

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - ICE
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Avaliação Heurística e Reprojeto das Interfaces do Aplicativo MetrôRio

Matheus Gomes Luz Werneck

JUIZ DE FORA
AGOSTO, 2025

Avaliação Heurística e Reprojeto das Interfaces do Aplicativo MetrôRio

MATHEUS GOMES LUZ WERNECK

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de ciências exatas - ICE

Departamento de Ciência da Computação - DCC

Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: André Luiz de Oliveira

JUIZ DE FORA

AGOSTO, 2025

AVALIAÇÃO HEURÍSTICA E REPROJETO DAS INTERFACES DO APLICATIVO METRÔRIO

Matheus Gomes Luz Werneck

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS - ICE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE
INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

André Luiz de Oliveira
Doutor em Ciência da Computação

Ciro de Barros Barbosa
Doutor em Ciência da Computação

Gleiph Ghiotto Lima de Menezes
Doutor em Ciência da Computação

JUIZ DE FORA
15 DE AGOSTO, 2025

Resumo

O transporte público é um elemento vital para a mobilidade em grandes cidades, como o Rio de Janeiro, e aplicativos móveis, como o MetrôRio, têm papel fundamental em facilitar o dia a dia dos usuários. Este trabalho avalia a usabilidade do projeto de interfaces do aplicativo MetrôRio, verificando sua conformidade com princípios e heurísticas de design da área da Interação Humano-Computador (IHC). O objetivo principal foi identificar falhas de design que comprometem a experiência do usuário e, a partir dos resultados, propor um reprojeto das interfaces para melhorar a interação e a eficiência do mesmo. Para isso, foi aplicada o método de Avaliação Heurística, na qual especialistas avaliaram aspectos de usabilidade de duas funcionalidades essenciais do aplicativo: Cadastro de Usuário e Planejar Viagem. Os resultados da avaliação revelaram violações de heurísticas, destacando problemas críticos em Prevenção de Erros, Reconhecimento em vez de Memorização e Design Estético e Minimalista, que prejudicam a usabilidade e geram dificuldades para os usuários. Com base nos problemas encontrados, foi realizado um reprojeto das funcionalidades, com a especificação de protótipos de alta fidelidade utilizando o software *Figma*, para solucionar os problemas de usabilidade identificados na avaliação, visando tornar o aplicativo mais claro, acessível e eficiente para a população.

Palavras-chave: Usabilidade, avaliação heurística, design de interfaces, princípios de usabilidade, interação humano computador.

Abstract

Public transportation is a vital element for mobility in large cities like Rio de Janeiro, and mobile applications, such as the MetrôRio app, play a fundamental role in facilitating the daily lives of users. This work evaluates the usability of the MetrôRio application's interface design, verifying its compliance with design principles and heuristics from the field of Human-Computer Interaction (HCI). The main objective was to identify design flaws that compromise the user experience and, based on the results, propose a redesign of the interfaces to improve interaction and efficiency. For this, the Heuristic Evaluation method was applied, in which specialists assessed usability aspects of two essential functionalities of the application: User Registration and Trip Planning. The evaluation results revealed heuristic violations, highlighting critical issues in Error Prevention, Recognition rather than Recall, and Aesthetic and Minimalist Design, which impair usability and create difficulties for users. Based on the problems found, a redesign of the functionalities was carried out, with the specification of high-fidelity prototypes using Figma software, to solve the usability problems identified in the evaluation, aiming to make the application clearer, more accessible, and more efficient for the population.

Keywords: Usability, heuristic evaluation, interface design, usability principles, human-computer interaction.

