

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

LUCAS MENDES PINHEIRO

**Metrificação da memória de trabalho nos elementos do *material design*: experimento
em um protótipo para smartphone**

São Luís
2023

LUCAS MENDES PINHEIRO

Metrificação da memória de trabalho nos elementos do *material design*: experimento em um protótipo para smartphone

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado do Maranhão como pré-requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Design.

Linha de pesquisa: Design e Ergonomia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Livia Flávia de Albuquerque Campos - UFMA.

São Luís
2023

LUCAS MENDES PINHEIRO

Metrificação da memória de trabalho nos elementos do *material design*: experimento em um protótipo para smartphone

Dissertação submetida à Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Design.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Lúvia Flávia de Albuquerque Campos - UFMA

Prof.^a Dr.^a Fabiane Rodrigues Fernandes - UFMA

Prof. Dr. Denilson Moreira Santos - UFMA

Prof. Dr. André Soares Monat - Esdi/UFRJ

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pinheiro, Lucas Mendes.

Metrificação da memória de trabalho nos elementos do
Material design : experimento em wireframes para
smartphone / Lucas Mendes Pinheiro. - 2023.

89 f.

Orientador(a): Livia Flávia de Albuquerque Campos.
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Design/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís -
Maranhão, 2023.

1. Ergonomia cognitiva. 2. Mapas de calor. 3.
Memória de trabalho. 4. UX Design. I. Campos, Livia
Flávia de Albuquerque. II. Título.

RESUMO

A memória é um campo amplo de estudo, e existem diversas perspectivas sobre ela. Atualmente entende-se que o encéfalo utiliza múltiplas estruturas para formar o armazenamento da memória. Mesmo sem saber a real capacidade humana, ela ainda é parte essencial no processo cotidiano de utilização de artefatos, daí surge a relevância dessa pauta na construção de interfaces digitais. No contexto atual, onde o celular se tornou uma ferramenta essencial para o cotidiano do ser humano, são desenvolvidos cada vez mais artefatos digitais através de princípios de design. Muitos desses preceitos e suas aplicações foram catalogados num sistema criado pela Google, para auxiliar times a desenvolverem experiências de alta qualidade visando a aderência do público. Esses elementos utilizam-se de modelos mentais, que tentam replicar padrões estabelecidos para reduzir a curva de aprendizagem da pessoa usuária ao utilizar determinado artefato digital. Contudo, o cenário ideal, onde apenas a reprodução *ipsis litteris* desses padrões consegue resolver, de fato, os problemas enfrentados por quem participa do desenvolvimento dos projetos dessas interfaces, parece não ser uma constante. Assim, considerando que os procedimentos disponíveis para a avaliação da “taxa de memorabilidade” de uma interface digital de fácil acesso inexistem ou tangenciam as intenções iniciais do profissional, e certas ferramentas popularizadas no mercado já capturam e criam de relatórios de eficiência (*task success*), eficácia, gravam as telas e geram mapas de calor, tendo essa prática alinhada a uma abordagem de valorização da utilização de dados nos projetos de design, levantou-se como o objetivo de pesquisa: analisar se o uso combinado de métricas usuais de mercado é eficaz para medir o custo da memorabilidade em interfaces para smartphones, a fim de gerar recomendações para a estruturação de métricas que auxiliem na avaliação dos padrões, quanto ao seu grau de dificuldade de ‘memorabilidade’. Para isso, delineou-se um estudo que permitiu validar a possibilidade de metrificar o custo para a memorização de fluxos de interfaces, através de experimentos quantitativos. Como resultados obteve-se uma base de dados com o sucesso e tempo para completar a tarefa, e o preenchimento de mapas de calor em porcentagem. Essas investigações mostraram uma possível correlação entre a eficiência na conclusão da tarefa e a objetividade na interação demonstrada pela relação entre a variação percentual entre as telas e o desvio padrão do preenchimento.

Palavras-chave: Memória de trabalho. Mapas de calor. UX Design. Ergonomia cognitiva.

ABSTRACT

Memory is a broad field of study, with various perspectives on it. Currently, it is understood that the brain utilizes multiple structures to form memory storage. Despite not knowing the true capacity of human memory, it remains an essential part of everyday artifact usage, hence the relevance of this topic in digital interface design. In the current context, where smartphones have become essential tools in human daily life, an increasing number of digital artifacts are being developed based on design principles. Many of these principles and their applications have been cataloged in a system created by Google to assist teams in developing high-quality experiences that resonate with the audience. These elements rely on mental models, which attempt to replicate established patterns to reduce the user's learning curve when using a particular digital artifact. However, the ideal scenario, where faithfully reproducing these patterns can effectively solve the problems faced by those involved in interface design projects, does not seem to be a constant. Considering that existing procedures for evaluating the "cost of memorability" of an easily accessible digital interface are either non-existent or only tangentially aligned with the intentions of professionals, and that certain widely adopted tools in the market already capture and generate efficiency reports (task success), efficacy metrics, screen recordings, and heat maps, aligning this practice with a data-driven approach in design projects, the research objective was raised: to analyze whether the combined use of commonly used market techniques is effective in measuring the cost of memorability in smartphone interfaces, in order to provide recommendations for structuring metrics that assist in evaluating the patterns' level of memorability difficulty. To achieve this, a study was designed that allowed for the validation of metrication for the memorization cost of interface flows through quantitative experiments. The results yielded a database with task success rates, completion times, and the percentage of heat map filling. These investigations demonstrated a potential correlation between task efficiency and interaction objectivity, as indicated by the relationship between the percentage variation between screens and the standard deviation of filling.

Key-words: Work Memory. Heatmaps. UX Design. Cognitive ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema acumulativo da memória	17
Figura 2 - Esquema simplificado adaptado no modelo de três caixas (Atkinson e Shiffrin, 1968)	20
Figura 3 - Esquema teórico da Carga Cognitiva, abarcando os dois fatores	21
Figura 4 - Botões do framework Bootstrap codificados	27
Figura 5 - Página do Atlassian design system sobre seu conteúdo	28
Figura 6 - Botões do MDG	29
Figura 7 - Funil de conversão horizontal do survey	31
Figura 8 - Exemplo de wireframe	32
Figura 9 - Esquema demonstrativo da evolução do sketch ao protótipo	33
Figura 10 - Exemplo de mapa de calor	36
Figura 11 - Quais as atividades mais recorrentes do profissional de UX	44
Figura 12 - Etapas da pesquisa	47
Figura 13 - Estrutura da survey	49
Figura 14 - Ordem de aplicação dos fluxos no experimento	53
Figura 15 - Tarefa A	53
Figura 16 - Tarefa B	54
Figura 17 - Fluxo Final (Tarefa A e Tarefa B)	56
Figura 18 - Telas convertidas para análise no código	68

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Média e Variação percentual do Tempo para concluir a Tarefa A	64
Tabela 2 - Média do Tempo para concluir a Tarefa B	66

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Resultados da medição dos protótipos DCU e MDG	30
Quadro 2 - Quadro de amarração sintetizando os testes presentes nos artigos	43
Quadro 3 - Relação entre métodos e objetivos de pesquisa	46
Quadro 4 - Perfil das pessoas participantes do experimento	52
Quadro 5 - Parecer Técnico sobre a 1ª versão do experimento	55
Quadro 6 - Variáveis da pesquisa, análise e objetivo	57
Quadro 7 - Definições de gerações utilizadas na análise dos dados	60

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Frequência de testes mencionados nos artigos	40
Gráfico 2 - Frequência de menções dos testes executados nos artigos	41
Gráfico 3 - Contagem total dos tipos de testes mencionados	42
Gráfico 4 - Contagem total dos tipos de testes realizados	42
Gráfico 5 - Contagem total das pessoas participantes do Experimento	59
Gráfico 6 - Idade das pessoas participantes do Experimento	60
Gráfico 7 - Perfil Geracional das pessoas participantes do Experimento	61
Gráfico 8 - Tempo (em horas) no celular das pessoas participantes do experimento	62
Gráfico 9 - Distribuição em relação à média brasileira de horas ao celular das pessoas participantes do experimento	62
Gráfico 10 - Resultados da tarefa A	63
Gráfico 11 - Tempo (segundos) para concluir Tarefa A1	64
Gráfico 12 - Tempo (segundos) para concluir Tarefa A2	65
Gráfico 13 - Dispersão Tempo (segundos) para concluir a tarefa A1 versus tarefa A2 ...	66
Gráfico 14 - Tempo para concluir a Tarefa B	67
Gráfico 15 - Dispersão entre o tempo A1 e Tempo B	68
Gráfico 16 - Dispersão (Alunos Matrícula ativa) Variação do preenchimento de tela 1.1 e 1.2 versus o preenchimento da tela 1.1	69
Gráfico 17 - Distribuição (Alunos Matrícula ativa) Variação do preenchimento de tela 4.1 e 4.2 versus o preenchimento da tela 4.1	70
Gráfico 18 - Desvio padrão % da Tarefa A	71
Gráfico 19 - Dispersão do Desvio padrão % versus Variação Percentual do tempo da Tarefa A	72
Gráfico 20 - Dispersão (Alunos Matrícula ativa) do Desvio padrão % versus Variação Percentual do tempo da tarefa A.....	73
Gráfico 21 - Matriz de correlação entre as variáveis de tempo e preenchimento de tela	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Carga Cognitiva
DCU	Design Centrado no Usuário
EEG	Eletroencefalograma
EM	Esforço Cognitivo
FGV	Fundação Getúlio Vargas
HCI	Human-Computer Interactions ou Interação Homem-Computador
MDG	Guidelines do Material Design
MWL	Working Memory Load
T.I.	Tecnologia da Informação
UI	User Interface ou Interface do usuário
UX	User Experience ou Experiência do Usuário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização e justificativa	14
1.2 Questão da pesquisa	15
1.3 Hipóteses	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo geral	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Memória	17
2.2 Carga cognitiva	19
2.3 Artefatos digitais e Mercado de Tecnologia	23
2.3.1 Design systems	26
2.3.2 Material Design Guidelines	28
2.3.3 Wireframe	31
2.4 Metrificando a experiência	34
2.4.1 Medidas de eficácia e eficiência	35
2.4.2 Mapas de calor	36
2.4.3 Pessoas usuárias	38
2.4.4 Pesquisas e estudos similares	39
2. MÉTODOS E TÉCNICAS	45
3.1 Tipo da pesquisa	45
3.2 Questões éticas	46
3.3 Arranjo metodológico	46
3.4 Etapas e procedimentos	46
3.4.1 Entendimento das perspectivas das pessoas usuárias acerca da ferramenta de criação de interface;	47
3.4.2. Entendimento da aplicação da ferramenta de criação de interfaces e modelos de experimentos	50
3.4.3. Experimento	50
3.4.3.1 Amostragem e seleção de pessoas usuárias para a avaliação	51
3.4.3.2 Coleta de dados	52
a. Questionário do perfil do usuário	52
b. Execução do experimento	53
3.4.3.3 Local de realização dos testes	57
3.4.3.4 Análise dos dados	57
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1 Perfil das pessoas respondentes do experimento	59
4.2 Execuções da tarefa A	63
4.3 Execução da tarefa B	66
4.4 Mapas de calor	68
4.5 Correlação entre Desvio padrão e Variação Percentual do tempo	71
4.6 Discussão	74

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES	84

AGRADECIMENTOS

Deixo meus agradecimentos a todos que me acompanharam direta ou indiretamente em mais um capítulo dessa jornada que caminha entre o mercado e a academia, que me apoia independente de tudo. Aos amigos em socorro emocional que escutaram o pequeno discurso explicando a relação de memória e smartphones. Das pessoas participantes da coleta de dados, pois sem elas não há pesquisa.

Algumas pessoas precisam ser agradecidas nominalmente, pois sem elas, talvez essa pesquisa não existiria ou teria uma configuração completamente diferente.

A minha mãe, Gislen Georges, por ser um referencial de trabalho e estudo, pelo apoio e ajuda independente das suas perspectivas.

A Rebeca Dieb e Elaine Portela que me acompanharam durante dos primeiros *insights*, e me tiraram várias dúvidas acerca de código, programação e estatística.

A Larissa Karla que me ajudou com sua experiência e feedbacks no anteprojeto desta pesquisa e também participou junto da Bruna Sodré e da Amanda Aramaki, como especialistas consultadas.

A professora Livia Campos, que esteve disposta a orientar na pesquisa e durante o decorrer do mestrado, e sempre esteve aberta às ideias que criaram essa pesquisa.

E Fernanda Passos que me escutou, e surtamos juntos nesse processo de tornar-se mestre.

Me sinto honrado por ter trabalhado e estudado ao lado de mulheres tão incríveis.

Somente o selvagem considera a resistência à dor como medida de valor. Esquecer a dor é conveniente, lembrá-la é agonizante. Mas recuperar a verdade vale o sofrimento e nosso País das Maravilhas, embora danificado, está seguro na memória.

Gato de Cheshire, American McGee

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificativa

A memória é um campo amplo de estudo, e existem diversas perspectivas sobre ela. Atualmente entende-se que o encéfalo utiliza múltiplas estruturas para formar o armazenamento da memória, e para haver o entendimento humano, a memória é dividida em quatro processos separados (codificação, armazenamento, consolidação e evocação) (KANDEL et al. 2014). Ainda assim, não se consegue medir o tamanho da memória do ser humano (LANDAUER, 1986). Mesmo sem saber a real capacidade humana, ela ainda é parte essencial no processo cotidiano de utilização de artefatos. É pela memória que tomamos decisões (NORMAN, 2006) daí surge a relevância dessa pauta na construção de interfaces digitais.

No contexto atual, o celular se tornou uma ferramenta essencial para o cotidiano do ser humano, e é cada vez mais comum esses artefatos digitais utilizarem princípios de design como diferencial de mercado. Muitos desses preceitos e suas aplicações foram catalogados num sistema criado pela Google, para auxiliar equipes a desenvolverem experiências de alta qualidade visando a aderência do público. Esse sistema ficou conhecido como *material design* (GOOGLE, [s.d.]).

Esses elementos utilizam-se de modelos mentais, que tentam replicar padrões estabelecidos para reduzir a curva de aprendizagem¹ da pessoa usuária ao utilizar determinado artefato digital. Contudo, o cenário ideal, onde apenas a reprodução *ipsis litteris* desses padrões consegue resolver, de fato, os problemas enfrentados por quem participa do desenvolvimento dos projetos dessas interfaces, parece não ser uma constante.

O design centrado no usuário utiliza técnicas para integrar os processos de projeção às necessidades do usuário, como, por exemplo, o *Double Diamond* ou Diamante Duplo, popularizado pelo *British Design Council* em 2005. Na atualidade, o mercado se apropriou de termos do design para representar algumas das necessidades no processo de produção relacionadas a seu relacionamento comum grupo de indivíduos, sendo elas: a necessidade de entender a pessoa usuária e as jornadas de interação com o produto (*User Experience* ou Experiência do Usuário, UX) e a aplicação das teorias de design e de HCI (*Human-Computer Interactions* ou Interação Homem-Computador) em hierarquia, *grid*, tipografia, uso de cores, etc. seguindo como diretriz o usuário daquela interface (*User Interface* ou Interface do usuário, UI). Parte dessas observações, ao nível inicial, partiram dos quatro anos de mercado em design e tecnologia do autor, que percebeu uma

¹ Curvas de aprendizado são representações matemáticas do desempenho de um trabalhador quando submetido a uma tarefa manual repetitiva (WRIGHT, 1936; TEPLITZ, 1991; BADIRU, 1992; ARGOTE, 1999 apud. ANZANELLO, FOGLIATTO 2007)

oportunidade de pesquisa ainda pouco explorada, observando as práticas de mercado atuais e comparando aos enfoques de pesquisa acadêmica.

Assim, considerando que os procedimentos disponíveis de fácil acesso inexistem ou tangenciam as intenções iniciais do profissional para a avaliação da facilidade de compreender e utilizar a memória de trabalho para operar uma interface digital. Esse processo de avaliação é nomeado nesta pesquisa de ‘taxa de memorabilidade’. As ferramentas popularizadas no mercado atuam na captura e criação de relatórios de eficiência (*task success*), eficácia, gravam as telas e geram mapas de calor. Essas práticas estão alinhadas a uma abordagem de valorização da utilização de dados nos projetos de design, conhecido por *data-driven design* (NUNNALLY; FARKAS, 2016).

O objetivo desta pesquisa consiste em analisar se o uso combinado de diversas métricas já conhecidas na literatura para avaliação do comportamento e desempenho do usuário na execução de tarefas é eficaz para medir o taxa de memorabilidade durante a interação com smartphones, de modo a gerar recomendações para a estruturação de métricas que auxiliem na avaliação dos padrões da anatomia da interface do usuário (UI) e seu grau de dificuldade de ‘memorabilidade’

Como procedimento metodológico, este estudo se caracteriza como de natureza experimental. Para isso, delinearam um estudo que permitiu validar a possibilidade de metrificação do custo para a memorização de fluxos de interfaces, através de experimentos quantitativos. Como resultados esperados pretende-se obter recomendações para desenvolvimento de uma ferramenta para auxiliar na justificativa de implementação de novos padrões de uso em interfaces.

1.2 Questão da pesquisa

Considerando a importância de procedimentos de fácil acesso para a avaliação do ‘taxa de memorabilidade’ de uma interface, a presente pesquisa propõe a seguinte questão: **O uso de relatórios de métricas usuais de mercado é eficaz para medir a taxa de memorabilidade durante o fluxo do usuário ao interagir com interfaces em smartphones?**

1.3 Hipóteses

O estudo pretende verificar as seguintes hipóteses:

- H1 - Relatórios de eficiência (*task success*), *eficácia* (tempo para concluir a tarefa) e mapas de calor são eficazes para medir o custo da memorabilidade em interfaces para smartphones.

- Sub-hipótese 1 — À medida que a pessoa usuária leva mais tempo para concluir a ação, a utilização da memória de trabalho aumenta;
- Sub-hipótese 2 — Quanto mais a pessoa usuária interage com a interface para concluir a ação, a utilização da de memória de trabalho aumenta;

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Analisar se o uso combinado de métricas comuns de mercado e já conhecidas na literatura para avaliação do comportamento e desempenho do usuário na execução de tarefas, são eficazes para medir o custo da memória de trabalho em fluxos de interfaces para smartphones.

1.4.2 Objetivos específicos

São propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Compreender a percepção e o uso do Material design por profissionais e estudantes da área de Tecnologia da Informação (T.I.).
- b) Identificar padrões recorrentes de retenção de artefatos digitais segundo a “taxa de memorabilidade”² de interfaces;
- c) Compreender procedimentos que atuam na metrificação de memória nos artefatos;
- d) Analisar o custo da memória de trabalho durante o fluxo do usuário ao interagir com interfaces em smartphone, que se utilizam dos recursos propostos pelo Material Design.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo se encontra a revisão dos principais temas relacionados à pesquisa, buscando compreender como a literatura científica discute a memória, seu entendimento construído, implicação no processo cognitivo; o design de interação, suas ferramentas para o desenvolvimento ágil de artefatos digitais e o conhecimento acerca da pessoa-usuária, limitações e recortes geracionais. Apresenta-se também, o estado da arte da discussão, por análises de trabalhos anteriores sob a justificativa de entender os caminhos já traçados e oportunidades levantadas pela pesquisa proposta.

² Nome sugerido para a possível razão entre variáveis analisadas na pesquisa: eficiência, eficácia e mapas de calor

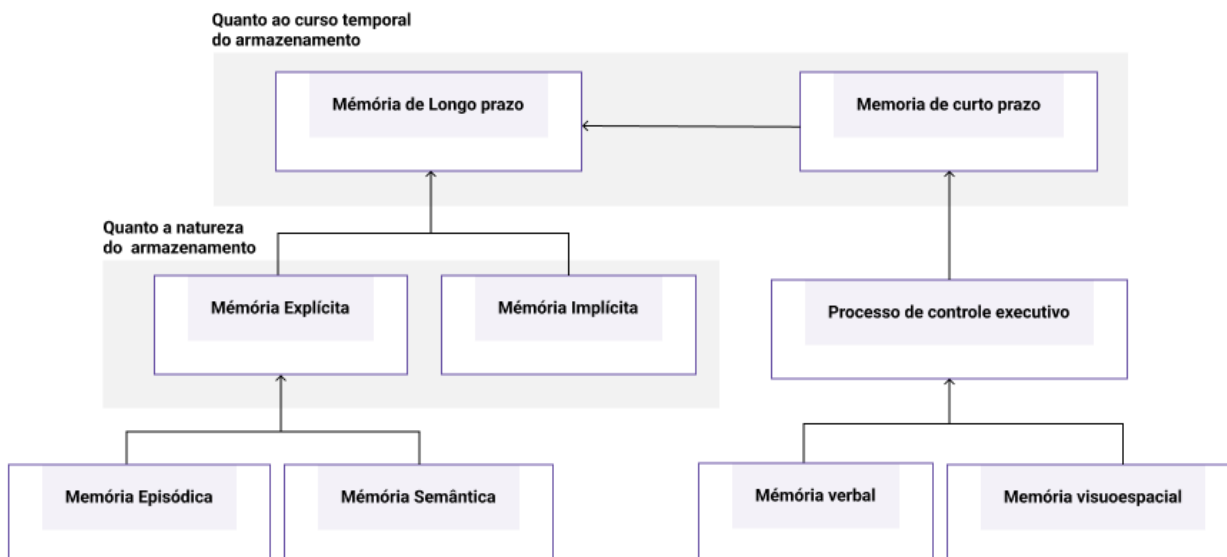
2.1 Memória

A memória humana é intrigante e vasta. O suficiente para que, até o momento, existam lacunas a serem preenchidas, no entendimento de como ela funciona, mesmo que muitas áreas se debruçam sobre o estudo da mesma. Mourão Júnior e Faria (2015) ainda pontuam as dificuldades de chegar em um consenso no que diz respeito a classificações, ressaltando ainda mais a complexidade do assunto.

Segundo o dicionário Michaelis online, o termo memória possui 17 entradas diferentes, passando da liturgia à informática, contudo, nesta pesquisa é importante ressaltar que dentre estes será utilizado o conceito proveniente da psicologia que é o “termo geral para denominar a função do sistema nervoso com a capacidade de reconhecer, evocar, reter e fixar as experiências passadas”.

Uma das complexidades de se estudar a memória está no fato de que "há diversas formas de aprendizado e memória, cada qual com suas próprias e distintas propriedades cognitivas, mediadas por sistemas encefálicos específicos" (KANDEL et al. 2014, p.1257). Para possibilitar o entendimento, Kandel et al. (2014) as estruturam em modelos, quanto ao curso temporal do armazenamento e a natureza da informação armazenada (Figura 1).

Figura 1 - Esquema cumulativo da memória.



Fonte: Criado pelo autor baseado nos conceitos de Kandel et al. (2014).

Ao olhar a memória pelo curso temporal temos: a memória de curto e longo prazo. Sendo a memória de curto prazo ou memória de trabalho aquela que "mantém representações transitórias de informações relevantes para objetivos imediatos" (Ibid. 2014 p.1267). Ela consiste em pelo menos dois subsistemas – um para a informação verbal e

outro para a informação visuoespacial, e coordenadas por um terceiro sistema, denominados processos de controle executivo (Ibid. 2014)

Esse conjunto de representações moldará a memória de longo prazo através de quatro processos: codificação, armazenamento, consolidação e evocação. Esses processos descritos por Kandel et al. (2014), podem ser entendidos de maneira simplificada como: um indivíduo ao interpretar um novo estímulo, parte de seus conhecimentos prévios para poder ser compreendido (*codificação*), essa informação fica retida na memória de curto prazo que possui espaço limitado de *armazenamento*, o processo de repetição estabiliza essa informação ainda efêmera (*consolidação*) e desse processo resulta no *armazenamento* na memória de longo prazo, superior em capacidade de *armazenamento*. Essa informação retida pode ser acessada novamente (*evocação*) e está sujeita às distorções, visto que ao acessar essas informações armazenadas, associamos múltiplos fragmentos de informação sob diferentes circunstâncias e “há sempre algum grau de perda durante o processo de consolidação” (MOURÃO; FARIA, 2015, p. 785)

Assim temos a construção da memória de longo termo conscientemente (Explícita), além dela também tem-se a memória explícita (também chamada de memória não declarativa ou de procedimentos) (KANDEL et al. 2014), sendo inconsciente e geralmente automática. Diferentes tipos de experiência podem produzir memórias implícitas, como o aprendizado de habilidades motoras, a memória de hábitos e os condicionamentos. Essas são as classificações quanto à natureza do armazenamento.

Norman (2016) aborda sobre os modelos de racionalização e construção do pensamento, logo bastante atrelado à memória. Alguns modelos de memória comparam as memórias a uma coletânea de fotos, que o autor pontua como errada, já que a memória consegue comprimir e misturar as informações adquiridas. Outro modelo compara a um fichário com muitas seções e etiquetas, conhecida pelo nome de teoria do esquema, teoria da estrutura, quadros, *frames*, rede semântica ou codificação proposicional, que já inclui a capacidade associativa e dedutiva do pensamento. E ainda a abordagem conexionista que utiliza da lógica matemática para tentar compreender o raciocínio humano e "defende que o cérebro é composto por um número muito grande de processadores simples, os neurônios, sendo densamente interconectados em uma rede complexa" (WIETHAN et al., 2012, p.985).

Esses modelos (NEUFELD, STEIN, 2001), às vezes complementando, às vezes contrapondo, trabalham juntos na tentativa de avançar a compreensão do funcionamento da memória. Mas como o próprio Norman (2016) coloca, mesmo com esses modelos estamos muito longe de compreender a memória e a cognição humana.

Ao observar essas construções fica visível o impacto da memória de trabalho (ou memória de curto prazo) na memória em sua totalidade. Segundo Mourão Júnior e Faria

(2015) esse sistema que constitui o que chamamos memória tem uma importância crucial no cotidiano de qualquer indivíduo.

