter uma informação e não ser capaz de passá-la para frente?". Esta indagação ressoa profundamente no contexto da participação cidadã: de que vale a transparência governamental se os dados disponibilizados permanecem incompreensíveis para o cidadão comum? Um dashboard cívico eficaz deve funcionar como uma ponte comunicativa, tornando possível que informações complexas sobre gestão pública sejam não apenas acessadas, mas verdadeiramente compreendidas pela população.

Nesse contexto, a definição precisa do público-alvo emerge como elemento fundamental do processo de design. Como destaca (MARTINS, 2023), "dependendo desse público você deve mudar o seu comportamento, os símbolos e representações que serão utilizadas". Para dashboards cívicos voltados ao cidadão maranhense, isso implica considerar não apenas diferentes níveis de familiaridade com tecnologia, mas também contextos educacionais, socioeconômicos e culturais específicos da região. A narrativa dos dados deve ser construída de forma a respeitar e incorporar essas particularidades, garantindo que a comunicação seja genuinamente eficaz para promover o engajamento cívico local.

Diante desses desafios complexos entre simplicidade e funcionalidade, uma abordagem prática emerge dos workshops conduzidos por (BACH et al., 2022). Um dos participantes ofereceu esta orientação valiosa:

> Comece com designs simples que destacam apenas os dados mais importantes, depois adicione a isso conforme você avança; isso ajudará a evitar simplesmente colocar tudo que você pode no dashboard, mantendo-o focado.

Esta estratégia oferece uma síntese equilibrada do paradoxo discutido: em

vez de tentar resolver de uma só vez o desafio entre “menos é mais” e “informação suficiente”, a abordagem incremental permite que o designer teste e valide cada adição de complexidade com usuários reais.

Para dashboards cívicos, essa metodologia se torna especialmente relevante. Começar com visualizações fundamentais, como gráficos de barras mostrando orçamento municipal, linhas temporais de indicadores de saúde, mapas básicos de investimentos por região, permite estabelecer uma base sólida de compreensão. Apenas depois de confirmar que essas informações essenciais são claras e acessíveis aos cidadãos, o designer pode considerar adicionar camadas de detalhamento ou funcionalidades mais avançadas. Dessa forma, o processo de design se torna uma construção cuidadosa de confiança e competência, tanto do lado do usuário quanto do sistema, evitando o risco de sobrecarregar ou afastar aqueles que mais se beneficiariam do acesso democratizado à informação pública.

2.2.2 A Escolha Estratégica de Elementos Visuais

Ao projetar um dashboard, os designers se deparam com um universo extenso de possibilidades visuais. A Figura 9 ilustra essa diversidade, apresentando desde os familiares gráficos de pizza e barras até visualizações mais sofisticadas como diagramas de radar, gráficos de árvore e mapas mentais.

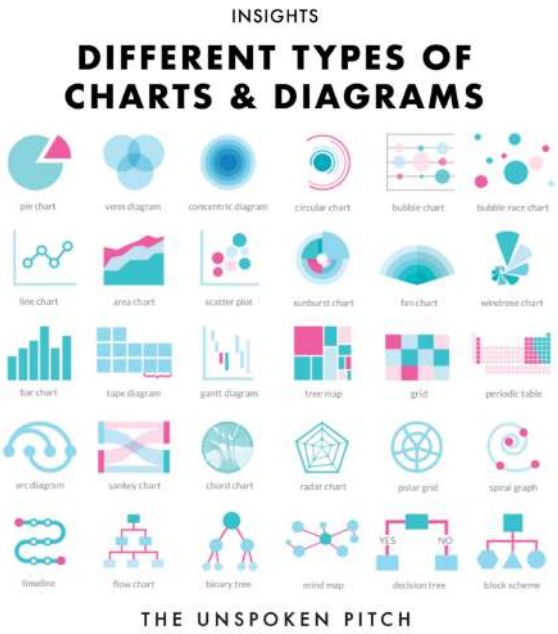


Figura 9 – Universo de tipos de gráficos e diagramas disponíveis para visualização de dados

Fonte – (FARD, 2021)

Diante dessa variedade, uma questão fundamental se coloca: qual gráfico é mais “fácil” de entender? A resposta, como observa (FARD, 2021), é que isso realmente depende dos usuários. Um gráfico sunburst pode parecer visualmente impressionante, mas será tão claro e transparente quanto um simples gráfico de pizza? Talvez sim, talvez não, pois essa avaliação depende inteiramente de quem vai interpretar a informação. Além dos tipos de gráficos em si, questões como cores, suas conotações semânticas e diversos outros elementos adicionam camadas de complexidade ao design de visualizações em dashboards.

Essa reflexão é particularmente relevante quando o público-alvo é composto por cidadãos sem formação técnica em análise de dados. Em um contexto corporativo, pode-se assumir que analistas e gestores possuem familiaridade com representações visuais mais sofisticadas, tornando aceitável o uso de gráficos como scatter plots. Contudo, quando o objetivo é democratizar o acesso à informação pública, cada camada de complexidade visual adicionada pode representar uma barreira que exclui parcelas significativas da população. Nesse sentido, a seleção do tipo de gráfico deixa de ser uma decisão meramente técnica e passa a ser uma decisão com implicações diretas sobre a inclusão ou exclusão de cidadãos no processo de controle social.

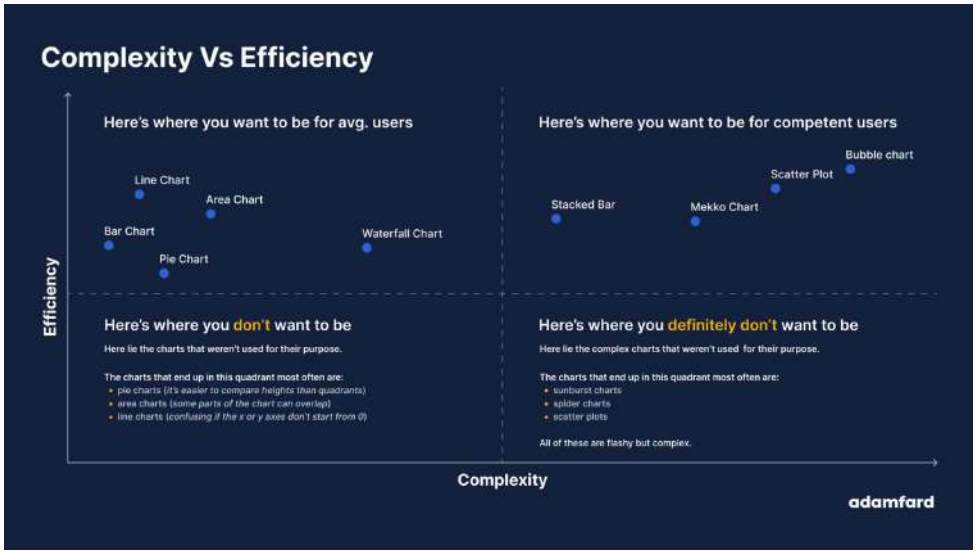


Figura 10 – Matriz de complexidade versus eficiência para seleção de tipos de gráficos em dashboards

Fonte – (FARD, 2021)

Decidir qual tipo de gráfico usar em um dashboard não é, portanto, apenas uma questão de preferência estética; cada escolha carrega implicações sobre quem conseguirá entender a informação. (FARD, 2021) desenvolveu uma ferramenta muito útil para navegar essas decisões: uma matriz que cruza complexidade com eficiência. Essa ferramenta permite ao designer avaliar, de forma sistemática, se a visualização escolhida está de fato servindo ao seu propósito comunicativo ou se está introduzindo

complexidade desnecessária que prejudica a compreensão do usuário final. Em vez de confiar apenas na intuição ou na preferência pessoal, o designer passa a dispor de um referencial analítico para fundamentar suas escolhas.

O objetivo é encontrar o "ponto ideal": máxima eficiência com mínima complexidade, representado pelo quadrante superior esquerdo. Gráficos de barras, linhas e áreas habitam essa zona porque conseguem comunicar informações complexas de forma eficaz, mantendo-se acessíveis. Conforme nos movemos para a direita na matriz, adentrando território de maior complexidade, os gráficos passam a exigir conhecimento mais específico dos usuários. Visualizações como gráficos de bolhas ou mekko charts podem ser extraordinariamente informativos, mas apenas para audiências que já possuem familiaridade com essas representações. Para dashboards cívicos voltados ao cidadão comum, isso significa que deve-se considerar cuidadosamente antes de utilizar qualquer elemento visual além dos gráficos mais fundamentais, a menos que se tenha evidências sólidas de que o público conseguirá interpretar corretamente essas representações mais sofisticadas. Esta matriz revela também os perigos dos quadrantes inferiores. O quadrante inferior esquerdo representa gráficos que, apesar de simples, não cumprem adequadamente seu propósito comunicativo. O quadrante inferior direito é ainda mais problemático: abriga visualizações complexas que falham em sua função, criando confusão em vez de clareza. No contexto cívico, cair nesses quadrantes significa não apenas desperdiçar uma oportunidade de engajamento, mas potencialmente afastar cidadãos que poderiam se beneficiar das informações públicas disponíveis.

2.2.3 A Semântica das Cores e suas Implicações

As cores em dashboards carregam significados que vão muito além da aparência; elas comunicam mensagens, às vezes sem que percebamos conscientemente. Essa dimensão comunicativa da cor está profundamente enraizada na experiência humana. Desde os primeiros anos de vida, o ser humano aprende a associar determinadas cores a determinados contextos: o vermelho dos sinais de alerta, o verde das passagens permitidas, o amarelo que demanda cautela. Essas associações, reforçadas ao longo de décadas por convenções culturais, sinalização urbana e interfaces digitais, tornam-se respostas automáticas que precedem qualquer análise racional. Quando um designer escolhe uma paleta cromática para representar dados em um dashboard, ele está, portanto, ativando um sistema de significação que opera de forma inconsciente no observador.

Essa carga semântica das cores representa um fator crítico no design de visualizações de dados. Uma escolha aparentemente trivial, como optar entre vermelho ou azul para representar um grupo de dados, pode alterar fundamentalmente a narrativa

que o usuário constrói a partir da informação apresentada. O problema se agrava quando consideramos que muitos dashboards públicos são projetados por profissionais de tecnologia ou gestão que podem não estar plenamente conscientes dessas implicações perceptuais, resultando em escolhas cromáticas que distorcem involuntariamente a leitura dos dados.

(FARD, 2021) demonstra isso através de um exemplo sobre como a mesma informação pode ser interpretada de forma completamente diferente apenas mudando as cores escolhidas.

A Figura 11 apresenta uma comparação direta entre duas abordagens de cores para os mesmos dados de performance em matemática.



Figura 11 – Comparação entre o uso de cores neutras e cores semanticamente carregadas na visualização de performance em matemática

Fonte – (FARD, 2021)

O gráfico da esquerda utiliza a combinação vermelho e verde, uma escolha que carrega implicações semânticas profundas em nossa cultura. Quando observa-se dados representados nessas cores, especialmente em contextos de performance ou avaliação, a mente humana automaticamente processa vermelho como “ruim” e verde como “bom”. Isso acontece antes mesmo de o observador olhar para os números reais. No contexto educacional apresentado, existe o risco de que observadores assumam automaticamente que a Classe A (representada em vermelho) está tendo dificuldades acadêmicas, mesmo que os dados reais não suportem necessariamente essa interpretação.

O gráfico da direita apresenta os mesmos dados utilizando azul e verde, uma combinação muito mais neutra. Aqui, as cores funcionam principalmente como dife-

renciadores visuais, permitindo que o usuário foque nos padrões reais dos dados: a distribuição dos pontos, a progressão ao longo do tempo, as diferenças quantitativas entre as classes. A ausência da carga semântica do vermelho permite uma interpretação mais objetiva das informações.

Esse contraste evidencia uma tensão fundamental no design de visualizações: a mesma função técnica, que é distinguir dois conjuntos de dados, pode ser desempenhada por combinações cromáticas que produzem experiências cognitivas radicalmente diferentes. No primeiro caso, a cor antecipa um julgamento de valor; no segundo, ela simplesmente organiza a informação. Essa distinção é particularmente relevante quando os dados representam pessoas (alunos, turmas, escolas), pois o viés cromático pode traduzir-se em rótulos implícitos que afetam a percepção sobre o desempenho de grupos inteiros. Um professor ou gestor que visualiza repetidamente uma turma associada ao vermelho pode, ao longo do tempo, internalizar uma percepção negativa sobre aquele grupo, mesmo que os indicadores numéricos sejam equivalentes ou até favoráveis.

Em contraste, a Figura 12 apresenta os mesmos dados utilizando uma estratégia cromática semanticamente carregada.

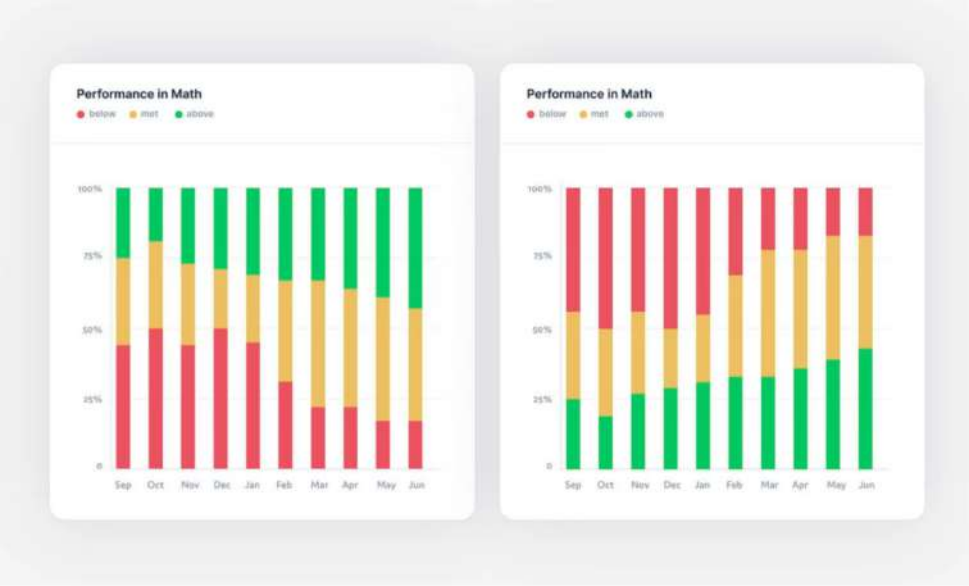


Figura 12 – Exemplo de como a escolha cromática pode influenciar a interpretação de dados de performance acadêmica

Fonte – (FARD, 2021)

A diferença na experiência de interpretação é imediata e marcante. O uso do vermelho para representar performance “below” transforma completamente como os dados são percebidos. No gráfico de barras empilhadas, o vermelho não apenas identifica uma categoria, mas também comunica urgência, problema, algo que demanda

atenção. Esta não é uma reação consciente ou racional; é uma resposta automática baseada em décadas de condicionamento cultural onde vermelho significa perigo, erro.

Pense, por exemplo, em como o ser humano reage a uma placa de PARE vermelha no trânsito. Não é preciso ler a palavra ou refletir sobre seu significado, pois a cor vermelha, por si só, já ativa uma resposta imediata de cautela e parada. Esse mesmo condicionamento, desenvolvido desde a infância através de semáforos, placas de perigo, alertas de emergência, se estende para qualquer contexto onde é encontrado a cor vermelha. Quando se aplica vermelho a dados de performance acadêmica, o designer estará involuntariamente ativando essas mesmas associações automáticas de perigo e problema, mesmo que os números não justifiquem tal interpretação.

O impacto vai além da percepção individual. Quando um gestor escolar olha para esses dados, a reação emocional inicial, seja de tranquilidade com as cores neutras ou de preocupação com o vermelho, pode influenciar decisões importantes sobre alocação de recursos, políticas de apoio aos alunos, ou comunicação com pais e comunidade. A mesma informação, apresentada de forma diferente, pode levar a interpretações e ações completamente distintas.

No contexto específico de dashboards cívicos, essa questão se torna ainda mais sensível. Informações sobre indicadores de saúde pública, segurança urbana ou desempenho econômico municipal podem ser percebidas de forma alarmista ou tranquilizadora dependendo das escolhas cromáticas empregadas. Um dashboard que apresenta dados de criminalidade em tons de vermelho intenso pode gerar pânico desnecessário, enquanto o uso de cores mais neutras permite uma análise mais equilibrada dos mesmos números. A responsabilidade do designer, portanto, estende-se para além da clareza visual, alcançando a dimensão ética de como as informações públicas são emocionalmente enquadradas para os cidadãos.

2.2.4 Evidências Empíricas dos Riscos de Má Interpretação

Todos esses cuidados teóricos ganham uma relevância muito concreta quando observamos evidências empíricas dos problemas que podem emergir na prática. A reflexão de Frank Chimero captura essa realidade de forma precisa: “People ignore design that ignores people” (FARD, 2021). Isso sugere que dashboards que não consideram adequadamente as capacidades e limitações de seus usuários podem comprometer significativamente sua eficácia comunicativa, limitando o potencial de democratização do acesso à informação. Fazendo o paralelo com a citação prévia, o estudo de (NIMBARTE; SMITH; GOPALAKRISHNAN, 2024) oferece um exemplo de como pequenas decisões de design podem levar a interpretações equivocadas, mesmo entre pessoas com formação técnica.

Neste experimento, os pesquisadores perguntaram qual medidor de gás teve

maior consumo em fevereiro. Parece uma pergunta simples, olhando para um gráfico (Figura 13) que também parece simples. Mas 32% dos participantes erraram a resposta. O problema foi que as barras laranja (Medidor 2) ficam visualmente “em cima” das azuis na visualização empilhada, criando uma impressão de que o laranja representa valores maiores, quando na verdade o azul (Medidor 1) tinha os totais maiores.

O aspecto mais significativo deste resultado é que os participantes não eram pessoas sem experiência prévia com dados. Tratava-se de estudantes com treinamento técnico, familiarizados com análise de dados de energia. Quando se observa que mesmo indivíduos com essa formação podem encontrar dificuldades de interpretação em visualizações relativamente diretas, fazendo o paralelo com a proposta do trabalho, isso evidencia os desafios substancialmente maiores que cidadãos sem formação técnica específica enfrentam ao tentar compreender informações sobre orçamento municipal, estatísticas de saúde pública ou indicadores educacionais.

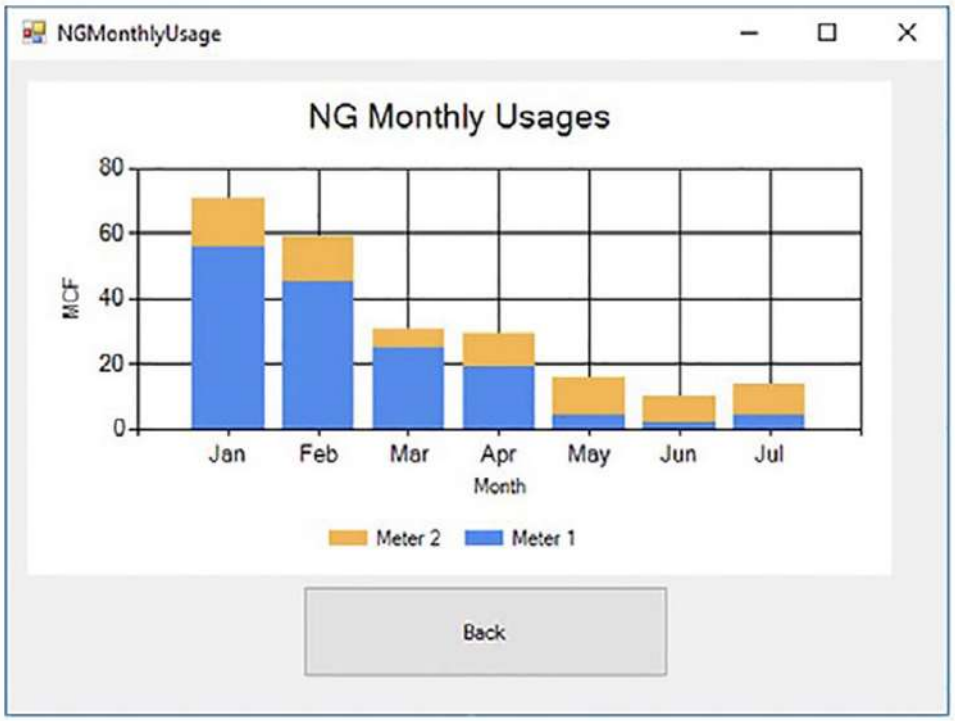


Figura 13 – Gráfico de barras empilhadas que resultou em 32% de interpretações incorretas pelos usuários

Fonte – (NIMBARTE; SMITH; GOPALAKRISHNAN, 2024)

Essa constatação reforça um ponto crucial: no contexto de dashboards cívicos, erros de interpretação têm consequências que vão além do usuário individual, podem influenciar como comunidades inteiras compreendem e reagem a políticas públicas. Se estudantes com formação técnica enfrentam dificuldades, o desafio de comunicar efetivamente com cidadãos comuns torna-se ainda mais crítico. Isso coloca a definição precisa do público-alvo no centro do processo de design, não como uma consideração

secundária, mas como o fundamento sobre o qual todas as outras decisões devem ser construídas.

O que aprende-se com tudo isso é que um design eficaz de dashboards vai muito além de aplicar uma lista de boas práticas. Requer entender profundamente quem são os usuários, como eles pensam, quais são suas limitações naturais, e qual será o impacto real das informações que estão sendo apresentadas. Requer também humildade para testar essas suposições com usuários reais, porque mesmo designers experientes podem cometer erros que só se tornam evidentes quando pessoas de verdade tentam usar essas soluções.

2.3 Gêneros e Padrões de Design em Dashboards

Para além dos desafios de design discutidos anteriormente, é fundamental compreender que o termo “dashboard” não representa um conceito monolítico. A vasta gama de soluções existentes no mercado e na literatura acadêmica revela uma diversidade de formatos, cada um com propósitos, características e públicos-alvo distintos. Reconhecendo essa heterogeneidade, (BACH et al., 2022) propõem uma categorização sistemática através do conceito de “gêneros” de dashboards, oferecendo uma abordagem conceitual para compreender e navegar essa complexidade.

Esta taxonomia identifica seis gêneros principais: Estático (Static), Analítico (Analytic), Revista (Magazine), Infográfico (Infographic), Repositório (Repository) e Mini-Dashboard Embutido (Embedded Mini). Cada gênero representa uma abordagem distinta para equilibrar os elementos fundamentais do design de dashboards, incluindo a densidade informacional, o nível de interação, a organização espacial e as estratégias narrativas empregadas.

O gênero Estático refere-se à concepção tradicional de “dashboard” como uma exibição não-interativa de informações em página única, caracterizado por representações concisas como valores únicos, gráficos miniaturizados e indicadores visuais diretos. O gênero Analítico, por sua vez, corresponde ao que (BACH et al., 2022) descrevem como Faceted Analytic Display, oferecendo visualizações completas e interativas que permitem exploração detalhada de conjuntos de dados complexos através de múltiplas páginas. O gênero Revista incorpora elementos jornalísticos, integrando visualizações com textos narrativos que contextualizam e interpretam os dados apresentados. Um exemplo notável deste gênero é o COVID-19 tracker do The Economist, que oferece uma visão abrangente dos casos e mortes por COVID-19 na Europa, combinando tabelas, séries temporais, linhas de tendência e mapas intercalados com textos narrativos que respondem a tendências emergentes e efeitos da vacinação. O gênero Repositório funciona como uma coleção extensa de gráficos distribuídos em múltiplas páginas, priorizando o acesso a grandes volumes de informação sobre

economia de espaço. Exemplos incluem repositórios de instituições governamentais e acadêmicas, como Our-world-in-data ou Public Health Scotland, que disponibilizam extensas coleções de dados com metainformações detalhadas para transparência. O gênero Infográfico utiliza elementos visuais decorativos e narrativos para criar experiências mais envolventes e acessíveis. Finalmente, o gênero Mini-Dashboard Embutido representa soluções concisas integradas a outras aplicações, oferecendo visualizações resumidas com capacidade de expansão para análises mais detalhadas.