Agradecimentos

A todos os meus parentes, pelo encorajamento e apoio.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

Conteúdo

Lista de Figuras	7
Lista de Tabelas	9
Lista de Abreviações	10
1 Introdução	11
2 Fundamentação Teórica	13
2.1 Qualidade de uso	13
2.1.1 Usabilidade	13
2.1.2 Experiência do Usuário	14
2.1.3 Comunicabilidade	15
2.2 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen	15
2.2.1 Visibilidade do status do sistema	15
2.2.2 Correspondência entre o sistema e o mundo real	16
2.2.3 Controle e Liberdade do Usuário	18
2.2.4 Consistência e Padronização	20
2.2.5 Prevenção de Erros	22
2.2.6 Reconhecimento em vez de Memorização	23
2.2.7 Flexibilidade e Eficiência de Uso	25
2.2.8 Design Estético e Minimalista	26
2.2.9 Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros	27
2.2.10 Ajuda e Documentação	28
2.3 Método de Avaliação Heurística	29
2.4 O Aplicativo MetrôRio	31
2.4.1 Recarga do Cartão Giro	33
2.4.2 Onde Está Meu Trem	34
2.4.3 Cadastro e Login	35
2.5 Trabalhos Relacionados	36
2.5.1 Descrição dos trabalhos relacionados	36
2.5.2 Análise comparativa dos trabalhos relacionados	40
2.6 Considerações Finais	42
3 Avaliação Heurística	43
3.1 Preparação	43
3.1.1 Cenário 1: Cadastro de novo usuário	44
3.1.2 Cenário 2: Planejar Viagem	47
3.2 Coleta e Análise de Dados	49
3.2.1 Coleta e Análise de Dados: Cenário de Cadastro	50
3.2.2 Coleta e Análise de Dados - Planejar Viagem	55
3.3 Considerações Finais	59

4	Reprojeto das Interfaces	61
4.1	Reprojeto do Cenário Planejar Viagem	61
4.2	Reprojeto do Cenário Cadastro	65
4.2.1	Etapa 1: Dados Pessoais	67
4.2.2	Etapa 2: Dados da Conta	68
4.2.3	Etapa 3: Dados Finais e Confirmação	70
4.2.4	Ameaças à Validade	71
5	Conclusão e Trabalhos Futuros	73
	Bibliografia	75
A	Formulário de Coleta de Dados Para Avaliação Heurística	76
B	Tabelas Completas da Avaliação Heurística - Cenário Cadastro	86
C	Tabelas Completas da Avaliação Heurística - Cenário Planejar Viagem	89

Lista de Figuras

2.1	Exemplo da heurística de visibilidade do status do sistema em um site de e-commerce	16
2.2	Exemplo da heurística de correspondência entre o sistema e o mundo real em uma comparação entre uma calculadora física e a calculadora do IOS. .	18
2.3	Exemplo da heurística de controle e liberdade do usuário em um app de internet banking, o app possui o ícone de fechar no topo, que permiti o usuário cancelar a transferência a qualquer momento	19
2.4	Página inicial do Google Docs. <i>Fonte: captura de tela do site, pelo autor.</i> .	21
2.5	Página inicial do Google Apresentações. <i>Fonte: captura de tela do site, pelo autor.</i>	22
2.6	Exemplo da heurística de de prevenção de erros em um diálogo de confirmação do Windows	23
2.7	Interface da página de produto do site da Nike. <i>Fonte: captura de tela do aplicativo, pelo autor.</i>	24
2.8	Exemplo da heurística de flexibilidade e eficiência de uso no Visual Studio Code. O sistema permite que o usuário formate o código tanto pelo menu quanto por um atalho de teclado (shortcut), oferecendo alternativas que atendem diferentes perfis de usuário e agilizam a interação. Fonte: captura de tela pelo autor do Visual Studio Code.	25
2.9	Exemplo da heurística de design estético e minimalista na interface do Google. A página inicial apresenta um layout limpo, com poucos elementos visuais, destacando o campo de busca centralizado e reduzindo distrações, facilitando o foco do usuário na tarefa principal. Fonte: captura de tela pelo autor do site do Google.	26
2.10	Exemplo da heurística de recuperação de erro na funcionalidade de "Editar endereço" no mercado livre. Ao digitar um CEP inválido o usuário é imediatamente informado através de mensagens de erro. Fonte: captura de tela pelo autor no site do Mercado Livre.	27
2.11	Exemplo da heurística de ajuda e documentação no Google Docs. O sistema oferece ajuda contextual e suporte integrado, permitindo que o usuário encontre rapidamente instruções e resolva dúvidas sem sair da interface principal. Fonte: captura de tela pelo autor	29
2.12	Interface da pagina inicial do app MetrôRio. Fonte: captura de tela pelo autor	32
2.13	(a) Usuário clica na opção <i>Recarga Giro</i> para acessar a funcionalidade. Fonte: Autória Propia	33
2.14	(b) Interface da funcionalidade <i>Recarga Giro</i> . Fonte: Autória Propia	33
2.15	Interface da funcionalidade <i>Onde está meu trem</i> . Fonte: captura de tela pelo autor	35
3.1	Primeira parte da sequência de interações para o cadastro de usuário, incluindo o acesso ao menu e à tela de criação de conta.	46
3.2	Segunda parte da sequência de interações para o cadastro de usuário, com preenchimento do formulário e confirmação da criação da conta.	46