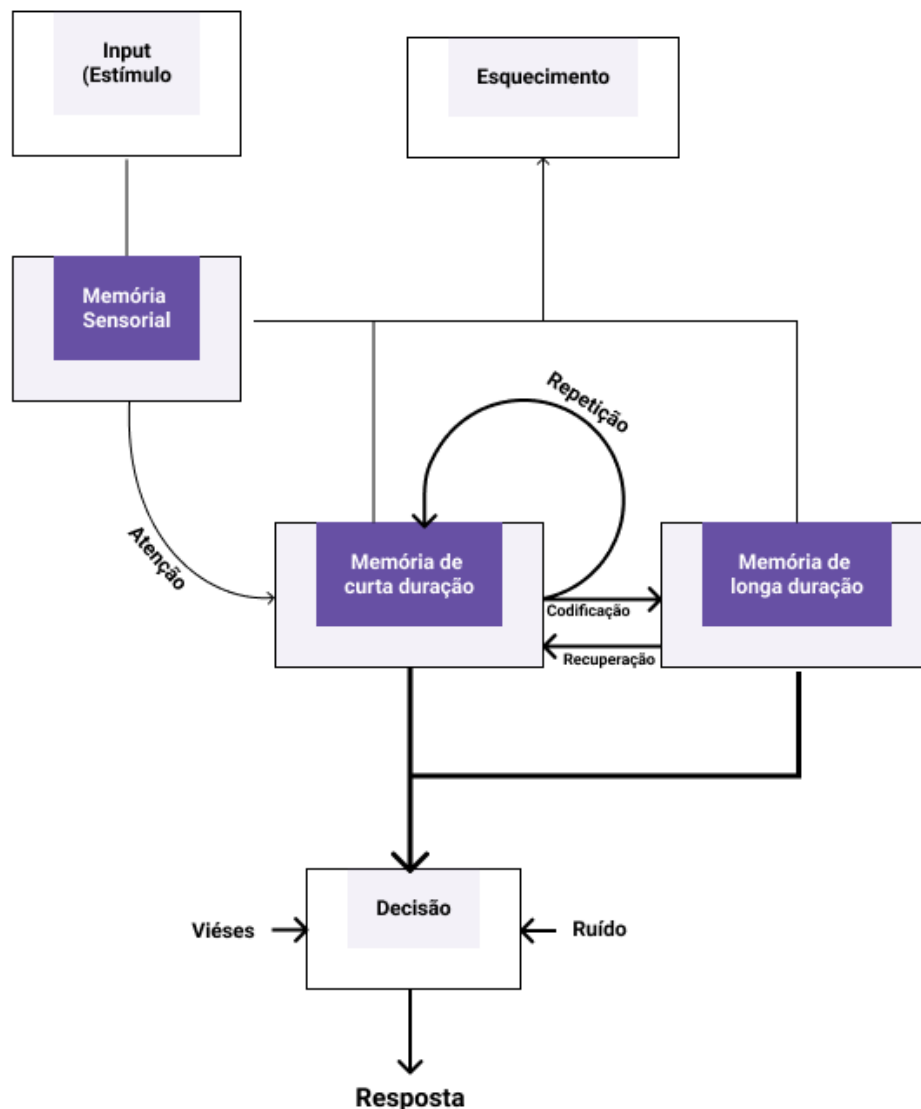
A memória é um dos mais importantes processos psicológicos, pois além de ser responsável pela nossa identidade pessoal e por guiar em maior ou menor grau nosso dia a dia, está relacionada a outras funções corticais igualmente importantes, tais como a função executiva e o aprendizado. (Ibidem, 2015, p.701)

O cérebro processa informações de maneiras limitadas, algumas teorias utilizam-se da memória de curto prazo ou memória de trabalho para entender esses processos. Como se percebe, esta é uma função complexa que envolve processos neurofisiológicos, percepção, memória de curta duração, memória de longa duração e funções cognitivas (BERGASA et al., 2018 apud. ASGHER et. al, 2020. Tradução nossa) e é responsável pela supervisão e regulação dos processos cognitivos como a atribuição, direcionamento, persistência, priorização, alternância de atenção além de coordenação, e planejamento geral de comportamentos (BADDELEY, 1992; SHALLICE, BURGESS, 1993 BADDELEY, DELLA SALA, 1996; BADDELEY, HITCH, 1974; KANE, ENGLE, 2002; OBERAUER, 2019; apud. WALKER, ENG, TRICK. 2021).

2.2 Carga cognitiva

O modelo de três caixas de Atkison e Shiffrin (1968) ajuda a entender o relacionamento entre essas três estruturas que compõem a estrutura cognitiva humana, além das memórias de longo e curto prazo, também temos a memória sensorial (Figura 02). Ela retém "as informações que chegam até nós através dos sentidos, podendo ser estímulos visuais, auditivos, gustativos, olfativos, táteis ou proprioceptivos" (MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015, p.783). Segundo Sweller et al. (1988. Tradução nossa) o estudo da carga cognitiva pode esclarecer como o cérebro funciona e aprende efetivamente.

Figura 2 - Esquema simplificado adaptado no modelo de três caixas (Atkinson e Shiffrin, 1968)

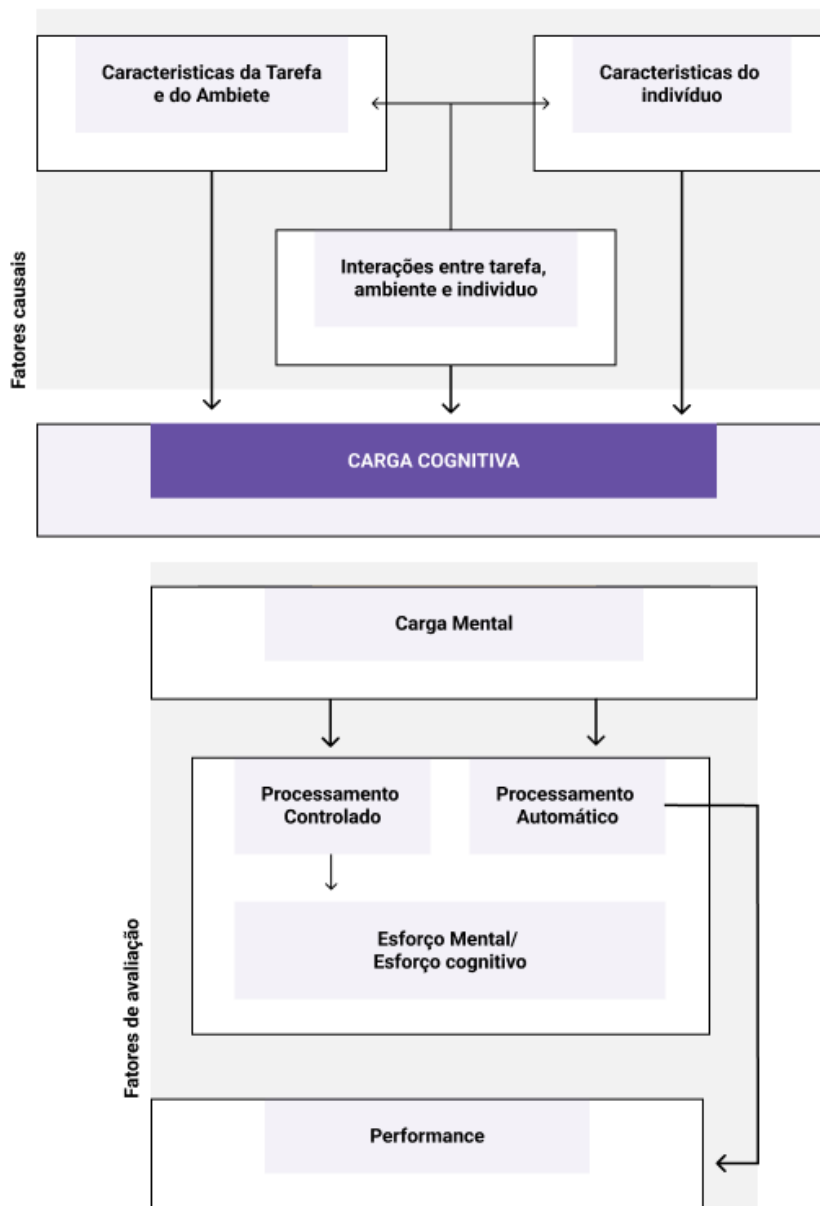


Fonte: Criado pelo autor

Esse modelo acima ajuda a entender visualmente o processo de formação da memória de longa duração, posteriormente apresentado por Kandel et al. (2014). O modelo de três caixas traz visibilidade a uma gama de fatores externos que impactarão no sistema cognitivo dos indivíduos, como os vieses e o ruído no momento de decisões.

O entendimento de carga cognitiva pode tornar ainda mais claro esse impacto do meio externo na realização de tarefas, como visível na figura 3, esse impacto envolve as características do indivíduo, do ambiente, da tarefa realizada e as interações entre elas.

Figura 3 - Esquema teórico da Carga Cognitiva, abarcando os dois fatores



Fonte: Baseado no modelo de Jahns, 1973; Paas; van Merriënboer, 1994 apud. Alves, 2017

A carga cognitiva (CC) pode ser definida como um construto multidimensional representando a carga imposta ao sistema cognitivo das pessoas, fruto da realização de uma tarefa em particular (PAAS, VAN MERRIËNBOER, 1994; PAAS et al. 2003 apud. ALVES et al. 2017). Dentro desse processo, o esforço mental ou esforço cognitivo (EM) está o aspecto da carga cognitiva relacionado à capacidade de alocação de recursos mentais para a realização de uma determinada tarefa (SCHNEIDER, SHIFFRIN, 1977; SHIFFRIN, SCHNEIDER, 1977; WESTBROOK, KESTER, BRAVER, 2011 apud. ALVES et al. 2017). Essa descrição se encaixa perfeitamente no papel que a memória de trabalho executada

nos processos anteriormente explorados, de mediar a utilização de informações armazenadas e também registrar partes das informações recém-adquiridas, para armazenamento posterior.

A CC é um fator humano bastante invocado nas áreas de Interação Homem-Máquina (IHM), na ergonomia cognitiva³ e neuroergonomia⁴ (ASGHER et al. 2020. Tradução nossa). Na área de atuação da ergonomia já havia a preocupação em analisar além das características físicas, como também as cognitivas do ser humano (MORAES, 2013).

Cardoso e Gontijo (2012) classificam o esforço mental em três conceitos (p. 877):

Carga Psíquica: Cargas que se relacionam aos aspectos afetivos presentes no trabalho ou a significação do trabalho para quem o realiza. Também se relaciona ao modo como o trabalhador se afeta com o trabalho que desempenha.

Carga cognitiva: Refere-se às cargas advindas das exigências cognitivas das tarefas. O uso da memória, da percepção, atenção, concentração, raciocínios e tomada de decisões relacionadas com a tarefa.

Carga mental: Contempla aspectos psíquicos e cognitivos abrangendo os conceitos da carga psíquica e cognitiva ao mesmo tempo.

Qualquer processo de operacionalização, está intrinsecamente ligado à carga cognitiva imposta àqueles processos, e muitas das vezes nos deparamos em situações onde a resolução do problema e a criação dos esquemas são simultâneas. Para as pessoas usuárias experientes esse esforço pode ser menor, já que ele irá acessar esquemas prévios de como resolver a tarefa. Contudo, pessoas usuárias novatas terão o trabalho de entender o funcionamento da tarefa enquanto tentam resolvê-lo, aumentando drasticamente a carga cognitiva e geralmente impactando negativamente na retenção desses esquemas, como descrito por Sweller (1988), a criação desses esquemas podem ser entendidos como modelos mentais.

No processo de criação de interfaces, pode-se perceber o impacto significativo de mapear os modelos mentais da pessoa usuária. Designers replicam formas e padrões anteriores e estabelecidos em prol de um fácil entendimento por parte da pessoa usuária. Como exemplo, os botões em interfaces digitais e suas aparências mimetizam estruturas

³ A ergonomia cognitiva, também conhecida como engenharia psicológica, refere-se aos processos mentais, tais como percepção, atenção, cognição, controle motor e armazenamento e recuperação de memória, como eles afetam as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. (ABRANTES, 2011)

⁴ A Neuroergonomia une o conhecimento da Neurociência ao da Ergonomia. Ela busca compreender a função desse sistema intrigante com o objetivo de elevar o desenvolvimento e aperfeiçoamento de “teorias Ergonômicas” (FRACASSO, [s.d.]

reais por meio de sombras e formas, que servem para ativar e desativar comandos em painéis ou controles remotos.

“O ser humano pensa sempre por meio das linguagens que tem à disposição” (CARDOSO, 2016, p.83). Norman (2006, p.47) mesmo diz que “o aproveitamento das analogias físicas e os padrões culturais conduz à compreensão imediata” e, ele nomeia isso de mapeamento natural. O designer deve buscar a compreensão dessa linguagem na hora de projetar para que o artefato resultante de sua prática possua, nesse contexto de interfaces, o verbal e o não verbal que compõem essa ‘linguagem’ que chamamos de modelo mental, e que “se realizado de formas errôneas conduzem às frustrações da vida cotidiana” (Ibdem. 2006, p.62).

Esses fragmentos são geralmente construídos a partir de nossas vivências e vão servir de referências para as seguintes, são esses costumes e convenções das quais vivenciamos todos os dias, como dito por Cardoso (2016), que nos ajudam a operar artefatos recém-descobertos. Tendo isso em mente, percebe-se assim o nível de complexidade de um projeto de design.

2.3 Artefatos digitais e Mercado de Tecnologia

Modelos mentais se relacionam com o artefato como Cardoso (2016, p.60) descreve “a experiência do objeto é sempre delimitada por costumes e convenções”. Ainda que, dado ao contexto que vivemos, é pouco provável que as pessoas não possuam referências preconcebidas sobre os artefatos que as rodeiam, sem necessariamente mencionar o acesso à internet e as maravilhas de pesquisa no 'oráculo Google'.

Cardoso (2016) fala que a internet não teria o alcance que temos hoje sem o desenvolvimento de interfaces visuais que auxiliassem a pessoa usuária comum a usá-la (aquela que não tem conhecimento profundo em linguagens de programação).

As redes dependem de interfaces para funcionar. Se a ligação entre um ponto e outro não permite o fluxo desejado, a rede inteira pode ser desfeita ou prejudicada. Cada uma dessas inter-relações das partes é um ponto de “interface”, ou seja: o dispositivo físico ou lógico que faz a adaptação entre dois sistemas. As interfaces precisam ser projetadas. Aí entra a enorme importância histórica do design. As redes não nascem prontas nem se mantêm operacionais sozinhas. Elas dependem de planejamento e precisam de constante manutenção e ajuste (Ibdem. 1971 p.2).

Ao artefato isso é muito interessante, visto que é impossível separá-lo de seu contexto social.

Sem um sujeito capaz de atribuir significado, o objeto não quer dizer nada; ele apenas é. A apreensão de todos os fatores

citados deriva da relação entre usuários e artefatos, numa troca de informações e atribuições que se processa de modo contínuo. Em última instância, é a comunidade que determina o que o artefato quer dizer. (Ibid. 2016, p.62)

Essa relação criada entre a sociedade que consome e a ferramenta criada fica muito claro na frase creditada a Herbert Marshall McLuhan, porém cunhada por John Culkin (1967, p.53), "Nós moldamos nossas ferramentas e nossas ferramentas nos moldam". Em períodos mais recentes, onde o limite do real e do virtual se relacionam e se confundem cada vez mais, tal relação não é diferente. A cada ano se torna mais latente falar além da concepção e concretização desses artefatos intangíveis, mas também a virtualidade traz um cenário de inovação, propulsionando a relação entre homem e interface.

Esse grande artefato coletivo chamado internet tem ressignificado a maneira que o ser humano interage com outros artefatos. A evolução tecnológica coloca à disposição tecnologias e benefícios jamais imaginados — máquinas inteligentes, ágeis e eficientes, sistemas precisos e diagnósticos imediatos são apenas alguns dos resultados que a ciência de dados pode proporcionar à humanidade. Esse contexto de expansão digital criou um cenário perfeito para a expansão do mercado de tecnologia, onde empresas vendem além de sistemas, aplicativos ou sites, mas experiências. Esse é o valor competitivo atual: sistemas não estão limitados a simplesmente a construir códigos, mas gerar necessidades

Os mercados globais vêm passando nos últimos anos por uma transformação expressiva em direção aos investimentos em tecnologia, segundo a Valor Investe (2021), esse mercado teve aumento de 310% de vagas em 2020.

(As tecnologias) fazem-nos ganhar consciência de alterações significativas, por exemplo, nos conceitos de espaço (que está encurtado) e de tempo (que está muito acelerado), de centro e de periferia (que se aproximam potencialmente), de vizinhança (que já não se restringe apenas ao prédio, à rua, ao bairro ou à zona em que habitamos ou trabalhamos), de público e de privado (que se perpassam cada vez mais nos nossos quotidianos) (SANTOS; TAROUCO, 2007, p.2)

Essa mudança social fica visível pela forma como artefatos digitais preencherem um espaço importante no cotidiano do ser humano, fica claro quando a Época Negócios (2022) apresenta dados como "o brasileiro passa $\frac{1}{3}$ do seu tempo acordado". Nesse contexto de demanda e oferta, a 31ª Pesquisa Anual da FGV mostra que no Brasil, "ao todo são, 234 milhões de celulares inteligentes (smartphones). Ao adicionar notebooks e tablets, são 342 milhões de dispositivos portáteis em junho de 2020, ou seja, 1,6 dispositivo portátil por habitante".

Para dar vazão a esse desejo por tecnologia e gerar diferenciação de mercado são desenvolvidos cada vez mais artefatos digitais através de princípios de design por meio de abordagens multidisciplinares centradas na pessoa usuária.

A experiência do usuário é importante para as empresas porque contribui diretamente na imagem da marca perante o mercado consumidor, podendo ela ser positiva ou negativa. Pensando nisso, a UX designer trata o usuário como centro dos estudos em todo o processo de desenvolvimento de algum produto ou serviço, levando em consideração suas necessidades e limitações, de maneira a alcançar maior satisfação do cliente ao interagir com a marca. UX designer pesquisa o comportamento humano, e investiga o porquê de uma pessoa reagir de uma determinada forma, e então propõe melhorias de design baseados nesse comportamento (SANTOS; GIBERTONI, 2019, p.54).

Comumente chamado UX Design, esse cenário é complexo e emergente. Os indivíduos possuem capacidades diferentes de reterem os padrões utilizados que também se alteram segundo a progressão de idade de cada indivíduo, proporcionando assim as curvas de aprendizado diferentes.

Usuários experientes e inexperientes têm necessidades informacionais distintas. Pode ser desejável oferecer ao inexperiente uma explicação passo a passo das ações. Quanto à organização da informação, é necessário desenhar o hipertexto para os diferentes tipos de usuários e níveis de experiências. Quanto às ações, deve-se guiar o novato através de passos progressivos, permitindo aos experimentados o by-pass (salto) de certas partes do hipertexto, com caminhos múltiplos para atingir diretamente o seu destino. (LEULIER; BASTIEN; SCAPIN, 1998, p.88)

Esses conceitos são agregados a outros como a psicologia cognitiva e a ergonomia, para assim tentar compreender a relação entre os modelos mentais e o erro humano, citados por Donald Norman (2006) e desenvolver melhores interfaces digitais.

Em qualquer interface, aplicam-se os reflexos desses esquemas que criamos ao longo da vida, sendo eles “indicações fragmentárias, com apenas uma compreensão sofrível do que está acontecendo” (NORMAN, 2006, p.62), esses modelos se adaptam para tentar suprir nossas necessidades do cotidiano e a reutilização de alguns deles pode agilizar o processo de entregas dessas interfaces. Esses fragmentos são geralmente construídos a partir de nossas vivências e vão servir de referências para seguintes, são esses costumes e convenções das quais vivenciamos diariamente, como dito por Cardoso (2016) que nos ajudam a operar artefatos recém-descobertos.

Muitos desses preceitos e suas aplicações foram catalogados em um sistema criado pela Google, para auxiliar equipes a desenvolverem experiências de alta qualidade visando

a aderência do público, pensando também nas experiências responsivas entre plataformas. Esse sistema, anunciado publicamente em 2014, ficou publicamente conhecido como *Material design* (GOOGLE, S/D).

Assim como a Google, outras empresas decidiram embarcar nessa empreitada de desenvolver seus próprios sistemas de design. A Atalassian, Uber, Airbnb, o governo federal⁵ e outros estão ativamente desenvolvendo, de maneira aberta ao público ou não, essas ferramentas que estão se mostrando ser a mais nova atração do mercado.

2.3.1 Design systems

Os componentes criados nesses sistemas utilizam-se dos modelos mentais vinculados a personalizações da marca que o produz, como o *branding*⁶, padrões de cores, tons de voz e outros em seus princípios. E por meio dele tentam replicar padrões estabelecidos impressos com a identidade da marca para reduzir a curva de aprendizagem da pessoa usuária ao utilizar determinado artefato digital sem perder a diferenciação do mercado. Cabe ao designer “assegurar de que tudo com relação ao produto seja consistente com a operação do modelo conceitual apropriado” (NORMAN, 2006. p.224).

Para a Meiuca (2021, p.7), uma empresa brasileira de produtos digitais, o *Design System* é “como um ecossistema de bibliotecas que inclui componentes 'codados'⁷ a partir de semânticas de design, gestão de estilo centralizada e alguns artefatos não instaláveis tão importantes quanto, como guias de redação, ilustração, e fotografia”. Isto é, percebe-se uma confluência de setores como programação, design, gestão, marketing e afins em uma direção. Na pesquisa realizada por essa empresa é possível perceber como essa tendência de mercado tem se tornado popular não apenas no exterior, mas também no Brasil.

O surgimento do 1º *design system* não é tão claro como pode-se imaginar, tampouco podem se negar os anos de história de design que influenciam direta e indiretamente na construção dessas ferramentas. Abreviando a história e dando enfoque aos momentos recentes, é bastante citado o livro de Christopher Alexander, *Uma linguagem de padrões* (1977), por ser “um guia cheio de elementos comprovados que qualquer pessoa comum pode usar para criar um mundo para se viver que melhor atende aos humanos que interagem com ele” (FIGMA, S/D. Tradução nossa). Segundo Beck (S/D), esses princípios de um mundo físico foram, com o decorrer dos anos, incorporados às práticas do meio digital. Nos anos 2000, a então conhecida Web 2.0⁸ foi marcada pela catalogação desses

⁵ <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/transformacao-digital/ferramentas/design-system>

⁶ Branding ou Brand Management é uma estratégia de gestão da marca que visa torná-la mais reconhecida pelo seu público e presente no mercado. (SEBRAE, 2019)

⁷ Palavra que significa a ação de codificar, ato de desenvolver códigos ou algoritmos. (“Codar”, [s.d.]

⁸ O termo Web 2.0 é utilizado para descrever a segunda geração da World Wide Web. (FOLHA DE SÃO PAULO, 2006)

padrões visuais, como na página ui-patterns.com. Em 2005, com o livro da Jenifer Tidwel, *Designing Interfaces*, onde ela "compila uma série de soluções de design em uma série de padrões reutilizáveis" (HOFFMANN, 2006. Tradução nossa), não apenas para registrar o que está sendo realizado, mas também para armazenar um conjunto de boas práticas de maneira acessível. Em 2013, em um cenário influenciado por uma tendência de interfaces cross-plataformas e aplicativos mobile, Brad Frost lança o *Atomic design*, priorizando a flexibilidade e apostando na modularidade desse sistema (BECK. S/D).

Tendo em vista a importância de adequar os projetos aos modelos mentais e somado a uma necessidade de mercado por produção ágil em um meio bastante diversificado de proporções de telas disponíveis para a compra (PINANDITO et al. 2017), popularizaram-se *frameworks*, como YUI em 2006, da Yahoo e o Bootstrap⁹ em 2011, do Twitter, onde essas bibliotecas estilizadas de padrões prontas para ser consumidas (Figura 4).

Figura 4 - Botões do framework Bootstrap codificados



Fonte: Bootstrap Team. S/D

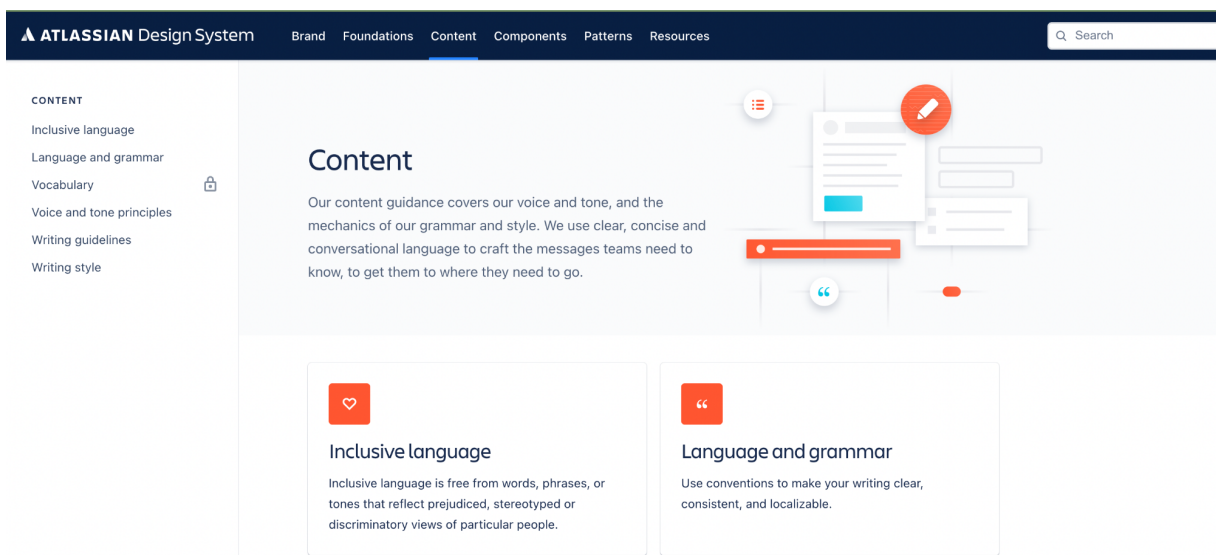
Assim era possível cortar caminhos e acelerar o lançamento de sites. Até hoje o Bootstrap é o *framework* mais popular conforme a pesquisa Keycdn (2021) com 146 mil estrelas.

Na atualidade, muitas empresas têm se aventurado em um caminho parecido, assim como o grande expoente *Material Design Guidelines* (MDG), alguns aderiram à iniciativa *open-source*, outras estão restritas apenas ao uso institucional. Os nomes mais populares vêm de empresas estrangeiras como, por exemplo, o Atlassian Design system, da empresa com o mesmo nome (Atlassian), ou o Carbon da IBM. Por meio deles se percebe uma

⁹ O Bootstrap é um framework para front-end originalmente criado no twitter pelo designer Jacob Thornton e pelo desenvolvedor Mark Otto. (OTTO, 2011)

necessidade de documentar e alinhar a comunicação entre os integrantes dos times de desenvolvimento, focando em agilidade e homogeneidade de produtos digitais, não apenas catalogando padrões curados de usabilidade, mas também imbuindo com seus valores, comunicação e princípios de criação (Figura 5).

Figura 5 - Página do Atlassian design system sobre seu conteúdo



Fonte: Atlassian. S/D

2.3.2 Material Design Guidelines

A Google lançou em 2014 (PINANDITO et al. 2017), o que hoje chamamos *Material design guidelines* (MDG), onde, atualmente, além da biblioteca codificada, também constam seus princípios básicos, conceitos utilizados para a ideação de interfaces digitais.

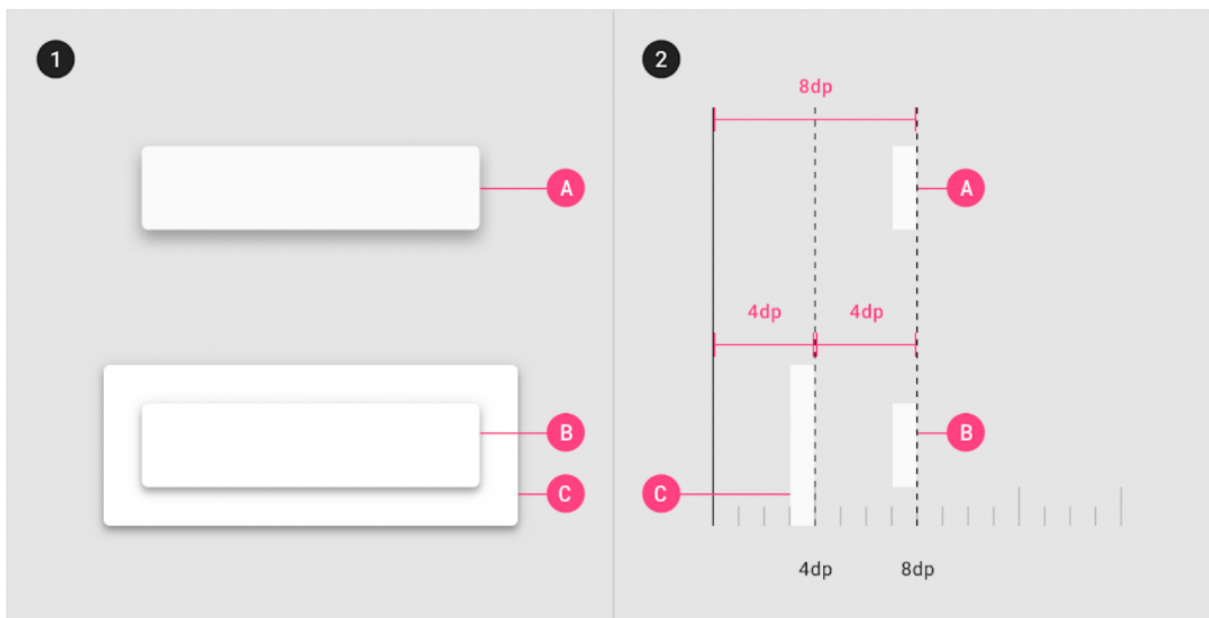
Nesse cenário, o *Material design guidelines* (MDG) mantém-se relevante, como mostra a pesquisa realizada pela empresa Keycdn (2021), onde o sistema da Google ocupa o segundo lugar, com 64 mil estrelas avaliadas na plataforma Git-hub¹⁰. Mesmo sendo um dos mais populares, de acordo com KALAC et al. (2021) geralmente as pesquisas criam e testam o desempenho de uma aplicação em diversos tipos de aparelhos com o sistema Android, porém a quantidade de pesquisas analisando a experiência da pessoa usuária (UX) é escassa.