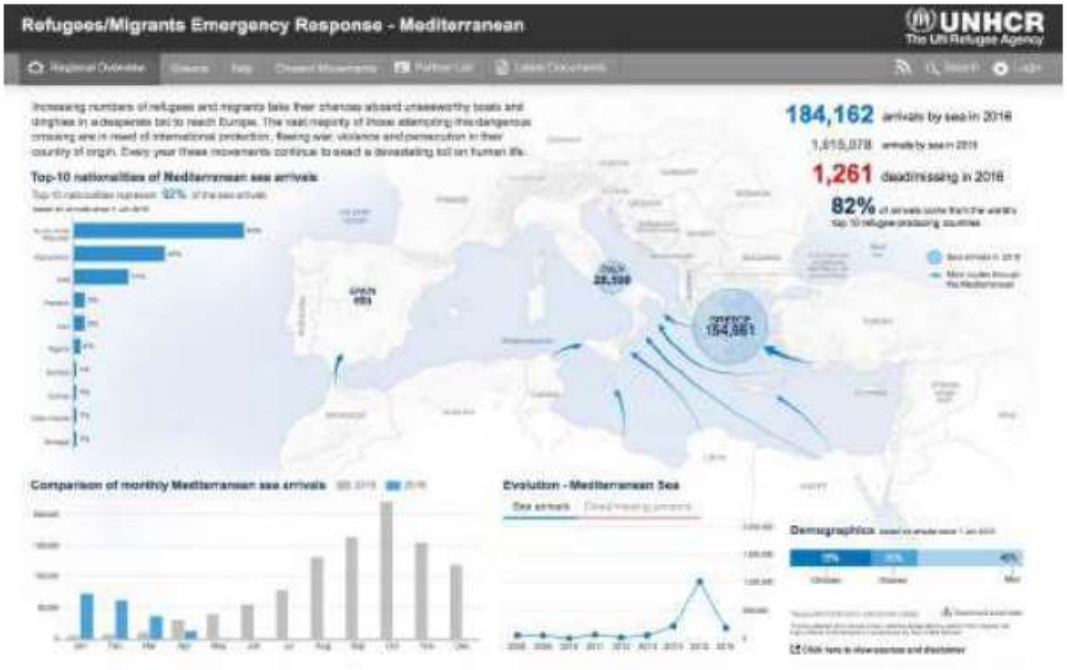


Figura 14 – Dashboard sobre refugiados do Mediterrâneo como exemplo do gênero Infográfico

Fonte – Adaptado de (BACH et al., 2022)

Para ilustrar a aplicação prática desses conceitos, a Figura 14 apresenta um excelente exemplo do gênero Infográfico. Este “dashboard” sobre a situação dos refugiados no Mediterrâneo mostra como é possível combinar elementos visuais, textos explicativos e detalhes gráficos de forma harmoniosa para contar uma história de maneira clara. A solução utiliza mapas, gráficos de barras, indicadores numéricos e elementos decorativos para contar uma história coesa sobre dados complexos acerca da migração. Trata-se de um “dashboard curado”, isto é, cuidadosamente selecionado, organizado e estruturado pelo designer, e “guiado pelo autor” (author-driven), onde cada elemento visual foi intencionalmente posicionado para comunicar uma mensagem específica ao espectador, conduzindo-o através de uma narrativa predefinida sobre os dados apresentados.

Este exemplo contrasta marcadamente com o gênero Analítico, que opera sob uma lógica fundamentalmente diferente. Enquanto o “dashboard” infográfico prioriza

a comunicação de insights específicos através de uma narrativa estruturada, característica da abordagem “guiada pelo autor” (author-driven), onde o designer define o caminho narrativo e conduz o usuário por uma história predefinida, o “dashboard” analítico funciona como uma “coleção de dados” (data collection) onde a descoberta é “guiada pelo leitor” (reader-driven), isto é, o usuário possui autonomia para explorar e descobrir insights por conta própria. No gênero analítico, os usuários possuem maior liberdade para explorar os dados conforme seus próprios interesses e necessidades, utilizando ferramentas interativas para filtrar, comparar e analisar informações de acordo com suas questões particulares. Esta distinção fundamental entre abordagens author-driven e reader-driven reflete diferentes filosofias de design e atende a contextos de uso distintos.

Considerando essas categorias e suas características, o “Dashboard Cívico” proposto neste trabalho busca ser uma solução híbrida orientada prioritariamente a cidadãos não especializados em gestão pública e em análise de dados, no recorte da Educação. Para esse público primário, privilegia-se a clareza visual, a linguagem acessível e estruturas narrativas inspiradas no gênero infográfico, com o objetivo de apoiar a compreensão de informações públicas educacionais. De forma complementar, a solução incorpora recursos de exploração típicos do gênero analítico, permitindo que usuários com maior familiaridade com dados aprofundem consultas específicas, sem que essas funcionalidades comprometam a compreensibilidade do conteúdo principal.

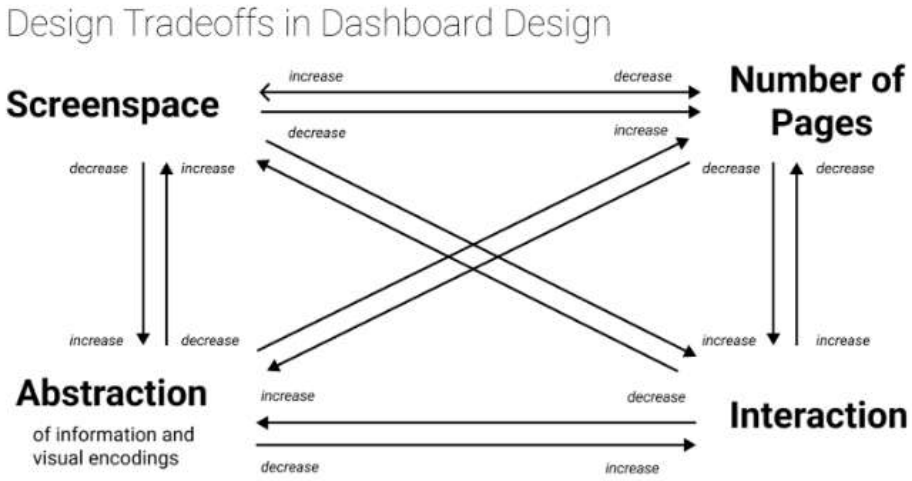


Figura 15 – Modelo de tradeoffs em design de dashboards: balanceamento entre espaço de tela, abstração, número de páginas e interação

Fonte – Adaptado de (BACH et al., 2022)

Para compreender as decisões de design envolvidas nessa hibridização, (BACH et al., 2022) propõem um modelo visual dos tradeoffs inerentes ao processo de design

de “dashboards”, ilustrado na Figura 15. Este modelo identifica quatro parâmetros principais que devem ser constantemente balanceados: Espaço de Tela (Screenspace), Abstração (Abstraction), Número de Páginas (Number of Pages) e Interação (Interaction). O modelo revela uma dinâmica interessante entre esses elementos, onde a redução de um parâmetro inevitavelmente exige o aumento de um ou mais dos outros parâmetros.

O parâmetro Espaço de Tela refere-se à quantidade de informação que pode ser exibida simultaneamente na interface, considerando as limitações físicas dos dispositivos de visualização. A Abstração diz respeito ao nível de simplificação aplicado aos dados e suas codificações visuais, determinando quanta informação detalhada é preservada ou omitida nas representações. Este processo de omissão, como discutido na subseção sobre o Paradoxo da Simplificação (Seção 2.2.1), nem sempre resulta em experiências positivas, especialmente quando a simplificação excessiva pode comprometer a clareza necessária para diferentes perfis de usuários. O Número de Páginas indica se o conteúdo será distribuído em múltiplas telas ou concentrado em uma única visualização. A Interação representa o grau de manipulação que os usuários podem exercer sobre os dados e visualizações, desde interfaces completamente estáticas até sistemas altamente interativos.

O papel do designer é negociar essas trocas de forma consciente e estratégica. Por exemplo, se o objetivo é minimizar o número de páginas para oferecer uma visão holística dos dados, será necessário aumentar a abstração (simplificando as representações), expandir o uso do espaço de tela (potencialmente criando interfaces mais densas) ou incrementar as opções de interação (permitindo que usuários acessem detalhes sob demanda). Similarmente, se a prioridade é reduzir a carga cognitiva através de menor abstração, mostrando dados mais detalhados, pode ser necessário distribuir o conteúdo em múltiplas páginas ou incorporar elementos interativos que permitam acesso progressivo à informação.

Esta compreensão dos tradeoffs torna-se especialmente relevante quando consideramos as diferenças entre público geral e usuários especializados. Como observam (BACH et al., 2022), usuários novatos ou casuais geralmente necessitam de maior orientação na forma de layouts claros e títulos explicativos, menor nível de interação, e informações mais abstratas apresentadas através de valores únicos e dados agregados. Em contraste, usuários experts possuem maior literacia em dados e requerem acesso a informações mais detalhadas para suas tomadas de decisão.

Para o contexto específico de um “Dashboard Cívico” direcionado ao cidadão comum, essas considerações orientam decisões fundamentais de design. Os tradeoffs devem favorecer layouts mais claros, minimizar a complexidade interativa para evitar sobrecarga cognitiva, e utilizar níveis apropriados de abstração que tornem informações

governamentais complexas genuinamente acessíveis sem sacrificar partes essenciais. As decisões de design do “Dashboard Cívico” proposto, no recorte de Educação, serão, portanto, sistematicamente guiadas pela necessidade de atender prioritariamente ao usuário não especializado. Busca-se garantir que a democratização do acesso à informação pública educacional seja efetivamente alcançada por meio de escolhas conscientes, justificadas e fundamentadas em princípios de design centrado no usuário e em diretrizes consolidadas da área de Interação Humano–Computador.

2.4 O Papel do Texto na Comunicação de Dashboards

Embora dashboards sejam frequentemente reconhecidos por seus elementos visuais impressionantes (gráficos coloridos, mapas interativos e indicadores dinâmicos), a clareza da comunicação muitas vezes consiste em um componente aparentemente simples, que muitas vezes é negligenciado, mas fundamental: o texto. (SAJID, 2024) apresenta uma perspectiva interessante ao demonstrar que, no design de interfaces de usuário, o domínio efetivo da tipografia representa o que ele denomina de princípio 80/20: um conjunto focado de esforços tipográficos (os 20%) é responsável por aproximadamente 80% do resultado percebido pelo usuário em termos de clareza, usabilidade e eficácia comunicacional.



Figura 16 – O princípio 80/20 aplicado à tipografia no design de interfaces

Fonte – Adaptado de (SAJID, 2024)

Como observado na Figura 16, este princípio, originalmente observado no contexto geral de interfaces digitais, revela-se particularmente relevante quando aplicado aos dashboards, que representam uma forma especializada e complexa de UI. A razão

para essa relevância está na natureza híbrida dos dashboards: eles não são apenas interfaces que permitem interação, mas também instrumentos de comunicação que devem transmitir insights complexos de forma instantaneamente compreensível. Nesse contexto, o texto não funciona meramente como um elemento decorativo, mas como a ponte que conecta dados brutos a significados práticos, transformando números abstratos em narrativas compreensíveis para o cidadão.

A aplicação efetiva desse "esforço focado" em dashboards não acontece de forma aleatória ou intuitiva. Pelo contrário, ela se materializa através da construção estruturada de uma hierarquia visual clara e consistente. (SULTANUM; SETLUR, 2024) demonstram, através de sua análise extensiva de 190 dashboards e entrevistas com 13 especialistas, que o uso estratégico de tamanho, peso, cor e posicionamento da fonte cria uma ordem de leitura intuitiva que guia naturalmente o olhar do usuário através da complexidade informacional, representando uma arquitetura cognitiva que determina como a informação será processada e compreendida.

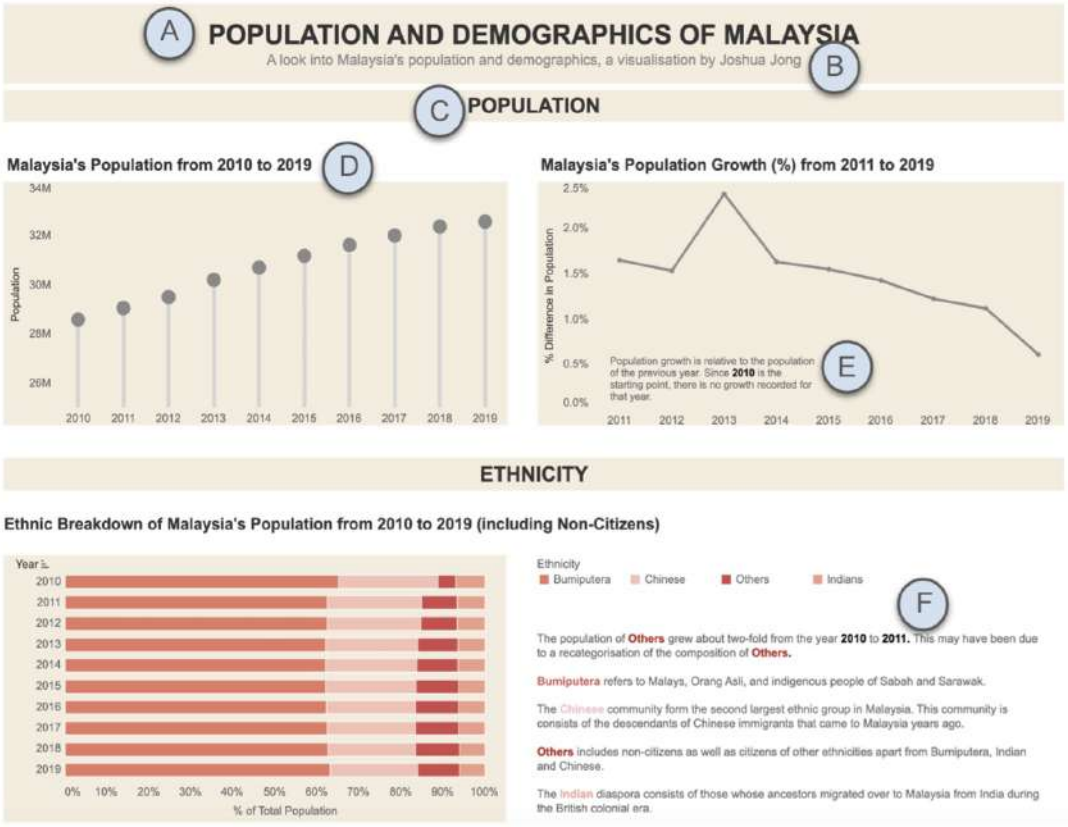


Figura 17 – Exemplo de hierarquia visual aplicada em dashboard de demografia

Fonte – Adaptado de (SULTANUM; SETLUR, 2024)

A Figura 17 ilustra como diferentes níveis hierárquicos operam em conjunto para criar uma experiência de leitura estruturada em um dashboard demográfico. No topo da hierarquia (marcado como A), o título principal "POPULATION AND DEMOGRAPHICS

OF MALAYSIA" estabelece imediatamente o contexto geral e o escopo geográfico dos dados apresentados. Este título utiliza tamanho e peso maiores, funcionando como uma âncora que orienta toda a interpretação posterior. Logo abaixo (B), um subtítulo em fonte menor oferece contexto adicional sobre a visualização e seu autor.

Os cabeçalhos de seção "POPULATION" (C) e "ETHNICITY" operam em um nível intermediário, segmentando visualmente o dashboard em áreas temáticas distintas e facilitando a navegação. Dentro de cada seção, títulos de gráficos específicos (D) como "Malaysia's Population from 2010 to 2019" fornecem orientação precisa sobre o conteúdo de cada visualização. As anotações contextuais (E e F), como a explicação sobre o crescimento populacional relativo ao ano anterior e as definições sobre categorias étnicas, utilizam fontes menores mas ainda legíveis, oferecendo camadas adicionais de informação sem competir visualmente com os elementos principais. Esta estrutura hierárquica cuidadosamente organizada respeita os padrões naturais de escaneamento visual, permitindo que usuários absorvam informações complexas de forma progressiva e organizada.

Todavia, a hierarquia visual representa apenas a estrutura superficial da comunicação textual em dashboards. Para compreender verdadeiramente como o texto transforma dados em conhecimento aplicável, é necessário examinar o conteúdo semântico que essa estrutura carrega. (SULTANUM; SETLUR, 2024) propõem um modelo particularmente esclarecedor ao adaptar o framework de quatro níveis semânticos para o contexto específico de dashboards interativos. Este modelo reconhece que a informação textual em dashboards opera em camadas distintas de abstração e significado, cada uma servindo a um propósito comunicacional específico.

A Figura 18 demonstra visualmente como esses níveis semânticos se manifestam em um dashboard real sobre demografia urbana de Nova York. Os marcadores visuais (Level 1, 2, 3 e 4) identificam claramente onde cada tipo de informação aparece na interface. O Nível 1 (Elemental) é exemplificado pelo título "Gender & Population Graph", que simplesmente identifica o que está sendo visualizado. O Nível 2 (Fato Estatístico) aparece na forma de valores concretos como o "17M Population". O Nível 3 (Perceptual/Cognitivo) se manifesta em textos interpretativos como "#1 Population In America", que sintetiza um insight comparativo complexo. O Nível 4 (Contextual/Domínio) surge nas explicações detalhadas sobre acomodação em Nova York, fornecendo contexto socioeconômico essencial para interpretação dos dados.

Transpondo este modelo para o contexto de dashboards cívicos brasileiros, cada nível desempenha um papel relevante na democratização da informação pública. O primeiro nível (Elemental) estabelece a fundação descritiva básica, como por exemplo o título de um card: "Taxa de Abandono Escolar no Ensino Fundamental". Este nível responde à pergunta fundamental "o que é isso?" e orienta o cidadão sobre o tipo de

informação que está prestes a consumir. O segundo nível (Fato Estatístico) apresenta os valores concretos e métricas específicas — “3,1%” destacado como o percentual de estudantes que abandonaram a escola no período analisado. Esses elementos fornecem a substância quantitativa essencial, mas, isoladamente, ainda podem carecer de um contexto interpretativo para o usuário não especializado.

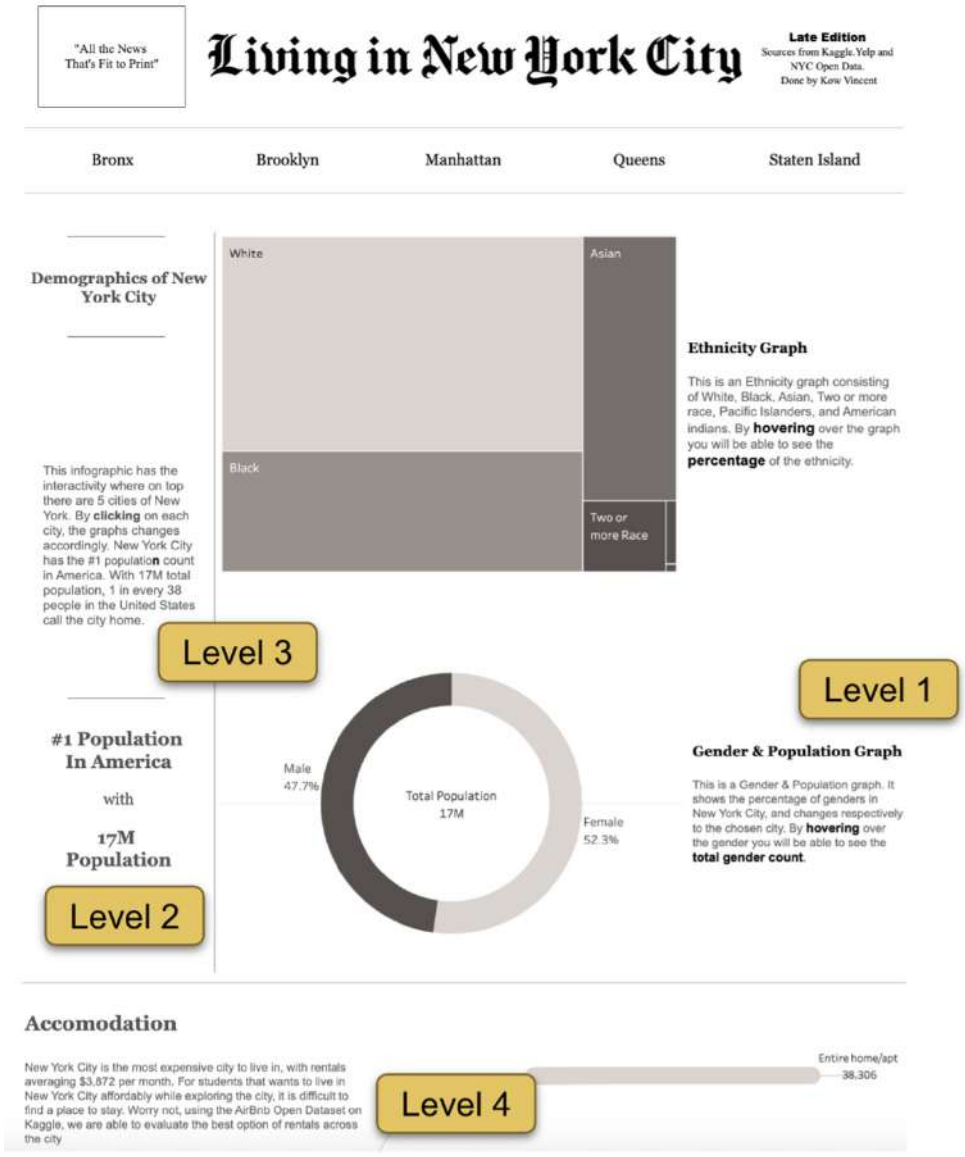


Figura 18 – Modelo de quatro níveis semânticos para comunicação textual em dashboards

Fonte – Adaptado de (SULTANUM; SETLUR, 2024)

O terceiro nível (Insight/Tendência) adiciona a camada crucial, transformando números isolados em padrões potencialmente significativos. Uma anotação como “queda de 0,8 ponto percentual em relação ao ano anterior” explicita a direção da mudança e favorece interpretações mais consistentes do que uma variação apresentada sem referência clara. É neste nível que os dados começam a contar uma história, pois

deixam de apenas registrar um valor pontual e passam a sugerir trajetória, comparação temporal e evolução do indicador, contribuindo para o acompanhamento de resultados e para a compreensão do desempenho educacional no município.

Contudo, é no quarto nível (Contexto Cívico — Insights de Domínio) que a verdadeira democratização da informação pública se concretiza. Este nível, frequentemente acessado por meio de interações como botões “Saiba Mais” ou ícones informativos, fornece o contexto explicativo essencial que transforma um indicador abstrato em conhecimento cívico relevante. Quando um cidadão interage com um card sobre “Taxa de Abandono Escolar no Ensino Fundamental” e acessa uma definição clara, como “Este percentual representa a proporção de estudantes matriculados no ensino fundamental da rede municipal que deixaram de frequentar a escola antes do encerramento do período letivo considerado, conforme os registros administrativos utilizados como fonte”, acompanhada de informações sobre a fonte dos dados e os critérios de apuração, ele não está apenas observando um número, mas compreendendo seu significado no contexto dos resultados educacionais do município. É esse nível que contribui para reduzir ambiguidades, sustentar interpretações mais consistentes e construir a confiança necessária para que o cidadão utilize a informação em discussões públicas, no acompanhamento de políticas educacionais ou em espaços de participação social relacionados à Educação.

A implementação prática desses níveis semânticos em dashboards cívicos, entretanto, enfrenta um dilema fundamental identificado por (SULTANUM; SETLUR, 2024): enquanto usuários consistentemente expressam preferência por textos ricos e explicativos que fornecem contexto profundo, a presença excessiva de texto na interface pode rapidamente levar à sobrecarga cognitiva, comprometendo a própria clareza que se busca alcançar. Este paradoxo é particularmente relevante em dashboards cívicos destinados ao cidadão comum, que geralmente possui tempo limitado e menor familiaridade com terminologia especializada ou visualizações complexas de dados. O desafio, portanto, é encontrar o equilíbrio entre fornecer contexto suficiente para tornar a informação compreensível e confiável, sem sobrecarregar a interface com excesso de informação técnica que poderia distanciar o público que se busca engajar.

A solução efetiva para este dilema reside na estratégia de “detalhes sob demanda” (details on demand), um princípio de design interativo que permite que a complexidade informacional seja revelada progressivamente conforme a necessidade e interesse do usuário. Tooltips customizados representam uma das implementações mais eficazes dessa estratégia, conforme demonstrado por (SULTANUM; SETLUR, 2024) em sua análise, onde 42% dos dashboards estudados utilizavam tooltips enriquecidos que vão além da simples exibição de valores numéricos.

A Figura 19 demonstra como tooltips bem projetados conseguem apresentar

múltiplas camadas de informação de forma compacta e eficiente. Neste exemplo, o tooltip combina dados estatísticos básicos (Nível 2) com análises mais elaboradas (Nível 3), mantendo a interface principal limpa. Quando o usuário passa o cursor sobre um elemento, o tooltip aparece como um complemento natural à visualização, oferecendo contexto adicional apenas para quem deseja se aprofundar. Essa estratégia é particularmente valiosa em dashboards cívicos: permite atender tanto o cidadão que busca uma visão geral rápida quanto aquele que precisa de informações mais detalhadas para fundamentar suas decisões ou participação em debates públicos.