3.3	Primeira parte da sequência de interações para a funcionalidade de planejar viagem, incluindo a seleção da funcionalidade no menu inicial e a escolha da estação de origem.	48
3.4	Segunda parte da sequência de interações para a funcionalidade de planejar viagem, incluindo a seleção da estação de destino e a exibição das informações da próxima viagem.	49
3.5	Distribuição das violações de heurísticas no cenário de cadastro.	54
3.6	Quantidade total de violações por heurística - Planejar Viagem.	59
4.1	Comparação entre a antiga tela inicial do cenário planejar viagem, a esquerda se encontra a versão antiga e a direita a nova.	62
4.2	Comparativo da tela de resultados: versão original (esquerda) e versão reprojetada (direita).	64
4.3	Fluxo de cadastro original do usuário, anterior ao reprojeto.	66
4.4	Fluxo de cadastro reprojetado com novas interfaces e melhorias de usabilidade.	66
4.5	Nova interface para a Etapa 1 - Dados Pessoais, mostrando os estados de campo vazio, erro e sucesso.	67
4.6	Nova interface para a Etapa 2 - Dados da Conta, com validação de senha em tempo real.	69
4.7	Nova interface para a Etapa 2 - Dados da Conta, com validação da senha com sucesso.	70
4.8	Interface para a Etapa 3 - Dados Finais e o feedback de sucesso.	71

Lista de Tabelas

3.1	Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador A. Fonte: Autoria própria .	51
3.2	Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador B. Fonte: Autoria própria .	52
3.3	Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador C. Fonte: Autoria própria .	53
3.4	Violações de Heurística - Planejar Viagem - Avaliador A. Fonte: Autoria própria	55
3.5	Violações de Heurística - Planejar Viagem - Avaliador B. Fonte: Autoria própria	56
3.6	Violações de Heurística - Planejar Viagem - Avaliador C. Fonte: Autoria própria	57
A.1	Template para Avaliação Heurística baseada nas 10 Heurísticas de Nielsen.	76
B.1	Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador A. Fonte: Autoria própria .	86
B.2	Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador B. Fonte: Autoria própria .	87
B.3	Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador C. Fonte: Autoria própria .	88
C.1	Violações de Heurística - Planejar Viagem - Avaliador A. Fonte: Autoria própria	89
C.2	Violações de Heurística - Planejar Viagem - Avaliador B. Fonte: Autoria própria	90
C.3	Violações de Heurística - Planejar Viagem - Avaliador C. Fonte: Autoria própria	91

Lista de Abreviações

DCC Departamento de Ciência da Computação

UFJF Universidade Federal de Juiz de Fora

UX Experiência do Usuário

IHC Interação Humano Computador

1 Introdução

O transporte público é essencial para a mobilidade urbana, especialmente em cidades densamente povoadas como o Rio de Janeiro. Nesse contexto, aplicativos móveis tornaram-se ferramentas fundamentais para melhorar o acesso a informações e facilitar o deslocamento diário da população. O aplicativo MetrôRio é a principal plataforma digital oficial do sistema metroviário da cidade, oferecendo funcionalidades como planejamento de rotas, status das linhas e recarga de cartões.

A escolha do aplicativo MetrôRio como objeto de estudo justifica-se por três motivos principais: sua baixa avaliação na *Play Store* (2,9 estrelas), que indica possíveis problemas de usabilidade; o alto número de usuários, com mais de 100 mil downloads, evidenciando sua relevância prática; e a importância do transporte público para a mobilidade urbana, tornando essencial a melhoria da experiência dos usuários.