O MDG reconhece a importância do modelo mental no momento que um de seus princípios básicos é a representação da realidade, como na frase “o real é a metáfora” (GOOGLE, S/D), utilizada para ilustrar esse conceito. Esse conceito pode ser materializado na figura 6, a qual apresenta um dos diferenciais do MDG, a simulação da perspectiva por

¹⁰ GitHub é uma plataforma de hospedagem de código-fonte e arquivos para o versionamento Git. Por meio dele, pessoas desenvolvedoras conseguem controlar histórico de mudanças e trabalhar no código concomitante com outros.

meio da utilização de luz e sombra, se assemelhando a recortes de papéis sobrepostos no mundo real, isto é chamado elevação.

Figura 6 — Botões do MDG



Fonte: Google, S/D

Esse direcionamento de apresentar seus princípios de criação, bem como uma biblioteca de componentes codificados de maneira aberta, ou como é comumente chamada *open-source*¹¹ pode ter sido um dos motivos da popularidade do MDG. A disponibilidade e uso indiscriminado, por outro lado, pode trazer a sensação que o MDG não possui a capacidade de se adaptar a identidades de marcas para criar uma linguagem individual, sendo que a mescla dos dois ainda carrega fortes referências às linguagens do Google. Esse desejo por uma linguagem homogênea, porém individual, parece ter alimentado o mercado a se direcionar ao desenvolvimento de novos *design systems*.

Pinandito et al. (2017) executaram uma pesquisa que avalia essa relação sob um viés positivista. Comparando a eficiência e a eficácia da entrega de conteúdo, em tablets e smartphones, e pode-se verificar que as práticas do design centrado na pessoa usuária (DCU) tendem a performar melhor usabilidade que os *guidelines* do MDG, principalmente em cenários reduzidos, como os mostrados no quadro 1.

¹¹ O software de código aberto é feito por muitas pessoas e distribuído sob uma licença compatível com OSD que concede todos os direitos de uso, estudo, alteração e compartilhamento do software modificado e não modificado. (OPEN SOURCE INITIATIVE, [s.d.]

Quadro 1 - Resultados da medição dos protótipos DCU e MDG

Web (Plataforma*)	Método	Eficácia Produto integral geral (%)	Eficiência	
			Eficiência baseada no tempo (meta/s)	Eficiência relativa geral (%)
J-PTIHK (T)	DCU	100	0.57	100
J-PTIHK (T)	MDG	97.32	0.45	98.68
J-PTIHK (S)	DCU	98.09	0.44	98.23
J-PTIHK (S)	MDG	97.32	0.26	97.57
Jurnal UB (T)	DCU	85.14	0.48	85.35
Jurnal UB (T)	MDG	82.45	0.26	82.25
Jurnal UB (S)	DCU	85.14	0.33	85.87
Jurnal UB (S)	MDG	82.45	0.16	70.23
VLM UB (T)	DCU	74.27	0.5	80.82
VLM UB (T)	MDG	74.18	0.51	82.75
VLM UB (S)	DCU	74.27	0.31	75.38
VLM UB (S)	MDG	73.98	0.38	78.76

(T) significa tablet, (S) significa smartphone*

Fonte: Adaptado de Pinandito et al. 2017

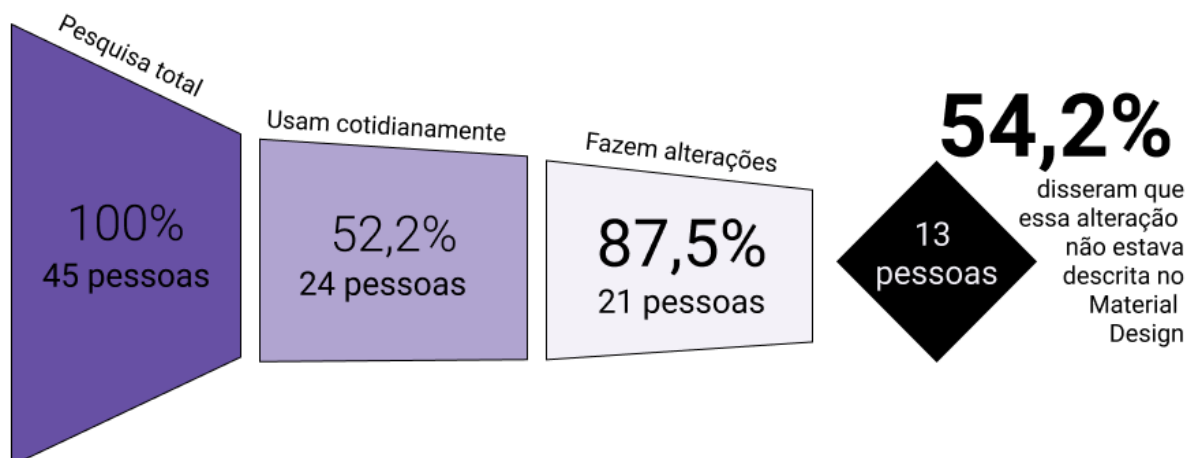
Ainda que esta pesquisa demonstre certas oportunidades para a utilização de outros métodos além do MDG, isso ainda não traz a perspectiva da pessoa usuária desta ferramenta, ou ainda explica o porquê este sistema se mantém popular, visto que outros poderiam performar melhor em contextos específicos.

Dentro desse cenário, a falta de uma perspectiva subjetiva, retira do MDG a análise dos processos da experiência de seu uso, mesmo sendo uma ferramenta para construção de outras interfaces, ele está à mercê da interpretação desse sujeito, que nessa pesquisa é

chamado de “pessoa usuária”. Evidenciando a perda de informação ao não olhar para essa relação em instrumentos e suas pessoas usuárias.

Dos profissionais de tecnologia que utilizam o MDG (71,2% da amostra de pesquisa), grande parte são recentes no mercado (65,2% são juniores ou pleno). O que revela uma possível relação entre a procura por experiência e referências no uso do MDG.

Figura 7 - Funil de conversão horizontal do survey



Fonte: Pinheiro; Campos. 2022

O funil de conversão na figura 7 mostra que das pessoas que usam cotidianamente a ferramenta (52,2% da amostra), 87,5% dizem ter feito alguma alteração nos componentes e 54,2% dessas alterações não estavam descritas no próprio Material design.

O rápido mapeamento sobre as questões discutidas acima realça os resultados gerais dessa pesquisa como um todo, dado que, com base nos resultados, a amostra da comunidade enxerga o MDG passível de adaptações na utilização cotidiana. Trazendo valor para apresentação de modelos alternativos ou soluções avaliadoras dessas capacidades de representar novos padrões não mapeados pelo MDG, ou adaptações nos existentes.

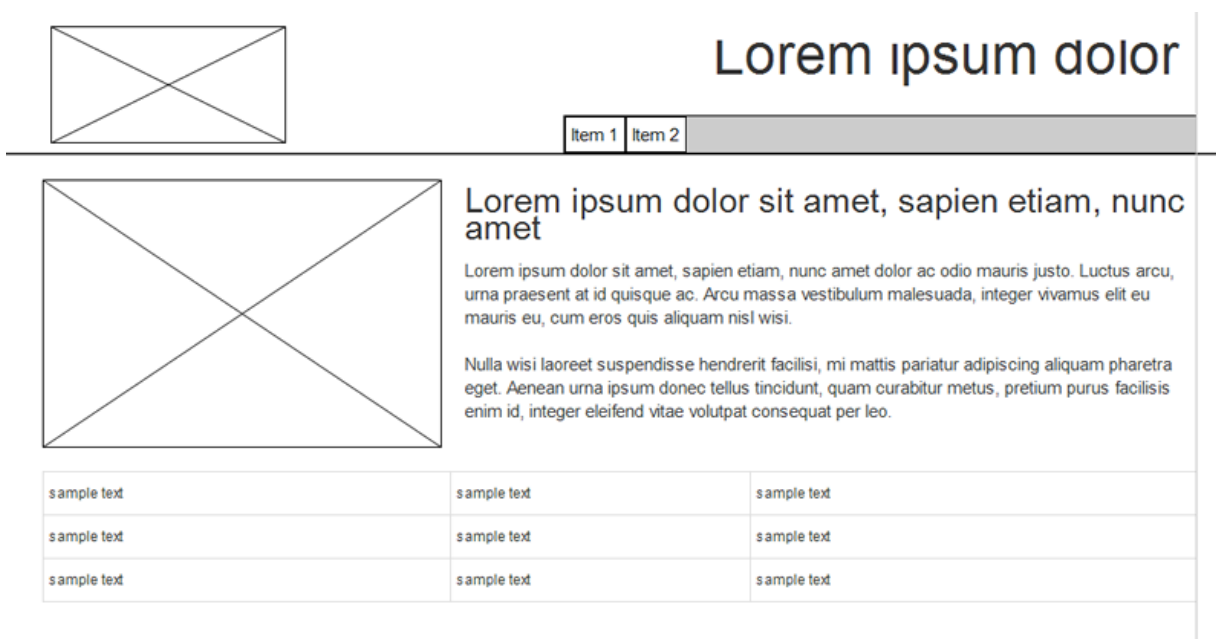
2.3.3 Wireframe

Nesse contexto de produção acelerada pelas demandas de mercado, surge o desafio de levantar as discussões necessárias para a criação de uma interface em um tempo determinado. Kolko (2018) discute que na década passada desenvolveram-se metodologias que supostamente seriam rápidas, ágeis e velozes. Segundo o autor, alguns métodos rejeitam a documentação em busca da velocidade dos resultados, os quais terminam com produtos incompletos que parecem inacabados, e conclui: “Ágil? Está mais para frágil” (p.10).

Para Kolko (2018) o wireframe é parte constituinte de uma documentação de design relevante e ajuda os desenvolvedores a entender que serviços de *back-end*¹² serão usados e permite começar a descrever a complexidade da camada de apresentação.

Ramón (2013) levanta como um dos maiores diferenciais da utilização de wireframe na construção de interfaces digitais a capacidade de progredir a discussão por meio de uma materialização rápida de conceitos iniciais. Um wireframe deve uma aparência simplificada, como é possível observar na figura abaixo.

Figura 8 - Exemplo de wireframe

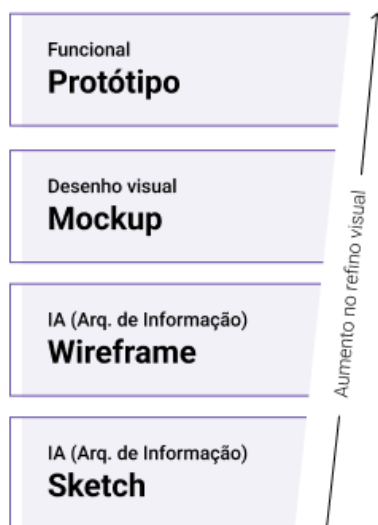


Fonte: Salgado, 2015

Sendo assim, o wireframe se configura como "uma ilustração bidimensional da interface de uma página ou de um aplicativo que se concentra na alocação de espaço e na priorização do conteúdo, nas funcionalidades disponíveis e nos comportamentos definidos" (SALGADO, 2015). No processo de construção de interfaces digitais, o projeto dessa interface pode evoluir seguindo a ordem demonstrada na figura.

¹² O Back-End trabalha em boa parte dos casos fazendo a ponte entre os dados que vem do navegador rumo ao banco de dados e vice-versa (SOUTO, [s.d.])

Figura 9 - Esquema demonstrativo da evolução do *sketch* ao protótipo



Fonte: Adaptado de Salgado, 2015

Sendo o wireframe uma das primeiras etapas de evolução, é comum a utilização dessa etapa para o levantamento de hipóteses sobre essa pessoa usuária. Em passos seguintes desenvolve-se uma etapa de pesquisas para confirmar ou refutar tais hipóteses criadas em um momento inicial, tendo a possibilidade de focar na arquitetura da informação. Podendo deixar decisões mais refinadas da aparência visual para as etapas posteriores, isto é, cores, famílias tipográficas, utilização de imagens que podem ser aprofundadas no momento devido. Segundo Salgado (2015), os wireframes, sendo um estado inicial, servem a vários propósitos, auxiliando na:

- Priorização de conteúdo;
- Conexão da arquitetura de informação do site ao seu design visual;
- Esclarecer os espaços e formulários para exibir certos tipos de informações na interface do usuário;
- Determinar a funcionalidade pretendida da interface.

Geralmente nessa etapa temos as maiores dúvidas de como organizar o conteúdo e estruturas necessárias para que o usuário performe as ações essenciais de uma interface, esse "conhecimento procedural é difícil ou quase impossível de ser escrito e complicado de ensinar. É melhor ensinado por demonstração e melhor aprendido por meio da prática" (NORMAN, 2016, p.85).

Essa ferramenta, assim como tantas outras utilizadas nesse contexto, atreladas aos princípios do design centrado na pessoa usuária, auxiliam na compreensão de quem desenvolve interfaces digitais, do contrário, resta um cenário onde a tentativa de prever o comportamento das pessoas é um caminho escuro e tortuoso, caso caminhe sem

informações que guiam as decisões a serem tomadas. E "se ele for realmente revolucionário, é improvável que, seja lá quem for, saiba muito bem como projetá-lo corretamente pela primeira vez; será necessário que se façam várias tentativas". (Ibdem. 2016, p.52)

2.4 Metrificando a experiência

Metrificar a experiência humana é uma atividade complexa, existe uma gama de fatores que podem influenciar nos resultados, e o fator emocional tem um impacto considerável nessas aferições. "Em primeiro lugar, não há como estudar a memória de maneira 'pura', pois os processos de memória estão totalmente ligados a outros processos cognitivos, tais como função executiva, atenção, emoção, motivação, linguagem, nível de estresse, etc." (MOURÃO JÚNIOR; FARIA. 2015, p.787)

Nesse processo de ampliar a capacidade que temos de avaliar a experiência das pessoas usuárias, múltiplas áreas, além do design, tem se dedicado ao estudo da experiência do usuário. Para a arquitetura e urbanismo, a ergonomia não é um assunto novo, e as ciências sociais aplicadas, sob a perceptiva do design centrado no ser humano, tampouco há a dificuldade de traçar uma relação entre o usuário e o "ergo". A psicologia cognitiva, por exemplo, aplicada a ergonomia ajuda a compreender a relação entre os modelos mentais e o erro humano citados há muito tempo por Donald Norman (2006).

A ergonomia tem se debruçado ao estudo dessas novas tecnologias, nas práticas do design centrado na pessoa usuária, exigindo um conhecimento vasto em muitas áreas, Norman (2006) afirmava que tornar um sistema fácil exige uma abundância de trabalho adicional (por parte de quem projeta). Na Ergonomia já havia a preocupação em analisar não apenas as características físicas, mas como as cognitivas do ser humano (MORAES, 2013):

(...) o objetivo da ergonomia é o de aumentar a eficiência do trabalho humano, fornecendo dados para que este trabalho possa ser dimensionado de acordo com as reais capacidades e necessidades do organismo (IIDA, 1971, p.2).

A medida ideal não existe, as perspectivas são particulares e individuais. No estudo da cognição, por exemplo, a academia não entra em consenso em como testes de acurácia e velocidade podem medir de maneira efetiva o esforço mental (KAHNEMAN, 1973; LOHSE,1997; SHENHAV et al. 2017 apud. PADILLA et al. 2020. Tradução nossa).

Porém, em decorrência do cruzamento de dados, existem monitoramentos que podem trazer perspectivas interessantes acerca do uso de uma interface e muitas das práticas de mercado já utilizam essas técnicas. Esses dados separados não conseguem

trazer um panorama completo acerca da experiência das pessoas, mas juntos podem trazer uma visão mais assertiva sobre a maneira que o usuário usa aquela interface.

A norma ISO 9241-210:2011 - Ergonomia da interação humano-sistema - Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos (ABNT, 2011), esclarece que: "A experiência do usuário inclui todas as emoções, crenças, preferências, percepções, respostas físicas e psicológicas, comportamentos e realizações do usuário que ocorrem antes, durante e depois do uso". Conforme o mesmo documento, a usabilidade, quando interpretada a partir da perspectiva dos objetivos pessoais do usuário, pode incluir o tipo de aspectos perceptivos e emocionais tipicamente associados à experiência do usuário e complementa ainda que "critérios de usabilidade podem ser usados para avaliar aspectos da experiência do usuário".

Dentre os critérios de usabilidade encontram-se as medidas de usabilidade quantitativas como a eficácia e a eficiência (ABNT, 2002)

2.4.1 Medidas de eficácia e eficiência

Para o dicionário Michaelis online, eficácia significa "capacidade de resolver problemas ou realizar atos específicos; aptidão, competência, produtividade" e eficiência significa "capacidade de realizar bem um trabalho ou desempenhar adequadamente uma função; aptidão, capacidade, competência". Essa relação entre eficiência e eficácia se refere a completar uma tarefa versus completar a tarefa de maneira otimizada.

Medidas de eficácia são relacionadas aos objetivos ou sub-objetivos do usuário quanto a acurácia e completude com que estes objetivos podem ser alcançados e medidas de eficiência relacionam-se ao nível de eficácia alcançada e o dispêndio de recursos. Recursos relevantes podem incluir esforço mental ou físico, tempo, custos materiais ou financeiros (ABNT, 2002)

Para Zidane et al. (2017, p.14) "eficiência implica agir para minimizar a perda ou desperdício de energia na produção. 'Eficácia' enfatiza a produção real de um efeito ou o poder de produzir um determinado efeito", em seu artigo, os autores ressaltam a falta de homogeneidade em relação ao uso das palavras, mas para deixar mais evidente em como esses conceitos se relacionam a esta pesquisa, o uso delas está mais relacionado a abordagem de Chen et al. (2019 apud. ASGHER et al., 2019) sendo esta, a organização de três categorias distintas em torno da estimativa da carga da memória de trabalho (MWL): avaliação subjetiva, performance e medições fisiológicas. Destas, a que se encaixa no contexto da relação de eficiência e eficácia é a performance que consiste em medir o progresso de uma pessoa usando geralmente duas métricas, acurácia (o desvio de um indivíduo de um procedimento estabelecido) e o tempo de reação (o quão rápido o procedimento é realizado).

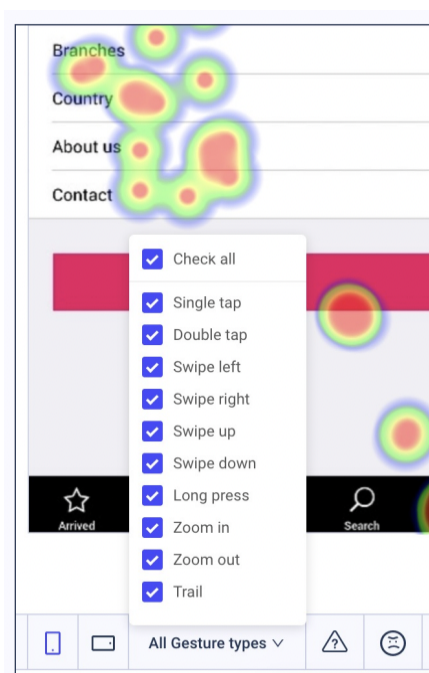
Partindo das discussões sobre modelos mentais e de como se sedimentam esses modelos na memória de longa duração, é de se esperar que uma pessoa que já possua os referenciais de como operar determinada interface tenha um primeiro contato simplificado ao se deparar com uma nova interface semelhante. Nesse momento a sobrecarga cognitiva entre operar a interface e construir os esquemas de utilização será menos impactante que para uma pessoa sem esses mesmos referenciais.

A comparação entre o tempo para completar a tarefa num primeiro contato e no segundo, pode trazer referências dos quão fixáveis são aqueles modelos mentais na memória do usuário, espera-se que um usuário sem o impacto na carga cognitiva nesse uso posterior de *recall* do modelo mental, o tempo de conclusão da mesma tarefa deverá ser menor. Com este conhecimento, espera-se traçar a relação entre o tempo gasto nas tarefas, sendo a que a eficácia é percebida pela completude ou não da tarefa, enquanto a eficiência é medida através da relação de variáveis importantes de alcançar na completude da tarefa.

2.4.2 Mapas de calor

Este tipo de visualização é comumente utilizado para mostrar a distribuição de uma determinada medida, como temperatura, densidade populacional ou fluxo de tráfego. No contexto da produção de interfaces, *Heatmaps* ou mapas de calor são ferramentas que trazem "uma sobreposição visual de uma matriz de cores para representar os movimentos dos usuários" (UXCAM, [s.d.]. Tradução nossa). Como é possível observar na figura 10, abaixo.

Figura 10 - Exemplo de mapa de calor



Fonte: UXCAM, [s.d.]

Munidos dessa ferramenta, pessoas desenvolvedoras de interfaces têm acesso às informações de como o usuário trafega naquela plataforma, não apenas quais páginas estão sendo acessadas, mas também os elementos que atraem mais a atenção do usuário, convertidos em cliques.

Tradicionalmente, os mapas de calor eram usados nas áreas da ciência onde os dados permitem determinar facilmente a cor de uma célula específica (níveis de expressão gênica, índices de ações), área (cartogramas) ou ponto/pixel (tomografia cerebral em pesquisa médica, mapa de temperatura em meteorologia).

No início do século XXI, a indústria da web começou a usar mapas de calor ativamente para exibir dados sobre cliques, movimentos do mouse e cliques do usuário nos links. Atualmente, é difícil determinar quem foi o primeiro a propor a coleta e uso desses dados para análise posterior (DANILOV et al. 2016, p.219)

Por meio da análise dos mapas de calor, a tomada de decisão pode ser muito mais precisa, redirecionando funções e otimizando cliques na interface. Usando mapas de calor, você pode (UXCAM, [s.d.]. Tradução nossa):

- Descobrir quais elementos chamam mais atenção
- Aumentar as taxas de conversão¹³
- Descobrir se as pessoas usuárias tocam em elementos que não respondem
- Identificar o comportamento do usuário de um dispositivo específico
- Tomar decisões para testes A/B

Essa ferramenta se torna muito poderosa para análise dos padrões das pessoas usuárias de artefatos digitais, que pode ser derivada dos cliques e da movimentação do cursor em ferramentas mais simples, até dos pontos de atenção visual (*eye-tracking*) e outras referências em ferramentas mais complexas. A mancha gráfica resultante do uso pode trazer a informação visual do quão obstruída uma interface está.

Ainda que muito úteis, apesar de "os mapas de calor de UX possam comunicar dados, eles não podem fazer um diagnóstico" (GEORGES et al. 2016, p.4858), ou seja, ainda é necessária uma avaliação manual executada por um especialista (designer, pesquisador ou outros) em um processo que pode estar aberto a interpretações erradas ou a perda de informações, isso sem considerar como as limitações geradas pela apresentação

¹³ Taxas de conversão é um índice que calcula a porcentagem de indivíduos que realizam uma ação desejada.

do espectro de cores *jet* por não reproduzir uma escala de grandeza natural, as mudanças percentuais são discretas e pessoas com deficiências visuais podem ter dificuldade de compreender os dados (MORELAND, 2016). Por fim, esse modelo tende a confundir, obscurecer, e ativamente induzir ao erro ao tentar exprimir intensidade (BORLAND, TAYLOR II. 2007).

É esperado que uma interface mais óbvia tenha uma zona de cliques mais limpa e direta, enquanto uma interface menos objetiva terá uma mancha gráfica maior, representando não apenas a quantidade de cliques errados, mas também uma série de comportamentos quando o usuário não consegue performar a ação desejada, como, por exemplo, cliques errados ou cliques em excesso, etc.

2.4.3 Pessoas usuárias

A pessoa usuária é a parte central desse estudo. Cada indivíduo é único, e as variáveis possíveis em uma única vivência podem ser incalculáveis. Olhar para as eficiências em concluir determinada tarefa ou a maneira como se opera determinada ação sem considerar seu contexto, isto é, o espaço onde acontece a operação e também o seu emocional durante o processo é deixar lacunas no processo de analisar o comportamento de qualquer artefato.

O design centrado no usuário eleva o usuário a um papel central no desenvolvimento de qualquer coisa, sejam artefatos, serviços, etc. O processo do DCU começa por examinar as necessidades, desejos e comportamentos das pessoas cujas vidas queremos influenciar com nossas soluções (IDEO, 2016, p.5).

Partindo do pressuposto que a experiência existe no contato do ser humano com o meio, é entendível que o designer não cria a experiência, mas sim propõem alterações, acionando gatilhos cognitivos e referências visuais para mediar a experiência de uma pessoa a um determinado fim, seja qual for o suporte (artefatos, suportes, serviços). Olhar para o projetar dessa maneira tem como vantagem um melhor encaixe entre o que é proposto com a necessidade de quem que irá utilizar.

Durante os últimos tempos, o designer estava satisfazendo apenas necessidades e desejos passageiros, descuidando-se das verdadeiras necessidades dos indivíduos. As necessidades econômicas, psicológicas, espirituais, sociais, tecnológicas e intelectuais das pessoas são, de uma forma geral, mais difíceis de satisfazer do que os “desejos” cuidadosamente construídos e manipulados, propostos pela moda e por tendências passageiras. (PAPANÉK, 1977, p.27. Tradução nossa)

Assim, cria-se uma bifurcação, onde há um cenário de dados múltiplos com a possibilidade de compreender como o usuário realiza determinadas funções. O *data-driven*

design traz insumos palpáveis para direcionar escolhas estratégicas e direcionar os esforços para uma pesquisa qualitativa. Sem esse tipo de direcionamento fica mais difícil de gerar um conhecimento qualitativo rápido para as demandas do mercado, pois direcionar a esmo uma amostra e priorizar na execução de pesquisas qualitativas como entrevistas em profundidade, etnografias, etc. é um árduo trabalho sem a garantia de êxito. Apenas a análise de dados quantitativos não é o suficiente para compreender o universo que é a individualidade das pessoas usuárias, o trabalho em conjunto das duas abordagens gera uma visão mais completa do cenário estudado.