Figura 19 – Implementação de tooltip enriquecido com múltiplos níveis semânticos

Fonte – Adaptado de (SULTANUM; SETLUR, 2024)

A implementação cuidadosa desses princípios textuais em dashboards cívicos transcende questões puramente técnicas ou estéticas. Cada decisão sobre hierarquia tipográfica, cada escolha sobre que informação revelar em que momento, cada formulação de texto explicativo representa uma decisão sobre como mediar a relação entre o cidadão e os dados públicos. Quando um dashboard municipal escolhe destacar visualmente o gasto em educação por aluno em vez do valor absoluto, ou quando opta por escolher um gráfico de barras ao invés do gráfico de pizza, estas não são apenas decisões de design, mas escolhas que moldam fundamentalmente como os cidadãos compreendem e se engajam com a gestão pública.

O cuidado com hierarquia visual, clareza textual e carga cognitiva revela uma verdade fundamental: criar dashboards eficazes requer compreender profundamente como pessoas reais, com diferentes níveis de familiaridade tecnológica e conhecimento técnico, interpretam e processam informação visual em situações cotidianas. Um cidadão comum acessando dados sobre gastos públicos municipais em seu celular durante o intervalo do trabalho tem limitações reais de tempo, atenção e, muitas vezes, conhecimento técnico para interpretar visualizações complexas. Diferentemente de especialistas ou analistas, esse cidadão precisa que a informação seja imediatamente compreensível, sem exigir treinamento prévio ou conhecimento especializado. Essas características não são obstáculos a serem contornados, mas o ponto de partida

fundamental para o design: a informação pública só é verdadeiramente democrática quando é acessível ao cidadão comum, não apenas a especialistas. É por isso que os princípios de Interação Humano–Computador (IHC) e Experiência do Usuário (UX) não podem ser tratados como etapas finais de refinamento, mas devem fundamentar cada decisão de design desde o início do projeto. A próxima seção examina como esses campos do conhecimento, com suas décadas de pesquisa sobre percepção visual, processamento cognitivo e padrões de interação, fornecem as ferramentas conceituais e práticas necessárias para transformar dados governamentais complexos em informação genuinamente democrática.

2.5 Interação Humano–Computador, Usabilidade e Experiência do Usuário

2.5.1 Interação Humano–Computador (IHC): conceito e relevância

A Interação Humano–Computador (IHC) é o campo de estudo que se dedica a entender como as pessoas utilizam sistemas computacionais, e como projetar esses sistemas para que sejam mais fáceis e agradáveis de usar (ALMEIDA, 2025a). Em outras palavras, a IHC busca construir pontes entre a lógica das máquinas e as necessidades reais das pessoas que irão operá-las. Um conceito central nessa área é o de interface, que pode ser entendida como o espaço onde o usuário e o sistema se encontram (ALMEIDA, 2025a). A interface vai além daquilo que vemos na tela, como botões, menus e ícones. Ela inclui também os gestos que fazemos na tela, o modo como digitamos e clicamos, e qualquer outra forma pela qual nos comunicamos com a máquina. Para que essa comunicação funcione bem, a interface precisa ser pensada com foco na facilidade de uso, permitindo que qualquer pessoa consiga navegar e entender o sistema sem grandes dificuldades (ALMEIDA, 2025a).

Junto ao conceito de interface, existe o de interação, que se refere à troca contínua entre o usuário e o sistema (ALMEIDA, 2025a). Essa troca pode acontecer de diferentes formas: às vezes o usuário simplesmente clica em um botão para executar uma ação; outras vezes, ele arrasta e solta elementos pela tela; e há situações em que preenche formulários ou responde a perguntas do sistema. Cada uma dessas formas de interação possui características próprias e demanda cuidados específicos de design (ALMEIDA, 2025a).

Outro conceito importante é o de affordance, que diz respeito às pistas visuais que indicam como algo deve ser utilizado (ALMEIDA, 2025a). Um botão com sombra, por exemplo, sugere que pode ser pressionado. O símbolo de “X” comunica imediatamente a ideia de fechar, assim como o ícone de lixeira remete à ação de excluir. Quando essas pistas são bem projetadas, o usuário compreende intuitivamente o que fazer, sem precisar de instruções detalhadas (ALMEIDA, 2025a).

A importância da IHC fica ainda mais evidente quando pensamos em plataformas que serão utilizadas por públicos diversos. Ferramentas digitais voltadas ao cidadão comum, por exemplo, precisam atender desde pessoas com ampla experiência tecnológica até aquelas que raramente utilizam computadores. Nesses casos, aplicar os princípios da IHC deixa de ser apenas uma boa prática e torna-se uma necessidade para garantir que todos consigam utilizar a aplicação de forma autônoma e eficiente (ALMEIDA, 2025a).

2.5.2 Usabilidade: dimensões e implicações

Quando falamos em qualidade de um produto digital interativo, estamos nos referindo à sua capacidade de oferecer ao usuário uma experiência que funcione bem e seja satisfatória (ALMEIDA, 2025a). Entre os vários aspectos que compõem essa qualidade, a usabilidade merece atenção especial. De forma simples, uma aplicação tem boa usabilidade quando é fácil de aprender, rápida de usar e agradável de operar.

A primeira dimensão importante é o aprendizado. Um sistema bem projetado permite que pessoas que nunca o utilizaram antes consigam realizar tarefas básicas rapidamente, sem precisar de longos treinamentos ou manuais extensos (ALMEIDA, 2025a). A segunda dimensão é a eficiência. Depois que o usuário já conhece o sistema, ele deve conseguir realizar suas tarefas com agilidade, sem etapas desnecessárias ou caminhos confusos. Sistemas eficientes economizam tempo e aumentam a produtividade (ALMEIDA, 2025a).

A terceira dimensão refere-se aos erros. Todo sistema deve ser projetado para minimizar a chance de o usuário cometer enganos. Mas, quando erros acontecem (e eles sempre acontecem), o sistema precisa ajudar o usuário a entender o que deu errado e como corrigir a situação (ALMEIDA, 2025a). Por fim, há a dimensão da satisfação. Além de funcionar bem, o sistema deve proporcionar uma experiência agradável. Isso envolve aspectos visuais, emocionais e a sensação geral que o usuário tem ao interagir com o produto (ALMEIDA, 2025a). Os benefícios de se investir em usabilidade são concretos e mensuráveis. Sistemas mais fáceis de usar aumentam a produtividade, reduzem erros, diminuem a necessidade de treinamentos formais e geram menos demanda por suporte técnico (ALMEIDA, 2025a).

A mensuração dessas dimensões será detalhada na seção sobre testes de usabilidade e métricas, onde serão apresentados os instrumentos e indicadores que permitem avaliar objetivamente a qualidade de uso de sistemas interativos.

2.5.3 UX como ampliação da usabilidade

Conforme discutido na seção anterior, a usabilidade constitui um pilar fundamental para a qualidade de sistemas interativos. No entanto, existe um conceito ainda mais

abrangente que merece atenção: a experiência do usuário (UX). Embora usabilidade e UX sejam termos frequentemente usados como sinônimos, eles não significam exatamente a mesma coisa. A usabilidade, em seu sentido mais tradicional, preocupa-se principalmente em garantir que o usuário consiga realizar suas tarefas com sucesso. Já a experiência do usuário vai além: ela considera não apenas se a tarefa foi concluída, mas também como a pessoa se sentiu durante todo o processo: suas emoções, percepções e impressões gerais (TULLIS; ALBERT, 2013).

Segundo Tullis e Albert, pesquisadores renomados na área de Experiência do Usuário e Usabilidade, três elementos definem o que chamamos de experiência do usuário: primeiro, é necessário que exista um usuário envolvido; segundo, essa pessoa precisa estar interagindo com algum tipo de produto ou sistema que possua uma interface; terceiro, deve haver interesse em entender e medir o que acontece durante essa interação (TULLIS; ALBERT, 2013). Essa definição deixa claro que a UX não se limita ao funcionamento técnico do sistema; ela incorpora também aspectos subjetivos e emocionais da relação entre pessoa e produto.

Nessa visão mais ampla, a experiência do usuário envolve três aspectos interligados: a capacidade de completar aquilo que se deseja fazer (efetividade), o esforço necessário para fazê-lo (eficiência) e o quanto a pessoa se sente satisfeita durante o processo (satisfação) (TULLIS; ALBERT, 2013). Esses três aspectos dialogam diretamente com os princípios de qualidade da IHC, que também orienta o design de sistemas a partir da busca por eficiência, eficácia e satisfação do usuário (ALMEIDA, 2025a).

O que torna a UX um campo de estudo específico é justamente seu foco na experiência pessoal de quem utiliza o produto. As métricas de UX buscam capturar não apenas comportamentos observáveis, como cliques e tempo de execução, mas também atitudes e percepções subjetivas (TULLIS; ALBERT, 2013). Embora pessoas reajam de formas diferentes, a experiência do usuário pode ser avaliada de forma rigorosa desde que utilize métodos adequados. Conforme argumentam Tullis e Albert, qualquer aspecto da UX pode ser medido desde que seja possível observá-lo de alguma forma, direta ou indiretamente, e transformá-lo em números (TULLIS; ALBERT, 2013). Essa possibilidade de mensuração confere ao campo uma base sólida para orientar decisões de design com base em evidências concretas.

A importância da UX tem crescido à medida que as tecnologias se tornam mais complexas. Sistemas cada vez mais sofisticados passam a ser utilizados por públicos cada vez mais diversos. Nesse cenário, garantir uma boa experiência do usuário deixa de ser um diferencial e passa a ser uma necessidade, especialmente para evitar que a complexidade técnica se transforme em dificuldade de uso (TULLIS; ALBERT, 2013). A capacidade de medir a experiência do usuário torna-se, assim, ferramenta essencial

para desenvolver tecnologias que sejam ao mesmo tempo funcionais, fáceis de usar e envolventes.

Compreender a UX como uma ampliação da usabilidade muda a forma como projetistas olham para seus produtos. Se antes o foco estava apenas em métricas objetivas de desempenho, agora é preciso considerar também como o usuário se sente, quais impressões desenvolve sobre o produto e em que medida suas expectativas são atendidas. Essa visão mais completa é especialmente relevante quando o público-alvo é diversificado, situação em que não basta que o sistema funcione tecnicamente; ele precisa ser genuinamente acessível e satisfatório para pessoas com diferentes perfis e níveis de familiaridade com tecnologia. Compreendidos esses conceitos, cabe agora investigar como as pessoas efetivamente se comportam ao interagir com interfaces, comportamentos que frequentemente desafiam as expectativas de quem projeta sistemas.

2.6 Como usuários interagem com interfaces: clareza, varredura e tomada de decisão

Compreender como pessoas realmente utilizam interfaces digitais é fundamental para projetar sistemas que funcionem de forma eficaz. Embora seja tentador imaginar usuários atentos lendo cada palavra e avaliando cuidadosamente todas as opções disponíveis, a realidade observada em estudos de usabilidade mostra um cenário bem diferente. Steve Krug, especialista em usabilidade com décadas de experiência e autor de obras influentes como *Don't Make Me Think* e *Rocket Surgery Made Easy*, dedicou sua carreira a investigar esses padrões comportamentais e traduzi-los em princípios práticos de design. Suas observações revelam que usuários desenvolvem estratégias próprias para lidar com a abundância de informações na web, estratégias que frequentemente surpreendem quem projeta interfaces (KRUG, 2014).

2.6.1 Scanning (varredura) como padrão de leitura

Uma das descobertas mais consistentes em estudos de usabilidade é que usuários raramente leem páginas da web palavra por palavra. Em vez disso, eles realizam uma varredura visual, passando os olhos rapidamente pelo conteúdo em busca de elementos que pareçam relevantes para seus objetivos imediatos (KRUG, 2014). Esse comportamento não decorre de preguiça ou desatenção, mas de uma adaptação racional a um ambiente saturado de informações.

Na prática, isso significa que grande parte do conteúdo cuidadosamente redigido simplesmente não será lido. Os usuários procuram palavras-chave, títulos destacados e elementos visuais que sinalizem onde encontrar o que precisam. Quando a interface é bem projetada, essa varredura funciona: o usuário localiza rapidamente o caminho

para seu objetivo. Quando não é, ele pode abandonar a página ou seguir por caminhos equivocados sem sequer perceber que havia uma opção melhor disponível (KRUG, 2014).

Essa realidade tem implicações diretas para o design de interfaces. Elementos importantes precisam ser visualmente destacados. Hierarquias visuais claras ajudam o usuário a processar a página quase instantaneamente, identificando o que é principal e o que é secundário. Textos longos e densos, por outro lado, tendem a ser ignorados, não porque seu conteúdo seja irrelevante, mas porque a forma como são apresentados não corresponde ao modo como as pessoas realmente navegam (KRUG, 2014).

2.6.2 Satisficing: a escolha do “bom o suficiente”

Outro padrão comportamental relevante é o chamado *satisficing*, termo cunhado pelo economista Herbert Simon, que combina as palavras inglesas *satisfy* (satisfazer) e *suffice* (bastar). Em vez de analisar todas as opções disponíveis para encontrar a melhor, os usuários tendem a escolher a primeira alternativa que pareça razoavelmente adequada (KRUG, 2014).

Esse comportamento foi inicialmente estudado em contextos de tomada de decisão sob pressão, como o trabalho de bombeiros e pilotos. Pesquisadores observaram que, mesmo em situações de alta complexidade, profissionais experientes raramente comparavam alternativas de forma sistemática. Em vez disso, identificavam uma solução plausível, faziam uma verificação rápida de possíveis problemas e, não encontrando nenhum, seguiam em frente (KRUG, 2014). Na web, esse padrão se repete: diante de múltiplos links ou botões, o usuário clica no primeiro que pareça levar na direção certa.

Essa tendência se explica por razões práticas. Avaliar todas as opções de forma otimizada exige tempo e esforço cognitivo. Na maioria dos casos, o custo de uma escolha equivocada é baixo: basta clicar no botão de voltar e tentar novamente. Além disso, em interfaces mal projetadas, investir tempo analisando as alternativas frequentemente não melhora o resultado (KRUG, 2014).

Para quem projeta interfaces, isso significa que a rotulagem dos elementos precisa ser inequívoca. Quando um link ou botão deixa margem para dúvida, o usuário pode seguir por um caminho inadequado ou, pior, hesitar e perder a confiança na interface. Cada escolha deve parecer óbvia e natural, minimizando a necessidade de reflexão (KRUG, 2014).

2.6.3 Redução de ruído informacional

Se os usuários não leem tudo e escolhem rapidamente, então cada elemento presente na tela compete pela sua atenção limitada. O excesso de informações visuais e textuais não apenas dificulta a localização do que é importante; ele aumenta a carga cognitiva e pode afastar o usuário antes mesmo que ele encontre o que procurava (KRUG, 2014).

Krug propõe uma regra provocativa: elimine metade das palavras de cada página e, depois, elimine metade do que sobrou (KRUG, 2014). Embora a sugestão seja deliberadamente exagerada, ela aponta para um problema real. Muitas interfaces estão repletas de textos introdutórios que ninguém lê, instruções que poderiam ser substituídas por elementos autoexplicativos e informações redundantes que apenas adicionam ruído visual.

A limpeza visual, ou *decluttering*, produz benefícios imediatos. Ela reduz o esforço necessário para processar a página, destaca o conteúdo realmente útil e permite que o usuário veja mais informação de uma só vez, sem precisar rolar a tela (KRUG, 2014). Em interfaces voltadas a públicos diversos, essa simplicidade se torna ainda mais importante: menos elementos significam menos chances de confusão.

2.6.4 O Trunk Test como diagnóstico rápido de clareza

Para verificar se uma página comunica adequadamente suas informações essenciais, Krug propõe um teste simples e prático. A ideia é imaginar que o usuário foi deixado em uma página qualquer do site sem nenhum contexto prévio, como se tivesse sido vendado e transportado até ali. Nessa situação, a página deveria ser capaz de responder rapidamente a perguntas básicas: Em que site estou? Qual é o nome desta página? Quais são as principais seções do site? Quais são minhas opções neste nível? Onde estou dentro da estrutura do site? Como posso fazer uma busca? (KRUG, 2014)

O teste consiste em selecionar uma página ao acaso, observá-la de forma rápida e superficial, simulando a varredura que um usuário real faria, e verificar se esses elementos são imediatamente identificáveis. Se a resposta for negativa, há problemas de clareza que precisam ser corrigidos (KRUG, 2014).

Esse exercício funciona como uma ferramenta de diagnóstico rápido, útil tanto para avaliar interfaces existentes quanto para orientar novas decisões de design. Ele não substitui métodos formais de avaliação de usabilidade, mas oferece um ponto de partida acessível para identificar falhas óbvias de comunicação visual. Em contextos onde a diversidade do público é grande e a familiaridade com a interface não pode ser presumida, garantir que essas perguntas básicas tenham respostas claras deixa de ser um detalhe e passa a ser uma exigência fundamental.

2.7 Engenharia Cognitiva: metas, tarefas e os “golfos” da interação

Compreender por que algumas interfaces funcionam bem e outras geram frustração exige examinar o que acontece do ponto de vista cognitivo durante a interação. A Engenharia Cognitiva oferece exatamente esse olhar: ela investiga os processos psicológicos que ocorrem quando uma pessoa tenta realizar algo por meio de um sistema computacional. Diferentemente de abordagens que focam apenas na aparência da interface ou nas funcionalidades técnicas do sistema, a Engenharia Cognitiva concentra-se na relação entre o usuário e o sistema concebido, buscando entender como as pessoas formam intenções, planejam ações, interpretam resultados e ajustam seu comportamento ao longo da interação.

Essa perspectiva é particularmente relevante para o design de sistemas informacionais complexos voltados a usuários não especialistas. Interfaces orientadas a dados apresentam desafios cognitivos específicos: o usuário precisa não apenas encontrar a informação que busca, mas também compreendê-la e extrair dela algum significado útil. Para que isso aconteça de forma fluida, é necessário que o design da interface minimize as barreiras cognitivas que podem surgir em cada etapa do processo de interação. A seguir, serão apresentados os conceitos fundamentais que permitem diagnosticar onde essas barreiras se manifestam e como elas podem ser reduzidas.

2.7.1 Golfos de execução e de avaliação

O modelo teórico proposto pela Engenharia Cognitiva descreve a interação entre usuário e sistema como um ciclo composto por etapas distintas, organizadas em torno de dois grandes desafios que o usuário precisa superar. Esses desafios são metaforicamente chamados de “golfos”, lacunas que separam o que o usuário deseja fazer daquilo que o sistema efetivamente permite e comunica (ALMEIDA, 2025b).

O primeiro deles é o golfo de execução. Esse conceito representa a distância entre a intenção do usuário e as ações disponíveis na interface. Quando uma pessoa se propõe a realizar alguma tarefa (seja consultar o orçamento de uma escola, comparar indicadores entre municípios ou identificar tendências ao longo do tempo), ela precisa traduzir essa intenção em ações concretas: cliques, seleções, digitações. O golfo de execução mede o esforço mental necessário para descobrir quais comandos e funções permitem alcançar o objetivo pretendido (ALMEIDA, 2025b). Se a interface apresenta botões claros, menus bem organizados e caminhos intuitivos, esse golfo é pequeno e a pessoa consegue agir sem hesitação. Se, por outro lado, as opções estão escondidas, os rótulos são ambíguos ou a lógica de navegação é confusa, o golfo se amplia e o usuário precisa gastar tempo e energia cognitiva apenas para descobrir o que fazer.

O segundo é o golfo de avaliação. Esse conceito diz respeito à distância entre

o feedback fornecido pelo sistema (o estado atual da tela, os dados exibidos, as mensagens apresentadas) e a capacidade do usuário de interpretar esse feedback corretamente (ALMEIDA, 2025b). Após executar uma ação, a pessoa precisa perceber o que mudou, compreender o significado dessa mudança e avaliar se o resultado corresponde ao que ela esperava alcançar. Se o sistema comunica seu estado de forma clara e imediata, o golfo de avaliação é estreito. Se, ao contrário, o feedback é ausente, tardio ou difícil de interpretar, o usuário fica sem saber se sua ação teve o efeito desejado ou se precisa tentar algo diferente.

Esses dois golfos ajudam a diagnosticar onde a interação quebra. Quando o problema está no golfo de execução, o usuário sabe o que quer, mas não consegue descobrir como fazer. Quando está no golfo de avaliação, o usuário conseguiu agir, mas não compreende o resultado. Essa distinção é fundamental para orientar decisões de design: problemas de execução demandam melhorias na compreensibilidade e na organização dos controles; problemas de avaliação exigem aprimoramentos no feedback visual, nas explicações contextuais e na clareza das informações apresentadas (ALMEIDA, 2025b).

Para atravessar esses golfos, o usuário percorre uma sequência de estágios cognitivos. O processo começa com o estabelecimento de uma meta, aquilo que a pessoa deseja alcançar. Em seguida, ela determina uma intenção, elaborando mentalmente uma estratégia para atingir essa meta considerando o estado atual do sistema. O próximo passo é a especificação da ação, momento em que o usuário decide exatamente o que vai fazer. Então ocorre a execução propriamente dita, quando a ação é realizada na interface. Completada a execução, inicia-se a travessia do golfo de avaliação: o usuário percebe o novo estado do sistema, interpreta o que esse estado significa e, finalmente, avalia se a resposta obtida corresponde à meta original (ALMEIDA, 2025b). Esse ciclo pode se repetir múltiplas vezes ao longo de uma sessão de uso, especialmente em tarefas complexas que envolvem várias etapas.

2.7.2 Fricções cognitivas em sistemas informacionais complexos

Compreendidos os conceitos de golfo de execução e golfo de avaliação, torna-se possível analisar as fricções cognitivas que tipicamente emergem em sistemas informacionais de alta complexidade. Dashboards de dados públicos, por exemplo, frequentemente apresentam características que ampliam ambos os golfos: grande volume de informações, múltiplas possibilidades de navegação, indicadores técnicos que pressupõem conhecimento especializado e visualizações que nem sempre comunicam seus significados de forma imediata.

No âmbito do golfo de execução, a pergunta cognitiva central que o usuário enfrenta pode ser sintetizada como “o que fazer?”. Em sistemas informacionais comple-

xos, essa pergunta se torna especialmente difícil de responder quando a interface não deixa claro quais são as ações possíveis ou quando há tantas opções disponíveis que o usuário se sente paralisado diante da abundância de escolhas. Menus extensos sem hierarquia clara, filtros cujo funcionamento não é evidente, botões com rótulos técnicos ou ambíguos: todos esses elementos contribuem para alargar o golfo de execução, fazendo com que o usuário precise investir esforço cognitivo considerável apenas para descobrir por onde começar (ALMEIDA, 2025b).

No âmbito do golfo de avaliação, a pergunta central é “o que isso significa?”. Essa fricção se manifesta quando o sistema apresenta dados, indicadores ou feedbacks que o usuário não consegue interpretar adequadamente. Um gráfico que exibe múltiplas séries temporais sem legendas explicativas, um indicador numérico sem referência de escala ou contexto comparativo, uma mudança de estado na interface que não é acompanhada de explicação. Situações como essas deixam o usuário em dúvida sobre o que está vendo e se aquilo corresponde ao que ele buscava (ALMEIDA, 2025b).

Essas fricções dialogam diretamente com os princípios de clareza discutidos anteriormente. Como observado na seção sobre comportamento de usuários em interfaces, as pessoas tendem a realizar varreduras rápidas em vez de leituras atentas, escolhendo a primeira opção que pareça razoável em vez de avaliar todas as alternativas disponíveis (KRUG, 2014). Isso significa que, em sistemas onde os golfos são amplos, o usuário pode facilmente seguir por caminhos inadequados sem perceber que havia opções melhores, ou abandonar a tarefa por não conseguir compreender as informações apresentadas. A redução do ruído informacional e a construção de hierarquias visuais claras funcionam, nesse sentido, como estratégias para diminuir tanto o golfo de execução quanto o de avaliação, tornando as ações mais descobríveis e os resultados mais interpretáveis (KRUG, 2014).

É importante ressaltar que esta discussão ainda está no plano conceitual, caracterizando tipos de problemas que podem emergir em sistemas informacionais complexos de modo geral. A identificação de manifestações concretas dessas fricções em um contexto aplicado será desenvolvida em momento posterior deste trabalho, com base nesses conceitos teóricos aqui apresentados.

2.7.3 Análise e modelagem de tarefas na IHC (HTA, GOMS, CTT)

Para além de compreender os golfos que separam intenções de ações e resultados de interpretações, o campo da Interação Humano–Computador desenvolveu técnicas sistemáticas para analisar e modelar as tarefas que os usuários realizam ao interagir com sistemas. Essas técnicas permitem decompor atividades complexas em componentes mais simples, identificar os caminhos possíveis para alcançar objetivos e prever dificuldades potenciais antes mesmo de observar usuários reais. A seguir,

são apresentadas três abordagens consolidadas na literatura: a Análise Hierárquica de Tarefas (HTA), o modelo GOMS e as Árvores de Tarefas Concorrentes (CTT).