Essa aparente contradição entre a relevância do aplicativo e a insatisfação dos usuários reforça que a simples presença de funcionalidades não é suficiente para garantir uma boa experiência. Nesse ponto, o conceito de **usabilidade** — definida como a facilidade com que o usuário interage com um sistema para alcançar seus objetivos (NIELSEN, 1994) — torna-se um fator determinante para o sucesso de soluções digitais. Aplicativos com baixa usabilidade tendem a gerar frustração, erros e abandono por parte dos usuários.

A questão de pesquisa que orienta este trabalho é: **o design atual do aplicativo MetrôRio está em conformidade com os princípios de usabilidade reconhecidos na área de Interação Humano-Computador (IHC)?** Parte-se da hipótese de que, embora funcional, o aplicativo apresenta falhas de design que afetam negativamente a experiência do usuário, especialmente em fluxos críticos como o cadastro e o planejamento de viagens.

O presente trabalho tem como objetivos avaliar aspectos de usabilidade e da experiência do usuário do aplicativo MetrôRio e fornecer recomendações práticas para a melhoria de sua usabilidade, de acordo com as melhores práticas reconhecidas na área de Interação Humano-Computador (IHC).

Para alcançar esses objetivos, foi realizada uma avaliação heurística com base nas 10 heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 1994). A análise foi conduzida por avaliadores com conhecimento em design de interação, utilizando um formulário estruturado para registro dos problemas identificados. Como resultado preliminar, observou-se que as interfaces do MetrôRio violam diversas heurísticas, com destaque para problemas de visibilidade do status do sistema, inconsistência de elementos e falta de controle por parte do usuário. Essas falhas impactam diretamente na eficiência e na satisfação dos usuários ao utilizar o aplicativo.

Com base nos problemas detectados, foi desenvolvido um reprojeto das interfaces utilizando a ferramenta *Figma*, com foco na correção dos principais pontos de atrito identificados. Os novos protótipos buscam melhorar a navegabilidade, a clareza das informações e a consistência visual do aplicativo, alinhando-o aos princípios de design centrado no usuário. A metodologia adotada neste trabalho divide-se em duas etapas: (1) a avaliação heurística das interfaces do aplicativo MetrôRio, com registro e classificação dos problemas segundo sua gravidade; e (2) o desenvolvimento de protótipos de alta fidelidade, como proposta de solução para os problemas encontrados.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. No **Capítulo 2** são apresentados os conceitos relacionados à usabilidade e heurísticas de Nielsen, uma visão geral do método de Avaliação Heurística e os trabalhos relacionados. No **Capítulo 3** é descrita a aplicação do método de Avaliação Heurística no aplicativo MetroRio. No **Capítulo 4** é apresentado o reprojeto das interfaces do aplicativo para solucionar os problemas de design identificados. Finalmente, no **Capítulo 5** são apresentadas as conclusões e as propostas de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo são apresentadas as definições necessárias para a compreensão deste trabalho. Na Seção 2.1, são discutidos os aspectos que compõem a qualidade de uso, com ênfase nos conceitos de usabilidade, experiência do usuário e comunicabilidade. Em seguida, a Seção 2.2 apresenta detalhadamente as Heurísticas de Nielsen, que servem como base para a análise conduzida neste estudo. A Seção 2.3 descreve o método de avaliação heurística adotado, abordando suas etapas, critérios e escala de severidade. Na Seção 2.4 é apresentado o aplicativo MetrôRio, objeto da avaliação realizada, descrevendo suas funcionalidades principais e relevância no contexto da mobilidade urbana. Por fim, na Seção 2.5 são apresentados os trabalhos relacionados.

2.1 Qualidade de uso

A qualidade de uso de um sistema interativo está relacionada à capacidade e à facilidade em relação à eficiência e à satisfação que um usuário atinge seu objetivo. De acordo com Barbosa e Silva (2017), a qualidade de uso está fortemente relacionada aos conceitos de **usabilidade**, **experiência do usuário**, **acessibilidade** e **comunicabilidade**, que serão discutidos nessa seção.