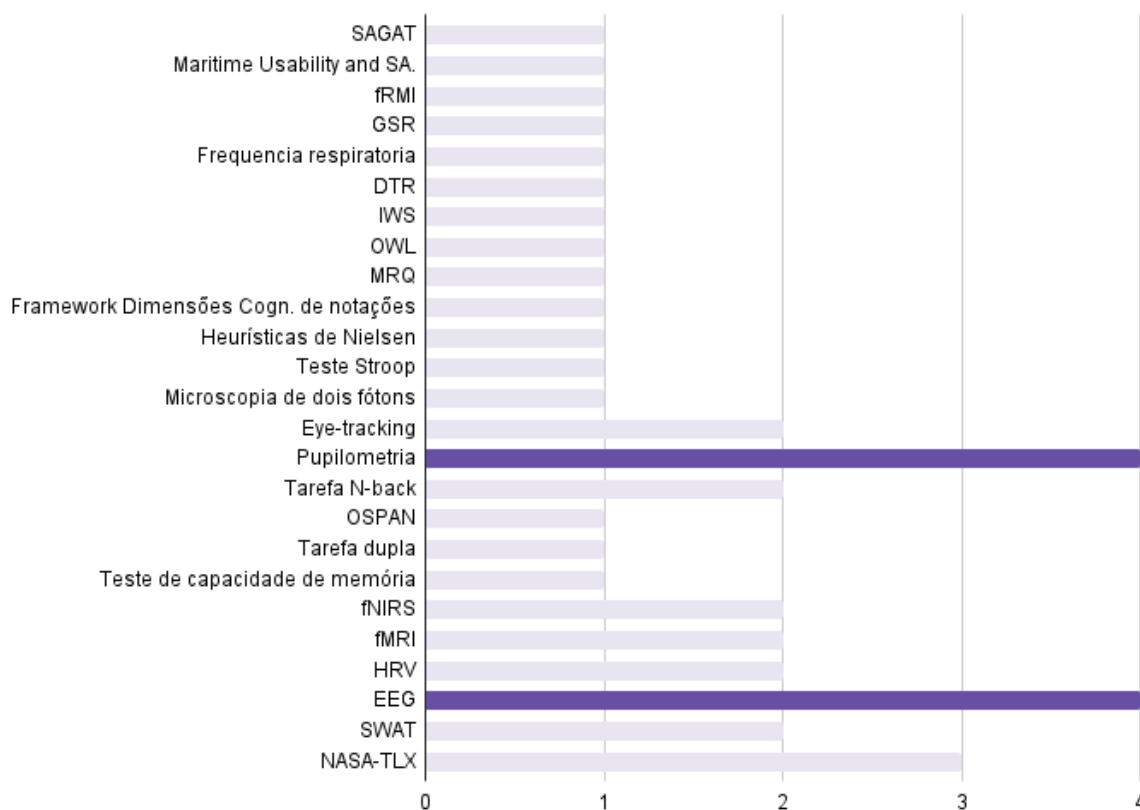
É importante ressaltar que a produção científica exerceu um papel no processo de reprodução de certos estereótipos e na legitimação de certos preconceitos. "Atualmente, a análise dos processos de legitimação é relevante porque os comportamentos anti-normativos, tal como a discriminação, requerem legitimação, i.e. formas que permitam justificá-los" (BERGER; LUCKMANN, 1967 apud. PEREIRA, 2017). Nesse sentido, como Jessé Souza (2015) comenta a "violência epistemológica", ou seja, "a distorção sistemática da realidade para fins de poder prático, em nome da ciência" (ibdem. 2015, p.32). As interseções dessas pautas identitárias e a complexidade que é trabalhá-las em projetos com tempo disponível para o aprofundamento de pautas pode ocasionar em classificações que endossam determinados discursos excludentes. É importante levantar essa discussão para que qualquer evolução desta pesquisa não seja utilizada nesse contexto.

2.4.4 *Pesquisas e estudos similares*

Para compreender o panorama de pesquisas realizadas nos espaços da academia e no mercado e poder visualizar quais métodos e práticas são as mais recorrentes em ambos os cenários. Foi feita uma revisão sistemática da literatura (RSL) para enxergar como a ergonomia tem feito pesquisas no processo de avaliação da memória e do lado do mercado existem alguns levantamentos gerais feitos por iniciativas próprias como o Panorama UX que podem trazer um contraponto à prática acadêmica.

Começando pela perspectiva acadêmica, no recorte da pesquisa, é possível notar uma diferença entre o que é mencionado e o que é utilizado na prática. Nos testes mencionados, como possível observar no gráfico 1 se destacou a execução da pupilometria e da utilização do Eletroencefalograma (EEG).

Gráfico 1 - Frequência de testes mencionados nos artigos



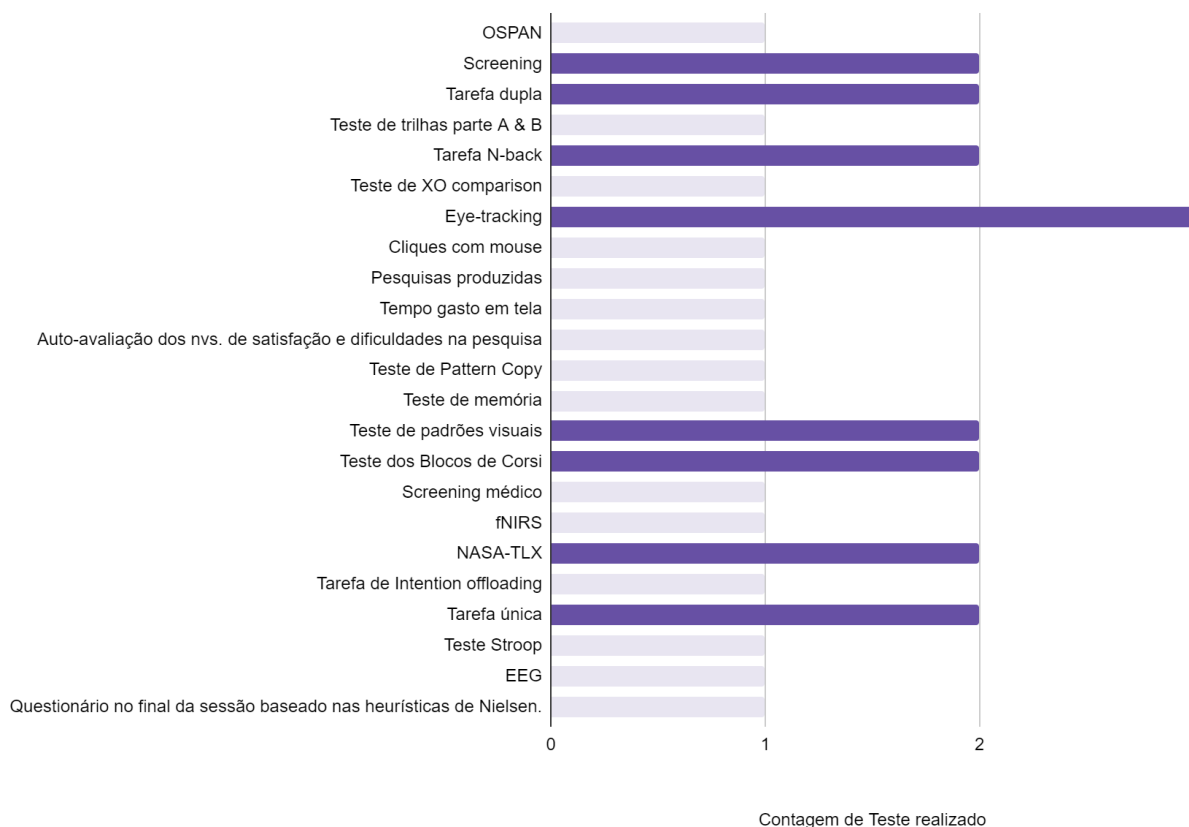
Fonte: Pinheiro; Campos, 2022

O NASA-TLX é geralmente executado em conjunto com outros métodos para ser possível efetuar uma análise cruzada entre os resultados da execução de uma tarefa solicitada e a percepção individual e subjetiva daquela pessoa usuária acerca do que lhe é apresentado (PINHEIRO; CAMPOS, 2022).

Nos testes executados, como fica evidente no gráfico 2, o *eye-tracking* se mostrou o mais utilizado nos artigos analisados, seguidos da execução de *screenings*¹⁴, segundo Whitenton (2019) a utilização desse procedimento tem o objetivo de avaliar as características e a procedências das pessoas que fazem parte da amostra. Os testes tarefa dupla, "n-back", Memória, blocos de Corsi e o "*intention offload*" possivelmente aparecem com tal frequência por exigirem menos recursos, contudo trazem alternativas menos diretas de estimar a MWL. Os apontamentos levantados sobre a execução combinada do NASA-TLX ficam visíveis ao perceber a prática como comum na execução dos experimentos analisados.

¹⁴ É importante pontuar que "*screenings*" não são maneiras de medir o MWL, contudo, pela sua frequência e importância no processo de execução de experimentos, os autores acham válido incluir no artigo.

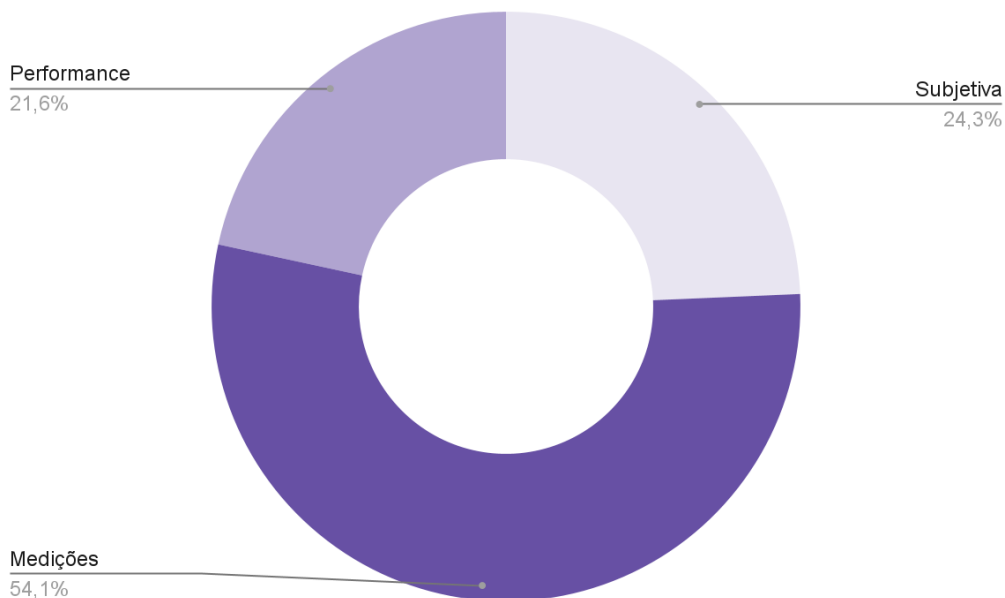
Gráfico 2 - Frequência de menções dos testes executados nos artigos



Fonte: Pinheiro; Campos, 2022

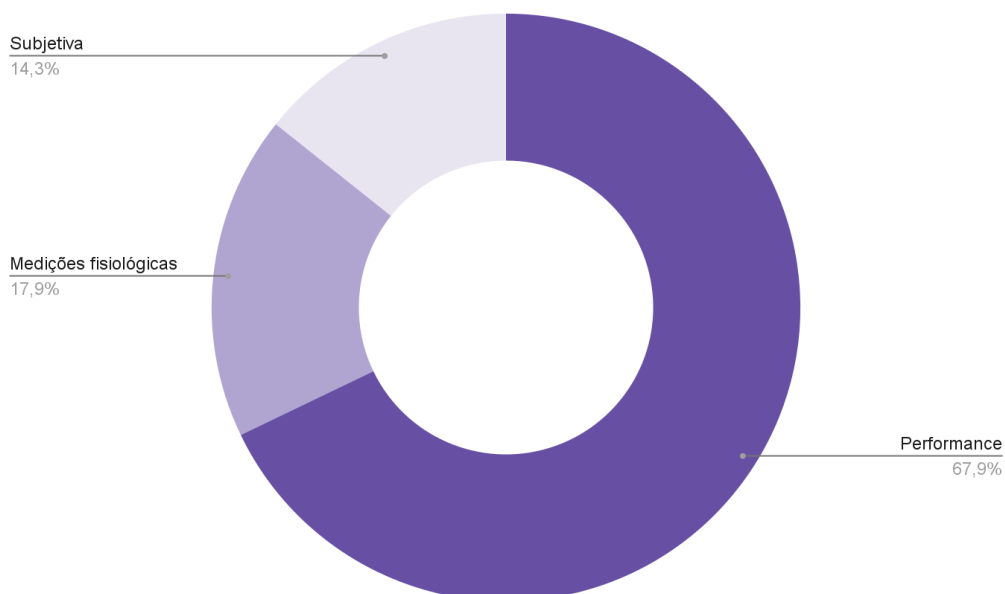
Olhando para o todo, é possível caracterizar esses testes da estimativa do MWL em três abordagens distintas: (CHEN et al., 2019. apud. ASGHER et al., 2020. Tradução nossa) avaliação subjetiva, performance e medições fisiológicas. A avaliação subjetiva utiliza questionários desenvolvidos para avaliar os estados emocionais e cognitivos do sujeito; a desempenho consiste em medir o progresso de uma pessoa usando geralmente duas métricas, acurácia (o desvio de um indivíduo de um procedimento estabelecido) e o tempo de reação (o quão rápido o procedimento é realizado) e a medição fisiológica é a utilização de sensores fisiológicos para medições no indivíduo.

O gráfico 3 mostra que testes mencionados manifestam mais as discussões acerca das abordagens do tipo medição fisiológica, pois como visto, anteriormente os testes mais frequentes foram dessa abordagem.

Gráfico 3 - Contagem total dos tipos de testes mencionados

Fonte: Pinheiro; Campos, 2022

Na execução de testes é presente as abordagens do tipo performance, como fica presente no gráfico 4. É possível que isso se dê principalmente, pois na realização dos testes do tipo medições fisiológicas é preciso estimular a pessoa que realizará o teste de alguma maneira, muitas das vezes os testes do tipo performance servem como incitação e por meio dos equipamentos específicos para traçar as medições fisiológicas.

Gráfico 4 - Contagem total dos tipos de testes realizados

Fonte: Pinheiro; Campos, 2022

As informações adquiridas na RSL, alimentaram a criação do quadro de amarração abaixo, categorizando os testes dentro das três abordagens apresentadas por Chen et al. (2019 apud. ASGHER et al., 2020).

Quadro 2 — Quadro de amarração sintetizando os testes presentes nos artigos

Tipo	Descrição	Exemplos
Avaliação subjetiva	Utilização de questionários desenvolvidos para avaliar os estados emocionais e cognitivos do sujeito.	NASA-TLX SWAT MRQ OWL IWS DTR
Desempenho	Mede o progresso de uma pessoa usando geralmente duas métricas, acurácia (o desvio de um indivíduo de um procedimento estabelecido) e o tempo de reação (o quão rápido o procedimento é realizado)	Teste de XO comparison Tarefa dupla Tarefa única Teste de trilhas parte A & B Tarefa N-back Cliques com mouse Pesquisas produzidas Tempo gasto em tela Teste de Pattern Copy Teste de memória Teste de trilhas parte A & B Teste dos Blocos de Corsi Tarefa de <i>Intention offloading</i> Teste de padrões visuais Teste Stroop SAGAT Maritime Usability and SA. Teste de capacidade de memória OSPAN
Medições fisiológicas	Utilização de sensores fisiológicos para medições no indivíduo.	fNIRS EEG Pupilometria HRV fNIRS Microscopia de dois fótons Frequência respiratória GSR

Fonte: Pinheiro; Campos, 2022

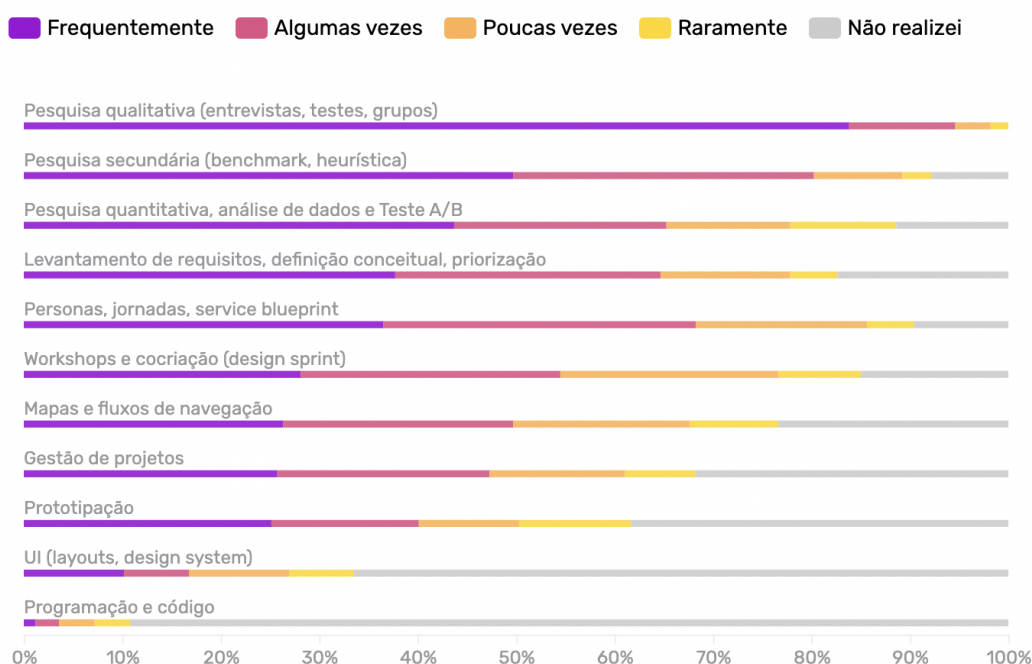
É interessante observar que nesse recorte, para a academia, os testes de maior frequência sejam aqueles que necessitam de uma atenção especial no momento de execução, visto que tais requisitos e custos adicionais podem influenciar bastante na escolha da execução de um teste, mas que ainda assim são utilizados em desenvolvimento de pesquisas.

Para visualizar a produção de pesquisa no mercado, o panorama UX, uma pesquisa anual sobre o mercado de UX no Brasil, conduzida por Carolina Leslie. No ano de 2020 houve uma pesquisa dedicada aos UX *Researchers* ou pesquisadores UX, ou seja, profissionais focados em pesquisa de mercado, essa pesquisa também contou com o apoio da UX *Researcher* Moreira.

Os dados foram coletados entre Nov, 13 — Dez, 13 de 2020 em um formulário criado na ferramenta Survey Monkey e divulgado em redes sociais, bases de e-mail com participantes de anos anteriores e em comunidades online ligadas à prática de design de experiência de uso e design digital no Brasil.(FÁTIMA, 2022, s.p).

Na figura 11, abaixo, é possível perceber as atividades mais comuns entre os UX *researchers* em 2020. Essa distribuição se dá provavelmente pelas necessidades do mercado. Diferente do que foi visto no recorte da academia, onde há uma discussão maior sobre o uso de testes com medições fisiológicas, o mercado já tem um enfoque direcionado principalmente ao cruzamento de pesquisas qualitativas (entrevistas, testes, grupos) com quantitativas (análise de dados e testes a/b) somados a outras análises de dados (benchmark e heurísticas).

Figura 11 - Quais as atividades mais recorrentes do profissional de UX



Fonte: Panorama UX, 2020

De qualquer maneira, é importante lembrar que a pesquisa realizada sobre o cenário da academia representa um recorte específico para o estudo da memória, enquanto a pesquisa mercadológica é mais abrangente, mostrando o panorama do Brasil quanto aos profissionais de pesquisa de mercado. O objetivo não é traçar uma comparação entre as duas, mas observar como o intervalo de tempo (*timing*) de mercado leva a escolhas de opções mais práticas e financeiramente mais viáveis na execução (conforme a disponibilidade de recurso de cada empreendimento), assim como na academia, que mesmo trazendo a discussão de testes que necessitam de algum preparo e aparelhagem, na execução das pesquisas ainda predominam aquelas que podem ser mais facilmente executadas. De qualquer forma, cada pesquisa tem contextos e objetivos específicos, a visualização desses métodos e suas escolhas devem ser reflexos das necessidades da pesquisa e não das recorrências e popularidade das práticas" (PINHEIRO; CAMPOS, 2022).

2. MÉTODOS E TÉCNICAS

3.1 Tipo da pesquisa

Esta pesquisa visou analisar se o uso combinado de métricas usuais de mercado e já conhecidas na literatura para avaliação do comportamento e desempenho do usuário na execução de tarefas é eficaz para medir o desempenho da memória de trabalho (taxa de memorabilidade) em fluxos de interfaces para smartphones. Partindo desse entendimento classificamos quanto a sua abordagem como mista. Sendo quantitativa por pelo seu intuito experimental, com disposição para classificar números, opiniões e informações para ser possível realizar classificações e análises (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Da sua natureza, segundo Prodanov e Freitas (2013, p.57), a pesquisa se classifica como aplicada, por "objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos". Do ponto de vista de seus objetivos se caracteriza de caráter descritivo, portanto "visa a descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis" (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.52).

Sua lógica se configura como hipotético-dedutiva, primeiramente pela complexidade do estudo da memória e sua vastidão, qualquer conclusão pela duração da execução da pesquisa que pudesse realizar um "salto indutivo de 'alguns' para 'todos' exigiria que a observação de fatos isolados atingisse o infinito (GIL, 2008 apud. PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 32). Na fala de (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.32) "a solução proposta é uma

conjectura (nova ideia e/ou nova teoria) deduzida a partir das proposições (hipóteses ou premissas) sujeitas a testes”.

3.2 Questões éticas

Esta pesquisa faz parte do projeto intitulado: “DESIGN DE INTERAÇÃO E DA INFORMAÇÃO EM APLICAÇÕES DIGITAIS: caminhos para o estudo da experiência humano - produto”, o qual foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão - HUUFMA (CAAE: 56265821.2.0000.5086, parecer nº 5.582.599), em cumprimento ao que determina a Resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016). As pessoas participantes serão esclarecidas dos termos, riscos e benefícios da pesquisa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice).

3.3 Arranjo metodológico

Para a estruturação, levou-se em consideração os objetivos específicos, separando quais métodos e técnicas de pesquisa melhor se adaptam para suas finalidades (Quadro 3):

Quadro 3 - Relação entre objetivos de pesquisa, métodos e técnicas

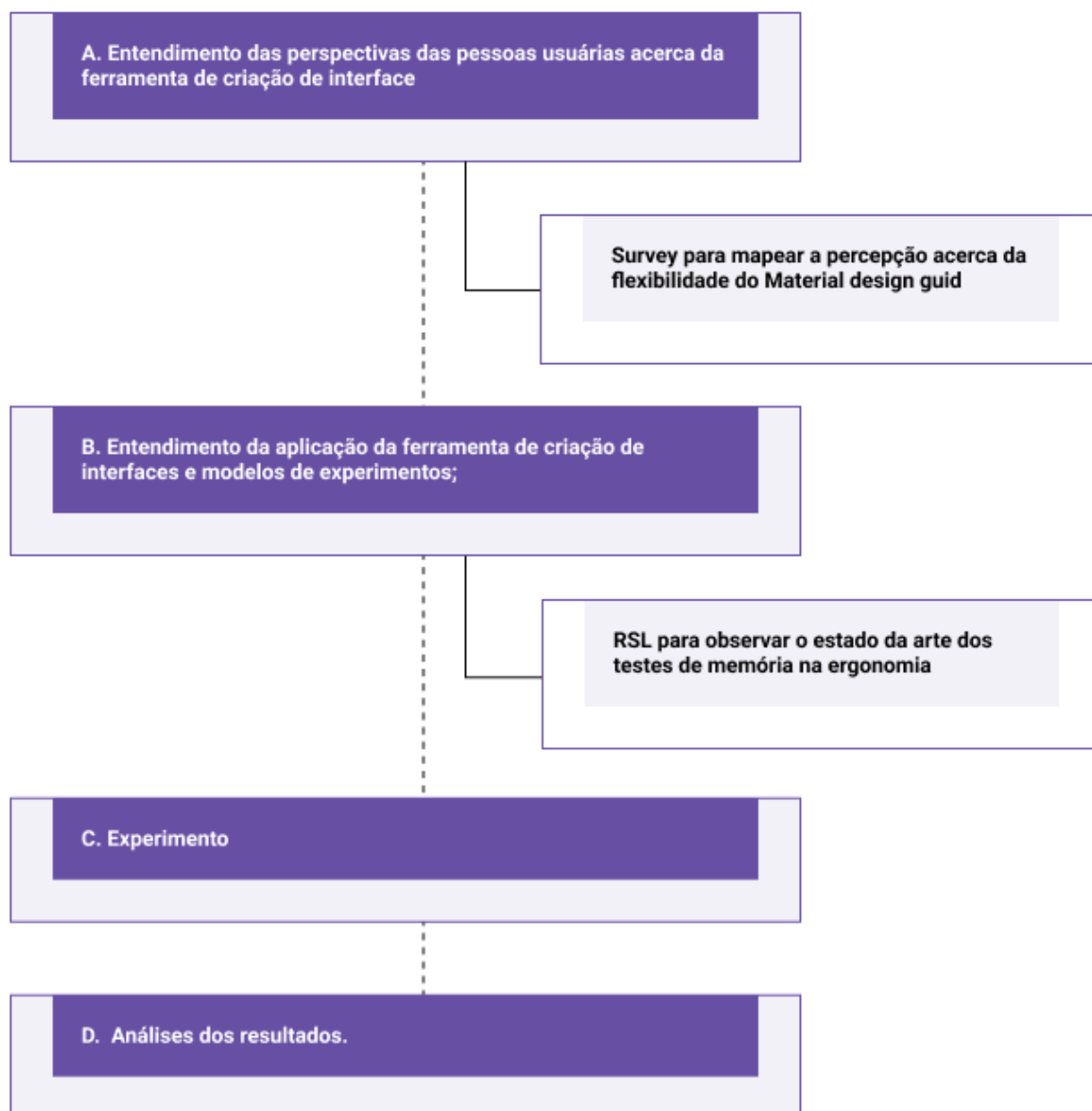
Objetivos	Métodos e Técnicas
Compreender a percepção e o uso do Material design por profissionais e estudantes da área de T.I.	<i>Survey</i>
Verificar procedimentos que atuam na metrificação de memória nos artefatos.	Revisão Bibliográfica Sistemática Quadro de Amarração Teórica
Identificar padrões recorrentes de retenção de artefatos digitais segundo a “taxa de memorabilidade” de interfaces.	Mapeamento do Material Design
	Experimento (eficiência, eficácia e mapas de calor)

Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Etapas e procedimentos

Para a estruturação, levou-se em consideração quatro momentos distintos (Figura 12):

Figura 12 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.1 Entendimento das perspectivas das pessoas usuárias acerca da ferramenta de criação de interface;

Na etapa em que se buscou o entendimento das perspectivas das pessoas usuárias acerca da ferramenta, começa-se pela execução do *survey*, este sendo um método quantitativo e procura traçar um perfil de uma população, sendo ela de pessoas e seus comportamentos, ou da relação sistemas e produtos com suas pessoas usuárias (SANTOS 2018). Robson (1993 apud. SANTOS. 2018, p.180) descreve uma modalidade chamada *mini-survey*, por esta maneira de aplicação aceitam-se “amostras menos representativas e erros maiores, sendo que o propósito são indicações de caráter mais amplo para

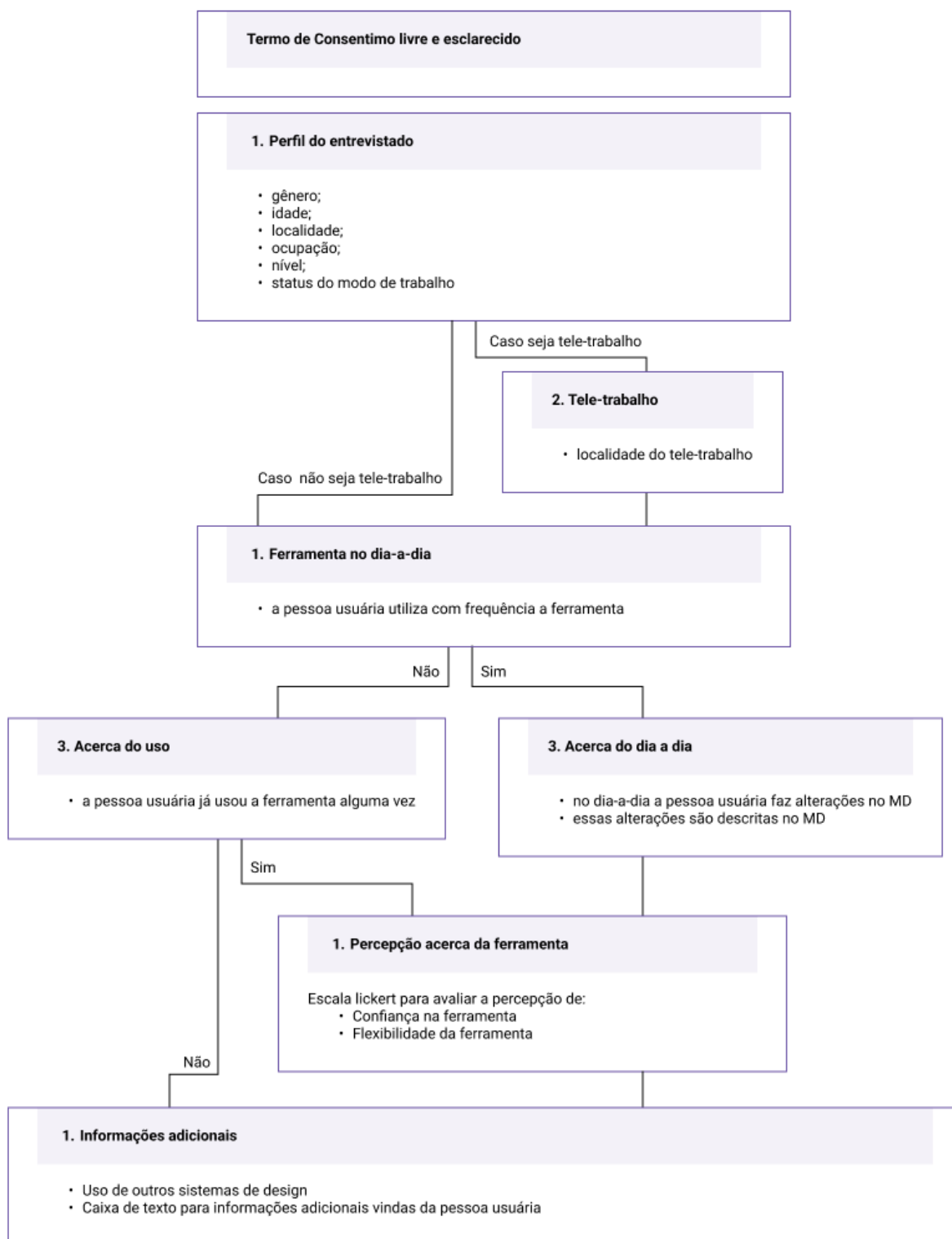
instrumentalizar e direcionar o processo de pesquisa subsequente”. Nessa etapa, tem-se uma necessidade de identificar o problema em seu cerne e questionar como as pessoas usuárias percebem as limitações das ferramentas de construção de interfaces e levantar também a relevância dessa pesquisa para essa pessoa.