A Análise Hierárquica de Tarefas, conhecida pela sigla HTA (*Hierarchical Task Analysis*), parte do princípio de que qualquer tarefa pode ser compreendida como uma composição de subtarefas menores. O método consiste em identificar o objetivo principal que o usuário deseja alcançar e, progressivamente, decompô-lo em subobjetivos e operações mais elementares (ALMEIDA, 2025e). Essa decomposição é organizada em uma estrutura hierárquica, onde cada nível representa um grau maior de detalhamento. Além da hierarquia em si, o HTA também especifica planos que definem a ordem em que os subobjetivos devem ser alcançados: se de forma sequencial, seletiva ou paralela. Essa técnica é particularmente útil para mapear o escopo completo de uma tarefa e identificar pontos onde o usuário pode encontrar dificuldades ou tomar decisões equivocadas.

O modelo GOMS (*Goals, Operators, Methods and Selection Rules*) oferece uma perspectiva complementar, descrevendo as tarefas em termos de quatro componentes fundamentais (ALMEIDA, 2025e). Os objetivos (*goals*) representam aquilo que o usuário deseja realizar por meio do sistema. Os operadores (*operators*) são as ações concretas que o sistema permite executar: clicar em um botão, selecionar um item de menu, digitar um valor em um campo. Os métodos (*methods*) correspondem a sequências conhecidas de subobjetivos e operadores que permitem atingir um objetivo maior. Por fim, as regras de seleção (*selection rules*) definem como o usuário escolhe entre diferentes métodos quando há mais de um caminho possível para alcançar o mesmo objetivo. Essa estrutura permite não apenas descrever o que o usuário faz, mas também prever quanto tempo determinadas tarefas devem levar e onde podem surgir hesitações ou erros.

As Árvores de Tarefas Concorrentes, identificadas pela sigla CTT (*ConcurTaskTrees*), acrescentam uma dimensão temporal à modelagem de tarefas. Diferentemente das abordagens anteriores, que tendem a assumir execuções sequenciais, o CTT permite representar tarefas que ocorrem simultaneamente, tarefas que dependem da conclusão de outras e tarefas que podem ser realizadas em qualquer ordem (ALMEIDA, 2025e). O modelo distingue diferentes tipos de tarefas: tarefas do usuário, realizadas fora do sistema; tarefas do sistema, executadas automaticamente sem interação; tarefas interativas, que envolvem diálogo entre usuário e sistema; e tarefas abstratas, que funcionam como agrupamentos lógicos de tarefas para facilitar a compreensão do cenário. Essa riqueza de representação torna o CTT especialmente adequado para sistemas complexos onde múltiplas atividades podem acontecer de forma entrelaçada.

Cada uma dessas técnicas possui virtudes e limitações, sendo mais ou menos adequadas dependendo do contexto de aplicação e dos objetivos da análise. Para os

propósitos deste trabalho, optou-se por adotar o modelo GOMS de forma adaptada. Essa escolha se justifica pela natureza das tarefas que serão investigadas: consultas a informações educacionais em um dashboard, que envolvem objetivos relativamente bem definidos, caminhos de navegação identificáveis e ações concretas de interação. O modelo GOMS oferece uma estrutura conceitual adequada para descrever essas tarefas em termos de metas a serem alcançadas, ações necessárias para alcançá-las e caminhos principais de execução.

É importante esclarecer, contudo, que a adoção do GOMS neste trabalho não implica a construção de um modelo formal e exaustivo, com estimativas precisas de tempo e análise detalhada de todas as variantes possíveis. Em vez disso, os princípios do GOMS serão utilizados como apoio à definição de tarefas representativas para a avaliação de usabilidade, estruturando a descrição das atividades que os participantes deverão realizar e orientando a identificação dos caminhos esperados de interação. Trata-se, portanto, de uma aplicação pragmática e adaptada dos conceitos do modelo, suficiente para fundamentar metodologicamente a seleção e a descrição das tarefas avaliativas, sem a pretensão de desenvolver uma modelagem completa nos moldes propostos pela literatura especializada.

2.8 Engenharia Semiótica e a Comunicabilidade

A interação entre pessoas e sistemas pode ser compreendida não apenas como um processo cognitivo individual, mas também como um fenômeno essencialmente comunicativo. A Engenharia Semiótica propõe exatamente esse olhar, entendendo a interface como um meio pelo qual o designer se comunica com o usuário (ALMEIDA, 2025c). Essa abordagem desloca o foco da análise: em vez de concentrar-se exclusivamente nos processos mentais do usuário, ela examina a qualidade da mensagem que o sistema transmite e as condições para que essa mensagem seja adequadamente recebida e interpretada.

A relevância dessa perspectiva torna-se especialmente evidente quando se considera o desafio de projetar interfaces para públicos heterogêneos. Sistemas que precisam atender pessoas com diferentes repertórios de conhecimento, diferentes graus de familiaridade com tecnologia e diferentes contextos de uso enfrentam um problema fundamentalmente comunicacional: como garantir que a mensagem embutida na interface seja compreendida por todos os seus destinatários? A Engenharia Semiótica fornece conceitos e ferramentas para enfrentar essa questão, permitindo diagnosticar onde a comunicação falha e orientar decisões de design que tornem as interfaces mais claras e acessíveis.

2.8.1 A interface como meio de comunicação

A Engenharia Semiótica parte de uma premissa fundamental: toda interface pode ser compreendida como uma mensagem que o designer envia ao usuário (ALMEIDA, 2025c). Essa mensagem não se limita ao conteúdo textual exibido na tela. Ela abrange o conjunto completo de signos presentes na interface: ícones, cores, disposição espacial dos elementos, sons, animações e qualquer outro recurso que carregue significado. Por meio desses signos, o designer comunica ao usuário o que o sistema é capaz de fazer, como deve ser utilizado, quais são as expectativas de comportamento e quais resultados podem ser obtidos a partir de determinadas ações.

Essa concepção transforma a maneira como se analisa a qualidade de uma interface. Se a interface é uma mensagem, então os problemas de interação podem ser entendidos como problemas de comunicação. Quando um usuário não consegue realizar uma tarefa, não encontra a funcionalidade que procura ou interpreta equivocadamente o resultado de uma ação, o que está em jogo é uma falha na transmissão ou na recepção da mensagem que o designer pretendia comunicar (ALMEIDA, 2025c). O usuário, nessa perspectiva, não é simplesmente alguém que opera um sistema, mas o destinatário de uma comunicação, alguém que precisa interpretar os signos apresentados para compreender o que o sistema oferece e como deve proceder.

Para que essa comunicação ocorra de forma eficaz, é necessário que designer e usuário compartilhem um código comum (ALMEIDA, 2025c). Um ícone de lixeira, por exemplo, só comunica a ideia de exclusão se o usuário reconhecer essa convenção visual. Uma cor vermelha só sinaliza alerta se o usuário interpretar esse código cromático da forma esperada. Quando o designer utiliza signos cujo significado não é compartilhado pelo público-alvo, a comunicação se rompe e surgem dificuldades de interação. Dificuldades de aprendizado, por exemplo, podem ser compreendidas como situações em que a mensagem inicial do sistema não foi suficientemente clara. Erros frequentes podem indicar que o sistema comunicou de forma ambígua as consequências de determinadas ações. Frustrações e abandonos podem sinalizar que o usuário não conseguiu decodificar a mensagem do designer. Sob essa ótica, problemas de usabilidade revelam-se, em última instância, como problemas de comunicabilidade, isto é, falhas na capacidade do sistema de transmitir adequadamente sua mensagem ao usuário (ALMEIDA, 2025c).

O conceito de comunicabilidade, central na Engenharia Semiótica, refere-se justamente à qualidade dessa comunicação mediada pela interface. Uma interface com boa comunicabilidade é aquela que consegue transmitir de forma clara e eficiente a mensagem do designer, permitindo que o usuário compreenda rapidamente o que o sistema faz, como utilizá-lo e o que esperar de suas respostas. Uma interface com comunicabilidade deficiente, por outro lado, deixa o usuário confuso, hesitante

ou equivocado em suas interpretações, não porque ele seja incapaz, mas porque a mensagem recebida foi insuficiente, ambígua ou inadequada ao seu repertório de conhecimentos.

2.8.2 Comunicabilidade em sistemas públicos sob a perspectiva da Engenharia Semiótica

Compreendida a interface como meio de comunicação entre designer e usuário, torna-se possível analisar conceitualmente os desafios comunicacionais específicos que emergem em determinadas categorias de sistemas. Plataformas digitais voltadas ao cidadão comum, especialmente aquelas que apresentam informações sobre gestão pública, políticas governamentais ou dados institucionais, constituem um terreno particularmente propício para a ocorrência de fricções comunicacionais. Isso acontece porque, nesses contextos, a mensagem que o sistema precisa transmitir frequentemente envolve conceitos, terminologias e estruturas de informação originários de domínios especializados, domínios esses que o cidadão comum pode não dominar.

Na perspectiva da Engenharia Semiótica, uma primeira fricção comunicacional relevante diz respeito ao uso de linguagem especializada. Sistemas públicos frequentemente empregam vocabulário técnico, jargões administrativos e siglas institucionais que fazem sentido para gestores e servidores públicos, mas que podem ser opacos para o cidadão não especializado (ALMEIDA, 2025c). Expressões como “empenho orçamentário”, “dotação inicial” ou “liquidação de despesa” carregam significados precisos no contexto da administração pública, mas soam como linguagem cifrada para quem não possui formação na área. Da mesma forma, siglas como “FUNDEB”, “IDEB” ou “LOA” são imediatamente reconhecidas por profissionais do setor educacional ou da gestão pública, mas constituem obstáculos comunicacionais para cidadãos que desconhecem essas referências. Quando a interface apresenta esse vocabulário especializado sem oferecer explicações contextuais, ela está utilizando signos cujo código não é compartilhado pelo destinatário da mensagem e, portanto, a comunicação falha.

Uma segunda fricção comunicacional, de natureza distinta, refere-se à ausência de pistas que orientem o usuário sobre como interpretar os dados exibidos. Mesmo quando o vocabulário utilizado é compreensível, a interface pode falhar em comunicar o que aquelas informações efetivamente significam no contexto em que estão inseridas. Um gráfico que mostra a evolução de determinado indicador ao longo do tempo, por exemplo, pode ser visualmente claro e utilizar termos acessíveis, mas ainda assim ser comunicativamente insuficiente se não houver elementos que ajudem o usuário a entender se os valores apresentados são bons ou ruins, se estão dentro do esperado ou se merecem atenção (ALMEIDA, 2025c). Nesse caso, o problema não está na incompreensão do vocabulário, mas na falta de referências que permitam atribuir

significado aos dados. A interface apresenta números e gráficos sem oferecer os elementos contextuais necessários para que esses dados brutos se convertam em informação interpretável pelo cidadão.

É fundamental ressaltar que, no âmbito da Engenharia Semiótica, essas fricções não devem ser atribuídas a limitações ou deficiências do usuário. O cidadão que não compreende um termo técnico, que não reconhece uma sigla institucional ou que não consegue interpretar um indicador numérico não está demonstrando incapacidade; ele está reagindo de forma previsível a uma mensagem que não foi adequadamente construída para seu repertório de conhecimentos (ALMEIDA, 2025c). A responsabilidade pela clareza da comunicação recai sobre quem projeta o sistema, não sobre quem o utiliza. Quando a interface falha em comunicar, o problema está na mensagem enviada, não no destinatário que a recebeu.

Essa perspectiva tem implicações importantes para o design de sistemas públicos de informação. Se os problemas de compreensão são entendidos como falhas comunicacionais do sistema, então a solução passa necessariamente por repensar a forma como a mensagem é construída e transmitida. Isso pode envolver a substituição de termos técnicos por expressões mais acessíveis, a inclusão de glossários e explicações contextuais, a apresentação de dados acompanhados de referências interpretativas, a utilização de signos visuais cujo significado seja amplamente compartilhado e, de modo geral, o esforço deliberado de adequar a linguagem da interface ao repertório do público-alvo.

A Engenharia Semiótica, ao tratar a interface como mensagem e os problemas de interação como falhas comunicacionais, complementa a perspectiva oferecida pela Engenharia Cognitiva. Enquanto esta última permite diagnosticar onde os golfos de execução e avaliação se manifestam, a Engenharia Semiótica oferece uma lente adicional para compreender por que esses golfos se formam: muitas vezes, a dificuldade do usuário em descobrir o que fazer ou em interpretar o que vê decorre precisamente de uma mensagem mal construída, de signos cujo significado não é compartilhado ou de explicações ausentes. Juntas, essas duas perspectivas teóricas fornecem um repertório conceitual robusto para analisar interfaces informacionais complexas e orientar decisões de design que busquem reduzir tanto as barreiras cognitivas quanto as fricções comunicacionais que separam o cidadão da informação pública.

2.9 Processos de Design em IHC: do entendimento do usuário à prototipação

Com os fundamentos cognitivos e comunicacionais estabelecidos, resta examinar como esses conhecimentos se organizam dentro de um processo de design estruturado. Afinal, compreender os golfos de interação e as fricções comunicacionais é condição necessária, mas não suficiente, para produzir interfaces efetivas; é preciso

também dispor de métodos e artefatos que orientem a tradução desse entendimento em decisões concretas de projeto. Esta seção examina os elementos centrais desse processo, desde as etapas que compõem o ciclo de desenvolvimento até os artefatos e princípios que orientam a tomada de decisão ao longo do projeto.

2.9.1 Ciclo iterativo de design em IHC

Na perspectiva da Interação Humano–Computador, o design de sistemas interativos caracteriza-se como um processo essencialmente iterativo, voltado a criar soluções que correspondam às necessidades e expectativas dos usuários de forma eficaz e satisfatória (ALMEIDA, 2025d). Diferentemente de abordagens lineares, que pressupõem a possibilidade de acertar todas as decisões na primeira tentativa, o ciclo iterativo reconhece que o entendimento sobre o problema e sobre os usuários se aprofunda progressivamente, à medida que soluções são propostas, testadas e refinadas.

Esse ciclo pode ser compreendido a partir de etapas interdependentes. A primeira delas consiste em entender o usuário, isto é, identificar quem são as pessoas que utilizarão o sistema, quais são suas características, necessidades, objetivos e contextos de uso. Essa compreensão inicial fundamenta todas as decisões subsequentes, pois é a partir dela que se torna possível projetar soluções genuinamente relevantes (ALMEIDA, 2025d). Uma vez que se tenha clareza sobre o público-alvo e seus desafios, a etapa seguinte envolve a ideação de soluções, momento em que alternativas de design são concebidas para responder aos problemas identificados.

A prototipação constitui a terceira etapa do ciclo. Nela, as ideias geradas são materializadas em representações tangíveis, desde esboços simples até protótipos interativos mais elaborados, que permitem visualizar e testar as soluções antes de seu desenvolvimento completo (ALMEIDA, 2025d). A importância dessa etapa reside na possibilidade de obter retorno antecipado sobre a adequação das decisões de design, sem o custo de implementar funcionalidades que poderão se revelar inadequadas.

A etapa de avaliação completa o ciclo, permitindo verificar se as soluções prototipadas atendem efetivamente às necessidades dos usuários. Por meio de testes e validações, é possível identificar pontos de dificuldade, incompreensões e oportunidades de melhoria (ALMEIDA, 2025d). Os resultados dessa avaliação alimentam um novo ciclo de refinamento, no qual as soluções são ajustadas, reprojetadas e novamente testadas. Essa dinâmica iterativa possibilita que o sistema evolua progressivamente em direção a uma configuração que atenda de fato às necessidades de quem irá utilizá-lo.

2.9.2 Persona e artefatos de entendimento do usuário

Entre os artefatos desenvolvidos ao longo do processo de design em IHC, as personas ocupam posição de destaque como instrumento de representação do público-alvo. Trata-se de personagens fictícios que sintetizam as características, comportamentos e necessidades dos diferentes tipos de usuários que o sistema pretende atender (ALMEIDA, 2025d). Embora não correspondam a indivíduos reais, as personas são construídas a partir de dados e observações sobre usuários efetivos, conferindo-lhes proximidade com a realidade e utilidade prática.

A função primordial das personas é manter o foco no usuário ao longo de todo o processo de design. Quando a equipe de projeto dispõe de representações concretas de quem utilizará o sistema, com nome, idade, objetivos, habilidades e contexto de uso definidos, as decisões de design deixam de ser tomadas com base em suposições vagas e passam a ser orientadas por referências específicas (ALMEIDA, 2025d). Isso reduz o risco de projetar interfaces que funcionam bem para os projetistas, mas que não correspondem às necessidades reais do público-alvo.

As personas são tipicamente acompanhadas por cenários de uso, que descrevem situações típicas nas quais o usuário interage com o sistema para alcançar determinado objetivo. Esses cenários permitem antecipar problemas e oportunidades, funcionando como narrativas que contextualizam as tarefas e ajudam a equipe a compreender não apenas o que o usuário faz, mas também por que faz e em que circunstâncias (ALMEIDA, 2025d). Juntos, personas e cenários constituem ferramentas complementares que enriquecem o entendimento sobre o público e orientam as decisões de design.

Cabe registrar que a persona específica desenvolvida para o contexto deste trabalho será apresentada em capítulos posteriores, quando serão detalhadas suas características e sua aplicação no processo de redesign proposto.

2.9.3 Organização do espaço e hierarquia visual sob a ótica de UX/IHC

A forma como os elementos são dispostos em uma interface exerce influência direta sobre a capacidade do usuário de compreender e utilizar o sistema. Como observado nos estudos de comportamento de usuários, pessoas não leem páginas de forma linear e atenta; elas realizam varreduras rápidas em busca de elementos que pareçam relevantes para seus objetivos imediatos (KRUG, 2014).

A hierarquia visual constitui o principal recurso para alcançar esse objetivo. Uma interface com hierarquia visual bem construída comunica, por meio de pistas visuais, quais elementos são mais importantes, quais são similares entre si e quais fazem parte de conjuntos maiores (KRUG, 2014). Elementos de maior relevância são apresentados

de forma mais proeminente, seja por tamanho maior, cor distintiva, posição privilegiada ou espaçamento diferenciado. Elementos relacionados logicamente são agrupados visualmente, seja por proximidade espacial, estilo comum ou delimitação em áreas definidas. E elementos que compõem hierarquias de conteúdo são aninhados de forma que sua subordinação fique evidente.

Quando a hierarquia visual é bem executada, ela funciona como um pré-processamento da página, organizando e priorizando os conteúdos de maneira que o usuário consiga entendê-los quase instantaneamente (KRUG, 2014). Por outro lado, quando a hierarquia é deficiente, quando tudo parece igualmente importante ou quando as relações entre elementos não ficam claras, o usuário é forçado a realizar um processo muito mais lento de leitura e interpretação para formar seu próprio entendimento sobre a estrutura da página.

Essa organização do espaço relaciona-se diretamente com a redução da carga cognitiva. Interfaces que dividem o conteúdo em áreas claramente definidas permitem que o usuário decida rapidamente quais regiões merecem atenção e quais podem ser ignoradas (KRUG, 2014). Da mesma forma, a eliminação de elementos desnecessários, o que Krug denomina redução de ruído visual, contribui para que a atenção limitada do usuário seja direcionada àquilo que realmente importa. O resultado é uma experiência mais fluida, na qual o esforço cognitivo é investido na tarefa que o usuário deseja realizar, e não em decifrar a organização da interface.

2.9.4 Princípios clássicos de interação aplicáveis ao design

Além dos aspectos relacionados à organização visual, o campo da IHC consolidou princípios derivados de estudos sobre o comportamento humano que orientam decisões específicas de design. Dois desses princípios merecem destaque pela sua aplicabilidade direta ao projeto de interfaces: a Lei de Hick-Hyman e a Lei de Fitts (ALMEIDA, 2025c).

A Lei de Hick-Hyman estabelece uma relação entre o número de opções disponíveis e o tempo necessário para que uma pessoa tome uma decisão (SOEGAARD, 2021). Quanto maior a quantidade de alternativas apresentadas simultaneamente, maior será o tempo de resposta do usuário. Esse princípio tem implicações diretas para o design de menus, listas de opções e qualquer situação em que o usuário precise escolher entre múltiplas possibilidades. Interfaces que apresentam dezenas de opções de uma só vez tendem a gerar hesitação e aumentar a probabilidade de erros, ao passo que a organização dessas opções em grupos menores e hierarquicamente estruturados facilita a tomada de decisão.

A Lei de Fitts, por sua vez, descreve a relação entre o tamanho de um alvo, sua distância em relação ao ponto de partida e o tempo necessário para alcançá-lo

(BUDIU, 2022). Alvos maiores e mais próximos são mais fáceis de atingir do que alvos pequenos e distantes. Esse princípio orienta decisões sobre o dimensionamento de botões, a disposição de elementos interativos na tela e a acessibilidade de funções frequentemente utilizadas. Um botão de ação principal, por exemplo, deve ter tamanho suficiente para ser facilmente clicado e estar posicionado em região de fácil acesso, enquanto ações destrutivas ou raramente utilizadas podem ocupar posições menos privilegiadas.

Esses princípios dialogam com os conceitos discutidos ao longo desta fundamentação teórica. A Lei de Hick-Hyman relaciona-se com a necessidade de reduzir a carga cognitiva e com o comportamento de satisficing descrito anteriormente: se o usuário tende a escolher a primeira opção razoável, então a quantidade e a organização das alternativas influenciam diretamente a qualidade dessa escolha. A Lei de Fitts, por sua vez, conecta-se ao golfo de execução da Engenharia Cognitiva: quanto mais difícil for alcançar fisicamente um elemento de interface, maior será a distância entre a intenção do usuário e a ação efetivamente executada. Juntos, esses princípios oferecem diretrizes práticas que complementam as perspectivas teóricas da Engenharia Cognitiva e da Engenharia Semiótica.

2.10 Planejamento de Avaliação em IHC

Projetar uma interface com base em boas práticas e princípios consolidados não garante, por si só, que o resultado final atenderá às necessidades reais dos usuários. É nesse ponto que a avaliação se torna indispensável: ela permite verificar, de forma sistemática, se as decisões de design produziram os efeitos esperados e onde residem as oportunidades de melhoria (ALMEIDA, 2025f).

Avaliar a qualidade de uso de um sistema interativo significa emitir um julgamento fundamentado sobre o quanto a solução desenvolvida corresponde às expectativas, necessidades e capacidades do público-alvo. Seguir um processo de desenvolvimento estruturado e aplicar boas práticas de design são condições necessárias, mas não suficientes, para garantir um produto de qualidade (ALMEIDA, 2025f). A avaliação oferece o contraponto empírico que permite confrontar as intenções do projeto com a experiência concreta dos usuários, revelando problemas que podem passar despercebidos mesmo para equipes experientes.

2.10.1 Objetivos e tipos de avaliação

Definir com clareza os objetivos da avaliação constitui o primeiro passo para conduzir um processo avaliativo eficaz. Esses objetivos determinam quais aspectos do sistema serão investigados e orientam a escolha dos métodos adequados (ALMEIDA, 2025f). Entre os objetivos mais frequentes em avaliações de IHC, destacam-se a

identificação de problemas na interação e na interface, a análise de ideias e alternativas de design, a verificação de conformidade com padrões estabelecidos e a compreensão de como os usuários se apropriam da tecnologia em seus contextos reais de uso.

A escolha do momento em que a avaliação será realizada influencia diretamente sua natureza e seus propósitos. A área de IHC distingue dois tipos principais de avaliação quanto ao momento de aplicação: a avaliação formativa e a avaliação somativa (ALMEIDA, 2025f).

A avaliação formativa ocorre durante o processo de desenvolvimento, antes que a solução esteja completamente implementada. Seu propósito central é orientar o refinamento do design, identificando problemas e oportunidades de melhoria enquanto ainda há tempo e recursos para incorporar ajustes. Nesse tipo de avaliação, a solução costuma ser representada por protótipos em diferentes níveis de fidelidade, cenários de uso, esboços ou modelos de interação. A ênfase recai sobre a análise e comparação de ideias e alternativas de design, bem como sobre a identificação de problemas na interação e na interface (ALMEIDA, 2025f).

A avaliação somativa, por sua vez, é conduzida quando a solução já se encontra em estágio avançado de desenvolvimento ou completamente implementada. Nessa fase, os protótipos ou entregas já são considerados mais fidedignos, permitindo uma verificação mais abrangente da qualidade de uso. A avaliação somativa pode ser utilizada para investigar qualquer objetivo de avaliação, desde a verificação de conformidade com padrões até a análise da apropriação da tecnologia pelos usuários (ALMEIDA, 2025f).

Embora formativas e somativas tenham propósitos distintos, ambas são complementares e podem ser aplicadas em diferentes momentos do ciclo de desenvolvimento. Um projeto que incorpora avaliações formativas ao longo de suas iterações tende a chegar à fase final com menos problemas críticos, tornando a avaliação somativa uma confirmação de qualidade, e não uma descoberta tardia de falhas que exigiriam retrabalho significativo.

2.10.2 Componentes de um plano de avaliação

Conduzir uma avaliação de IHC de forma rigorosa exige planejamento cuidadoso. O planejamento de avaliação consiste na definição de objetivos claros, na seleção de métodos apropriados e na preparação dos recursos necessários para conduzir uma avaliação eficaz da interface (ALMEIDA, 2025f).

Os dados a serem coletados estarão sempre condicionados aos objetivos da avaliação. Dependendo do tipo de avaliação e de seus propósitos, o avaliador pode coletar informações sobre a situação atual de uso, aspectos positivos e negativos

identificados durante a interação, necessidades dos usuários e oportunidades de intervenção (ALMEIDA, 2025f).

Os métodos de avaliação em IHC podem ser classificados em três grandes categorias: métodos de investigação, métodos de inspeção e métodos de observação de uso (ALMEIDA, 2025f). Os métodos de investigação envolvem o uso de questionários, a realização de entrevistas, grupos de foco e estudos de campo, permitindo coletar percepções e opiniões dos usuários de forma direta. Os métodos de inspeção, por sua vez, incluem técnicas como a avaliação heurística e o percurso cognitivo, nas quais especialistas examinam a interface em busca de problemas potenciais. Já os métodos de observação compreendem procedimentos como os testes de usabilidade, em que usuários reais são observados enquanto interagem com o sistema.

A escolha do método mais adequado depende dos objetivos estabelecidos, do estágio de desenvolvimento em que o sistema se encontra e dos recursos disponíveis. Cada categoria de método oferece vantagens específicas: os métodos de investigação capturam a perspectiva subjetiva dos usuários; os métodos de inspeção permitem identificar problemas sem a necessidade de recrutar participantes; e os métodos de observação fornecem evidências diretas sobre o comportamento real dos usuários diante da interface (ALMEIDA, 2025f).

A articulação cuidadosa entre objetivos, dados a coletar e métodos de avaliação confere ao processo avaliativo a estrutura necessária para produzir resultados confiáveis. Nas seções seguintes, serão examinados métodos específicos de avaliação, incluindo a avaliação heurística e os testes de usabilidade com métricas, que operacionalizam esses princípios gerais em procedimentos concretos de investigação da qualidade de uso.

2.11 Avaliação Heurística

A seção anterior apresentou as categorias de métodos de avaliação em IHC, distinguindo entre métodos de investigação, inspeção e observação. Entre os métodos de inspeção, a avaliação heurística destaca-se como uma das técnicas mais amplamente utilizadas para identificar problemas de usabilidade em interfaces. Esta seção examina seus fundamentos, procedimentos e critérios de registro.

2.11.1 Conceito e propósito da avaliação heurística

A avaliação heurística é um método de inspeção de usabilidade que se baseia na análise sistemática de uma interface a partir de um conjunto de princípios previamente estabelecidos, denominados heurísticas (ALMEIDA, 2025g). Desenvolvida por Jakob Nielsen, essa técnica tem como objetivo central identificar problemas de usabilidade

e fornecer recomendações de melhoria, permitindo que falhas sejam detectadas e corrigidas antes que o sistema chegue aos usuários finais.

Diferentemente dos métodos de observação, que envolvem usuários reais interagindo com o sistema, a avaliação heurística é conduzida por especialistas em usabilidade. Esses avaliadores examinam a interface de acordo com os princípios heurísticos, buscando identificar elementos que violem tais princípios e que, portanto, possam representar obstáculos à experiência do usuário (ALMEIDA, 2025g). Ao final do processo, os avaliadores categorizam os problemas encontrados e produzem um relatório contendo recomendações para seu tratamento.

Entre os princípios heurísticos propostos por Nielsen, alguns dos mais referenciados incluem a visibilidade do status do sistema, que preconiza que o usuário deve receber feedback constante sobre o que está acontecendo; a correspondência entre o sistema e o mundo real, segundo a qual a interface deve utilizar termos e conceitos familiares ao usuário; o controle e liberdade do usuário, que assegura a possibilidade de desfazer ações e retornar a estados anteriores; e a consistência e padrões, que orienta o uso de linguagem e comportamentos uniformes ao longo da interface (ALMEIDA, 2025g).

A condução de uma avaliação heurística envolve etapas bem definidas. Inicialmente, procede-se à seleção das heurísticas que serão utilizadas como referência, seguida pela definição do escopo da avaliação, ou seja, quais telas ou funcionalidades serão examinadas. O recrutamento de avaliadores com experiência em usabilidade constitui a etapa seguinte, garantindo que a inspeção seja realizada por profissionais capacitados. A avaliação propriamente dita consiste no exame individual de cada elemento da interface com base nas heurísticas selecionadas. Por fim, os resultados são consolidados, reunindo os problemas identificados pelos diferentes avaliadores e eliminando redundâncias (ALMEIDA, 2025g).

Essa técnica oferece vantagens relevantes para projetos de design de interfaces. Do ponto de vista do custo-benefício, trata-se de uma abordagem relativamente rápida e econômica, que proporciona uma análise inicial consistente da usabilidade de um produto digital. A possibilidade de identificação precoce de problemas permite que falhas sejam detectadas ainda nas etapas iniciais do desenvolvimento, evitando retrabalhos e custos adicionais que surgiriam caso os problemas fossem descobertos apenas após a implementação completa. Além disso, a facilidade de implementação da técnica, que requer apenas um pequeno grupo de avaliadores e um conjunto de heurísticas predefinidas, torna-a acessível mesmo para equipes com recursos limitados (ALMEIDA, 2025g).

2.11.2 Registro e gravidade dos problemas

A identificação de problemas de usabilidade durante uma avaliação heurística deve ser acompanhada de um registro sistemático que permita sua análise, priorização e tratamento posterior. Esse registro contempla não apenas a descrição do problema encontrado, mas também sua classificação quanto à gravidade e à frequência com que ocorre, além da indicação da heurística violada e de recomendações para sua solução (ALMEIDA, 2025g).

A gravidade de um problema de usabilidade é determinada pelo impacto que ele causa na capacidade do usuário de realizar suas tarefas. Problemas classificados como bloqueadores impedem completamente a conclusão da tarefa, representando falhas críticas que inviabilizam o uso do sistema. Problemas graves tornam a tarefa muito difícil de completar, exigindo esforço considerável do usuário para contorná-los. Problemas moderados dificultam a execução da tarefa, gerando inconvenientes que comprometem a fluidez da interação. Por fim, problemas menores afetam a tarefa de forma leve, representando inconveniências que, embora perceptíveis, não comprometem significativamente a experiência (ALMEIDA, 2025g).

A frequência com que um problema ocorre constitui outro critério relevante para sua classificação. Problemas que se manifestam em todas as interações demandam atenção prioritária, pois afetam sistematicamente todos os usuários. Aqueles que ocorrem na maioria das interações também merecem tratamento urgente. Problemas ocasionais, que surgem apenas em algumas situações, e problemas raros, que se manifestam em poucas interações, podem ser priorizados em função dos recursos disponíveis e do cronograma do projeto (ALMEIDA, 2025g).

A combinação entre gravidade e frequência orienta a priorização das melhorias a serem implementadas. Problemas mais graves e mais frequentes devem ser tratados primeiro, pois causam maior impacto negativo na experiência do usuário e afetam um número maior de pessoas. Essa lógica de priorização permite que equipes de desenvolvimento direcionem seus esforços de forma estratégica, maximizando o retorno das intervenções realizadas (ALMEIDA, 2025g).

O relatório de avaliação heurística, produto final do processo, deve ser estruturado de modo a comunicar os achados de forma clara e aplicável. A introdução apresenta o contexto da avaliação, incluindo tópicos como: objetivos, o método empregado e a descrição do sistema avaliado. A seção de resultados detalha os problemas identificados, informando para cada um sua descrição, a gravidade, a frequência e a recomendação de solução. A discussão analisa os problemas encontrados sob a ótica dos princípios heurísticos, relacionando-os com a importância da usabilidade para a experiência do usuário. A conclusão reforça as principais constatações e apresenta

os próximos passos recomendados para a implementação das melhorias (ALMEIDA, 2025g).

Essa estrutura de registro e documentação confere à avaliação heurística um caráter sistemático que a diferencia de análises informais. Ao exigir a explicitação dos critérios utilizados e a fundamentação das recomendações propostas, o método produz resultados que podem ser verificados, discutidos e utilizados como base para decisões de design fundamentadas.

2.12 Testes de usabilidade e métricas

A avaliação heurística permite identificar problemas a partir da inspeção por especialistas. Para obter evidências diretas sobre como usuários reais interagem com um sistema, porém, os testes de usabilidade com coleta de métricas constituem uma abordagem indispensável. Esta seção apresenta os principais tipos de métricas utilizados nesses testes, organizando-os em métricas de desempenho e métricas autorrelatadas, e discute princípios para a análise e comunicação dos resultados obtidos.

2.12.1 Métricas de desempenho

As métricas de desempenho fundamentam-se na observação e mensuração do comportamento dos usuários durante a realização de tarefas. Toda interação com um produto envolve algum tipo de comportamento mensurável, e os comportamentos que permitem ao usuário alcançar seus objetivos são particularmente relevantes para a avaliação da experiência de uso (TULLIS; ALBERT, 2013). Entre as métricas de desempenho mais utilizadas, destacam-se o sucesso em tarefas, o tempo de execução e os erros cometidos.

O sucesso em tarefas representa a métrica de usabilidade mais difundida, aplicável a praticamente qualquer estudo que envolva a execução de atividades específicas pelos participantes. Sua premissa é direta: se os usuários não conseguem completar suas tarefas, há evidências claras de que algo precisa ser corrigido (TULLIS; ALBERT, 2013). A forma mais simples de medir o sucesso é por meio da abordagem binária, na qual cada tentativa é classificada como sucesso ou falha. Essa abordagem é especialmente apropriada quando a conclusão integral da tarefa é essencial e aproximações não são aceitáveis. Em situações nas quais existem gradações razoáveis entre o sucesso pleno e a falha completa, pode-se adotar níveis de sucesso, que permitem capturar nuances como a conclusão parcial da tarefa ou a necessidade de assistência durante o processo.

O tempo de execução, ou tempo em tarefa, mede quanto tempo os usuários

levam para completar cada atividade. Essa métrica é particularmente útil quando a eficiência constitui um requisito importante do sistema avaliado. A análise dos tempos permite identificar tarefas que demandam esforço excessivo e estimar que proporção do público-alvo conseguirá concluir determinada atividade dentro de um limite de tempo aceitável (TULLIS; ALBERT, 2013). Tempos excessivamente longos frequentemente indicam problemas de usabilidade que merecem investigação mais detalhada.

Os erros refletem os enganos cometidos pelos usuários durante a interação e são especialmente úteis para identificar partes da interface que se mostram confusas ou induzem a interpretações equivocadas. A contagem de erros pode ser realizada de diferentes formas, dependendo dos objetivos da avaliação: pode-se registrar o número total de erros por tarefa, a proporção de usuários que cometeram ao menos um erro ou a frequência de tipos específicos de erro (TULLIS; ALBERT, 2013). A análise qualitativa dos erros, buscando compreender suas causas, frequentemente revela oportunidades concretas de melhoria no design da interface.

Essas três métricas (sucesso, tempo e erros) oferecem perspectivas complementares sobre o desempenho dos usuários. Enquanto a taxa de sucesso indica se os usuários conseguem atingir seus objetivos, o tempo revela a eficiência com que o fazem, e os erros apontam as dificuldades específicas encontradas ao longo do caminho. Métricas de desempenho são particularmente valorizadas por gestores e stakeholders porque traduzem a usabilidade em indicadores objetivos e comparáveis (TULLIS; ALBERT, 2013). No entanto, essas métricas revelam o que aconteceu, mas não necessariamente por que aconteceu. Por essa razão, costumam ser complementadas por dados qualitativos e por métricas autorrelatadas, que capturam a perspectiva subjetiva dos usuários sobre sua experiência.

2.12.2 Métricas autorrelatadas: o System Usability Scale (SUS)

Além de observar o comportamento dos usuários, é fundamental compreender o que eles pensam e sentem a respeito de sua experiência com o sistema. As métricas autorrelatadas cumprem essa função, capturando percepções, opiniões e avaliações subjetivas por meio de questionários e escalas padronizadas (TULLIS; ALBERT, 2013).

Entre os instrumentos disponíveis para medir a usabilidade percebida, o System Usability Scale (SUS) destaca-se como um dos mais amplamente utilizados. Desenvolvido por John Brooke em 1986, o SUS consiste em um questionário com dez afirmações às quais os usuários indicam seu grau de concordância em uma escala de cinco pontos, variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente” (TULLIS; ALBERT, 2013). Metade das afirmações é redigida de forma positiva e metade de forma negativa, o que contribui para reduzir vieses de resposta.

O cálculo do escore SUS segue um procedimento específico. Para os itens

ímpares (1, 3, 5, 7 e 9), a contribuição corresponde à posição na escala menos um. Para os itens pares (2, 4, 6, 8 e 10), a contribuição é cinco menos a posição na escala. A soma das contribuições de todos os itens é então multiplicada por 2,5; resultando em um escore final que varia de 0 a 100 (TULLIS; ALBERT, 2013). A Figura 20 ilustra o questionário SUS e um exemplo de cálculo do escore.

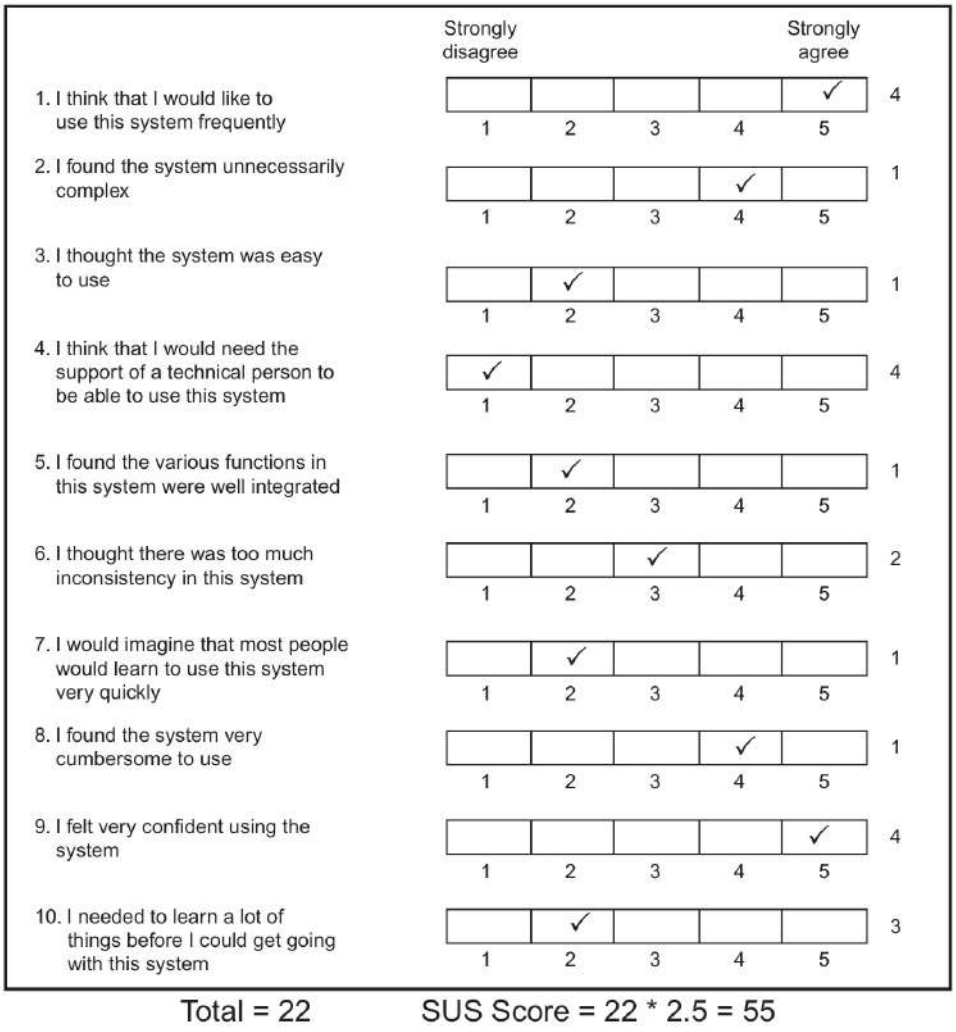


Figura 20 – O System Usability Scale (SUS), desenvolvido por John Brooke, e um exemplo de cálculo do escore.

Fonte – Adaptado de (TULLIS; ALBERT, 2013)

A interpretação dos escores SUS beneficia-se de dados normativos acumulados ao longo de décadas de aplicação. Análises de centenas de estudos indicam que escores abaixo de 50 são considerados inaceitáveis, escores entre 50 e 70 situam-se em uma faixa marginal, e escores acima de 70 indicam usabilidade aceitável (TULLIS; ALBERT, 2013). Essas referências permitem contextualizar os resultados obtidos e fundamentar comparações entre diferentes versões de um sistema ou entre produtos concorrentes.

A ampla adoção do SUS deve-se a características que o tornam especialmente prático: sua aplicação é rápida, não exigindo mais do que alguns minutos ao final de uma sessão de teste; o instrumento é de uso livre, requerendo apenas o reconhecimento da fonte em publicações; e sua estrutura padronizada permite comparações consistentes entre estudos (TULLIS; ALBERT, 2013). Estudos comparativos entre diferentes questionários de usabilidade demonstraram que o SUS tende a produzir resultados mais consistentes mesmo com amostras relativamente pequenas, o que o torna adequado tanto para testes de laboratório com poucos participantes quanto para estudos de maior escala.

2.12.3 Análise, interpretação e comunicação de resultados

A coleta de métricas de usabilidade representa apenas uma etapa do processo avaliativo. Para que os dados produzam impacto efetivo nas decisões de design, é necessário analisá-los, interpretá-los e comunicá-los de forma clara e prática.

Um princípio fundamental na análise de dados de usabilidade é evitar a dependência excessiva de uma única métrica. Cada tipo de métrica captura um aspecto específico da experiência: métricas de desempenho revelam o que os usuários fizeram, enquanto métricas autorrelatadas indicam o que pensaram sobre a experiência. A triangulação, isto é, a combinação de diferentes fontes de dados para examinar um mesmo fenômeno, permite construir uma compreensão mais completa e confiável da usabilidade do sistema (TULLIS; ALBERT, 2013). Por exemplo, uma tarefa pode apresentar alta taxa de sucesso, mas receber avaliações negativas de facilidade de uso, sugerindo que os usuários conseguiram completá-la, porém com esforço ou frustração consideráveis.

A comunicação dos resultados deve ser adaptada ao público que os receberá. Equipes de desenvolvimento geralmente necessitam de informações detalhadas sobre problemas específicos e recomendações de solução. Gestores e stakeholders, por sua vez, costumam interessar-se mais pelo panorama geral da usabilidade e por suas implicações para os objetivos do projeto (TULLIS; ALBERT, 2013). Em ambos os casos, a clareza e a objetividade são essenciais: apresentar dados demais pode obscurecer as mensagens principais, enquanto apresentar menos dados pode comprometer a credibilidade das conclusões.

Na apresentação de resultados, algumas práticas contribuem para a eficácia da comunicação. Métricas resumidas, que sintetizam os principais achados em visualizações de fácil compreensão, ajudam a audiência a compreender rapidamente o estado geral da usabilidade. Quando possível, a comparação com metas previamente estabelecidas ou com resultados de versões anteriores do sistema oferece referências concretas para avaliar se houve progresso. A priorização dos problemas mais graves,

em vez da apresentação exaustiva de todas as falhas identificadas, concentra a atenção nos aspectos que mais impactam a experiência do usuário (TULLIS; ALBERT, 2013).

O SUS, apresentado na subseção anterior, exemplifica como uma métrica bem escolhida pode facilitar a comunicação de resultados. Por gerar um escore único em uma escala de 0 a 100, o SUS permite comparações diretas entre condições de teste, iterações de design ou produtos concorrentes. Afirmar que a versão atual do sistema obteve escore SUS de 72, comparado a 58 da versão anterior, comunica de forma imediata que houve melhoria na usabilidade percebida. Essa simplicidade não substitui a análise detalhada dos problemas encontrados, mas oferece um ponto de partida acessível para discussões sobre a qualidade de uso do sistema.

A articulação entre métricas de desempenho, métricas autorrelatadas e princípios de comunicação eficaz constitui a base para avaliações de usabilidade que não apenas identificam problemas, mas também fundamentam decisões de design e demonstram o valor do investimento em experiência do usuário.

2.13 Síntese do referencial teórico e encaminhamento para a metodologia

O percurso teórico desenvolvido ao longo deste capítulo construiu o arcabouço conceitual necessário para analisar e propor melhorias em dashboards cívicos voltados a cidadãos não especialistas. As seções organizaram-se em dois eixos complementares: o primeiro dedicado à compreensão dos dashboards como ferramentas de comunicação visual; o segundo voltado aos fundamentos de Interação Humano–Computador, usabilidade e experiência do usuário. A articulação dessas perspectivas oferece o instrumental analítico que orientará as escolhas metodológicas deste trabalho.

O primeiro eixo estabeleceu que dashboards não funcionam como meros espelhos de dados, mas como tradutores que definem os parâmetros de como as informações são comunicadas e o que o usuário pode ver e compreender. Essa concepção implica que cada escolha de design (a cor de um gráfico, a posição de um elemento na tela, o tipo de visualização selecionado) influencia diretamente a interpretação dos dados pelo usuário. O desenvolvimento inadequado de um dashboard pode induzir a decisões equivocadas, comprometendo a eficácia do processo decisório, risco especialmente relevante quando se trata de informações públicas que afetam a compreensão cidadã sobre a gestão governamental.

A discussão sobre princípios e desafios do design de dashboards revelou o paradoxo entre simplificação e funcionalidade. O impulso de reduzir a complexidade visual pode, em alguns contextos, prejudicar usuários que necessitam de informações detalhadas para suas tarefas. A escolha estratégica de elementos visuais, a semântica das cores e as evidências empíricas sobre riscos de má interpretação demonstraram

que decisões aparentemente técnicas carregam implicações profundas sobre quem conseguirá, ou não, compreender a informação apresentada. A taxonomia de gêneros de dashboards ofereceu uma lente para reconhecer que o termo não designa um conceito monolítico, mas uma diversidade de formatos com propósitos, características e públicos distintos.

O papel do texto na comunicação de dashboards acrescentou uma dimensão frequentemente subestimada. A hierarquia visual tipográfica e os quatro níveis semânticos (elemental, fato estatístico, perceptual/cognitivo e contextual/domínio) mostraram como o texto funciona não como elemento decorativo, mas como ponte que conecta dados brutos a significados práticos. Estratégias como tooltips enriquecidos permitem atender tanto o cidadão que busca uma visão geral rápida quanto aquele que necessita de informações detalhadas para fundamentar sua participação em debates públicos.

O segundo eixo partiu dos conceitos fundamentais de Interação Humano–Computador, usabilidade e experiência do usuário. Esses conceitos estabeleceram que a qualidade de um sistema interativo não se mede apenas por sua funcionalidade técnica, mas pela capacidade de atender às necessidades reais de quem o utiliza. As dimensões da usabilidade (aprendizado, eficiência, prevenção de erros e satisfação) forneceram critérios objetivos para avaliar interfaces, enquanto a perspectiva da experiência do usuário ampliou esse olhar para incluir aspectos subjetivos e emocionais da interação.

A investigação sobre como usuários realmente interagem com interfaces revelou padrões comportamentais que desafiam suposições comuns de design. A tendência à varredura rápida em vez da leitura atenta, o comportamento de satisficing na tomada de decisão e a necessidade de redução do ruído informacional indicam que interfaces eficazes precisam comunicar suas possibilidades de forma imediata e inequívoca. Esses princípios dialogam diretamente com os desafios identificados no eixo sobre dashboards: se usuários não leem páginas palavra por palavra e escolhem a primeira opção razoável, então a clareza visual e a hierarquia informacional tornam-se requisitos inegociáveis.

A Engenharia Cognitiva ofereceu ferramentas conceituais para diagnosticar onde a interação encontra obstáculos. Os golfos de execução e avaliação permitem identificar se as dificuldades do usuário residem em descobrir o que fazer ou em interpretar o que o sistema comunica. Essa distinção é fundamental para direcionar intervenções de design de forma precisa e conecta-se aos desafios específicos de dashboards informacionais: o golfo de execução se manifesta quando o cidadão não consegue descobrir como acessar determinada informação; o golfo de avaliação emerge quando os dados são exibidos sem referências que permitam atribuir-lhes significado. Complementarmente, as técnicas de análise de tarefas, em particular o modelo GOMS, adotado de forma

adaptada neste trabalho; fornecem uma estrutura para descrever as atividades que os usuários realizam, identificando objetivos, ações necessárias e caminhos de interação.