Para entender as questões acerca da utilização do material design e captar a percepção de quem utiliza essa ferramenta no dia-a-dia. Foi usado o método *survey* (PINHEIRO; CAMPOS. 2022) por meio de questionário auto administrado via online, (BABBIE. 1999; apud MARTINS; FERREIRA. 2011, p.8) foi executado com 45 pessoas e com base nessa amostra não-probabilística, o que Babbie (1999. apud MARTINS; FERREIRA. 2011, p.4) recomenda quando a representatividade exata não é necessária, esses dados podem ser percebidos como *insights*¹⁵.

Complementando o *survey*, as entrevistas são “uma técnica para explorar ou validar o que as pessoas pensam sobre as coisas (CAMINHA. 2019 p.43), seu diferencial está nos questionários falados através de perguntas. Caracteriza-se como semi estruturada, por permitir a compreensão de como as coisas acontecem, assim como informações que não foram previstas pelo pesquisador (NUNALLY, FARKAS. 2016, P.35), dessa forma aprofundando a percepção por parte de quem usa a ferramenta para criar interfaces.

¹⁵ *Insights* são percepções ou compreensões superficiais obtidas por meio da análise de dados, ou experiências que oferecem uma nova perspectiva de um determinado assunto.

Figura 13 — Estrutura da *survey*



Fonte: Baseado na estrutura de questionário utilizado na *survey* (Daros, 2013) apresentada por SANTOS (2018) apud Pinheiro; Campos, 2022

3.4.2. Entendimento da aplicação da ferramenta de criação de interfaces e modelos de experimentos

Na etapa do entendimento da aplicação da ferramenta de criação de interfaces e modelos de experimentos, procurou-se construir a base teórica para a construção do experimento. Atualmente a Revisão Bibliográfica Sistemática é bastante usada em pesquisas das áreas da “medicina, psicologia e ciências sociais, onde há grandes massas de dados e fontes de informações” (CONFORTO et al. 2011 apud SANTOS. 2018, p.45). As práticas de catalogação das fontes primárias; a definição dos *strings* de busca (SANTOS, 2018) auxiliam no processo de entender o estado da arte daquele tema específico, facilitando na construção sólida das etapas do experimento. Essa revisão resultou em um quadro de amarração, um modelo muito similar a matriz de amarração de Mazzon, e "essa ferramenta fornece uma abordagem sistêmica para o exame da qualidade da pesquisa, entendida como a adequação entre modelo adotado, objetivos a serem atingidos, questões ou hipóteses formuladas e tratamento dos dados" (TELLES, 2001, p.65). Esse mapeamento facilitou a análise das ferramentas que estavam sendo mais utilizadas no recorte, bem como melhor definir o direcionamento de cada etapa da pesquisa.

A revisão assistemática ou narrativa, para Rother (2007 apud MOREIRA, 2014. p.3) tem como fim “descrever o estado da arte de um assunto específico, do ponto de vista teórico ou contextual”, contudo diferente de uma pesquisa assistemática quando os critérios são a “ interpretação e análise crítica pessoal do pesquisador” (MOREIRA, 2014. p.3).

Essa parte da pesquisa contou com uma coleta de dados realizada a partir de fontes secundárias, por levantamento bibliográfico. Para o levantamento dos artigos na literatura, realizou-se uma busca na base de dados Scopus. Para busca dos artigos, utilizaram-se os seguintes descritores na língua inglesa: “*Memory*”, “*Cognitive Ergonomics*” e “*Mobile*”. Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos publicados em português, inglês e espanhol; artigos que contivessem a execução de testes para a avaliação de memória; artigos que abordem um destes contextos da memória: *working memory*, *recognition memory* ou *recall memory*; artigos na íntegra que retratam a temática referente à revisão - e artigos publicados e indexados nos referidos bancos de dados nos últimos 4 (quatro) anos. A pesquisa foi dividida em 5 (cinco) fases: 1ª Fase: Elaboração da pergunta norteadora; 2ª Fase: Busca ou amostragem na literatura; 3ª Fase: Coleta de dados; 4ª Fase: Análise crítica dos estudos incluídos; 5ª Fase: Discussão dos resultados

3.4.3. Experimento

A lógica empregada neste estudo é indutiva, uma vez que busca descobrir a teoria subjacente à relação entre determinadas variáveis por meio da observação do

comportamento destas variáveis em um dado objeto de pesquisa (SANTOS, 2018. p.37-38). De acordo com Prodanov e Freitas (2013, p.28), esta abordagem parte de um fenômeno para chegar a uma lei geral por meio da observação e experimentação, visando investigar a relação existente entre dois fenômenos para se generalizar.

Com base nessas informações, a etapa experimental foi iniciada visando estudar as relações de causa e efeito nas hipóteses levantadas, bem como a manipulação, controle ou aferição das variáveis associadas ao estudo (SANTOS, 2018, p.100). Santos (2018) enfatiza que este método deve ser utilizado em temas onde o conhecimento é suficientemente consolidado e as etapas anteriores devem ser executadas para inspecionar o estado desse conhecimento e garantir que seja possível a construção deste experimento.

O experimento em questão consistiu na aplicação de um questionário de *screening*¹⁶ e na observação do impacto entre o tempo inicial da tarefa na tela A antes do encontro com a tela B e logo após re-introduzir a tarefa da tela A, sendo que as telas A e B possuem complexidades diferentes.

3.4.3.1 Amostragem e seleção de pessoas usuárias para a avaliação

Devido à população de pessoas usuárias de smartphones que possuem interfaces com a aplicação do MDG ser ampla, para este experimento decidiu-se selecionar uma amostra pela técnica de conveniência, isto é, selecionar uma amostra da população que seja acessível (ALMEIDA, 2011, p.193), na Universidade Federal do Maranhão (UFMA) onde está sendo desenvolvida esta pesquisa.

No caso da população definida pelos alunos ativos do curso de Design da UFMA, totalizando 367 alunos. Para definição do número de participantes da pesquisa é importante considerar os cálculos utilizados para determinar a amostra. Foi utilizada a fórmula de amostra simplificada, proposta por Yamane (1967), pela dificuldade de definir um desvio padrão acerca da população definida. A fórmula de Yamane (1967) com um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 8,4% utilizada é:

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)}$$

onde:

- n é o tamanho da amostra necessário
- N é o tamanho da população, que é 367 neste caso;
- e é a margem de erro desejada, que é 8,4% ou 0.084.

¹⁶Na área da saúde, o *screening* ou rastreamento é uma avaliação rápida em indivíduos assintomáticos para a presunção de uma doença não identificada anteriormente (ELUF-NETO; WÜNSCH-FILHO, 2000), e no contexto de Tecnologia e Design, essa triagem está relacionada à identificação do participante da pesquisa e à sua adesão à amostra de pesquisa.

Substituindo os valores na fórmula, temos:

$$n = \frac{367}{(1 + 367 \times 0,084^2)}$$

$$n = 102,22$$

Ou seja, o tamanho da amostra necessário para obter uma estimativa com uma taxa de confiança de 95% e uma margem de erro de 8,4% na população de 367 é de aproximadamente 102 indivíduos.

Para ampliar a variabilidade de resultados e estressar a base de dados obtidos, o experimento foi compartilhado com um grupo de pessoas de acesso do autor da pesquisa. Foi utilizado a técnica de conveniência para esse grupo de 25 indivíduos, classificados separadamente da amostra baseada na população de alunos ativos do curso de Design da UFMA. Essa base será nomeada de base por conveniência, para facilitar o entendimento e identificação sempre que for incluída nas análises

3.4.3.2 Coleta de dados

A coleta de dados se deu no a) questionário do perfil do usuário e na b) Execução do experimento. Como detalhado abaixo

a. Questionário do perfil do usuário

Visa definir o perfil das pessoas participantes nos testes a partir da resposta do questionário, o número de ID gerado pela plataforma MAZE, garante a identificação dos dados mantendo o anonimato entre as pessoas respondentes. Os dados do perfil de cada voluntário são relacionados no Quadro 4.

Quadro 4 - Perfil das pessoas participantes do experimento

Usuário Voluntário Perfil	Perfil
ID 1	Você está com a matrícula ativa no curso de Design Ufma? Qual a sua idade? Quanto tempo você passa no celular?
ID 2	
ID 3	
...	
ID XX	

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Vitrio, 2020

b. Execução do experimento

Visa expor as pessoas participantes ao Fluxo A (Figura 14) e ao Fluxo B (Figura 15) em três momentos. Seguindo a ordem descrita na figura abaixo:

Figura 14 — Ordem de aplicação dos fluxos no experimento

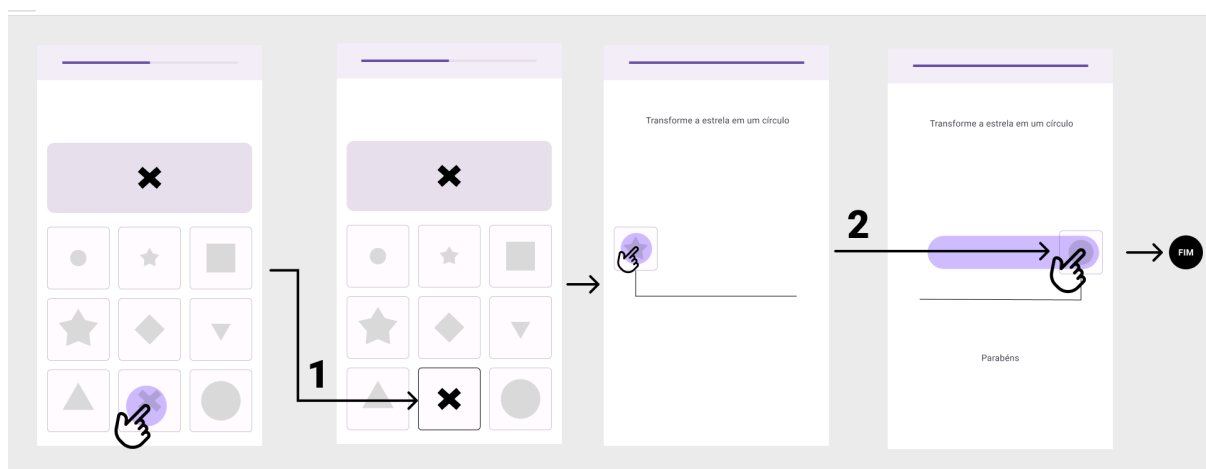


Fonte: Elaborado pelo autor

Seu propósito é expor as pessoas participantes a um conjunto de telas que emulam padrões de interações. A ordem de aplicação dos fluxos foi pensada para analisar o Fluxo A antes e depois do aprendizado, isto é, do armazenamento daquele modelo na WML. E o Fluxo B tem o objetivo de gerar um atrito e aumentar a carga cognitiva.

Do ponto de vista metodológico, o experimento baseou-se em testes do tipo *n-back* por ser um dos procedimentos mais utilizados para avaliar a memória de trabalho, tanto na sua forma verbal quanto na forma visuo-espacial (Vuontela et al, 2003, 2009 apud. LIMA et al., 2011). O objetivo é apresentar uma série de estímulos (por exemplo, letras, números ou formas) as pessoas participantes e pedir-lhes que indiquem se o estímulo atual é o mesmo que o estímulo apresentado "n" tentativas anteriores (WILHELM, 2013), esse estímulo pode ser “uma (1-back), duas (2-back) ou três (3-back) posições anteriores” (DOBBS; RULE, 1989 apud. LIMA et al., 2011).

Figura 15 — Tarefa A



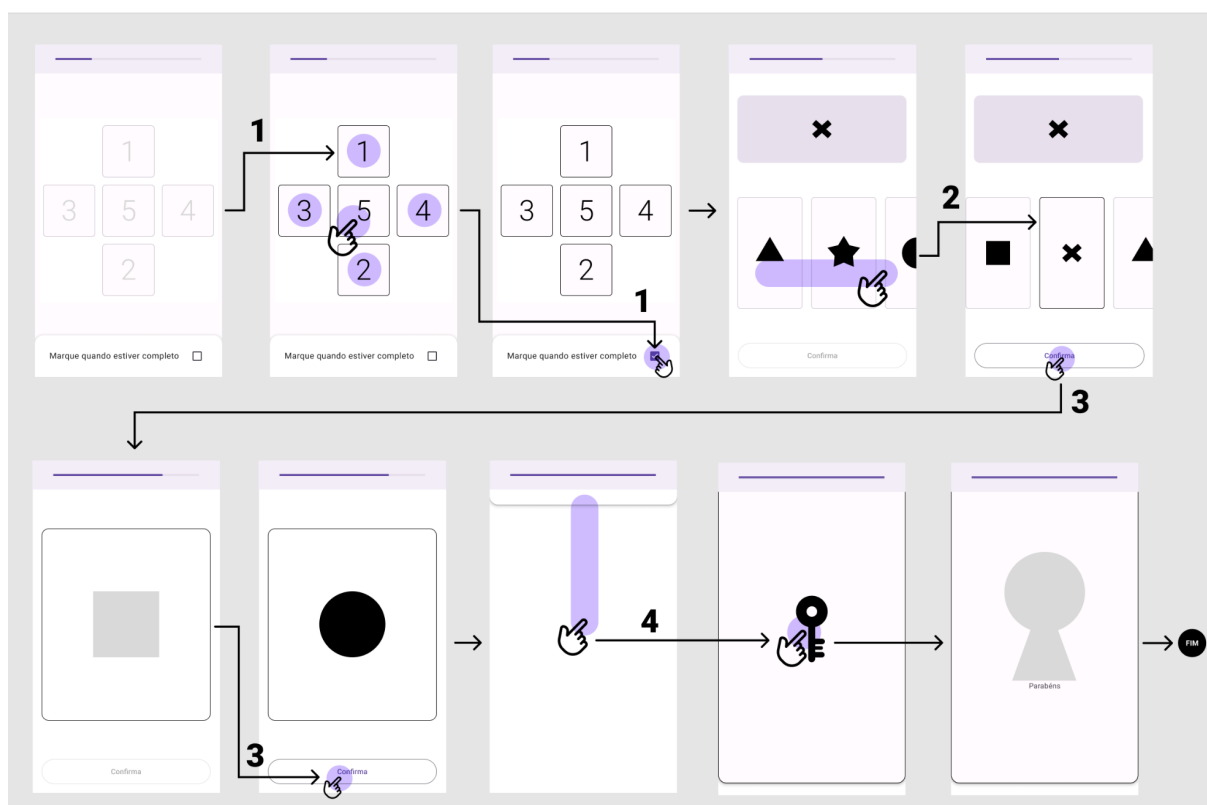
Fonte: Elaborado pelo autor

Para a construção da interface foram utilizadas as diretrizes do *Material Design Guidelines*, disponibilizado publicamente pela Google no perfil comunitário no Figma (link: <https://www.figma.com/@materialdesign>) na forma do Material 3 Design Kit. Foram utilizadas as definições de estilos¹⁷, componentes sem profundas alterações nessas estruturas para construir os wireframes que constituem as tarefas A e B.

No Fluxo A, os padrões replicados são, respectivamente:

1. Tocar e selecionar. Ex.: uma lista, botões, etc.
2. Arrastar. Ex.: carrosséis, cards, etc.

Figura 16 — Tarefa B



Fonte: Elaborado pelo autor

No Fluxo B, os padrões replicados são, respectivamente:

1. Tocar e selecionar em ordem específica. Ex.: digitar números, selecionar botões, etc.
2. Arrastar e tocar. Ex.: carrosséis, cards, etc.
3. Tocar e selecionar. Ex.: uma lista, botões, etc.
4. Arrastar e tocar. Ex.: Interagir com gaveta, abrir uma aba, etc.

¹⁷ Predefinições disponíveis no próprio arquivo de tipografia, cores, elementos (iconografias), elevação e *breakpoints*.

A construção desse teste foi revisada por três profissionais da área de design e tecnologia de atuações diferentes, a fim de avaliar questões como:

- A estrutura do experimento atende o objetivo proposto
- Sugestões para melhoria do teste

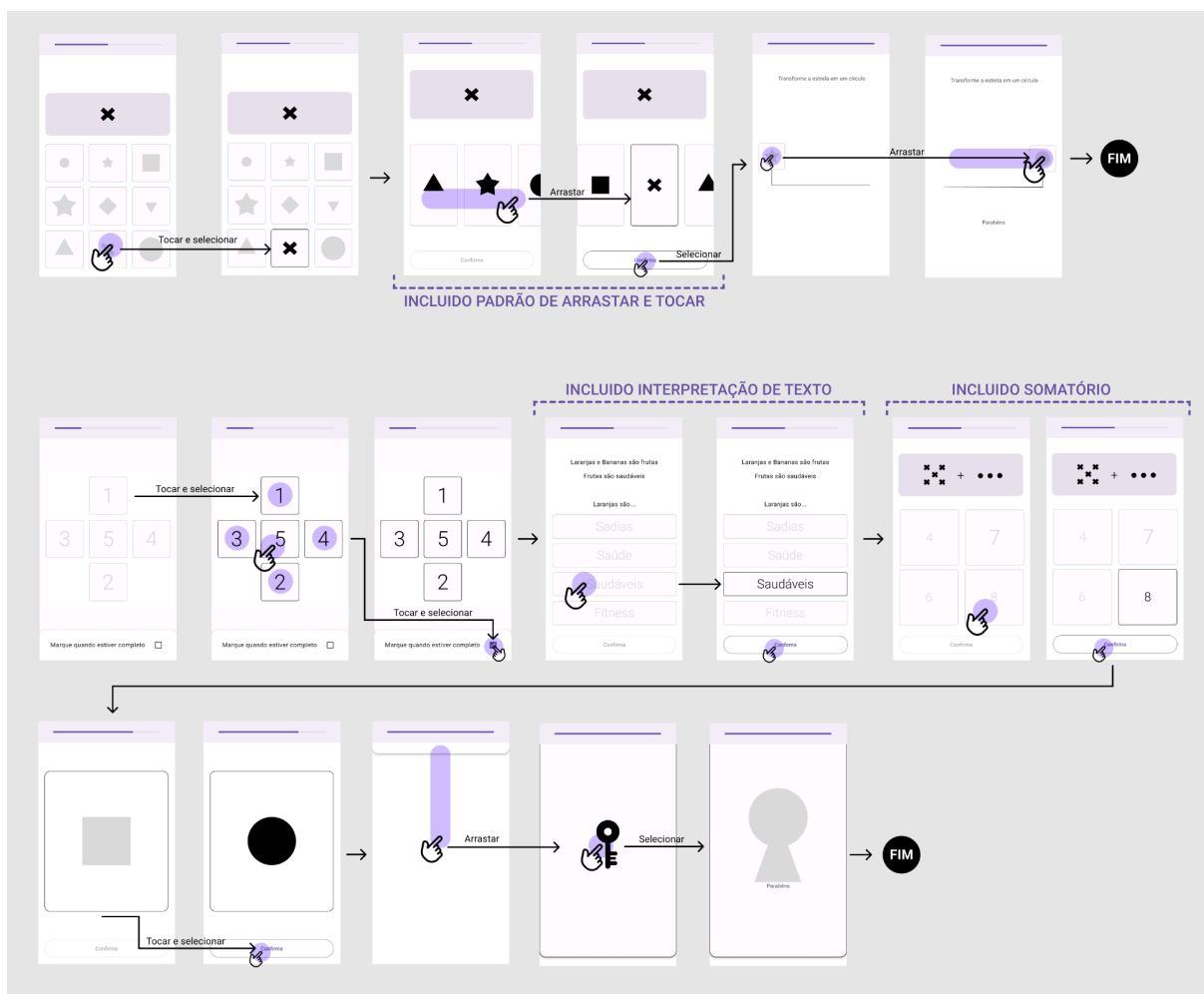
Quadro 5 - Parecer Técnico sobre a 1ª versão do experimento

Profissional	Área	Parecer
Amanda Aramaki	UX/UI Product Designer	- Erros de digitação - Confirmar se a intenção é reagir à falta de informações em tela
Bruna Sodré	Dados/UX Research	- Havia poucos elementos/opções para interação. A sensação é de que havia um único caminho a ser seguido. - Não há muito a ser memorizado - Fluxo A atual é muito simples - Introduzir a leitura/interpretação no Fluxo B.
Larissa Karla Alves	UX/UI Product Designer	- Outras cores podem facilitar o entendimento do protótipo - Talvez fosse mais fácil de perceber a tarefa. - No fluxo do experimento, durante a reprise do fluxo A foi mais rápido. - No celular o botão de confirma escondido

Fonte: Elaborado pelo autor

E o fluxo foi finalizado com os ajustes baseados no parecer técnico (Figura 17).

Figura 17 — Fluxo Final (Tarefa A e Tarefa B)



Na etapa final, os dados coletados foram analisados utilizando conceitos da estatística descritiva aplicados pelo autor e revisado pela , Rebeca Dieb. Para garantir a crítica correta dos dados e uma análise menos centrada exclusivamente na perspectiva do pesquisador.

As variáveis analisadas foram:

- o tempo necessário para completar cada tarefa (na tarefa A e na tarefa B)
- a relação entre o tempo para completar a tarefa A antes e depois do contato com um conjunto de telas mais complexas
- análise do preenchimento em porcentagem dos mapas de calor gerados pelos usos

Esperava-se que a conjunção desses vetores retorne um *insight* sobre a complexidade de aprender determinados padrões em relação a reproduzir um modelo previamente compreendido.

3.4.3.3 Local de realização dos testes

Todas as etapas da coleta dos dados quantitativos das pessoas usuárias voluntárias serão realizadas de maneira remota, coletadas pela plataforma Maze. Às pessoas participantes foram solicitadas:

- Atenção ao teste, evitando distrações externas na duração do experimento.
- Que não seja compartilhado informações sobre o experimento com outros alunos ativos, a fim de evitar o enviesamento da amostra.
- Que o teste seja feito exclusivamente em um smartphone.