A Engenharia Semiótica acrescentou uma camada interpretativa ao compreender a interface como mensagem do designer ao usuário. Essa perspectiva é especialmente relevante para dashboards públicos de informação, nos quais fricções comunicacionais, como o uso de vocabulário técnico, jargões administrativos e siglas institucionais, podem excluir justamente os cidadãos que mais se beneficiariam do acesso à informação. Problemas de usabilidade revelam-se, sob essa ótica, como falhas de comunicabilidade que demandam atenção ao repertório e às expectativas do público-alvo.

Os processos de design em IHC situaram esses conceitos dentro de um ciclo iterativo de desenvolvimento, no qual o entendimento progressivo sobre o usuário alimenta decisões de design que são testadas, avaliadas e refinadas. Artefatos como personas e cenários de uso materializam esse entendimento, enquanto princípios de organização visual e leis clássicas de interação orientam decisões específicas sobre a configuração da interface. A abordagem incremental recomendada para dashboards, começar com designs simples que destacam apenas os dados mais importantes e adicionar complexidade progressivamente, alinha-se com esse ciclo iterativo.

Por fim, o capítulo examinou os métodos e instrumentos que permitem avaliar empiricamente a qualidade de uso de sistemas interativos. A distinção entre avaliação formativa e somativa, a classificação dos métodos em investigação, inspeção e observação, e o detalhamento da avaliação heurística e dos testes de usabilidade com métricas compõem o repertório metodológico disponível para investigar interfaces. O System Usability Scale (SUS) destacou-se como instrumento padronizado para capturar a usabilidade percebida, complementando métricas de desempenho como taxa de sucesso, tempo de execução e erros.

Esse conjunto teórico sustenta diretamente as escolhas metodológicas que serão apresentadas no capítulo seguinte. A avaliação do dashboard do TCE-MA será conduzida por meio de testes de usabilidade com usuários reais, utilizando o Trunk Test para diagnóstico de clareza visual, tarefas cronometradas com métricas de desempenho e o *System Usability Scale* (SUS) para mensuração da usabilidade percebida. As tarefas representativas para essa avaliação serão estruturadas com base nos conceitos do modelo GOMS, descrevendo objetivos, ações e caminhos de interação de forma sistemática, mas adaptada. A proposta de redesign será fundamentada nos princípios de clareza, hierarquia visual, redução de carga cognitiva e comunicação textual em múltiplos níveis semânticos. E a validação das melhorias propostas utilizará o SUS como instrumento central para medir a usabilidade percebida, complementado por métricas de desempenho que evidenciem ganhos objetivos na interação.

O capítulo de metodologia detalhará como esses elementos serão operacionali-

zados: os participantes que irão comporx a avaliação, as tarefas específicas que serão investigadas, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos que guiarão cada etapa do processo. A fundamentação teórica aqui consolidada assegura que essas escolhas não sejam arbitrárias, mas derivem de um corpo de conhecimento estabelecido sobre como pessoas interagem com dashboards e sistemas computacionais, e como essa interação pode ser sistematicamente investigada e aprimorada.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se, quanto à sua natureza, como aplicada, tendo em vista que busca investigar como cidadãos não especialistas experienciam o Painel de Educação do Portal do Controle Social do TCE-MA e propor melhorias fundamentadas em evidências empíricas. Quanto à abordagem, adota uma perspectiva mista, combinando dados quantitativos (pontuações e métricas obtidas por meio de instrumentos de avaliação) com dados qualitativos, derivados da observação sistemática do comportamento dos usuários e dos relatos de satisfação registrados após cada tarefa. A finalidade é exploratória-descritiva. Exploratória por investigar um problema pouco estudado nesse contexto específico, e descritiva por caracterizar a experiência dos usuários ao interagirem com o painel.

Como procedimento técnico, a pesquisa adota o método *Design Science Research* (DSR). Conforme (SOUZA; SOUZA; ZAMBALDE, 2020), a *Design Science* constitui uma abordagem pragmática, orientada para a produção de artefatos capazes de solucionar problemas reais, combinando rigor teórico-metodológico com relevância prática. Sua metodologia admite métodos mistos: um caráter criativo na fase de concepção e construção, e diversos métodos na fase de avaliação do artefato proposto. No contexto deste trabalho, o ciclo da DSR se materializa na avaliação do painel existente, na coleta de dados junto aos usuários, na análise dos resultados e na construção de um protótipo redesenhado. Para tanto, foram utilizados três instrumentos complementares de avaliação: o *System Usability Scale* (SUS), o Trunk Test (Teste de Primeira Impressão) e tarefas cronometradas com métricas de desempenho, detalhados na fundamentação teórica e operacionalizados por meio da plataforma AvaliaUX, descrita na Seção 3.2.

3.1 O Objeto de Estudo: O Painel de Educação do TCE-MA

O Tribunal de Contas do Estado do Maranhão (TCE-MA) é o órgão responsável pela fiscalização do uso do dinheiro público do Estado e dos Municípios do Maranhão, atuando em paralelo à Assembleia Legislativa e às Câmaras de Vereadores (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2026b). Criado pelo Decreto-Lei nº 134, de 30 de dezembro de 1946, e instalado em 2 de janeiro de 1947 (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2026a), o TCE-MA também emite pareceres prévios sobre as demonstrações financeiras dos entes federativos maranhenses, subsidiando o Poder Legislativo na aprovação ou reprovação das contas do Chefe do Poder Executivo (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2026b).

Em dezembro de 2024, o TCE-MA lançou uma nova versão do Portal do Controle

Social, desenvolvida pela Secretaria de Tecnologia e Inovação (SETIN) com o suporte da Comissão Tecnológica e Jurídica do Tribunal (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2024). O novo portal representou uma transformação conceitual importante: a transição de um portal centrado em dados brutos para um portal orientado à informação, buscando centralizar o maior número possível de informações sobre gestão pública em um único espaço acessível ao cidadão (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2024). O portal foi concebido para atender a três públicos principais: o cidadão comum interessado nos rumos de sua localidade, os gestores públicos que necessitam de uma ferramenta integradora para tomada de decisão, e os próprios auditores e procuradores de Contas do TCE (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2024).

O Portal do Controle Social organiza várias informações, dentre elas as cinco áreas temáticas: Educação, Saúde, Saneamento Básico, Obras Públicas e Emendas Pix. Este trabalho concentra-se na área temática de Educação, cujos dados são extraídos do Censo Escolar, base de dados disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

O Painel de Educação, objeto de estudo desta pesquisa, está estruturado em quatro abas de navegação, cada uma com um foco temático distinto. A Figura 21 ilustra a aba Visão Geral do painel.

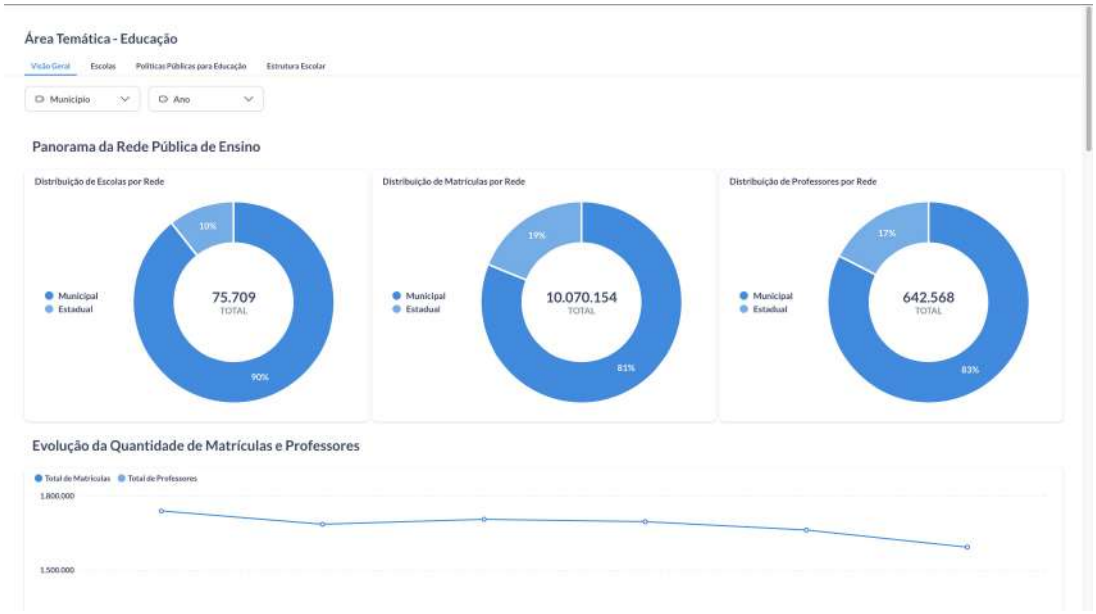


Figura 21 – Painel de Educação do Portal do Controle Social do TCE-MA – aba Visão Geral

Fonte – Portal do Controle Social do TCE-MA (Tribunal de Contas do Estado do Maranhão, 2024)

A aba *Visão Geral* apresenta o panorama da rede pública de ensino, com a distribuição de escolas, matrículas e professores por rede (municipal e estadual), bem como a evolução temporal desses indicadores e de outros correlatos, com detalhamento

por município. A aba *Escolas* detalha as matrículas por modalidade e rede de ensino, abrangendo categorias como Educação de Jovens e Adultos, Educação Especial, Ensino em Tempo Integral e Ensino Regular, além do total de matrículas por etapa e da quantidade de matrículas por professor em cada município. A aba *Políticas Públicas para Educação* reúne indicadores de rendimento escolar (taxas de aprovação, reprovação e abandono por etapa de ensino) e o desempenho dos municípios e escolas no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Por fim, a aba *Estrutura Escolar* apresenta informações sobre a infraestrutura das escolas, incluindo o quadro de profissionais, a disponibilidade de equipamentos, os materiais pedagógicos e as condições prediais. O painel disponibiliza filtros de Município e Ano em todas as abas, além de um filtro de Escola nas abas que permitem consulta individualizada.

3.2 A Plataforma de Avaliação: AvaliaUX

Para conduzir a avaliação do Painel de Educação, foi desenvolvida a plataforma AvaliaUX (avaliaux.com.br), uma aplicação web construída com Laravel e Vue.js, projetada especificamente para a coleta estruturada de dados de usabilidade. A plataforma integra, em um fluxo único e guiado, os instrumentos de avaliação discutidos na fundamentação teórica: o Trunk Test (Teste de Primeira Impressão), apresentado na Seção 2.6.4, tarefas cronometradas com métricas de desempenho, conforme abordado na Seção 2.12.1, e o *System Usability Scale* (SUS), detalhado na Seção 2.12.2.

O participante percorria sete etapas sequenciais ao acessar a plataforma. Na primeira etapa, era apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual o participante tomava conhecimento dos objetivos da pesquisa, da natureza voluntária de sua participação e dos riscos mínimos envolvidos. Após a concordância, a segunda etapa coletava os dados de cadastro: nome completo, data de nascimento e formação acadêmica. A terceira etapa consistia em um questionário de perfil tecnológico, com perguntas sobre frequência de uso da internet, dispositivo mais utilizado, nível de conhecimento em informática, familiaridade com dados numéricos e experiência prévia com portais governamentais.

A quarta etapa correspondia ao Trunk Test (Teste de Primeira Impressão). Inicialmente, uma tela de instrução apresentava o procedimento ao participante em três passos: clicar em “Iniciar observação” quando estivesse pronto, observar a tela que seria exibida por 10 segundos e, em seguida, responder a perguntas sobre sua primeira impressão. Ao clicar no botão, o Painel de Educação era exibido em tela cheia, em seu estado original e sem qualquer modificação, enquanto um cronômetro regressivo visível no canto superior direito contava os 10 segundos de exposição. Após o término do tempo, a tela era automaticamente ocultada, impedindo qualquer consulta posterior ao painel durante as respostas.

Na quinta etapa, o participante respondia a quatro perguntas com base exclusivamente na impressão retida durante os segundos de exposição. As três primeiras eram questões abertas: o que a tela parecia estar mostrando, se identificou alguma seção ou área de navegação e quais, e se conseguiu notar algum número ou dado específico e qual. Para cada uma, caso o participante não lembrasse, podia registrar "não sei". A quarta pergunta avaliava a percepção de organização visual da interface em uma escala de cinco pontos, que variava de "muito organizada" a "muito confusa", passando por "organizada", "neutra" e "confusa".

A sexta etapa era o núcleo da avaliação: a execução de seis tarefas cronometradas. Para cada tarefa, o participante recebia um contexto narrativo que simulava uma situação real de busca por informações educacionais, acompanhado de uma missão específica a ser cumprida dentro de um tempo limite que variava conforme a complexidade de cada tarefa. Ao iniciar, o Painel de Educação real do TCE-MA era embutido diretamente na plataforma AvaliaUX por meio de um *iframe*, permitindo a interação livre com o *dashboard* em seu ambiente original. Um cronômetro regressivo era exibido de forma visível, e o participante podia sinalizar a conclusão da tarefa a qualquer momento por meio dos controles disponíveis na interface. A Figura 22 mostra a tela de execução com o *dashboard* embutido e os elementos de controle.

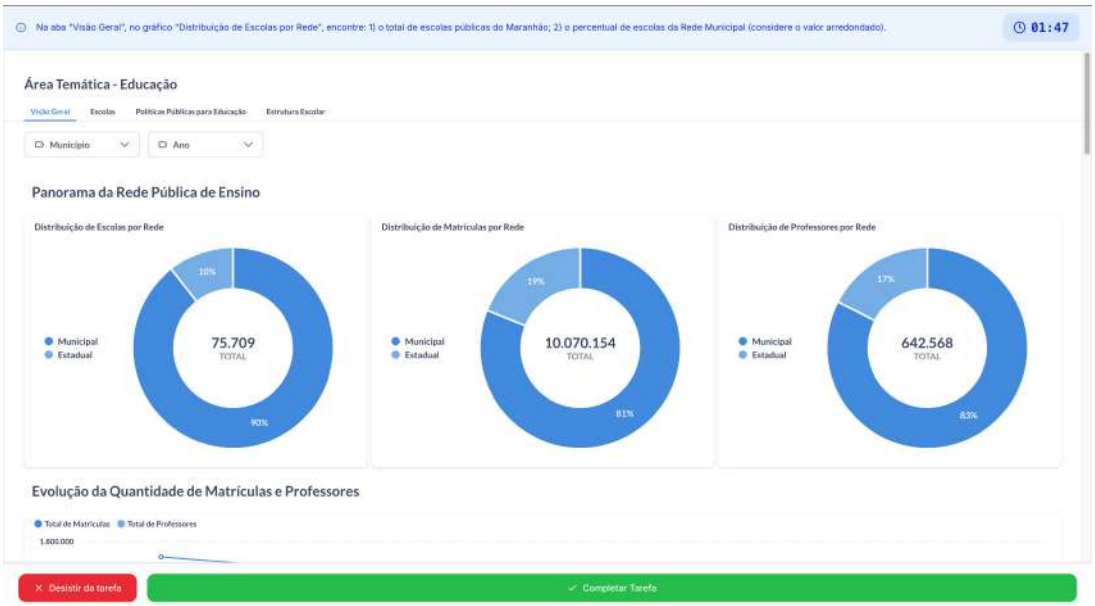


Figura 22 – Tela de execução da tarefa no AvaliaUX, com o Painel de Educação embutido, cronômetro regressivo e opções de encerramento

Fonte – Elaborado pelo autor

Ao concluir ou esgotar o tempo de cada tarefa, o participante era direcionado à tela de avaliação pós-tarefa. Nessa etapa, informava se havia encontrado a informação solicitada, classificava o nível de dificuldade percebido (fácil, intermediário ou difícil) e

podia registrar uma observação opcional sobre a experiência. A resposta esperada era apresentada para conferência, permitindo a verificação do acerto.

Conforme discutido na fundamentação teórica (Seção 2.7.3), o modelo GOMS (*Goals, Operators, Methods and Selection Rules*) oferece uma estrutura conceitual para descrever tarefas de interação em termos de metas a serem alcançadas, operadores disponíveis e caminhos de execução. Neste trabalho, os princípios do GOMS foram aplicados de forma adaptada em dois momentos: primeiro, na estruturação das tarefas de avaliação, descrevendo a meta, o caminho esperado de interação e os operadores envolvidos em cada uma; segundo, na análise comparativa entre o painel original e o protótipo redesenhado, quantificando a redução de operadores obtida com as decisões de redesign (Seção 4.3). A Tabela 1 apresenta a estruturação das seis tarefas com base nos componentes do modelo. Cada operador corresponde a uma ação física discreta do usuário sobre a interface: clique, abertura de *dropdown*, seleção de item, confirmação de filtro, rolagem direcionada ou leitura de elemento específico.

Tabela 1 – Estruturação das tarefas de avaliação com base nos componentes do modelo GOMS

T	Meta (*Goal*)	Método esperado	Qtd. Operadores
T1	Encontrar o total de escolas públicas e a proporção entre as redes de ensino no Maranhão	Aba *Visão Geral* → localizar o gráfico de rosca “Distribuição de Escolas por Rede” entre três gráficos → ler o total no centro → interpretar o percentual da fatia municipal (cores similares entre redes)	4
T2	Consultar o total de matrículas no Ensino em Tempo Integral no Maranhão	Clicar na aba *Escolas* → localizar o gráfico “Ensino em Tempo Integral” entre quatro gráficos de rosca → ler o total no centro	3
T3	Identificar a escola pública com o maior número de matrículas no Maranhão	Aba *Visão Geral* → rolar até a tabela “Total de Matrículas por Escola” → ler a primeira linha (tabela ordenada por total)	3
T4	Identificar qual etapa de ensino apresenta a maior taxa de abandono escolar no Maranhão	Clicar na aba *Políticas Públicas para Educação* → rolar até o gráfico “Taxa de Abandono Escolar” → comparar as barras das três categorias	3
T5	Consultar a relação aluno-professor em Aldeias Altas usando o filtro de município	Aba *Escolas* → abrir *dropdown* Município → localizar e selecionar “Aldeias Altas” (217 itens) → confirmar filtro → filtro Ano: selecionar “2024” e confirmar → rolar até a tabela e ler o valor	6
T6	Verificar quantos profissionais de serviços gerais atuavam no Centro de Ensino Liceu Maranhense em 2024	Clicar na aba *Estrutura Escolar* → *dropdown* Município: selecionar “São Luís” e confirmar → *dropdown* Escola: localizar e selecionar “CENTRO DE ENSINO LICEU MARANHENSE” e confirmar → *dropdown* Ano: selecionar “2024” e confirmar → rolar até a tabela → ler a coluna "Total de Profissionais de Serviços Gerais"	10

Fonte – Elaborado pelo autor com base em (ALMEIDA, 2025e)

A análise dos caminhos esperados evidencia uma progressão de complexidade entre as tarefas. As tarefas T1 a T4, que envolvem consulta direta a informações visíveis na interface, requerem entre três e quatro operadores. As tarefas T5 e T6, que exigem o uso do sistema de filtros, elevam o número de operadores para seis e dez, respectivamente, refletindo a sobrecarga introduzida pelo ciclo repetido de abertura de *dropdown*, seleção e confirmação. Na tarefa T6, o encadeamento de três filtros sequenciais (município, escola e ano) configura o percurso mais longo, com dez operadores antes que o participante alcance a informação solicitada. Essa estruturação será retomada na Seção 4.3, onde a contagem de operadores do painel original será comparada com a do protótipo redesenhado para demonstrar os ganhos de eficiência obtidos.

Por fim, a sétima etapa apresentava o questionário SUS, denominado na plataforma como “Pesquisa de Satisfação”, composto por dez afirmações avaliadas em escala Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). Ao finalizar, o participante respondia a uma última pergunta sobre seu conhecimento prévio do Portal do Controle Social do TCE-MA.

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em dois formatos distintos, ambos utilizando a mesma plataforma AvaliaUX. O primeiro formato consistiu em uma sessão presencial com estagiários do Tribunal de Contas do Estado do Maranhão. Antes do início dos testes, foi conduzida uma breve apresentação introdutória sobre o propósito da pesquisa, seguida pela aplicação dos instrumentos de avaliação por meio da plataforma.

O segundo formato foi a coleta online, na qual o link da plataforma AvaliaUX foi encaminhado a servidores do TCE-MA e ao público externo. Os participantes acessaram a plataforma de forma independente, realizando todo o fluxo de avaliação sem supervisão presencial. Ambos os formatos seguiram rigorosamente a mesma sequência de etapas e os mesmos instrumentos, garantindo a comparabilidade dos dados coletados.

3.4 Perfil dos Participantes

A avaliação contou com a participação de 62 pessoas, com idades variando entre 17 a 63 anos e idade média de 31 anos. A Tabela 2 apresenta a distribuição dos participantes por formação acadêmica.

A maior parcela dos participantes possuía Ensino Superior Incompleto (40%), seguida por Ensino Superior Completo (26%) e Pós-graduação (19%). Participantes com Ensino Médio Completo representaram 13% da amostra, e apenas um partici-

Tabela 2 – Distribuição dos participantes por formação acadêmica

Formação Acadêmica	**Quantidade**	**Percentual**
Ensino Médio Incompleto	1	2%
Ensino Médio Completo	8	13%
Ensino Superior Incompleto	25	40%
Ensino Superior Completo	16	26%
Pós-graduação	12	19%
Total	**62**	**100%**

Fonte – Dados da pesquisa

pante possuía Ensino Médio Incompleto (2%). Essa distribuição indica uma amostra com nível de escolaridade predominantemente elevado, o que torna os achados de dificuldade de uso ainda mais significativos: se usuários com formação acadêmica avançada encontram obstáculos na interface, as barreiras tendem a ser amplificadas para cidadãos com menor escolaridade.

Conforme descrito na seção anterior, parte da coleta foi conduzida presencialmente com estagiários do TCE-MA, como ilustra a Figura 23. Além da formação acadêmica, a Tabela 3 sintetiza o perfil tecnológico dos participantes.



Figura 23 – Estagiário do TCE-MA interagindo com o Painel de Educação durante a sessão presencial de coleta de dados

Fonte – Registro do autor

A maioria dos participantes declarou nível de habilidade digital intermediário (27)

Tabela 3 – Perfil tecnológico dos participantes

Dimensão	Categoria	Quantidade
Nível de habilidade digital	Básico	12
	Intermediário	27
	Avançado	23
Dispositivo mais utilizado	Mobile	44
	Computador	10
	Tablet	0
	Todos igualmente	8
Familiaridade com dados numéricos	Confortável	39
	Preciso de algum esforço	20
	Tenho grande dificuldade	2
	Evito ao máximo	1

Fonte – Dados da pesquisa

ou avançado (23), enquanto 12 se classificaram como básicos. O celular foi o dispositivo mais utilizado por 44 participantes, o que reforça a importância de considerar a experiência em telas menores no design de dashboards cívicos. Quanto à familiaridade com dados numéricos, 39 participantes afirmaram sentir-se confortáveis, 20 relataram necessitar de algum esforço, 2 indicaram grande dificuldade e 1 afirmou evitar esse tipo de informação.

A Tabela 4 apresenta o grau de conhecimento prévio dos participantes sobre o Portal do Controle Social do TCE-MA, com 61 respostas registradas.

Tabela 4 – Conhecimento prévio dos participantes sobre o Portal do Controle Social do TCE-MA

Resposta	Quantidade	Percentual
Já acessei	21	34%
Já ouvi falar, mas nunca acessei	18	30%
Nunca ouvi falar	22	36%
Total	**61**	**100%**

Fonte – Dados da pesquisa

Um dado relevante é que 36% dos participantes nunca haviam sequer ouvido falar do Portal, e outros 30% conheciam-no apenas de nome. Somados, 66% dos participantes tiveram na avaliação seu primeiro contato efetivo com o painel, o que aproxima a experiência avaliada da situação real de um cidadão que acessa o portal pela primeira vez.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a metodologia estabelecida no capítulo anterior, incluindo o objeto de estudo, os instrumentos de avaliação, os procedimentos de coleta e o perfil dos participantes, este capítulo apresenta os resultados obtidos e as decisões de redesign deles derivadas. A narrativa percorre os achados quantitativos e qualitativos da avaliação, a persona construída a partir do perfil dos participantes e a proposta de protótipo redesenhado com sua fundamentação teórica.

4.1 Resultados da Avaliação

De modo geral, a avaliação do Painel de Educação resultou em um *score* SUS de 72,22 (classificado como *aceitável*) na escala de referência do instrumento, e uma taxa de sucesso nas tarefas de 95,2%, classificada como *boa*. Embora esses indicadores globais sinalizem que o painel não apresenta barreiras críticas de usabilidade, a análise detalhada por tarefa e os relatos qualitativos dos participantes revelam fricções específicas que comprometem a experiência de determinados perfis de usuários. As subseções a seguir detalham os resultados por instrumento de avaliação.