3.4.3.4 Análise dos dados

Para acompanhar O quadro abaixo lista as variáveis, suas análises e o objetivo da análise :

Quadro 6 - Variáveis da pesquisa, análise e objetivo

Variável	Classificação	Análise realizada	Objetivo
Idade	Quantitativa (contínua)	Distribuição de frequência	Visualizar a distribuição de idades da amostra
		Relação da idade com perfil geracional	Relacionar as frequências de idade da amostra e os perfis geracionais (Z,Y, Boomers, etc.)
Tempo em horas no celular	Quantitativa (contínua)	Distribuição de Frequência	Visualizar a distribuição de tempo no celular da amostra
		Comparação com a média brasileira	Verificar o comportamento da amostra em relação à média brasileira
Eficiência Tarefa A (<i>Task success</i>)	Qualitativa (nominais)	Distribuição de frequência	Visualizar a distribuição sucessos e falhas do da tarefa A1 e A2
Eficiência Tarefa B (<i>Task success</i>)	Qualitativa (nominais)	Distribuição de frequência	Descrever a distribuição sucessos e falhas do da tarefa B
Preenchimento mapas de calor (%)	Quantitativa (contínua)	Desvio padrão	Visualizar a distribuição da variância entre os preenchimentos de mapa de calor nas telas 1.1,1.2; 4.1,4.2
		Varição Percentual	Verificar aumento ou redução no preenchimentos de mapa de calor nas telas 1.1,1.2; 4.1,4.2

Eficácia

Duração segundos da tarefa A1	Quantitativa (contínua)	Distribuição de Frequência	Visualizar a distribuição do tempo até a conclusão da tarefa A1
		Média	Visualizar a tendência central dos dados
Duração segundos da tarefa A2	Quantitativa (contínua)	Distribuição de Frequência	Visualizar a distribuição de tempo até a conclusão da tarefa A2
		Média	Visualizar a tendência central dos dados
Duração segundos da tarefa B	Quantitativa (contínua)	Distribuição de Frequência	Visualizar a distribuição de tempo até a conclusão da tarefa B
		Média	Visualizar a tendência central dos dados

Relações entre variáveis

Duração segundos da tarefa A1	Quantitativa (contínua)	Variação Percentual	Verificar aumento ou redução no tempo até a conclusão entre as tarefa A1 e A2
Duração segundos da tarefa A2	Quantitativa (contínua)	Diagrama de dispersão**	Visualizar a correlação entre as variáveis
		Coeficiente de correlação (Pearson)*	Indica o grau de intensidade da correlação entre as variáveis
Duração segundos da tarefa A1	Quantitativa (contínua)	Diagrama de dispersão**	Visualizar a correlação entre as variáveis
Duração segundos da tarefa B	Quantitativa (contínua)	Coeficiente de correlação (Pearson)*	Indica o grau de intensidade da correlação entre as variáveis
Variação Percentual Duração segundos da tarefa A	Quantitativa (contínua)	Diagrama de dispersão**	Visualizar a correlação entre as variáveis
Desvio padrão Preenchimento mapas de calor (%)	Quantitativa (contínua)	Coeficiente de correlação (Pearson)*	Indica o grau de intensidade da correlação entre as variáveis
Variação Percentual Preenchimento mapas de calor (%)	Quantitativa (contínua)	Diagrama de dispersão**	Visualizar a correlação entre as variáveis

Preenchimento mapas de calor (%) 1.1; 4.1	Quantitativa (contínua)	Coeficiente de correlação (Pearson)*	Indica o grau de intensidade da correlação entre as variáveis
Duração segundos da tarefa A e B	Quantitativa (contínua)	Matriz de correlação	Visualizar a correlação entre todas as variáveis
Preenchimento mapas de calor (%) Tarefa A	Quantitativa (contínua)		

* Foi escolhido Coeficiente de Pearson por se tratarem de correlações lineares

** Para a análise foram removidos os *outliers*¹⁸, *detalhamentos estarão descritos no capítulo 4*

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Crespo, 2009

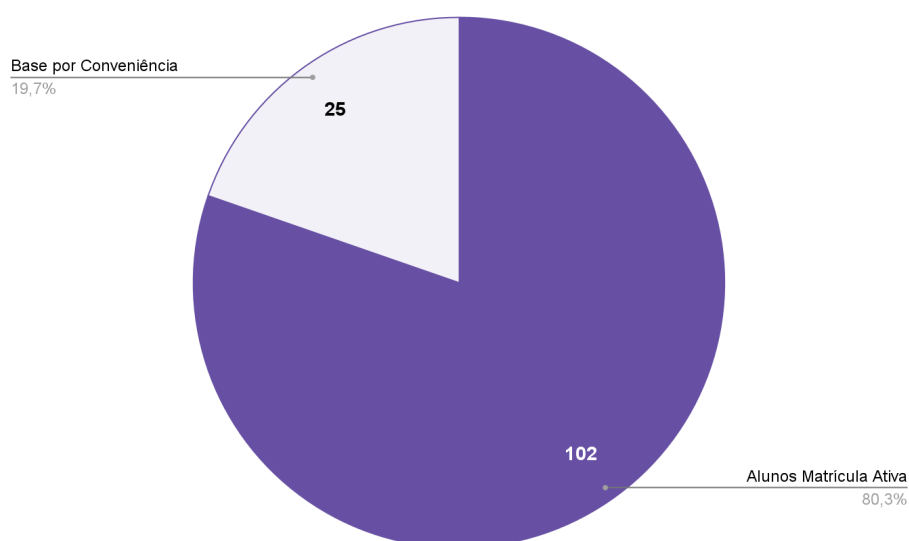
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil das pessoas respondentes do experimento

O primeiro passo para analisar os dados obtidos é expor o perfil das pessoas usuárias voluntárias alcançadas. Como descrito na metodologia, a amostragem considerou 127 pessoas com diferentes idades.

Como é possível observar no gráfico 5, 102 participantes eram alunos com matrícula ativa no curso de graduação em Design na UFMA. Para aumentar a base de dados e verificar alguma possível alteração nos resultados foi ampliado a base de respondentes por conveniência em 25 pessoas, todos os dados foram identificados para garantir a separação desses grupos nas análises.

Gráfico 5 - Contagem total das pessoas participantes do Experimento

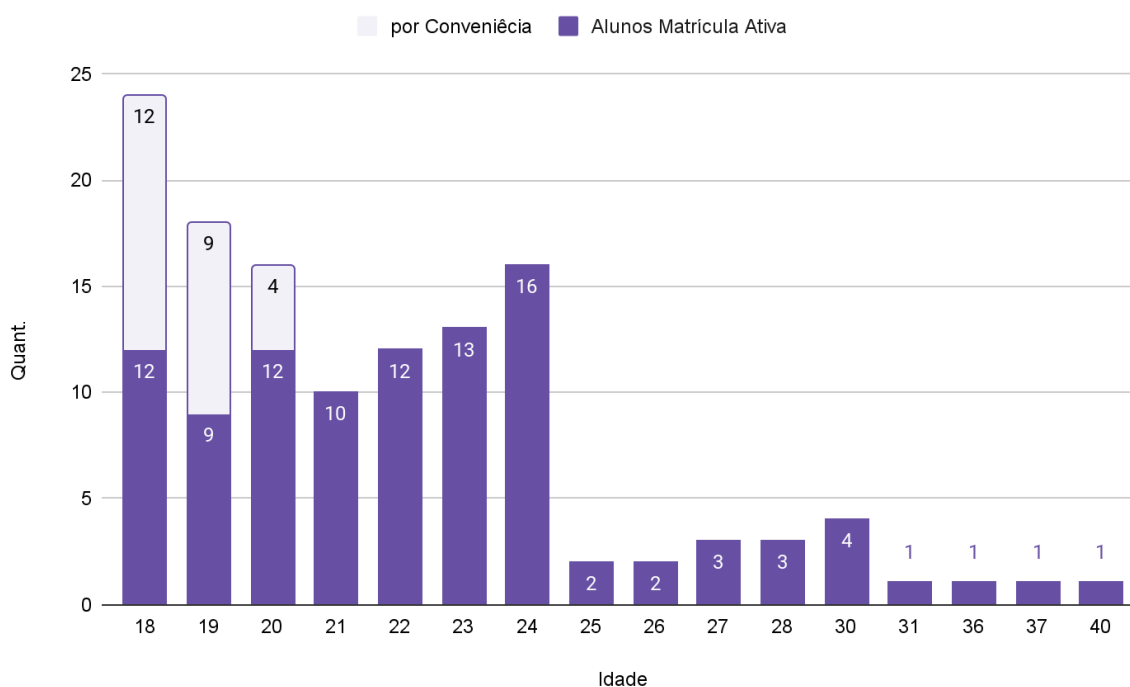


¹⁸ *Outliers* são valores que desviam drasticamente do demais, e que podem enviesar a análise do conjunto de dados (HOPPEN; PRATES, 2017) e também não são o foco das análises desta pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 6 mostra uma presença expressiva de participantes entre 18 e 24 anos. Para analisar as pessoas respondentes e relacionar as respectivas gerações é preciso ressaltar que a classificação de gerações possui várias definições, principalmente acerca das mais recentes, como a Z e a Alfa, onde os anos de começo e fim mudam dependendo da perspectiva.

Gráfico 6 - Idade das pessoas participantes do Experimento



Fonte: Elaborado pelo autor

A pesquisa bibliográfica realizada por Novaes (2018) traz a perspectiva de vários autores, e inclui as descrições e intervalos de nascimento das gerações mais recentes, o quadro abaixo representa os intervalos utilizados para a condução das análises

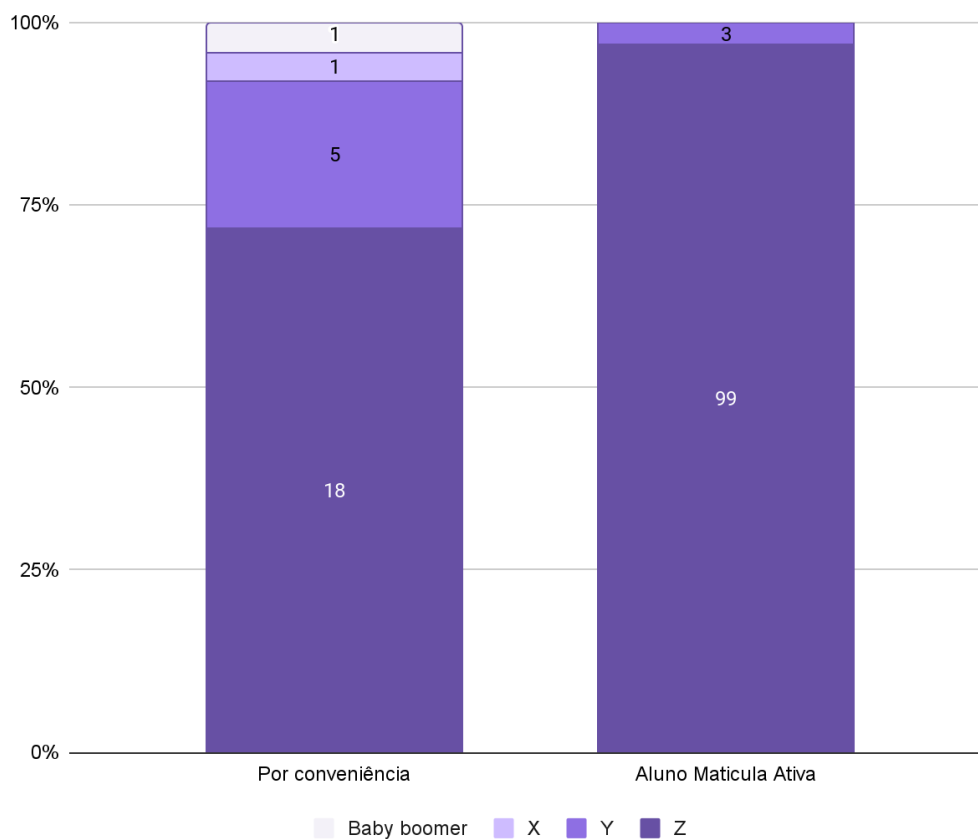
Quadro 7 - Definições de gerações utilizadas na análise dos dados

Geração	Intervalo de idade	Intervalo de Anos
Baby boomer	77 - 59	1946 - 1964
X	58 - 46	1965 - 1964
Y	45 - 34	1978 - 1989
Z	33 - 13	1990 - 2010
Alfa	≤12	≥ 2011

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Novaes (2018)

Com base nessas informações, é possível perceber no gráfico 7 uma maioria expressiva das gerações Y e Z.

Gráfico 7 - Perfil Geracional das pessoas participantes do Experimento



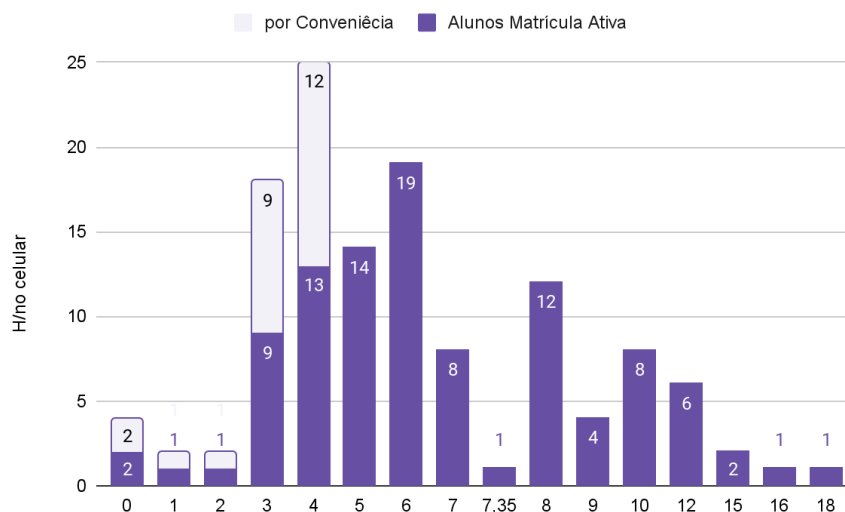
Fonte: Elaborado pelo autor

Sendo a geração Y descrita como nascida “na mesma época do início das evoluções tecnológicas e, por consequência, da globalização” (COMAZZETTO et.al; 2016 apud. NOVAES; 2018) e reforçado em “Cresceram em contato com as tecnologias de informação e são mais individualistas” (Ibdem; 2016).

Sobre a geração X, segundo Maurer (2013 apud. NOVAES; 2018) existem poucos “estudos sobre essa geração, principalmente por estarem terminando a escola e entrando na universidade ou mercado de trabalho”, mas que ainda assim “para os Zs, viver sem internet, computadores e celulares é algo inconcebível” (Ibdem, 2018).

Ao analisar o tempo declarado que as pessoas respondentes passam ao celular, como mostra o gráfico 8, é possível perceber que grande parte da amostra tem o hábito de passar muitas horas usando o celular.

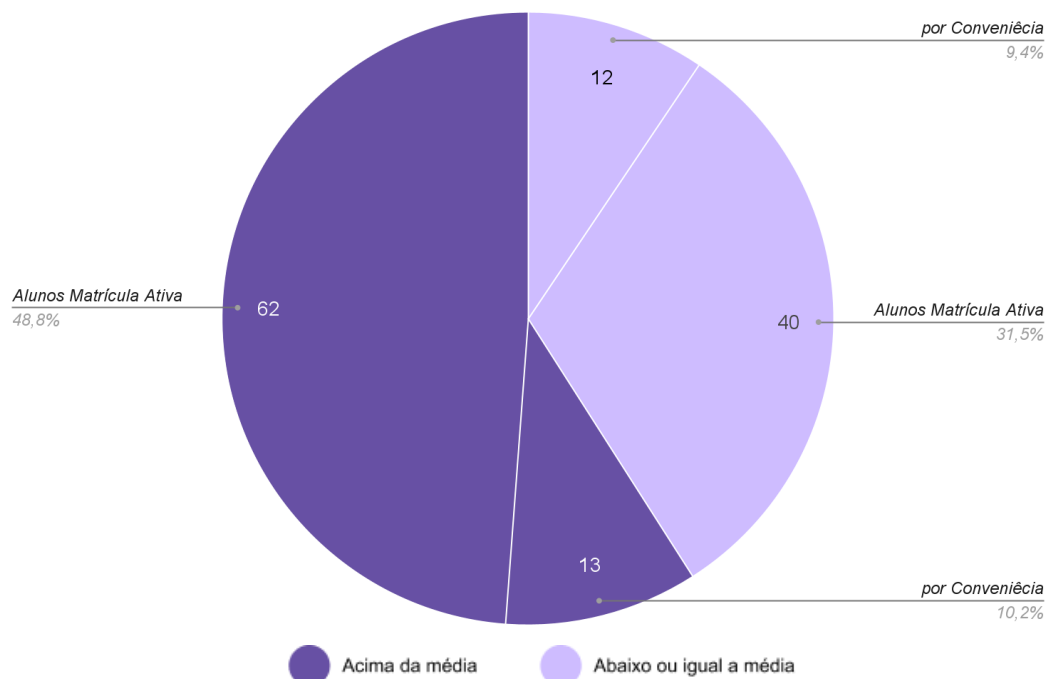
Gráfico 8 - Tempo (em horas) no celular das pessoas participantes do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 9 deixa evidente que comparado com a média brasileira, descrita pela Data.ia¹⁹ (DATA.AI, [s.d.]) de 5,4 horas, a maioria das pessoas participantes (58%) passam mais tempo no celular do que a média brasileira.

Gráfico 9 - Distribuição em relação à média brasileira de horas ao celular das pessoas participantes do experimento



¹⁹ A data.ai é uma plataforma de Inteligencia Artificial de dados unificados que agrega dados de consumidores e estimativas de mercado (DATA.AI, [s.d.])

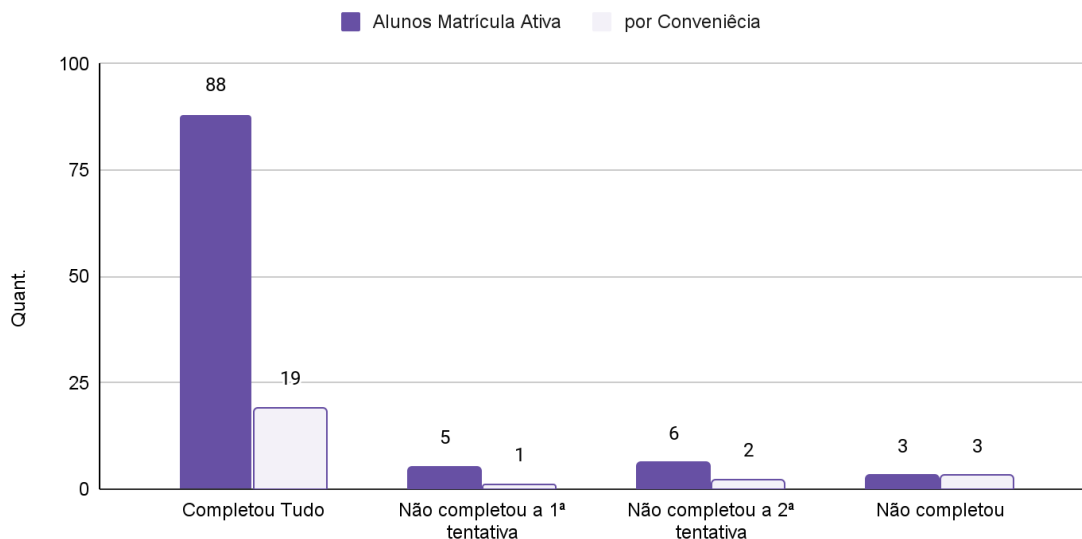
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Execuções da tarefa A

Eram possíveis quatro resultados em relação à execução da tarefa A, como mostra o gráfico 10:

- Completar a tarefa nas 2 tentativas;
- Completar na 1ª tentativa;
- Completar na 2ª tentativa;
- Não completar em nenhuma tentativa.

Gráfico 10 - Resultados da tarefa A



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que 90 alunos com matrículas ativas e 19 alunos da amostra por conveniência completaram a tarefa A nas duas tentativas. Esses resultados podem reforçar o perfil encontrado na pesquisa, indicando que esses conjuntos apresentavam um modelo mental do padrão esperado de interação para operar o fluxo.

Os resultados sugerem que as pessoas que não conseguiram concluir a tarefa na primeira tentativa podem não ter o modelo mental necessário para resolver a tarefa A. No entanto, talvez devido à consolidação de um modelo mental suficiente, eles conseguiram concluir a tarefa com sucesso na segunda tentativa.

Pode ser um sinal de que as pessoas que não completaram a tarefa na segunda tentativa não tinham o modelo mental necessário para resolver a tarefa A. No entanto, o esforço cognitivo da tarefa B pode ter afetado a segunda tentativa. É possível que os indivíduos que não conseguiram concluir a tarefa em nenhuma das tentativas não possuíam

o modelo mental necessário para resolver a tarefa A. Existe a possibilidade de que a plataforma de captação não colete os dados corretamente nas duas situações anteriores.

Devido à baixa quantidade de participantes nas três categorias anteriores, o foco da pesquisa será nas pessoas que completaram todas as tarefas.

Tabela 1 - Média e Variação percentual do Tempo para concluir a Tarefa A

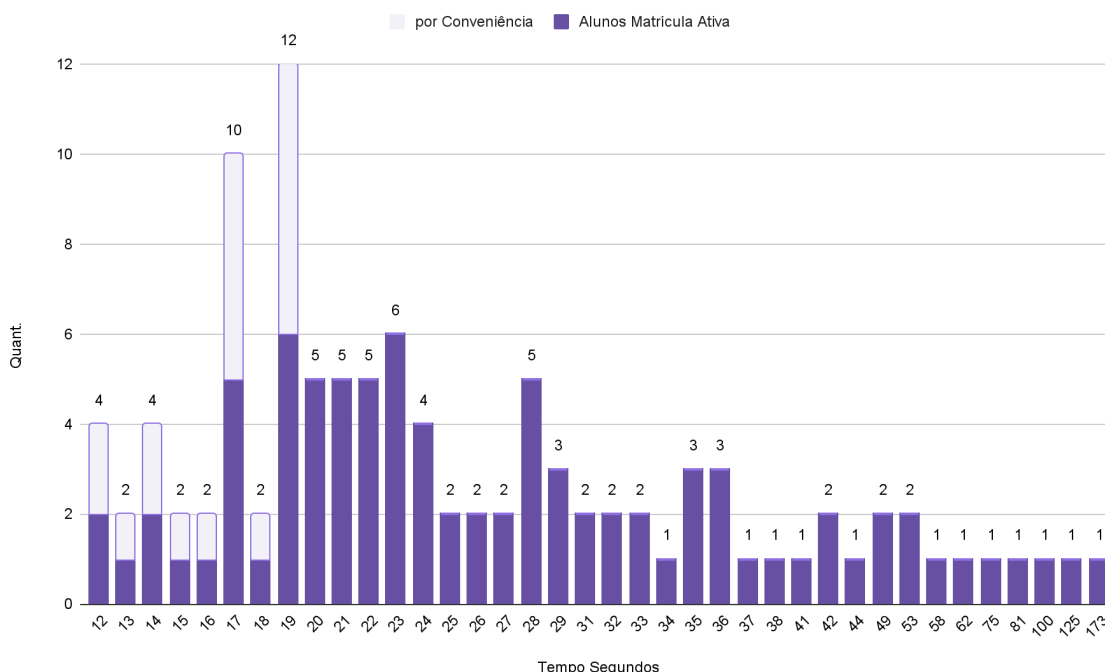
Média	Tarefa A1 (s)	Tarefa A2 (s)	Variação %
Amostra sem recortes	34,71	14,17	-59,17%
Alunos Matrícula Ativa <i>que completaram a tarefa</i>	32,70	15,33	-53,12%
Alunos Matrícula Ativa+Por conveniência <i>que completaram a tarefa</i>	33,31	14,75	-55,73%

Fonte: Elaborado pelo autor

A média do tempo para concluir a tarefa na primeira (A1) e segunda (A2) tentativa são próximas entre os três recortes. Todas as bases mostraram uma redução em torno de 50% entre as duas execuções.

O gráfico 11 facilita a visualização do desempenho em tempo das pessoas participantes na primeira execução da tarefa A (A1). É possível perceber a redução de participantes que levaram mais tempo para concluir a tarefa, fato que pode estar relacionado ao perfil atingido pela pesquisa. Contudo, as diferenças entre o valor mínimo (12) e o valor máximo (173) demonstram que podem existir diferenças de desempenho na interação com interfaces entre os perfis de uma base com proximidade ao uso de smartphones.

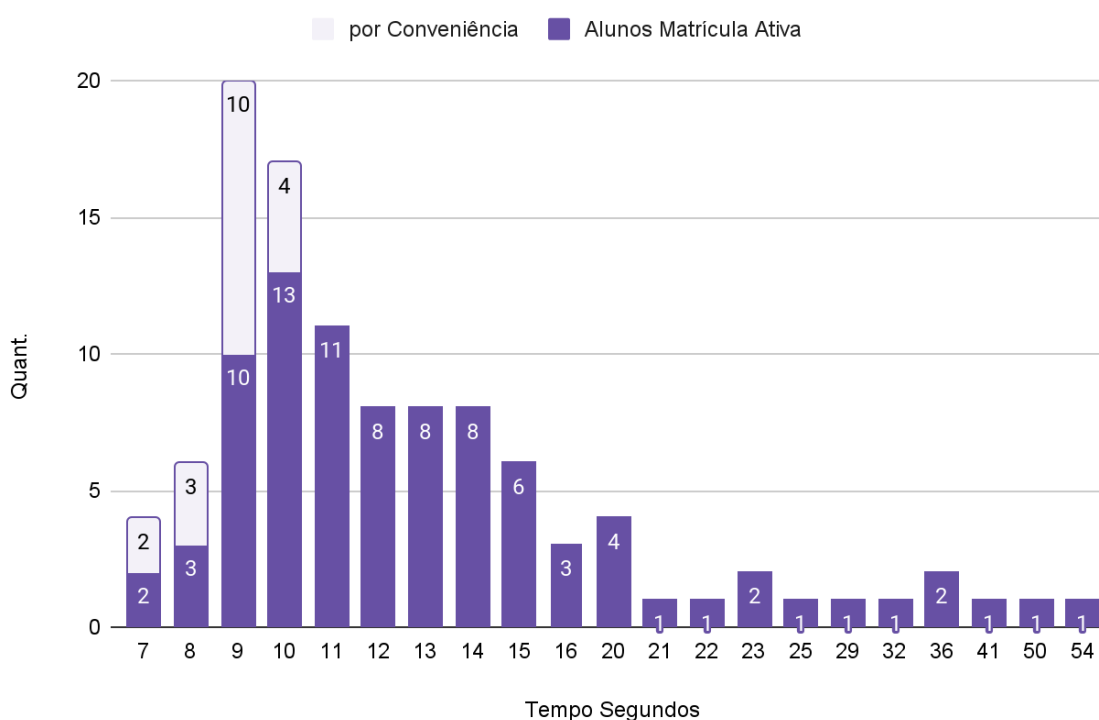
Gráfico 11 - Tempo (segundos) para concluir Tarefa A1



Fonte: Elaborado pelo autor

Comparando o gráfico 11 e 12, a variação percentual de -55,73% (Alunos Matrícula Ativa e Por conveniência) fica ainda mais evidente. Nesse gráfico de barras o valor máximo (54) também foi reduzido, podendo indicar que há melhora nos resultados gerais desta amostra de pessoas respondentes.

Gráfico 12 - Tempo (segundos) para concluir Tarefa A2



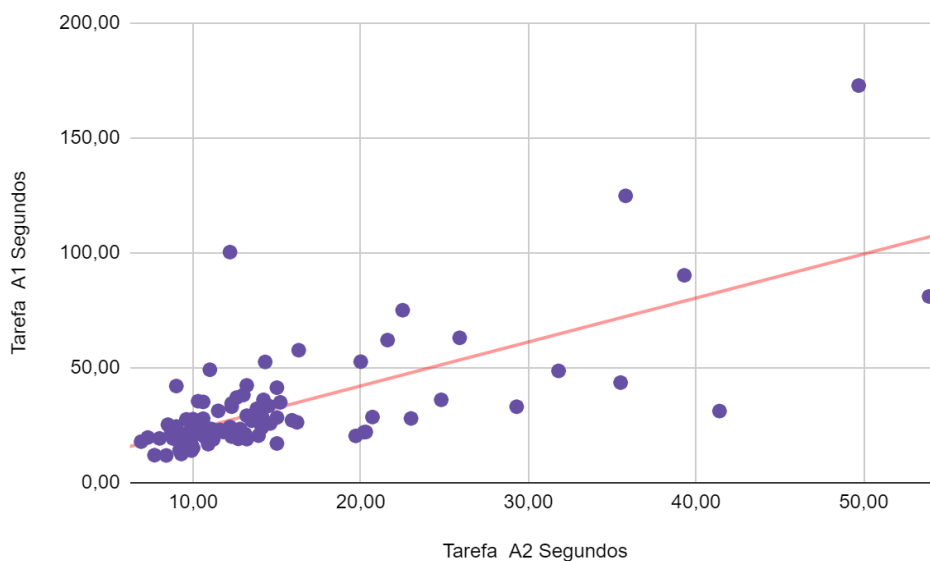
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 13, essa correlação possui o coeficiente de correlação de Pearson de 0,67²⁰, indicando uma correlação moderada e positiva. “Mostrando que quanto maior o tempo na tarefa A1, maior foi o tempo na tarefa A2 (mantendo uma redução em torno de 50% do tempo, como visto na Tabela 1), ou seja, em ambas as tarefas eles demoraram a executar”.²¹

Isso pode ser um reflexo de como as melhorias da interação também estão relacionadas às capacidades individuais dos participantes e os modelos mentais prévios já estabelecidos, e não necessariamente aos modelos acionados durante o experimento.

²⁰ Para esse cálculo foram removidos os *outliers* A1 (124,90;172,90;100,40) e A2 (35,80; 49,70; 12,20)

²¹ Análise proposta pela da Estatista Rebeca Dieb. Concedida ao Autor. Maranhão. 2023

Gráfico 13 - Dispersão Tempo (segundos) para concluir a tarefa A1 versus tarefa A2

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Execução da tarefa B

Por ser constituída de mais que o dobro de telas do que a tarefa A, o preparo do banco de dados e análise da tarefa B em detalhes seria inviável no período disposto para a pesquisa. Contudo, é preciso verificar se a tarefa B conseguiu concluir seu objetivo de gerar um atrito e aumentar a carga cognitiva entre as tarefas A e B. Das 127 pessoas participantes:

- 104 pessoas concluíram a tarefa;
- 23 pessoas desistiram da tarefa.

É importante ressaltar que não era obrigatório completar a Tarefa B para seguir a execução do experimento. Comparando a tabela 1 com a tabela 2, percebeu-se que a média do tempo para completar a tarefa B é superior à média do tempo para completar a tarefa A.

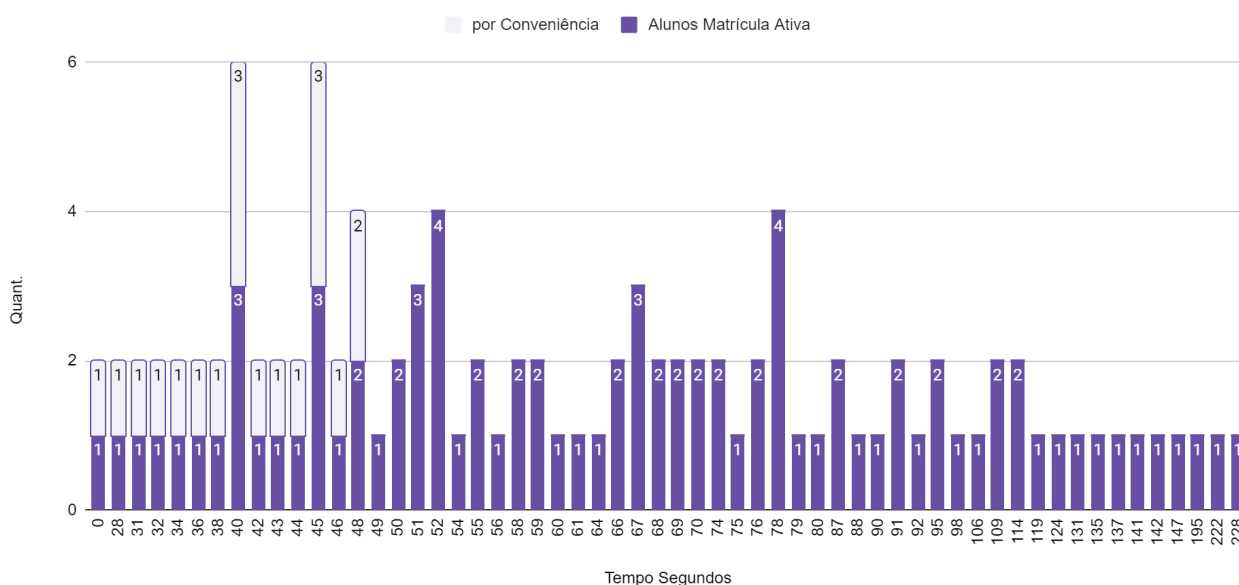
Tabela 2 - Média do Tempo para concluir a Tarefa B

Média	Tarefa B (s)
Amostra sem recortes	70,57
Alunos Matrícula Ativa <i>que completaram a tarefa</i>	75,53
Alunos Matrícula Ativa+Por conveniência <i>que completaram a tarefa</i>	73,98

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao observar o gráfico 14, fica ainda mais visível que a tarefa B foi efetiva em representar um atrito no fluxo, exigindo atenção e tempo das pessoas respondentes para completá-la. O valor mínimo (0) possivelmente representa pessoas que pularam a etapa e/ou falhas na plataforma, entretanto o valor máximo (228) representa um indivíduo com bastante dificuldade ao interagir com o fluxo, comparado ao com o valor máximo obtido na tarefa A (173).

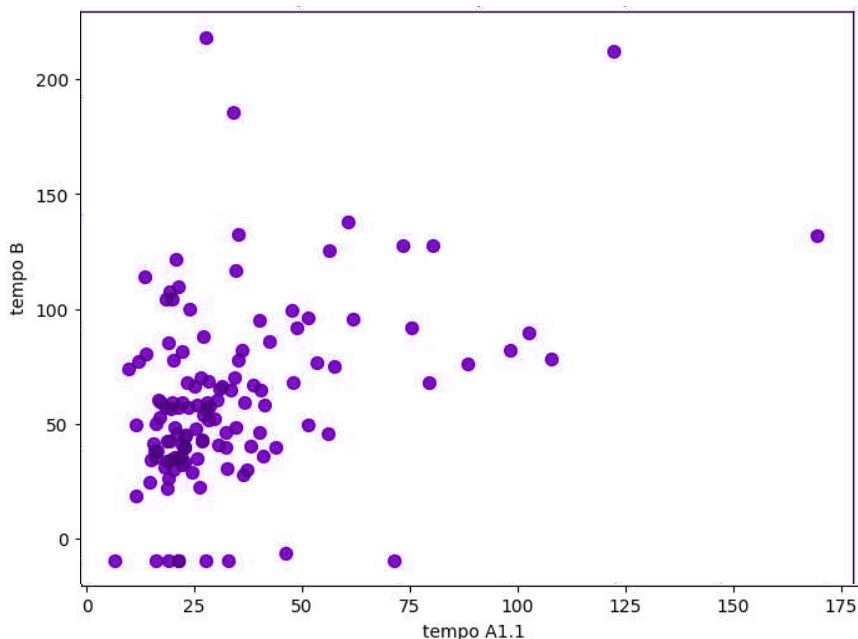
Gráfico 14 - Tempo para concluir a Tarefa B



Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 15 traz resultados semelhantes aos do gráfico 13, mostrando que quanto maior o tempo para completar a tarefa A1, maior foi o tempo na tarefa B. Mais uma vez realçando essa perspectiva sobre a influência das capacidades individuais das pessoas respondentes. Essa correlação possui o coeficiente de correlação de Pearson de 0,47, indicando uma correlação fraca e positiva.

Gráfico 15 - Dispersão entre o tempo A1 e Tempo B

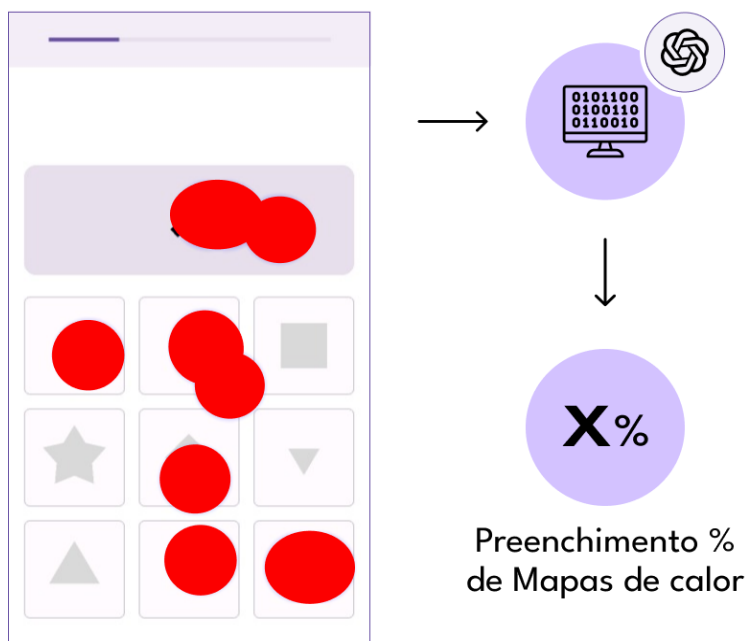


Fonte: Elaborado por Dieb (2023) para a análise da pesquisa

4.4 Mapas de calor

Para analisar os mapas de calor, é preciso ampliar sobre a construção dessa análise. Para preparar o dado, cada uma das telas teve seus mapas de calor manual e individualmente convertida para ■ #FC0000, facilitando a análise da porcentagem preenchida da tela.

Figura 18 — Telas convertidas para análise no código



Fonte: Elaborado pelo autor

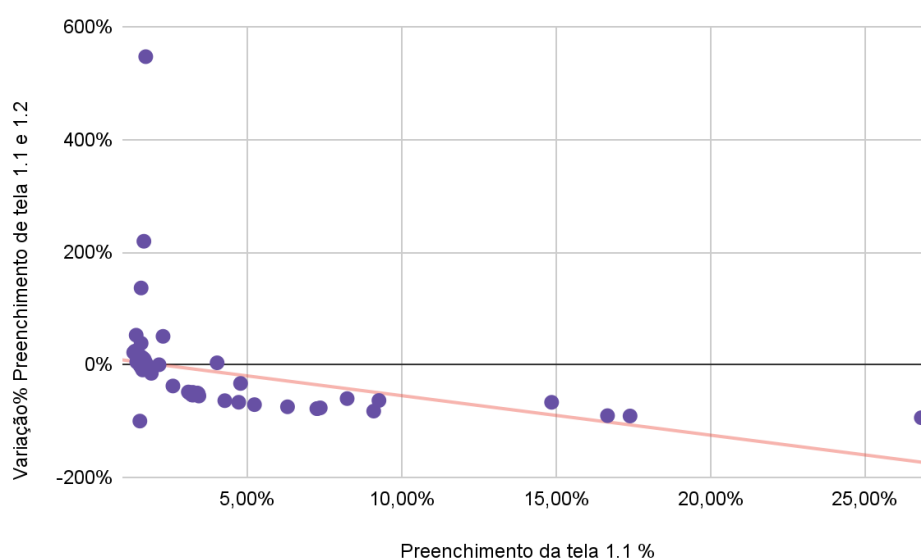
Essa a cor escolhida foi escolhida por diferir do esquema de cores utilizado no protótipo do experimento, garantindo uma análise mais precisa do preenchimento. O código²², criado com auxílio da inteligência artificial Chat GTP, analisa cada pixel da tela procurando por correspondências a cor definida, seguindo essa lógica abaixo:

```
for pixel in pixels:
    if pixel == color:
        count += 1
```

Após concluir essa etapa, algumas telas não possuíam mapas de calor, resultando em telas com 0% de preenchimento. As telas 2, 3 e 6 tiveram esse resultado por não necessitarem interação para concluí-las. A tela 5 representa uma limitação da plataforma, pois a interação desejada era de deslizar (*swipe*), porém a plataforma utilizada para captação não consegue captar esse padrão de interação, apenas cliques.

Dessa maneira, as análises dos mapas de calor e suas relações com outras variáveis, como o tempo, serão destacadas apenas as telas onde se esperava interação para conclusão da tarefa, evidenciando os momentos de interação. A diferença em ponto percentual entre o desvio padrão de todas as telas (de uma pessoa participante) e o desvio padrão apenas das telas 1 e 4 (de uma pessoa participante) é de 0,14. Ressaltando que essa análise ainda representa uma visão próxima ao todo. Essa correlação possui o coeficiente de correlação de Pearson de -0,37, indicando uma correlação fraca e negativa.

Gráfico 16 - Dispersão (Alunos Matrícula ativa) Variação do preenchimento de tela 1.1 e 1.2 versus o preenchimento da tela 1.1



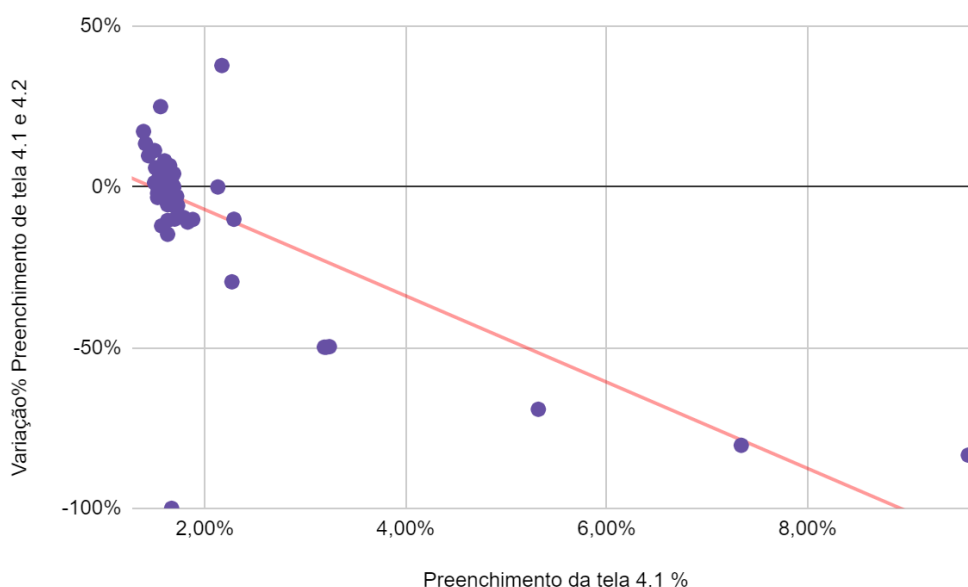
Fonte: Elaborado pelo autor

²² O código está disponível na íntegra nos apêndices.

Após aprofundar a estruturação dos dados e o processo de análise, parte-se para a discussão acerca dos resultados. O gráfico 16 mostra a formação de uma correlação negativa. Ele mostra que a variação em porcentagem entre o preenchimento da tela nas duas execuções (1.1 e 1.2) diminui enquanto o preenchimento da tela é aumentado na primeira execução (1.1), indicando que a interação necessária para concluir a tarefa diminui.

Os resultados do gráfico 17 são semelhantes, ou seja, à medida que se compreende o padrão de interação necessário para completar a tarefa, é esperado que o número de toques, aqui expressos pelo preenchimento em mapas de calor, reduza, fazendo com que a interação seja mais objetiva.

Gráfico 17 - Dispersão (Alunos Matrícula ativa) Variação do preenchimento de tela 4.1 e 4.2 versus o preenchimento da tela 4.1

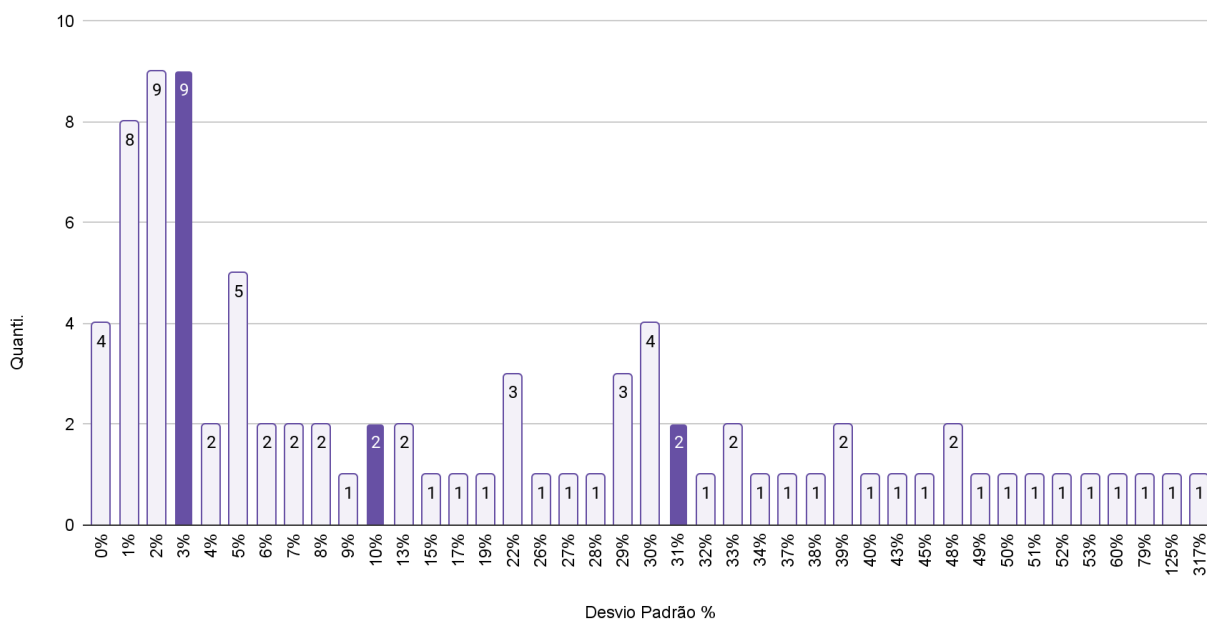


Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse sentido, observar o desvio padrão das variações percentuais das telas que possuem interação pode ajudar a visualizar a uniformidade dessas interações. Isto é, quanto maior foi o valor do desvio padrão pode ser um indicativo de mudança na construção do modelo mental para concluir a Tarefa A, esse dado isolado não necessariamente indica que houve melhoria. Essa correlação possui o coeficiente de correlação de Pearson de -0,72, indicando uma correlação moderada e negativa.

No gráfico 18, a cor ■ #6750a4 destaca os quartis dessa distribuição, que dividem os dados em quatro partes iguais, cada uma representando 25% do total. É interessante ressaltar que a primeira e segunda parte representam as pessoas participantes que menos tiveram variação entre as interações nas telas, enquanto as duas últimas tiveram variações mais altas.

Gráfico 18 - Desvio padrão % da Tarefa A



Fonte: Elaborado pelo autor

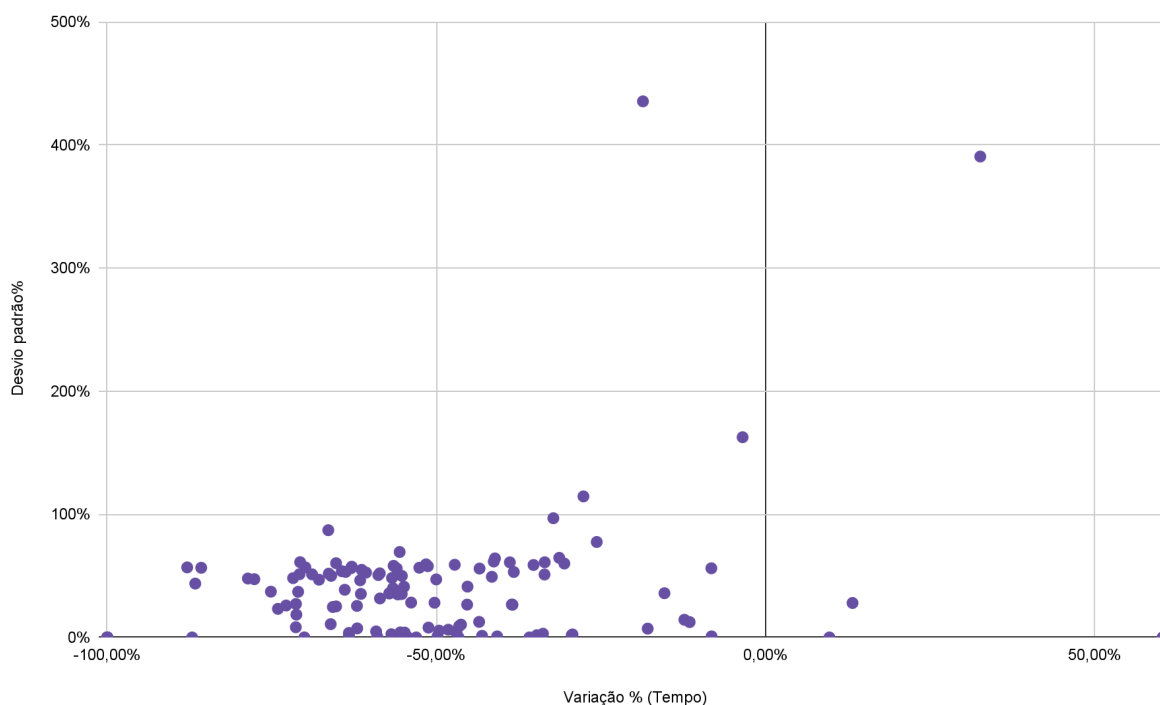
4.5 Correlação entre Desvio padrão e Variação Percentual do tempo

Para observar se houve melhoria na interação é preciso relacionar a variação do tempo com o desvio padrão, isto é, com base na construção teórica desta pesquisa, uma melhoria nessas variáveis poderia significar um esforço menor no acionamento pela memória de trabalho baseado na construção de um modelo mental para resolver a tarefa A, que para esta pesquisa representa a “taxa de memorabilidade”.

Quando os resultados da variação percentual de tempo são negativos, significa que o tempo necessário para concluir a Tarefa A diminui, conforme a análise da variável tempo. Isso indica que, em comparação com a primeira tentativa, as pessoas participantes conseguiram concluir a tarefa com mais rapidez na segunda tentativa. O desvio padrão também permite observar a interação das pessoas participantes durante toda a tarefa A.

O aumento do valor do desvio padrão indica uma mudança nas interações; por exemplo, o valor do desvio padrão indica que os padrões de preenchimento dos mapas de calor nas telas das pessoas participantes diferem entre os dois momentos da tarefa. Isso pode demonstrar mudanças na forma como as pessoas participantes abordaram e interagiram com a tarefa ao longo do processo, demonstrando aprendizagem e adaptação.

Gráfico 19 - Dispersão do Desvio padrão % versus Variação Percentual do tempo da Tarefa A



Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico acima traz toda a amostra sem recortes, a fim de avaliar uma possível correlação considerando todas as pessoas participantes. Essa correlação possui o coeficiente de correlação de Pearson de 0,29, indicando uma correlação fraca e positiva. Os outros gráficos de dispersão presentes nessa pesquisa foram exclusivos da amostra de Alunos com matrícula ativa no curso de design UFMA e que concluíram as duas execuções da tarefa A. No gráfico 19, não é possível detectar correlação entre as variáveis, porém existe uma concentração interessante em torno da variação percentual de -50%, possivelmente relacionado às melhorias de tempo ocorridas no teste. “Também é possível notar alguns pontos discrepantes na amostra que podem demonstrar algum tipo de tendência, mas se removidos o gráfico apresenta correlação próxima de zero”²³.

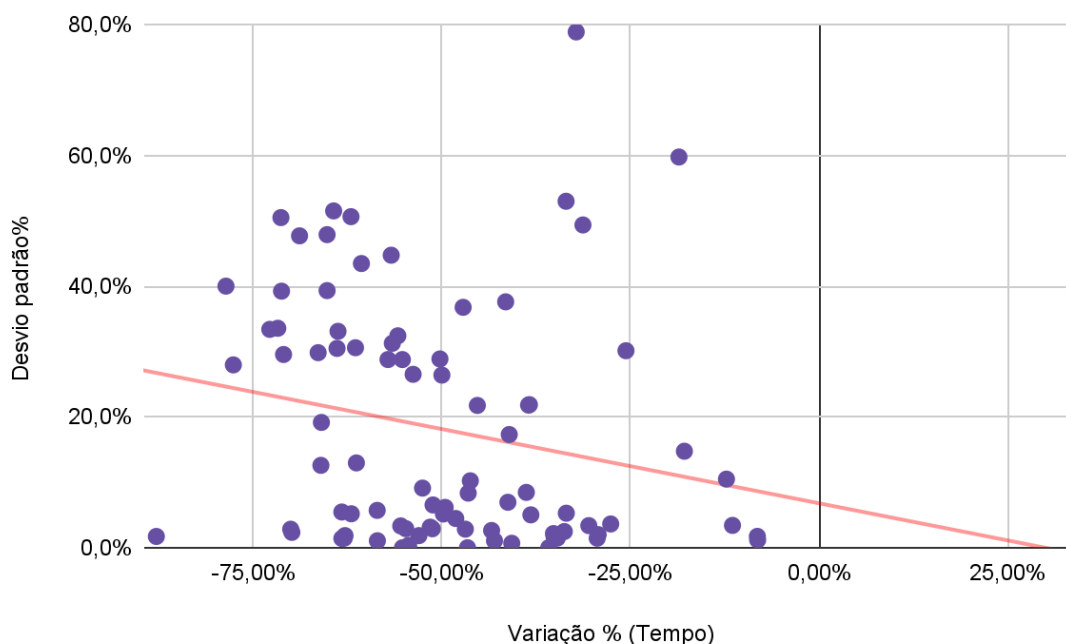
No gráfico 20, foi utilizada a base de Alunos com matrícula ativa, e essa correlação possui o coeficiente de correlação de Pearson de -0,21²⁴. Os dados mostram que, em geral, as pessoas dessa amostra melhoraram seu desempenho ao repetir as tarefas. Essa melhoria representa aproximadamente 50% do valor da primeira tentativa, como visto na tabela 1. No entanto, não foi possível encontrar uma correlação direta entre a variação

²³ Análise proposta pela da Estatista Rebeca Dieb. Concedida ao Autor. Maranhão. 2023

²⁴ Foram removidos os outliers. Do desvio padrão (124,9%;317,4%) e da Variação percentual (-3,43%;32,69%)

percentual de tempo para conclusão da tarefa A e o desvio padrão de preenchimento das telas.

Gráfico 20 - Dispersão (Alunos Matrícula ativa) do Desvio padrão % versus Variação Percentual do tempo da Tarefa A



Fonte: Elaborado pelo autor

Para garantir a visualização das relações entre todas as variáveis foi construída a matriz de correlação (Gráfico 21). Nela é possível perceber que "as correlações mais fortes são todas positivas, então a tendência é que quanto mais tempo o usuário demora na tela, maior é o percentual de preenchimento"²⁵, possivelmente relacionando-os aos resultados dos gráficos 13 e 15, acerca das capacidades individuais podendo impactar os resultados do experimento.

Dentre esses resultados, "o preenchimento da tela 4 na segunda tentativa tem uma correlação alta positiva com o preenchimento das telas 1 na 2 tent, 2 na 2 tent e 1 na 1 tent. o preenchimento da tela 4 na segunda tentativa também tem correlação alta com o tempo de A na segunda tentativa 0,5037"²⁶. Nesse caso em específico, pode ser relacionado aos padrões selecionados pelo fluxo. As telas 1 e 2 foram criadas com base nos padrões de toque e seleção e as telas 3 e 4 foram criadas com base nos padrões de arrastar e toque. "Esses resultados podem reforçar princípios de repetição e consistência, bastante conhecidos no design (AGNER, 2009), facilitando os processos de aprendizado.

²⁵ Análise proposta pela da Estatista Rebeca Dieb. Concedida ao Autor. Maranhão. 2023

²⁶ Análise proposta pela da Estatista Rebeca Dieb. Concedida ao Autor. Maranhão. 2023

Gráfico 21 - Matriz de correlação entre as variáveis de tempo e preenchimento de tela

	tempo_a1	tempo_a2	tempo_b	tela_1_1	tela_1_2	tela_2_1	tela_2_2	tela_3_1	tela_3_2	tela_4_1	tela_4_2	tela_5_1	tela_5_2
tempo_a1	1.000000	0.564310	0.411780	0.457763	0.096977	0.181818	-0.052905	0.276433	-0.043930	0.393524	0.119843	0.486996	0.215439
tempo_a2	0.564310	1.000000	0.510277	0.383710	0.462564	0.066228	0.135924	0.080424	0.111203	0.165450	0.503729	0.173788	0.365751
tempo_b	0.411780	0.510277	1.000000	0.186450	0.175272	0.072979	-0.001708	0.104160	0.268096	0.236853	0.351614	0.121504	0.124401
tela_1_1	0.457763	0.383710	0.186450	1.000000	0.356647	0.356038	0.059990	0.210812	0.109842	0.061134	0.160566	-0.054875	-0.092130
tela_1_2	0.096977	0.462564	0.175272	0.356647	1.000000	0.074935	0.331813	-0.011471	0.146376	-0.074811	0.525803	-0.029157	-0.075444
tela_2_1	0.181818	0.066228	0.072979	0.356038	0.074935	1.000000	0.284887	0.169638	0.024499	0.043176	0.293380	-0.074820	-0.092354
tela_2_2	-0.052905	0.135924	-0.001708	0.059990	0.331813	0.284887	1.000000	0.108391	0.078906	-0.138318	0.358249	-0.069764	-0.100953
tela_3_1	0.276433	0.080424	0.104160	0.210812	-0.011471	0.169638	0.108391	1.000000	0.117694	-0.002970	-0.090832	0.022865	-0.074953
tela_3_2	-0.043930	0.111203	0.268096	0.109842	0.146376	0.024499	0.078906	0.117694	1.000000	-0.084609	0.105125	-0.081311	-0.043345
tela_4_1	0.393524	0.165450	0.236853	0.061134	-0.074811	0.043176	-0.138318	-0.002970	-0.084609	1.000000	-0.025340	0.007591	-0.036423
tela_4_2	0.119843	0.503729	0.351614	0.160566	0.525803	0.293380	0.358249	-0.090832	0.105125	-0.025340	1.000000	0.008808	0.031481
tela_5_1	0.486996	0.173788	0.121504	-0.054875	-0.029157	-0.074820	-0.069764	0.022865	-0.081311	0.007591	0.008808	1.000000	0.355906
tela_5_2	0.215439	0.365751	0.124401	-0.092130	-0.075444	-0.092354	-0.100953	-0.074953	-0.043345	-0.036423	0.031481	0.355906	1.000000

Fonte: Elaborado por Dieb (2023) para a análise da pesquisa

4.6 Discussão

É fundamental ressaltar alguns fatores que envolvem os resultados desta pesquisa. Primeiramente, é possível que o número de indivíduos incluídos na amostra não seja suficiente para estabelecer uma correlação mais eficaz entre as variáveis examinadas. É importante lembrar que a utilização de protótipos e da plataforma Maze pode ter limitações na captação dos dados, como descrito durante a análise.