4.1.1 Desempenho nas Tarefas

Os participantes realizaram seis tarefas cronometradas, com tempos limites que variavam conforme a complexidade de cada tarefa. A Tabela 5 sintetiza os resultados quantitativos por tarefa.

Todas as tarefas apresentaram dificuldade percebida predominantemente classificada como “fácil” e taxas de sucesso acima de 80%. No entanto, os detalhes quantitativos e as observações qualitativas revelam nuances importantes em cada uma delas.

A **Tarefa 1** (T1), que solicitava a identificação do total de escolas públicas e a proporção entre as redes de ensino, obteve a menor taxa de sucesso entre todas as tarefas: 83,9%. As observações dos participantes apontaram dois problemas recorrentes. O primeiro foi a similaridade cromática entre as representações das redes municipal e estadual nos gráficos, dificultando a distinção visual entre as categorias. Um participante registrou que as cores utilizadas para cada rede eram muito próximas, confundindo a leitura. Outro observou que as cores para estado e município deveriam ser mais distintas para melhorar a visualização. Essa dificuldade dialoga diretamente com o que foi discutido na Seção 2.2.3 sobre a semântica das cores e suas implicações na interpretação de dados. O segundo problema relatado foi o excesso de informação na tela inicial: participantes descreveram a interface como contendo muitos dados si-

Tabela 5 – Desempenho dos participantes nas seis tarefas cronometradas

Tarefa	Enunciado	Taxa de sucesso	Tempo médio	Dificuldade
T1	Encontrar o total de escolas públicas e a proporção entre as redes de ensino no Maranhão	83,9%	1m 02s	Fácil
T2	Consultar o total de matrículas no Ensino em Tempo Integral no Maranhão	96,8%	0m 44s	Fácil
T3	Identificar a escola pública com o maior número de matrículas no Maranhão	98,4%	0m 34s	Fácil
T4	Identificar qual etapa de ensino apresenta a maior taxa de abandono escolar no Maranhão	96,8%	0m 32s	Fácil
T5	Consultar a relação aluno-professor em Aldeias Altas usando o filtro de município	96,8%	0m 49s	Fácil
T6	Verificar quantos profissionais de serviços gerais atuavam no Centro de Ensino Liceu Maranhense em 2024	98,4%	1m 21s	Fácil

Fonte – Dados da pesquisa

multâneos, o que tornava a tarefa de localizar uma informação específica mais custosa do que o esperado.

A **Tarefa 2** (T2) apresentou taxa de sucesso de 96,8% e tempo médio de 44 segundos. Um participante sugeriu que o dashboard inicial deveria ser mais bem organizado para evitar que toda a informação fosse concentrada em uma única tela extensa. Esse relato reforça a preocupação com a densidade informacional identificada na T1.

A **Tarefa 3** (T3), com 98,4% de sucesso e tempo médio de 34 segundos, foi uma das tarefas mais rápidas. Ainda assim, um participante observou que foi necessário rolar a página para encontrar a informação solicitada, indicando que a hierarquia visual do painel não posicionava esse dado em destaque imediato.

A **Tarefa 4** (T4) alcançou 96,8% de sucesso com o menor tempo médio regis-

trado: 32 segundos. No entanto, as observações revelaram um problema pontual: um participante relatou que as cores dos gráficos de cada modalidade de ensino eram muito semelhantes, dificultando a identificação precisa de cada categoria. Além disso, outro participante mencionou que a confirmação da resposta exigia comparar visualmente as barras de cada ano, sugerindo que medidas estatísticas de posição, como a média, poderiam facilitar a interpretação.

A **Tarefa 5** (T5), que exigia o uso do filtro de município para consultar a relação aluno-professor em Aldeias Altas, obteve taxa de sucesso de 96,8% e tempo médio de 49 segundos. Os relatos sobre esta tarefa concentraram-se em problemas de interação com o sistema de filtros: um participante informou que não conseguiu selecionar o município; outro descreveu que o botão de confirmação do filtro ficou parcialmente oculto na tela de seu notebook; e um terceiro observou que era necessário clicar duas vezes (uma para selecionar a opção e outra para confirmar o filtro), além de ter que rolar a página para encontrar a informação filtrada. Essas observações evidenciam fricções na interação que, embora não tenham impedido a conclusão da tarefa para a maioria dos participantes, introduzem etapas desnecessárias no fluxo de navegação.

A **Tarefa 6** (T6), apesar de compartilhar a mesma taxa de sucesso com a T3 (98,4%), registrou o maior tempo médio: 1 minuto e 21 segundos. Essa tarefa exigia localizar um dado específico dentro de uma lista extensa de escolas, e os relatos dos participantes ajudam a explicar o tempo elevado. Um participante observou que a relação de escolas era muito longa e demorada para localizar o Liceu Maranhense. Outro recomendou que a ferramenta de busca aceitasse nomes sem acentuação, pois ao digitar “São Luís” sem os acentos gráficos, a busca não retornou resultados, sendo necessário escrever “São Luís” com acentuação correta. Houve ainda participantes que relataram dificuldades com a combinação dos filtros de município e escola, nos quais a seleção de um filtro não atualizava corretamente as opções do outro.

Além dos padrões identificados por tarefa, um caso individual merece destaque por ilustrar de forma concreta o *gap* de usabilidade que a interface pode impor a determinados perfis de usuários. Uma participante de 51 anos, com formação em nível de pós-graduação, apresentou dificuldades expressivas em praticamente todas as tarefas. Das seis tarefas propostas, ela não conseguiu concluir quatro dentro do tempo limite, e nas duas que concluiu, encontrou a informação solicitada em apenas uma. Seus tempos de execução foram significativamente superiores à média, chegando a 5 minutos e 3 segundos na T5 e 6 minutos e 3 segundos na T6, contra as médias gerais de 49 segundos e 1 minuto e 21 segundos, respectivamente.

Em uma de suas observações, a participante registrou que houve pouco tempo para observar e responder, sinalizando uma percepção de pressão temporal que amplificou suas dificuldades de navegação. O *score* SUS atribuído por ela ao painel foi

de 45,0 (classificado como inaceitável). Esse caso evidencia que o nível de escolaridade, por si só, não garante facilidade de uso: uma cidadã com pós-graduação encontrou barreiras severas na interface, o que sugere que a dificuldade reside no design do painel, e não na capacidade intelectual do usuário.

A Tabela 6 apresenta o cruzamento entre o nível de familiaridade com dados numéricos e a taxa de sucesso nas tarefas.

Tabela 6 – Cruzamento entre familiaridade com dados numéricos e taxa de sucesso nas tarefas

Familiaridade com dados	**Taxa de sucesso**
Confortável	95,3%
Preciso de algum esforço	95,0%
Tenho grande dificuldade	100,0%
Evito ao máximo	83,3%

Fonte – Dados da pesquisa

A taxa de sucesso manteve-se próxima de 95% tanto para os participantes que se declararam confortáveis quanto para aqueles que relataram necessitar de algum esforço. O valor de 100% para o grupo com grande dificuldade deve ser interpretado com cautela, uma vez que apenas dois participantes compuseram essa categoria, tornando a amostra insuficiente para generalizações. O grupo que declarou evitar dados numéricos ao máximo, composto por um único participante, apresentou a menor taxa de sucesso (83,3%).

4.1.2 Usabilidade Percebida: o *System Usability Scale* (SUS)

O *score* SUS médio obtido na avaliação do Painel de Educação foi de 72,22 (posicionando-o na faixa *aceitável*) da escala de referência (acima de 70). Embora esse resultado global indique que a interface não apresenta problemas críticos de usabilidade, a análise por subgrupos revela diferenças importantes na percepção dos participantes.

A Tabela 7 apresenta o cruzamento entre o nível de habilidade digital declarado pelos participantes e o *score* SUS médio.

Há uma relação direta entre a habilidade digital declarada e a percepção de usabilidade: participantes com nível básico atribuíram, em média, um *score* de 64,8 (abaixo do limiar de aceitabilidade de 70 e dentro da faixa *marginal*). Isso indica que, para os usuários com menor fluência digital, o painel apresenta barreiras perceptíveis que reduzem a satisfação de uso.

Tabela 7 – Cruzamento entre nível de habilidade digital e *score* SUS médio

Nível de habilidade digital	**SUS médio**
Básico	64,8
Intermediário	72,1
Avançado	76,2

Fonte – Dados da pesquisa

A Tabela 8 mostra o cruzamento entre a formação acadêmica e o *score* SUS médio.

Tabela 8 – Cruzamento entre formação acadêmica e *score* SUS médio

Formação Acadêmica	**SUS médio**
Ensino Médio Incompleto	77,5
Ensino Médio Completo	70,6
Ensino Superior Incompleto	77,9
Ensino Superior Completo	68,4
Pós-graduação	66,0

Fonte – Dados da pesquisa

De forma contraintuitiva, os participantes com maior formação acadêmica (Ensino Superior Completo e Pós-graduação) atribuíram os menores *scores* SUS ao painel, com médias de 68,4 e 66,0 (respectivamente, ambas na faixa *marginal*). Já os participantes com Ensino Superior Incompleto registraram a maior média entre os grupos com amostra expressiva (77,9). O único participante com Ensino Médio Incompleto obteve *score* de 77,5 (valor que, embora elevado, não permite generalização por se tratar de um caso isolado). Uma hipótese para esse padrão é que usuários com maior formação acadêmica possam ter referências mais exigentes quanto à qualidade de interfaces digitais, avaliando o painel com critérios mais rigorosos. Independentemente da causa, o achado reforça que o nível de escolaridade não é, por si só, um preditor de satisfação com a interface.

A Tabela 9 apresenta o cruzamento entre o conhecimento prévio do Portal do Controle Social e o *score* SUS médio.

Os três grupos apresentaram *scores* próximos entre si, com uma variação de apenas 4,3 pontos. Chama atenção o fato de que os participantes que nunca haviam ouvido falar do Portal atribuíram um *score* superior (74,0) ao daqueles que já o haviam acessado (73,2). Esse resultado sugere que o conhecimento prévio do portal não influenciou de forma significativa a percepção de usabilidade, o que é coerente com a expectativa de que um painel de dados públicos deveria ser compreensível independentemente de experiência prévia com a ferramenta.

Tabela 9 – Cruzamento entre conhecimento prévio do Portal e *score* SUS médio

Conhecimento do Portal	**SUS médio**
Já acessei	73,2
Já ouvi falar, mas nunca acessei	69,7
Nunca ouvi falar	74,0

Fonte – Dados da pesquisa

4.1.3 Percepção da Organização Visual: Trunk Test (Teste de Primeira Impressão)

Após observarem a tela do Painel de Educação por 10 segundos, os participantes avaliaram a organização visual da interface. A Tabela 10 apresenta a distribuição das respostas.

Tabela 10 – Percepção da organização visual da interface – Trunk Test (Teste de Primeira Impressão)

Percepção	**Participantes**	**Percentual**
Muito organizada	7	11%
Organizada	30	48%
Neutra	15	24%
Confusa	10	16%
Muito confusa	0	0%

Fonte – Dados da pesquisa

A maioria dos participantes (59%) percebeu a interface como organizada ou muito organizada em sua primeira impressão. No entanto, 16% classificaram-na como confusa, e 24% mantiveram-se neutros, uma parcela significativa que não se convenceu da clareza da interface nos 10 segundos de exposição. Nenhum participante a classificou como muito confusa. Esses resultados, combinados com as observações qualitativas sobre excesso de informação e similaridade cromática, indicam que a primeira impressão do painel é razoavelmente positiva, mas há espaço para melhorias que tornem a organização visual mais evidente já nos primeiros segundos de contato.

4.2 Persona

Na fundamentação teórica deste trabalho (Seção 2.9.2), as personas foram apresentadas como instrumentos de representação do público-alvo que mantêm o foco no usuário ao longo de todo o processo de design. Conforme discutido, embora não correspondam a indivíduos reais, as personas são construídas a partir de dados e observações sobre usuários efetivos, conferindo-lhes proximidade com a realidade e utilidade prática. Neste trabalho, a persona desenvolvida busca representar não

apenas um perfil de usuário abstrato, mas um cidadão concreto, com nome, idade, preocupações cotidianas e uma relação direta com os serviços públicos que os dados do Painel de Educação refletem. A Figura 24 apresenta o mapa de empatia que sintetiza o perfil de José da Silva.

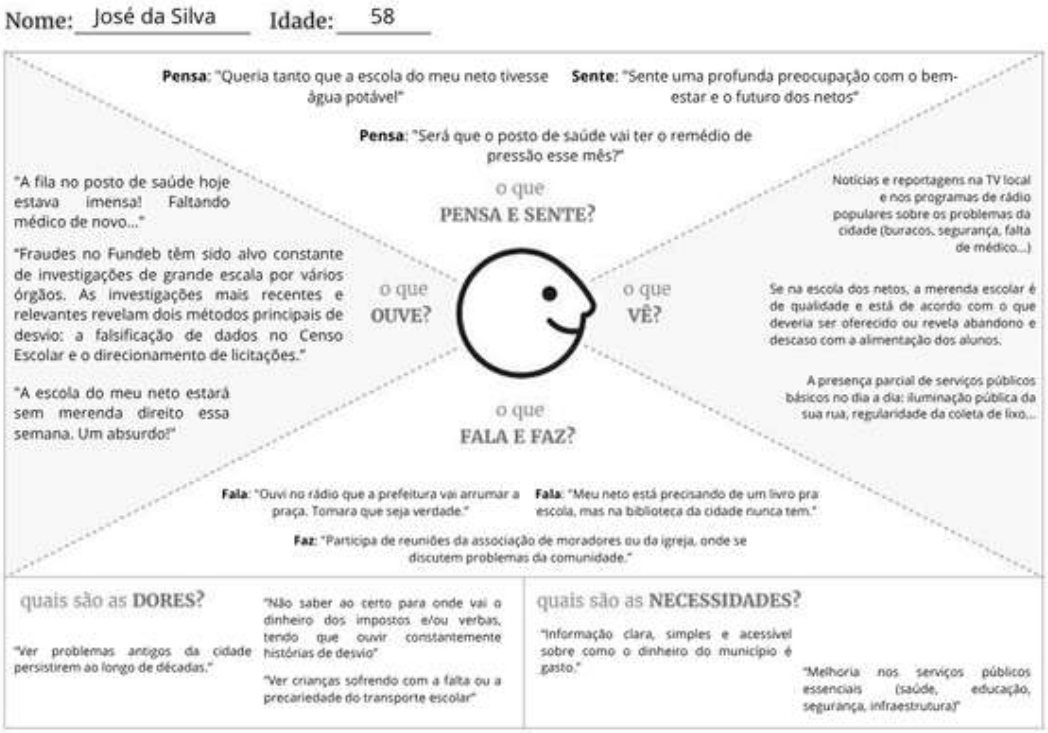


Figura 24 – Mapa de empatia da persona José da Silva, representando o cidadão não especialista para quem o redesign é projetado

Fonte – Elaborado pelo autor

José da Silva tem 58 anos e é avô. Sua rotina é marcada por preocupações que parecem distantes de um dashboard de dados educacionais, mas que estão, na verdade, profundamente conectadas a ele. Ele pensa na escola do neto e se questiona se ela tem água potável. Quer saber se a merenda está sendo servida como deveria ou se revela abandono e descaso com a alimentação dos alunos. Sente uma profunda preocupação com o bem-estar e o futuro dos netos. São preocupações de quem vive os efeitos da gestão pública não como um conjunto de indicadores em uma tela, mas como a presença ou a ausência de condições básicas na escola que sua família frequenta.

O que José ouve sobre a educação pública vem, em grande parte, das notícias na televisão local e nos programas de rádio populares. Ouve sobre fraudes no Fundeb, sobre investigações que revelam falsificação de dados no Censo Escolar e desvio de verbas destinadas à educação, histórias que alimentam uma desconfiança generalizada nas instituições. Ouve também, com frequência, sobre falta de professores, escolas sem estrutura e promessas de melhoria que raramente se concretizam. Já o que

ele vê é mais imediato: a qualidade da merenda na escola do neto, a precariedade do transporte escolar que leva as crianças do bairro, e a ausência de materiais que deveriam estar disponíveis.

Nas conversas do dia a dia, José reclama que o neto precisa de um livro para a escola, mas a biblioteca da cidade nunca tem. Comenta com vizinhos que a escola está sem merenda direito naquela semana e que isso é um absurdo. Na prática, ele participa de reuniões da associação de moradores e da igreja, onde se discutem os problemas da comunidade, espaços em que a informação sobre a educação no município circula de forma oral, fragmentada e frequentemente imprecisa.

As dores de José são as de quem observa, ao longo de décadas, os mesmos problemas persistirem: crianças sofrendo com a falta ou a precariedade do transporte escolar, o dinheiro dos impostos e das verbas educacionais sendo gasto sem que ele saiba ao certo para onde vai, e as constantes histórias de desvio que corroem a confiança nas instituições. O que ele precisa, e o que constitui sua necessidade central, é de informação clara, simples e acessível sobre como os recursos destinados à educação no município estão sendo aplicados, e se as escolas que seus netos frequentam dispõem das condições mínimas para funcionar.

José da Silva é, portanto, a pessoa para quem o redesign do Painel de Educação precisa ser projetado. Não um analista de dados, não um gestor público com familiaridade técnica, mas um cidadão que quer saber se a escola do neto está funcionando como deveria, se os investimentos em educação no município estão sendo aplicados, e se há razões concretas para cobrar melhorias. Os dados coletados nesta pesquisa (as dificuldades com cores, filtros, excesso de informação e navegação em listas extensas) são, na perspectiva de José, barreiras que o separam de um direito fundamental: o acesso compreensível à informação pública. É a partir dessa persona, e das evidências empíricas que a sustentam, que as decisões de redesign do protótipo serão orientadas.

4.3 Proposta de Redesign: O Protótipo

Os resultados da avaliação apresentados nas seções anteriores revelaram problemas concretos de usabilidade no painel original: terminologia institucional pouco familiar ao cidadão comum, sobrecarga de informação na tela inicial, filtros escondidos que exigiam múltiplos cliques e cores similares que dificultavam a diferenciação entre categorias. A persona José da Silva, construída a partir do perfil dos participantes, sintetiza o cidadão para quem essas barreiras são mais críticas. É a partir desses achados empíricos, fundamentados na teoria apresentada no Capítulo 2, que o protótipo redesenhado foi construído.

O artefato resultante é um protótipo funcional de alta fidelidade, implementado

em código. A Figura 25 apresenta a visão geral do protótipo na versão *desktop*.

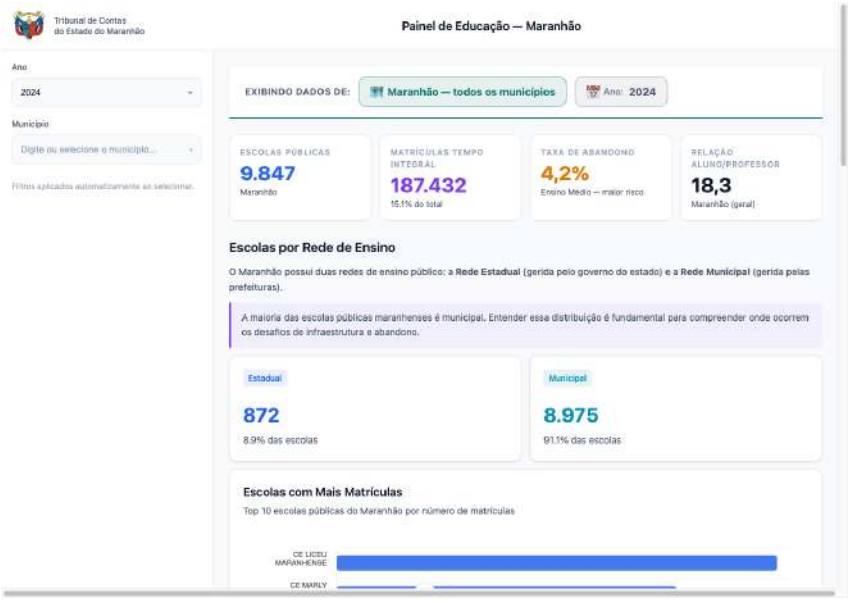


Figura 25 – Visão geral do protótipo redesenhado

Fonte – Elaborado pelo autor

A decisão de adotar uma abordagem *mobile-first* foi diretamente motivada pelos dados da coleta: 71% dos 62 participantes utilizaram dispositivos móveis durante os testes. Assim, o protótipo foi projetado primeiro para telas de dispositivos móveis e escala progressivamente para o *desktop*. A estrutura do painel redesenhado é organizada em uma página única com rolagem vertical, eliminando a necessidade de navegação entre múltiplas telas ou abas, decisão que reduz o esforço de interação e aproveita o comportamento de *scroll* já natural em dispositivos móveis (KRUG, 2014). O conteúdo é dividido em seções sequenciais: indicadores principais, escolas por rede de ensino, matrículas por etapa de ensino, abandono escolar por etapa, relação aluno-professor e recursos por escola.

A avaliação do painel original evidenciou que os participantes enfrentavam dificuldade com o excesso de informação simultânea na tela inicial, problema identificado nas tarefas T1 e T2. Para reduzi-lo, o protótipo limita os indicadores principais a quatro *cards* simultâneos, dispostos em um *grid* 2×2 no *mobile* e em quatro colunas no *desktop*. O conteúdo restante é organizado em seções verticais com títulos proeminentes, permitindo que o usuário escaneie a página em busca do que interessa. Essa organização segue o princípio de redução de ruído visual descrito por (KRUG, 2014): ao limitar a quantidade de informação apresentada simultaneamente e separá-la em blocos claramente identificáveis, a interface facilita o comportamento de *scanning* que é dominante na navegação *web*. Os valores numéricos dos indicadores utilizam fonte grande e cor semântica, funcionando como âncoras visuais que comunicam a

informação sem exigir leitura linear, em consonância com o princípio tipográfico 80/20 (SAJID, 2024).

O sistema de filtros do painel original concentrou o maior volume de problemas relatados pelos participantes nas tarefas T5 e T6. As observações incluíram dificuldades como a necessidade de múltiplos cliques para aplicar um filtro, o botão de confirmação parcialmente oculto em determinadas resoluções de tela e a lista de mais de 200 municípios em um *dropdown* extenso que tornava a busca demorada. O protótipo refina o *dropdown* por um campo de busca com *autocomplete* que reduz a lista para no máximo oito opções conforme o usuário digita, reduzindo o número de alternativas em conformidade com a Lei de Hick-Hyman (SOEGAARD, 2021). A filtragem é aplicada automaticamente ao selecionar, eliminando o passo intermediário do botão “Adicionar filtro”. O painel de filtros é fixado (*sticky*) durante a rolagem da página, garantindo que esteja sempre acessível sem necessidade de *scroll* para encontrá-lo, atendendo à Lei de Fitts (BUDIU, 2022), que relaciona o tempo de alcance de um alvo ao seu tamanho e distância.

Todos os elementos interativos respeitam a área mínima de toque de 44 por 44 pixels CSS, conforme o critério de sucesso 2.5.5 das *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) 2.1 (World Wide Web Consortium, 2018). As WCAG são diretrizes internacionais de acessibilidade mantidas pelo *World Wide Web Consortium* (W3C), a entidade que define os padrões técnicos da *web*. O critério 2.5.5 estabelece essa dimensão mínima para que botões e controles sejam confortavelmente clicáveis em telas sensíveis ao toque, requisito especialmente relevante considerando que 71% dos participantes desta pesquisa utilizam dispositivos móveis como principal meio de acesso.

Para resolver a ausência de resposta visual ao aplicar filtros, que deixava o usuário sem saber se sua ação havia surtido efeito, o protótipo implementa uma barra de status com *chips* visuais. Esses *chips* exibem os filtros ativos (município, escola e ano) com ícone, rótulo e botão de remoção individual, além de um botão “Limpar tudo”. No estado padrão, a barra informa “Exibindo dados de: Maranhão – todos os municípios”. Essa solução endereça diretamente o golfo de avaliação descrito na Engenharia Cognitiva (ALMEIDA, 2025b), ao tornar o estado do sistema visível e compreensível a qualquer momento, e atende à heurística de visibilidade do *status* do sistema (ALMEIDA, 2025g). Na versão *mobile*, o painel de filtros é colapsável por meio de um botão “Filtros” com *badge* numérico indicando quantos filtros estão ativos.