Os resultados em torno do tempo de conclusão e suas medias da tarefa A são consequência dos processos descritos de carga cognitiva, onde as memórias visuo-espacial e verbal trabalham juntos na construção e no acesso a memória de curta duração ou memória de trabalho para o entendimento e operação de interfaces digitais, Assim como descrito nos modelos apresentados por Kandel (ref) e as outras referências desta pesquisa.

Quando inserimos as porcentagem de preenchimento de tela, fica mais perceptível o desenvolvimento individual da amostra de pessoas participantes, mesmo que grande parte seja de um recorte bem semelhante (jovens da geração Z e Y, com alta afinidade com tecnologia) o desempenho na tarefa ainda é vinculado as capacidades individuais dos respondentes. Isso reforça a necessidade de projetar interfaces pensando nas diferenças e que os sistemas de design (*design systems*) e *guidelines* como o MDG, ainda que já incluam discussões sobre acessibilidade, devem pensar em alternativas para incluir pessoas usuárias com capacidades diferentes. Resultados da survey realizada sobre o MDG (fonte) e a necessidade de adaptação aos contextos dos produtos digitais reforça ainda mais esse ponto.

Investigar o preenchimento das telas pelos mapas de calor de maneira quantitativa pode indicar como as pessoas participantes interagem com as informações apresentadas nas interfaces e como elas progredem ao longo do tempo, de maneiras mais objetivas, bem

como indicar possíveis curvas de aprendizado. No entanto, é importante ter em mente que a interpretação desses mapas de calor e como eles se relacionam com a curva de aprendizado envolvem desafios adicionais.

Os resultados não certificam uma relação direta entre o desvio padrão de preenchimento das telas e a variação no tempo de conclusão da tarefa, mas outros fatores que não foram considerados nesta análise podem alterar essa relação. Mesmo com essas limitações, as descobertas ainda são úteis e podem servir como base para investigações futuras mais aprofundadas e detalhadas sobre como as variáveis afetam o desempenho de tarefas de memória.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da memória é uma tarefa instigante e complexa, por existirem lacunas no entendimento total de como apreendemos e utilizamos informações armazenadas na memória nas atividades cotidianas. Existem vários desafios que surgem ao abordar esse tema na pesquisa, principalmente na busca de métricas e medidas adequadas para avaliar e compreender esse contexto complexo.

Podemos dizer que o objetivo dessa pesquisa de analisar o uso combinado de métricas usuais de mercado e já conhecidas na literatura para avaliação do comportamento e desempenho do usuário na execução de tarefas, são eficazes para medir o custo da memória de trabalho em fluxos de interfaces para smartphones foi atingido, bem como seus objetivos específicos:

- a) Compreender a percepção e o uso do Material design por profissionais e estudantes da área de Tecnologia da Informação (T.I.).
- b) Identificar padrões recorrentes de retenção de artefatos digitais segundo a “taxa de memorabilidade” de interfaces;
- c) Compreender procedimentos que atuam na metrificação de memória nos artefatos;
- d) Analisar o custo da memória de trabalho durante o fluxo do usuário ao interagir com interfaces em smartphone, que se utilizam dos recursos propostos pelo Material Design.

Partindo de um questionamento do cotidiano do mercado de design e tecnologia e da construção do referencial teórico baseado na compreensão atual da memória e das teorias de como acessamos, construímos a memória de trabalho e os impactos da carga cognitiva no processo de construção de modelos mentais.

Permeando o mercado de tecnologia; na implementação de sistemas de design, com o *Material Design Guidelines*, que permite a padronização de componentes e de interação, garantindo a consistência de um produto ou serviço digital; com o panorama da percepção e uso da ferramenta Material Design por meio da execução de um *survey* apresentada como um artigo publicado em Pinheiro e Campos (2022)²⁷.

E da utilização de dados que tem se tornado peça chave no processo do entendimento e modelagem da experiência da pessoa usuária tanto no cenário mercadológico quando acadêmico, a revisão referente a estado da arte da ergonomia, sobre o impacto da memória no contexto de interfaces mobile e da metrificação de memória no campo da ergonomia cognitiva apresentada como um artigo publicado em Pinheiro e Campos (2022)²⁸.

Como procedimento metodológico, este estudo se caracteriza como experimental, de natureza aplicada e quantitativa. Seguindo a metodologia dividida em três etapas e a análise dos dados.

Sendo a primeira o entendimento das perspectivas das pessoas usuárias acerca da ferramenta de criação de interface por meio da realização de uma *survey*. E a segunda com o entendimento da aplicação da ferramenta de criação de interfaces e modelos de experimentos por meio de uma revisão sistemática bibliográfica. Ambas etapas auxiliaram na construção dos capítulos de Revisão bibliográfica e métodos e técnicas.

O experimento foi realizado com três grupos: um estudo piloto com foram de profissionais de mercado, com os alunos ativos matriculados do curso de Design UFMA e uma amostra por conveniência. E consistia na exposição a dois fluxos, seguindo a ordem A - B - A. E para as pessoas participantes que aceitaram participar de uma segunda execução do teste uma semana depois. A captação dos dados de tempo, conclusão da tarefa e mapas de calor foi realizada por meio da plataforma Maze.

O estudo teve o propósito de analisar à hipótese e sub-hipóteses estabelecidas:

- H1 - Relatórios de eficiência (*task success*), *eficácia* (tempo para concluir a tarefa) e mapas de calor são eficazes para medir o custo da memorabilidade em interfaces para smartphones.
 - Sub-hipótese 1 — À medida que a pessoa usuária leva mais tempo para concluir a ação, a taxa de memória de trabalho aumenta;
 - Sub-hipótese 2 — Quanto mais a pessoa usuária interage com a interface para concluir a ação, a taxa de memória de trabalho aumenta;

²⁷ “Quem usa o *Material design guidelines*? Reflexões para o estudo do desenvolvimento de interfaces”.

²⁸ “Revisão sistemática: como a ergonomia mede a memória?”

Os resultados do estudo não foram suficientes para confirmar ou descartar a H1 e Sub-Hipótese 2, porém contrapõem a Sub-hipótese 1. Todos os objetivos estabelecidos foram concluídos.

Um resumo das descobertas indica a presença significativa da geração Y e Z (18 a 45) na composição dos grupos analisados. Vale ressaltar que a análise dos resultados foi dedicada principalmente às pessoas participantes que conseguiram completar a tarefa A em ambas as ocasiões, o que pode ter afetado a composição da amostra. A amostra por conveniência foi usada apenas para estressar os dados e avaliar possíveis oportunidades.

A relação entre a variação percentual entre as telas 1.1 e 1.2 e o desvio padrão do preenchimento de todas as telas, da mesma pessoa usuária, pode demonstrar uma relação entre a eficiência na conclusão da tarefa (melhoria no tempo) e uma suposta objetividade na interação com o experimento. É importante ressaltar que o resultado foi uma correlação moderada entre essas variáveis, mas que é possível que o desempenho na interação também esteja relacionado às capacidades individuais das pessoas participantes e aos modelos mentais prévios ao experimento. Isso ressalta a importância do desenvolvimento de interfaces digitais levando em consideração perfis de desempenho diferentes.

Os resultados mostraram algumas relações e tendências singulares, mas a correlação entre as variáveis analisadas não é o suficiente para chegar a conclusões definitivas.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Os resultados da pesquisa fornecem insights úteis para pesquisas futuras. A começar pelo aprofundamento da análise do preenchimento percentual das telas por meio da melhoria e utilização do código desenvolvido, visando uma abordagem mais precisa e aprofundada na utilização de mapas de calor.

Em estudos posteriores é sugerido inserir amostras mais heterogêneas, para investigar possíveis diferenças e padrões de comportamento, incluindo participantes menos familiarizados com tecnologia e de diferentes faixas geracionais.

Considerar a análise da repetição da Tarefa A ao de intervalos diferentes de tempo, investigando as diferenças nos resultados e possíveis mudanças de desempenho à medida que os intervalos de tempo progridem. A expansão da base de dados também pode beneficiar futuros trabalhos, pois permitirá uma maior robustez estatística e a confirmação das correlações entre as variáveis estudadas.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, J. **A Ergonomia Cognitiva e as Inteligências Múltiplas**. In: VIII SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO - SEGET. 2011. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/55314676.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2021
- AGNER, L. **Ergodesign e arquitetura da informação: trabalhando com o usuário**. 2. ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2019. p. 174
- ALMEIDA, P. D. M. Amostragem. In: **Teoria e Prática da Pesquisa Aplicada**. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier, 2011. p. 182–204.
- ALVES, M. V. et al. As dimensões da Carga Cognitiva e o Esforço Mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, v. 4, n. 1, 2017.
- ANTONIO ARNOT CRESPO. **Estatística fácil**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 1, p. 109–123, abr. 2007.
- ASGHER, U. et al. Enhanced Accuracy for Multiclass Mental Workload Detection Using Long Short-Term Memory for Brain–Computer Interface. **Frontiers in Neuroscience**, v. 14, 23 jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9241-11:2021: Ergonomia da interação humano-sistema. Parte 11: Usabilidade: Definições e conceitos. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9241-210:2011: Ergonomia da interação humano-sistema. Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos. Rio de Janeiro, 2011.
- LIMA, M. B. et al. Tarefa N-Back Visual: construção de um instrumento de avaliação de memória de trabalho para crianças. **Psico (Porto Alegre)**, v. 42, n. 4, p. 487–493, 1 jan. 2011.
- BECK, C. **On the Current State of Design Systems – Better Product Community**. Disponível em: <<https://betterproduct.community/resource/on-the-current-state-of-design-systems/>>. Acesso em: 25 maio. 2022.
- BERTÃO, N. **Mercado de tecnologia tem aumento de 310% de vagas em 2020**. Disponível em: <<https://valorinveste.globo.com/objetivo/empreenda-se/noticia/2021/01/10/mercado-de-tecnologia-tem-aumento-de-310percent-de-vagas-em-2020.ghtml>>. Acesso em: 2 dez. 2021.
- BORLAND, D.; TAYLOR II, R. M. Rainbow Color Map (Still) Considered Harmful. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 27, n. 2, p. 14–17, mar. 2007.
- CAMINHA, C. N. S. **TÉCNICAS QUALITATIVAS E DESIGN: princípios de boas práticas para entrevistas semiestruturadas, na fase de exploração de problemas, a partir de workshops de focus group e entrevista situada**. Tese—Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco: [s.n.].

CARDOSO, M. DE S.; GONTIJO, L. A. Avaliação da carga mental de trabalho e do desempenho de medidas de mensuração: NASA TLX e SWAT. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 4, p. 873–884, dez. 2012.

CARDOSO, R. **Design para o mundo complexo**. São Paulo: Ubu Editora, 2016.

Codar. Dicionário inFormal. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.dicionarioinformal.com.br/codar/>>. Acesso em: 4 out. 2022

CULKIN, J. A Schoolman's Guide to Marshall McLuhan. **Saturday Review**, p. 51–53, 70–72, 1967.

DANILOV, N. et al. Software Usability Evaluation Based on the User Pinpoint Activity Heat Map. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 465, p. 217–225, 2016.

DATA.AI. **State of Mobile 2022 - Data.ai**. Disponível em: <<https://www.data.ai/en/go/state-of-mobile-2022/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

Eficácia. Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, [s.d.]. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/efic%C3%A1cia/>>. Acesso em: 4 out. 2022

Eficiência. Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, [s.d.]. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/Efici%C3%AAncia/>>. Acesso em: 4 out. 2022

ELUF-NETO, J.; WÜNSCH-FILHO, V. Screening faz bem à saúde? **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 46, p. 310–311, 1 out. 2000.

FÁTIMA, I. DE. **Panorama UX Research 2020 — parte 1**. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/panorama-ux-research-2020-b6f94cc9c47c>>. Acesso em: 5 out. 2022.

FIGMA. **Christopher Alexander and the history of design systems**. Disponível em: <<https://www.designsystems.com/christopher-alexander-the-father-of-pattern-language>>. Acesso em: 4 out. 2022.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Entenda o que é a Web 2.0**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u20173.shtml>>. Acesso em: 4 out. 2022.

FRACASSO, B. **NeuroErgonomia**. Disponível em: <<https://www.neuroergonomia.com.br/>>. Acesso em: 4 out. 2022.

GEORGES, V. et al. UX Heatmaps. **Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, 7 maio 2016.

GOOGLE. **Material Design**. Disponível em: <<https://material.io/design/introduction>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

HOFFMANN, J. **A History of Design Systems on the Web**. Disponível em: <<https://thehistoryoftheweb.com/from-designing-interfaces-to-designing-systems/>>. Acesso em: 25 maio. 2022.

HOPPEN, J.; PRATES, W. **Outliers, o que são e como tratá-los em uma análise de dados?** Disponível em: <<https://www.aquare.la/o-que-sao-outliers-e-como-trata-los-em-uma-analise-de-dados/>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

IDEO. **The Field Guide to Human-Centered Design : Design Kit**. 2. ed. São Francisco: IDEO, 2016.

IIDA, I. **A Ergonomia Do Manejo**. Tese—USP: [s.n.].

KALAC, E.; BOROVINA, N.; BOSKOVIC, D. Preserving interaction design principles while implementing Material Design Guidelines. **IEEE Xplore**, p. 1–6, 1 mar. 2021.

KANDEL, E. R. et al. **Princípios de Neurociências**. Tradução: Ana Lúcia Severo Rodrigues et al. 5ª edição ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

KEYCDN. **Top 10 Frontend Frameworks of 2018**. Disponível em: <<https://www.keycdn.com/blog/frontend-frameworks>>. Acesso em: 14 set. 2021.

KOLKO, J. **Do Design Thinking ao Design Doing: como usar a empatia para criar produtos que as pessoas amam**. São Paulo: M.Books, 2018.

LANDAUER, T. K. How much Do People Remember? Some Estimates of the Quantity of Learned Information in Long-term Memory. **Cognitive Science**, v. 10, n. 4, p. 477–493, out. 1986.

LEULIER, C.; BASTIEN, C. J. M.; SCAPIN, D. Commerce & interactions: compilation of ergonomic guidelines for the design and evolution of web sites. **Roquencourt: Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique**, 1998.

MARTINS, C. G.; FERREIRA, M. **O survey como tipo de pesquisa aplicado na descrição do conhecimento do processo de gerenciamento de riscos em projetos no segmento da construção**. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 2011.

MEIUCA. **Design System & Ops Mostra Tua Cara**. [s.l.] MEIUCA, 2021.

Memória. Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, [s.d.]. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/Mem%C3%B3ria0/>>. Acesso em: 7 maio. 2022

MORAES, A. **Infografia: História e Projeto**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

MOREIRA, L. R. **Manual Revisão Bibliográfica Sistemática Integrativa: a pesquisa baseada em evidências**. Belo Horizonte: Grupo ânima Educação, 2014.

MORELAND, K. Why We Use Bad Color Maps and What You Can Do About It. **Electronic Imaging**, v. 2016, n. 16, p. 1–6, 14 fev. 2016.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; FARIA, N. C. Memória. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 4, p. 780–788, 1 dez. 2015.

NEUFELD, C. B.; STEIN, L. M. A compreensão da memória segundo diferentes perspectivas teóricas. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 18, n. 2, p. 50–63, ago. 2001.

NORMAN, D. A. **O design do dia a dia**. Tradução: Ana Deiró. 1ª edição ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

NOVAES, S. **PERFIL GERACIONAL: UM ESTUDO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DAS GERAÇÕES DOS VETERANOS, BABYBOOMERS, X, Y, Z E ALFA**. In: VII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO, PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. 23 out. 2018.

NUNNALLY, B.; FARKAS, D. **UX research : practical techniques for designing better products**. 1. ed. Beijing: O'reilly, 2016.

OPEN SOURCE INITIATIVE. **News | Open Source Initiative**. Disponível em: <<https://opensource.org/>>. Acesso em: 4 out. 2022.

OTTO, M. **About**. Disponível em: <<https://getbootstrap.com/docs/4.3/about/overview/>>.

PADILLA, L. M. K. et al. Toward Objective Evaluation of Working Memory in Visualizations: A Case Study Using Pupillometry and a Dual-Task Paradigm. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 26, n. 1, p. 332–342, jan. 2020.

PAPANEK, V. **Diseñar para el mundo real: Ecología humana y cambio social**. Madrid: Hermann Blume Ediciones, 1977.

PEREIRA, C. R. **Legitimação de Mecanismos de Preconceito e Discriminação: O Papel da Percepção de Ameaça e da Identificação Endogrupal**. Disponível em: <<https://www.ics.ulisboa.pt/projeto/legitimacao-de-mecanismos-de-preconceito-e-discriminacao-o-papel-da-percepcao-de-ameaca-e-da>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

PINANDITO, A. et al. **Analysis of web content delivery effectiveness and efficiency in responsive web design using material design guidelines and User Centered Design**. 2017 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET). **Anais...** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE INFORMATION ENGINEERING AND TECHNOLOGY . Malang, Indonesia: IEEE, nov. 2018. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8304178>>

PINHEIRO, L. M.; CAMPOS, L. F. DE A. **Quem usa o Material design guidelines? Reflexões para o estudo do desenvolvimento de interfaces**. . In: 18º ERGODESIGN & USIHC 2022. São Paulo: Blucher, maio 2022a.

PINHEIRO, L. M.; CAMPOS, L. F. DE A. **Revisão sistemática: como a ergonomia mede a memória?** . In: 14º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN. São Paulo: Blucher, 1 dez. 2022b. Acesso em: 19 jul. 2023

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do Trabalho Científico [recurso eletrônico] : Métodos e Técnicas da pesquisa e do Trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

- RAMÓN, Ó. S. et al. **GUI Generation from Wireframes**. In: IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR. set. 2013. Disponível em: <https://aipo.es/investigacion/congresos/?id_cong=7>. Acesso em: 22 set. 2022
- SALGADO, C. Sketchs, mockups, wireframes y prototipos. **Mosaic**, n. 130, 15 set. 2015.
- SANTOS, A. DOS. **Seleção do Método de Pesquisa: Guia para pós-graduandos em design e áreas afins**. Curitiba: Insight, 2018.
- SANTOS, E. F. DOS; GIBERTONI, D. ESTUDO DE CASO: Como design influencia e é influenciado pela tecnologia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 208–220, 2019.
- SANTOS, L. M. A.; TAROUCO, L. M. R. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA EM UMA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. **RENOTE**, v. 5, n. 1, 6 jul. 2007.
- SEBRAE. **Branding - O que significa e qual sua importância**. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pb/artigos/branding-o-que-significa-e-qual-sua-importancia,79cd6fcf8e24b610VgnVCM1000004c00210aRCRD#:~:text=O%20que%20significa%20Branding%3F,em%20torno%20de%20si%20mesma.>>. Acesso em: 4 out. 2022.
- SOUTO, M. **O que é front-end e back-end? | Alura Cursos Online**. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/o-que-e-front-end-e-back-end>>. Acesso em: 4 out. 2022.
- SWELLER, J. Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257–285, abr. 1988.
- TELLES, R. A efetividade da matriz de amarração de Mazzon nas pesquisas em Administração. **RAUSP Management Journal**, v. 36, n. 4, p. 64–72, 2001.
- UXCAM. **Complete Guide to Mobile App Heatmaps**. [s.l.: s.n.].
- VITRIO, L. **DESIGN DE INTERAÇÃO: avaliação de telefones celulares por diferentes usuários, foco na compreensão dos símbolos gráficos e na usabilidade**. Dissertação—Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais: [s.n.].
- WAKEFIELD, J. **Brasileiro usa celular por um terço de seu tempo acordado, diz estudo**. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2022/01/brasileiro-usa-celular-por-um-terco-de-seu-tempo-acordado-diz-estudo.html>>. Acesso em: 7 maio. 2022.
- WALKER, H. E. K.; ENG, R. A.; TRICK, L. M. Dual-task decrements in driving performance: The impact of task type, working memory, and the frequency of task performance. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 79, p. 185–204, maio 2021.
- WHITENTON, K. **How to use Screening Questions to Select the Right Participants for User Research**. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/screening-questions-select-research-participants/>>. Acesso em: 22 jan. 2022.
- WIETHAN, F. M. et al. O paradigma conexionista aplicado às pesquisas em linguagem. **Revista CEFAC**, v. 14, n. 5, p. 984–991, 5 dez. 2011.

WILHELM, O.; HILDEBRANDT, A.; OBERAUER, K. What is working memory capacity, and how can we measure it? **Frontiers in Psychology**, v. 4, 2013.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. DELPHI - uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, p. 54–65, 2000.

ZIDANE, Y. J.-T. .; OLSSON, N. O. E. Defining project efficiency, effectiveness and efficacy. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 10, n. 3, p. 621–641, 6 jun. 2017.

YAMANE, T. **Statistics: an Introductory Analysis**. New York, Ny: Harper & Row, 1967.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa "Metrificação da memória de trabalho nos elementos do material design: experimento em wireframes para smartphone", cujo pesquisador responsável é Lucas Mendes Pinheiro

O objetivo do projeto é analisar que técnicas data-driven são eficazes para medir o custo da memória de trabalho dos fluxos de interface para smartphones. O(A) Sr(a) está sendo convidado por que utilizou tem interesse em utilizar produtos interativos ou informacionais.

A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretar à qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pela pesquisadora que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

O(A) Sr(a). tem plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Caso aceite, sua participação consiste em responder a uma entrevista e um questionário sobre a satisfação no uso de uma interface.

Asseguramos a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os riscos são mínimos e são referentes ao desconforto emocional pelo preenchimento de questionário e entrevista. Os riscos serão minimizados através de esclarecimentos prévios ao preenchimento, você poderá tirar suas dúvidas a qualquer momento. Não temos a intenção de realizar avaliação de inteligência ou personalidade. Além disso, o anonimato será assegurado.

Não existe benefício ou vantagem direta em participar deste estudo. Os benefícios e vantagens em participar são indiretos, e consistem no aprimoramento de sistemas e produtos interativos e informacionais com foco nas necessidades das pessoas e no aprimoramento de recursos e ferramentas metodológicas utilizadas e/ou desenvolvidas na pesquisa.

Garantimos ao(à) Sr(a) a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O(A) Sr.(Sra) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação. Caso seja necessário seu deslocamento exclusivamente para fins de pesquisa, todas as suas despesas e dos seus acompanhantes referentes a transporte e se necessário, com alimentação, serão realizadas por compensação material, em dinheiro, antecipadamente, anterior à sua participação. Além

destas, outras despesas, decorrentes de sua participação também serão igualmente ressarcidas. Além disso, você tem direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, caso necessário você tem o direito de buscá-la nas instâncias legais. Assegura-se ainda a assistência integral gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes da participação no estudo ao participante, pelo tempo que for necessário.

O(A) Sr(a). pode entrar em contato com o pesquisador responsável a qualquer tempo para informação adicional no e-mail xxx ou pelo telefone(xx) xxxxx - xxxx ou ainda no endereço Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, São Luís - MA, 65080-805, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Desenho e Tecnologia. O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa Comitês de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário HU-UFMA, Endereço Rua Barão de Itapary, 227, quarto andar, Centro, São Luís-MA. CEP 65.020-070. E com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. Um Comitê de Ética em Pesquisa é um grupo não remunerado formado por diferentes profissionais e membros da sociedade que avaliam um estudo para julgar se ele é ético e garantir a proteção dos participantes

Caso aceite o convite de participar desta pesquisa, solicitamos sua rubrica em todas as suas páginas e sua assinatura ao seu término.

Este TCLE será elaborado em duas vias, sendo uma retida com o pesquisador responsável e outra com o participante de pesquisa.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

São Luís _____ de _____ de 2023.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO VERSÃO REDUZIDA

Você foi convidado a participar de uma pesquisa sobre memória e produtos digitais. A seguir você encontrará 3 perguntas objetivas, e um conjunto de 3 fluxos a serem avaliados.

Essa pesquisa é voluntária e a recusa não terá consequências.

Não há benefícios diretos, mas a pesquisa pode ajudar a sociedade ao ser publicada.

Os riscos serão minimizados através de esclarecimentos prévios ao preenchimento. Não temos a intenção de realizar avaliação de inteligência ou personalidade.

O questionário vai levar entre 2 a 5 minutos e seus dados serão mantidos em segredo e destruídos após 5 anos.

A privacidade e sigilo dos dados das pessoas participantes serão mantidos durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica. Link para o termo completo: https://drive.google.com/file/d/1xiJc8TxeCTZ6mLZkRN84Xy7Tby8g-CIJ/view?usp=share_link

Se você tiver alguma dúvida, pode entrar em contato com Lucas Pinheiro pelo e-mail lucas.mp@discente.ufma.br

APÊNDICE C – CÓDIGO PARA ANÁLISE DE PORCENTAGEM OCUPADA EM TELA PELO MAPA DE CALOR

```
import os
from PIL import Image
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

def processar_imagens(pasta, resultados):
    for filename in os.listdir(pasta):
        file_path = os.path.join(pasta, filename)

        if os.path.isfile(file_path) and (filename.endswith(".png") or filename.endswith(".jpg") or
filename.endswith(".jpeg")):+
            if pasta.endswith("O"):
                continue # Ignorar a pasta com nome "O"

            img = Image.open(file_path)
            rgb_img = img.convert("RGB")
            pixels = list(rgb_img.getdata())

            color = (252, 0, 0) # RGB values for #FC0000

            count = 0
            total_pixels = img.size[0] * img.size[1]

            for pixel in pixels:
                if pixel == color:
                    count += 1

            percentage = (count / total_pixels) * 100
            rounded_percentage = round(percentage, 2)

            resultados.append([pasta, filename, rounded_percentage])

            print(f"{pasta}: {filename} {rounded_percentage}%")

            plt.imshow(img)
            plt.show()

    elif os.path.isdir(file_path):
        processar_imagens(file_path, resultados)
```

```
folder_path = '/content/drive/MyDrive/Acadêmico/Mestrado/Mestrado [Lucas Pinheiro]/Analise
Mapas de calor/Completo/3/156432145'
resultados = []

processar_imagens(folder_path, resultados)

df = pd.DataFrame(resultados, columns=["Pasta", "Arquivo", "Porcentagem"])
df['Tipo'] = df['Arquivo'].apply(lambda x: x.split()[0])
df['Arquivo'] = df['Arquivo'].apply(lambda x: x.split()[1])

print(df)
```