Um dos problemas mais reveladores da avaliação foi a incompreensão do termo “Rede”, utilizado isoladamente no painel original para designar as categorias “Rede Estadual” e “Rede Municipal”. Do ponto de vista da Engenharia Semiótica (ALMEIDA, 2025c), a interface é uma mensagem do designer ao usuário, e quando o signo utilizado

não pertence ao repertório do público-alvo, a comunicação falha. O protótipo elimina o uso isolado do termo e adota as formas qualificadas “Rede Estadual” e “Rede Municipal”, acompanhadas de texto contextual que explica o significado de cada uma: “gerida pelo governo do estado” e “gerida pelas prefeituras”, respectivamente. As seções do protótipo implementam múltiplos níveis semânticos de texto (SULTANUM; SETLUR, 2024). No indicador de Escolas Públicas, por exemplo, é possível identificar os quatro níveis em uma mesma região da página: o Nível 1 (*Elemental*) corresponde ao rótulo “Escolas Públicas” no *card* de indicadores principais, que identifica o dado apresentado; o Nível 2 (*Fato Estatístico*) é o valor “9.847”; o Nível 3 (*Perceptual/Cognitivo*) aparece no bloco de destaque da seção Escolas por Rede de Ensino, “A maioria das escolas públicas maranhenses é municipal. Entender essa distribuição é fundamental para compreender onde ocorrem os desafios de infraestrutura e abandono”, que transforma o número em um padrão interpretável; e o Nível 4 (*Contextual/Domínio*) se materializa no texto explicativo que acompanha a mesma seção, “O Maranhão possui duas redes de ensino público: a Rede Estadual (gerida pelo governo do estado) e a Rede Municipal (gerida pelas prefeituras)”, conectando as categorias ao repertório do cidadão.

A avaliação revelou que as cores similares utilizadas no painel original dificultavam a distinção entre etapas de ensino no gráfico de abandono escolar, problema associado ao golfo de avaliação (ALMEIDA, 2025b). O protótipo adota quatro cores semânticas selecionadas para serem perceptivelmente distintas entre si: azul para a rede estadual, ciano para a rede municipal, violeta para dados de destaque como o ensino em tempo integral, e âmbar para indicadores que demandam atenção, como as taxas de abandono. A escolha do âmbar em substituição ao vermelho é intencional: conforme discutido na fundamentação sobre semântica das cores (FARD, 2021), o vermelho ativa esquemas cognitivos de erro ou perigo, inadequados para dados educacionais que requerem análise neutra.

Quanto à visualização de dados, todos os gráficos do protótipo utilizam barras, horizontais ou verticais, posicionadas no quadrante de alta eficiência e baixa complexidade da matriz proposta por (FARD, 2021). Tipos de gráficos posicionados em regiões de maior complexidade na mesma matriz foram evitados, uma vez que exigem maior familiaridade do usuário com representações visuais sofisticadas.

Cabe também quantificar o impacto das decisões de redesign sobre a eficiência da interação. A Tabela 1 (Seção 3.2) estruturou cada tarefa de avaliação em termos de meta, método esperado e quantidade de operadores no painel original do TCE-MA. A Tabela 11 retoma essa estruturação e acrescenta a contagem de operadores correspondente no protótipo redesenhado, permitindo uma análise comparativa direta entre os dois artefatos.

O conjunto das seis tarefas foi reduzido de 29 para 11 operadores, uma redução

Tabela 11 – Análise comparativa de operadores entre o painel original e o protótipo redesenhado

T	Meta (*Goal*)	Painel original	Protótipo	Redução
T1	Encontrar o total de escolas públicas e a proporção entre as redes de ensino no Maranhão	4	2	50%
T2	Consultar o total de matrículas no Ensino em Tempo Integral no Maranhão	3	1	67%
T3	Identificar a escola pública com o maior número de matrículas no Maranhão	3	2	33%
T4	Identificar qual etapa de ensino apresenta a maior taxa de abandono escolar no Maranhão	3	1	67%
T5	Consultar a relação aluno-professor em Aldeias Altas usando o filtro de município	6	2	67%
T6	Verificar quantos profissionais de serviços gerais atuavam no Centro de Ensino Liceu Maranhense em 2024	10	3	70%
Total de operadores		**29**	**11**	**62%**

Fonte – Elaborado pelo autor com base em (ALMEIDA, 2025e)

global de 62%. Dois padrões explicam essa redução. O primeiro é a eliminação da navegação entre abas. No painel original, cada tarefa exigia que o usuário identificasse a aba correta entre quatro opções e clicasse nela antes de iniciar a busca. No protótipo, a página única com rolagem vertical remove esse passo por completo: as informações sobre escolas, matrículas, abandono, relação aluno-professor e estrutura escolar coexistem na mesma página, acessíveis por *scroll*. As tarefas T2 e T4 ilustram o caso mais expressivo: informações que no painel original exigiam navegação até a aba correta, localização do gráfico adequado e interpretação visual agora estão declaradas diretamente nos *cards* de indicadores no topo da página, reduzindo o percurso de três operadores para um.

O segundo padrão é a simplificação do sistema de filtros. No painel original, cada filtro envolvia três ações sequenciais (abertura do *dropdown*, seleção do item e confirmação), e a tarefa T6, que exigia três filtros encadeados, acumulava dez operadores antes que o participante alcançasse a informação. No protótipo, o campo de busca com *autocomplete* e a aplicação automática ao selecionar eliminam o passo de confirmação e reduzem a busca em listas extensas. A tarefa T6 foi reduzida de dez para três operadores: digitar o município, selecionar a escola e ler o gráfico de profissionais.

Por fim, a Figura 26 ilustra como essas decisões se materializam na versão *mobile* do protótipo. Nela, é possível observar os indicadores principais dispostos em *grid* 2×2, o botão colapsável de filtros, a barra de status indicando o contexto dos dados

exibidos e o início da seção de escolas por rede de ensino, todos visíveis, garantindo que o cidadão tenha acesso imediato às informações mais relevantes ao acessar o painel pelo celular.



Figura 26 – Versão *mobile* do protótipo redesenhado, com filtros colapsáveis, indicadores em *grid* 2×2 e layout em coluna única

Fonte – Elaborado pelo autor

O conjunto de decisões apresentado nesta seção reflete a aplicação prática dos fundamentos teóricos discutidos no Capítulo 2. A estrutura de página única com rolagem vertical e a limitação dos indicadores a quatro *cards* simultâneos operacionalizam os princípios de redução de ruído visual e de *scanning* descritos por (KRUG, 2014), enquanto a tipografia de destaque nos valores numéricos materializa o princípio 80/20 de (SAJID, 2024). O sistema de filtros com *autocomplete* e aplicação automática traduz em interface as prescrições da Lei de Hick-Hyman (SOEGAARD, 2021) e da Lei de Fitts

(BUDIU, 2022), e a barra de status com *chips* visuais endereça o golfo de avaliação da Engenharia Cognitiva (ALMEIDA, 2025b) e a heurística de visibilidade do *status* do sistema (ALMEIDA, 2025g). A substituição do termo isolado “Rede” pelas formas qualificadas “Rede Estadual” e “Rede Municipal”, acompanhadas de texto contextual, responde diretamente ao problema de comunicabilidade diagnosticado pela Engenharia Semiótica (ALMEIDA, 2025c). A implementação dos quatro níveis semânticos de texto propostos por (SULTANUM; SETLUR, 2024) organiza a informação em camadas progressivas de significado, e a paleta cromática com cores perceptivelmente distintas, privilegiando o âmbar em vez do vermelho, aplica os princípios de semântica das cores discutidos por (FARD, 2021). A análise comparativa de operadores com base no modelo GOMS (ALMEIDA, 2025e) permitiu quantificar o ganho de eficiência obtido: uma redução global de 62% no número de operadores necessários para completar as mesmas tarefas. Cada elemento do protótipo foi, portanto, projetado para reduzir as barreiras identificadas na avaliação, aproximando o painel de educação do cidadão para quem ele foi concebido.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Este trabalho partiu de uma constatação central: a mera disponibilização de dados públicos não constitui, por si só, transparência efetiva. Existe uma lacuna significativa entre a informação que os portais governamentais oferecem e a capacidade de compreensão do cidadão comum, aquele que não possui formação técnica em análise de dados, mas que depende dessas informações para exercer plenamente sua cidadania. Diante dessa lacuna, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a experiência de uso do Painel de Educação do Portal do Controle Social do TCE-MA por cidadãos não especializados e desenvolver um protótipo redesenhado, orientado por princípios de Experiência do Usuário (UX) e Interface do Usuário (UI), que demonstrasse como o design centrado no cidadão pode democratizar o acesso à informação pública.

A avaliação empírica, conduzida com 62 participantes por meio da plataforma AvaliaUX, produziu resultados que revelam tanto os méritos quanto as fragilidades do painel avaliado. O *score* SUS médio de 72,22 posicionou o painel na faixa *aceitável*, e a taxa de sucesso global de 95,2% nas tarefas cronometradas indicou que a maioria dos participantes conseguiu localizar as informações solicitadas. No entanto, a análise por subgrupos revelou disparidades importantes. Participantes com habilidade digital básica atribuíram *score* SUS médio de 64,8 (na faixa *marginal*), abaixo do limiar de aceitabilidade de 70, sinalizando que, para os usuários com menor fluência digital, o painel impõe barreiras perceptíveis. De forma contraintuitiva, os participantes com maior formação acadêmica (Ensino Superior Completo e Pós-graduação) registraram os menores *scores* SUS entre os subgrupos, com médias de 68,4 e 66,0 (respectivamente, ambas na faixa *marginal*). Esse achado deve ser interpretado com cautela, uma vez que as categorias de menor escolaridade contaram com amostras reduzidas (apenas 1 participante com Ensino Médio Incompleto e 8 com Ensino Médio Completo), o que limita a robustez da comparação entre os grupos. Um caso individual ilustrou de modo concreto essas barreiras: uma participante de 51 anos, com pós-graduação, obteve *score* SUS de 45,0 (classificado como *inaceitável*), e não conseguiu concluir quatro das seis tarefas dentro do tempo limite. Esse caso evidencia que a dificuldade reside no design da interface, e não na capacidade intelectual do usuário.

As observações qualitativas dos participantes convergiram para quatro problemas recorrentes: a similaridade cromática entre categorias distintas nos gráficos, que dificultava a distinção visual tanto entre as redes de ensino municipal e estadual quanto entre as etapas de ensino nos indicadores de abandono escolar; a sobrecarga de informação na tela inicial, que tornava custosa a localização de dados específicos; as

fricções no sistema de filtros, que exigiam múltiplos cliques e apresentavam botões parcialmente ocultos em determinadas resoluções de tela; e a navegação em listas extensas de municípios e escolas, que demandava tempo significativo e não tolerava variações de acentuação na busca. Esses achados não apenas confirmaram a existência de barreiras de usabilidade, mas também forneceram a base empírica para as decisões de redesign.

Quanto aos objetivos específicos, todos foram alcançados ao longo da pesquisa. O primeiro objetivo, caracterizar o público-alvo por meio de uma persona e mapear tarefas representativas, materializou-se na construção da persona José da Silva, um cidadão de 58 anos cujas necessidades, dores e limitações sintetizam o perfil do usuário para quem o painel deveria ser projetado. As seis tarefas cronometradas funcionaram como cenários representativos de uso real, simulando situações concretas de busca por informações educacionais. O segundo objetivo, avaliar a experiência de uso do painel existente com uma amostra de usuários representativos, foi atendido pela coleta com 62 participantes, utilizando três instrumentos complementares: o *System Usability Scale* (SUS), o Trunk Test (Teste de Primeira Impressão) e as tarefas cronometradas com métricas de desempenho e relatos qualitativos. O terceiro objetivo, construir um protótipo navegável de dashboard cívico, resultou em um protótipo funcional de alta fidelidade, implementado em código com abordagem *mobile-first*, que traduz dados educacionais em visualizações acessíveis com atenção às limitações cognitivas do público não especializado. O quarto objetivo, aplicar princípios e técnicas de UX/UI e IHC de forma sistemática ao processo de design, foi documentado ao longo da seção de redesign, na qual cada decisão projetual foi fundamentada em evidências empíricas e em conceitos teóricos: o modelo GOMS para a análise da redução de operadores, a Engenharia Cognitiva para a identificação e a redução dos golfos de execução e avaliação, a Engenharia Semiótica para o tratamento da linguagem e da comunicabilidade, e as heurísticas de usabilidade para a orientação das escolhas de interface.

Do ponto de vista das contribuições, este trabalho oferece tanto uma dimensão prática quanto uma teórica. Na dimensão prática, o protótipo redesenhado demonstra que é possível transformar dados públicos complexos em informação compreensível para cidadãos não especializados, utilizando princípios de IHC e UX como instrumentos de tradução entre a complexidade dos dados e a capacidade cognitiva do usuário. Na dimensão teórica, o trabalho articula a *Design Science Research* (SOUZA; SOUZA; ZAMBALDE, 2020) com os fundamentos de Interação Humano-Computador em um contexto pouco explorado na literatura: portais de controle social voltados ao cidadão comum no Maranhão. Essa articulação contribui para o corpus de conhecimento sobre design centrado no usuário aplicado à transparência pública. O trabalho também se conecta diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030

(Organização das Nações Unidas, 2015): ao ODS 4, ao tornar visíveis indicadores educacionais que frequentemente permanecem inacessíveis ao cidadão; e ao ODS 16, ao contribuir para a transformação de transparência formal em transparência real, aquela que o cidadão consegue ver, entender e usar para participar da vida pública.

Não obstante os resultados obtidos, é necessário reconhecer as limitações desta pesquisa. A amostra de 62 participantes apresenta composição predominantemente de nível superior e pós-graduação (85,5%), o que sub-representa o cidadão com menor escolaridade, justamente o perfil que mais se beneficiaria de um painel acessível e para quem a persona José da Silva foi construída. Além disso, a coleta foi conduzida predominantemente no formato *online*, sem supervisão presencial do pesquisador, o que limita a observação direta de comportamentos de navegação e reações dos participantes, dados qualitativos que enriqueceriam a compreensão das dificuldades encontradas. Por fim, o protótipo redesenhado não foi submetido a uma avaliação somativa com usuários reais, de modo que os ganhos de usabilidade projetados utilizando os princípios de IHC ainda carecem de validação empírica direta.

5.2 Trabalhos Futuros

Os desdobramentos naturais desta pesquisa apontam para cinco direções. A primeira e mais imediata é a realização de uma avaliação somativa do protótipo redesenhado, conduzindo testes de usabilidade com os mesmos instrumentos utilizados na avaliação do painel original (SUS, Trunk Test e tarefas cronometradas), de modo a possibilitar a comparação direta dos resultados e a mensuração objetiva dos ganhos de usabilidade.

A segunda direção é a ampliação da coleta para perfis mais próximos da persona José da Silva. Trabalhos futuros devem priorizar sessões presenciais com cidadãos de menor escolaridade e menor familiaridade digital, buscando uma amostra que represente de forma mais fiel o público-alvo para quem o redesign foi projetado.

A terceira possibilidade é a extensão da abordagem de redesign para as demais áreas temáticas do Portal do Controle Social (Saúde, Saneamento Básico, Obras Públicas e Emendas Pix), replicando o ciclo de avaliação e redesign centrado no cidadão em outros domínios de informação pública.

A quarta direção envolve o aprofundamento da acessibilidade do protótipo, incluindo testes com leitores de tela e validação de contraste conforme as WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*). Trabalhos futuros devem também incluir a verificação em dispositivos de baixo custo comuns no interior do Maranhão, garantindo que o painel seja utilizável não apenas por diferentes perfis cognitivos, mas também por diferentes condições tecnológicas de acesso.

Por fim, mediante interesse institucional, a integração do protótipo com os dados reais do TCE-MA poderia viabilizar sua transição de um artefato acadêmico para um produto em produção. Essa transição representaria a realização do propósito central da *Design Science Research*: produzir soluções que não permaneçam restritas ao ambiente acadêmico, mas que alcancem o contexto prático que motivou a investigação (SOUZA; SOUZA; ZAMBALDE, 2020). Um painel de educação genuinamente acessível ao cidadão maranhense não seria apenas uma melhoria técnica na interface de um portal governamental, mas um passo concreto na direção de uma transparência pública que não se limita a disponibilizar dados, mas que se compromete a torná-los compreensíveis para quem mais precisa deles.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 01: Introdução a IHC**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 5 vezes nas páginas 18, 22, 52, 53 e 54.

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 02: Engenharia Cognitiva**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 7 vezes nas páginas 21, 58, 59, 60, 99, 100 e 103.

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 03: Engenharia Semiótica**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 7 vezes nas páginas 62, 63, 64, 65, 68, 99 e 103.

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 04: Processos de Design de IHC**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 2 vezes nas páginas 66 e 67.

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 05: Identificando Organização de Espaço**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 4 vezes nas páginas 61, 86, 101 e 103.

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 06: Planejamento e Avaliação de IHC**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 3 vezes nas páginas 69, 70 e 71.

ALMEIDA, Rodrigo da Conceição. **Aula 07: Avaliação Heurística em IHC**. 2025. Material de aula da disciplina de Interação Humano-Computador, UNDB. Citado 6 vezes nas páginas 71, 72, 73, 74, 99 e 103.

Atlas Obscura. **The Perfect 22-Foot Map for Your Ancient Roman Road Trip**. 2016. Website. Disponível em: <https://www.atlasobscura.com/articles/the-perfect-22-foot-map-for-your-ancient-roman-road-trip>. Acesso em: 23 ago. 2025. Citado na página 15.

BACH, Benjamin et al. Dashboard Design Patterns. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 29, n. 1, p. 342–352, 2022. Citado 10 vezes nas páginas 20, 21, 30, 31, 33, 34, 42, 43, 44 e 45.

BUDIU, Raluca. **Fitts's Law and Its Applications in UX**. 2022. Nielsen Norman Group. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/fitts-law/>. Citado 3 vezes nas páginas 69, 99 e 103.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede: A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura, Vol. 1**. 14. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011. Citado na página 18.

Cholera and the Thames. **Dr John Snow and Reverend Whitehead**. 2025. Website. Disponível em: <http://www.choleraandthethames.co.uk/cholera-in-london/cholera-in-soho/>. Acesso em: 23 ago. 2025. Citado na página 17.

Digital Maps of the Ancient World. **Tabula Peutingeriana**. 2024. Academic Digital Archive. Disponível em: <https://digitalmapsoftheancientworld.com/ancient-maps/tabula-peutingeriana/>. Acesso em: 23 ago. 2025. Citado na página 15.

FARD, Adam. **From Good To Great In Dashboard Design: Research, Decluttering And Data Viz**. 2021. Smashing Magazine. Disponível em: <https://www.smashingmagazine.com/2021/11/dashboard-design-research-decluttering-data-viz/>. Citado 12 vezes nas páginas 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 100 e 103.

FEW, Stephen. **Information Dashboard Design: Effective Visual Communication of Data**. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly, 2013. Citado na página 27.

GAVI. **John Snow and the Pump Handle of Public Health**. 2022. Website. Disponível em: <https://www.gavi.org/vaccineswork/john-snow-and-pump-handle-public-health>. Acesso em: 23 ago. 2025. Citado na página 17.

GLASSNER, Jean-Jacques. **The Invention of Cuneiform Writing in Sumer**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2003. Citado na página 13.

KRUG, Steve. **Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability**. 3. ed. Berkeley, CA: New Riders, 2014. Citado 8 vezes nas páginas 55, 56, 57, 60, 67, 68, 98 e 102.

MARTINS, Joana. **Painel de Visualização de Dados (dashboard): Narrando o Impacto Social Positivo - Parte 2**. 2023. Portal do Impacto. Acesso em: 02 set. 2025. Disponível em: <https://www.portaldoimpacto.com/painel-de-visualizacao-de-dados-dashboard-narrando-o-impacto-social-positivo-parte-2>. Citado na página 34.

NIMBARTE, Ashish D.; SMITH, Nathaniel; GOPALAKRISHNAN, Bhaskaran. Human Factors Evaluation of Energy Visualization Dashboards. **Ergonomics in Design**, p. 39–47, 2024. Citado 3 vezes nas páginas 22, 40 e 41.

NISSEN, Hans J.; DAMEROW, Peter; ENGLUND, Robert K. **Archaic Bookkeeping: Early Writing and Techniques of Economic Administration in the Ancient Near East**. Chicago: University of Chicago Press, 1993. Citado na página 13.

Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Resolução A/RES/70/1 da Assembleia Geral das Nações Unidas. Acesso em: 12 mar. 2026. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 106.

SAJID. **The 80% of UI Design is Typography**. 2024. YouTube video. Consultado em 07 de set. de 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9-oefwZ6Z74>. Citado 3 vezes nas páginas 46, 99 e 102.

SANTORO, Fernando de Oliveira; SPIEGEL, Thaís; JÚNIOR, Dércio Santiago da Silva. O uso de modelos e técnicas de UX na criação de dashboards de BI: uma revisão sistemática da literatura. **Lumen et Virtus**, v. 15, n. 42, p. 7017–7035, 2024. Citado 5 vezes nas páginas 19, 20, 27, 29 e 30.

SNOW, John. **Map of cholera cases in the Broad Street area of Soho, London, 1854**. 1854. Lithograph. Public domain image. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Snow-cholera-map-1.jpg>. Citado na página 16.

SNOW, John. **On the Mode of Communication of Cholera**. 2. ed. London: John Churchill, 1855. Disponível em: <https://wellcomecollection.org/works/uqa27qrt>. Citado na página 17.

SOEGAARD, Mads. **Hick's Law: Making the choice easier for users**. 2021. Interaction Design Foundation. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/hick-s-law-making-the-choice-easier-for-users>. Citado 3 vezes nas páginas 68, 99 e 102.

SOUZA, Donizeti Leandro de; SOUZA, Thais Assis de; ZAMBALDE, Andre Luiz. Pesquisa acadêmica e avanços em ciência, tecnologia e inovação (ct&i): uma proposta de aproximação pela design science. **Cadernos EBAPE.BR**, FGV EBAPE, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 459–472, 2020. ISSN 1679-3951. Citado 3 vezes nas páginas 82, 105 e 107.

SPAR, Ira. **The Origins of Writing**. 2004. The Metropolitan Museum of Art. Disponível em: <https://www.metmuseum.org/essays/the-origins-of-writing>. Citado na página 13.

SULTANUM, Nicole; SETLUR, Vidya. From Instruction to Insight: Exploring the Functional and Semantic Roles of Text in Interactive Dashboards. **arXiv preprint arXiv:2407.14451**, 2024. Citado 7 vezes nas páginas 47, 48, 49, 50, 51, 100 e 103.

Sumerian scribes. **Cuneiform tablet: administrative account concerning the distribution of barley and emmer**. ca. 3100–2900 BCE. Clay tablet, proto-cuneiform script. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cuneiform_tablet-_administrative_account_concerning_the_distribution_of_barley_and_emmer_MET_DP297601.jpg>. Citado na página 14.

Tribunal de Contas do Estado do Maranhão. **Lançamento: novo Portal do Controle Social é instrumento de cidadania**. 2024. Website TCE-MA – Notícias. Disponível em: <https://www.tcema.tc.br/index.php/noticias/3021-lancamento-novo-portal-do-controle-social-e-instrumento-de-cidadania>. Acesso em: 26 abr. 2026. Citado na página 83.

Tribunal de Contas do Estado do Maranhão. **História do Tribunal**. 2026. Portal da Transparência TCE-MA. Disponível em: <https://www.tcema.tc.br/transparencia_novo/index.php/institucional/historia-do-tribunal>. Acesso em: 26 abr. 2026. Citado na página 82.

Tribunal de Contas do Estado do Maranhão. **Quem Somos**. 2026. Portal da Transparência TCE-MA. Disponível em: <https://www.tcema.tc.br/transparencia_novo/index.php?option=com_sppagebuilder&view=page&id=853>. Acesso em: 26 abr. 2026. Citado na página 82.

TULLIS, Thomas; ALBERT, Bill. **Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics**. 2. ed. Waltham, MA: Morgan Kaufmann, 2013. Citado 6 vezes nas páginas 54, 74, 75, 76, 77 e 78.

UNESCO. **Tabula Peutingeriana**. 2025. Memory of the World Programme. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/memory-world/tabula-peutingeriana>. Acesso em: 23 ago. 2025. Citado na página 15.

VINTEN-JOHANSEN, Peter et al. **Cholera, Chloroform, and the Science of Medicine: A Life of John Snow**. Oxford: Oxford University Press, 2003. Citado na página 16.

WIKIPEDIA. **1854 Broad Street cholera outbreak**. 2025. Encyclopaedia. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/1854_Broad_Street_cholera_outbreak>. Acesso em: 23 ago. 2025. Citado na página 17.

World Wide Web Consortium. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. 2018. W3C Recommendation. Success Criterion 2.5.5: Target Size (Enhanced). Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Citado na página 99.

YANG, Longzhi et al. Towards Big data Governance in Cybersecurity. **Data-Enabled Discovery and Applications**, v. 3, n. 1, 2019. Citado na página 19.

ZHUANG, Mengdie; CONCANNON, David; MANLEY, Ed. A Framework for Evaluating Dashboards in Healthcare. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, 2022. ArXiv:2009.04792v2 [cs.HC]. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 30.