2.1.1 Usabilidade

A usabilidade é um fator crucial no desenvolvimento de interfaces digitais, especialmente em aplicativos que visam interações contínuas e significativas com os usuários. Este conceito, que se refere à facilidade com que um usuário pode utilizar um sistema para atingir seus objetivos, é amplamente estudado na área de interação humano-computador (IHC). A avaliação de usabilidade emerge, nesse contexto, como uma ferramenta fundamental para garantir que um sistema ou aplicativo atenda às expectativas e necessidades dos seus usuários, promovendo uma experiência intuitiva, eficiente e agradável.

De acordo com Nielsen (1994), usabilidade é definida como a facilidade com que

os usuários podem aprender a utilizar um sistema ou produto e atingir seus objetivos de forma eficaz, eficiente e satisfatória. Nielsen propõe cinco atributos principais para avaliar a usabilidade de um sistema:

- **Facilidade de aprendizado:** Refere-se à facilidade com que novos usuários conseguem realizar tarefas básicas no sistema na primeira vez que o utilizam.
- **Eficiência:** Mede a rapidez com que os usuários experientes podem realizar suas tarefas após terem aprendido a utilizar o sistema.
- **Facilidade de memorização:** Avalia o quão fácil é para os usuários retomarem o uso do sistema após um período de inatividade sem precisar reaprender tudo novamente.
- **Baixa taxa de erros:** Refere-se ao número de erros que os usuários cometem ao utilizar o sistema, bem como à facilidade com que conseguem se recuperar desses erros.
- **Satisfação:** Mede o quão agradável é o uso do sistema para os usuários, ou seja, se o uso é considerado agradável ou frustrante.

2.1.2 Experiência do Usuário

Com o avanço dos sistemas interativos, seu uso se expandiu além do ambiente de trabalho para diversas atividades cotidianas, como entretenimento, educação, saúde, política, entre outros. Além disso, esses sistemas estão presentes em diferentes locais, como no trabalho, e em casa. Essas novas atividades aumentaram a necessidade de considerarmos a forma como o uso de um sistema interativo afeta os sentimentos e as emoções do usuário (BARBOSA; SILVA, 2017).

A **ISO 9241-11:2018** define experiência do usuário como as percepções e respostas de uma pessoa que resultam do uso ou da antecipação do uso de um produto, sistema ou serviço.

A experiência do usuário vai além da usabilidade, abordando aspectos subjetivos como sentimentos, estado de espírito, e mudanças de comportamento resultantes da

interação com sistemas interativos. Esses aspectos podem ser positivos, como satisfação, prazer e estética, ou negativos, como cansaço e frustração.

2.1.3 Comunicabilidade

Segundo Barbosa e Silva (2017), a comunicabilidade refere-se à capacidade de um sistema interativo em revelar ao usuário, por meio de sua interface, os conceitos e intenções do designer que guiaram o desenvolvimento do sistema. Em outras palavras, é a forma como o sistema "comunica" sua lógica de funcionamento, permitindo que o usuário compreenda não apenas o que está acontecendo, mas também o porquê.

No contexto da usabilidade, a comunicabilidade desempenha um papel essencial, pois a clareza com que o sistema apresenta suas funcionalidades influencia diretamente na facilidade de uso e na satisfação do usuário. Portanto, a avaliação de comunicabilidade é fundamental para garantir que os usuários sejam capazes de entender e utilizar o sistema de maneira eficaz.

2.2 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen

Jakob Nielsen, uma das principais referências no campo da usabilidade, desenvolveu um conjunto de dez heurísticas amplamente utilizadas para avaliar a qualidade de interfaces de usuário. Essas heurísticas representam princípios gerais que ajudam a identificar problemas de usabilidade em interfaces digitais, servindo como guias para o design de sistemas mais intuitivos e eficientes (NIELSEN, 1994).

2.2.1 Visibilidade do status do sistema

O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, por meio de feedback apropriado em tempo razoável. Quando os usuários conseguem entender o estado atual do sistema eles conseguem entender os resultados das suas ações, assim criando interações previsíveis.

Exemplo : Na Figura 2.1, temos que o sistema informa ao usuário os tamanhos de calçados disponíveis e indisponíveis. Os botões com tamanho disponível ficam destacados

na cor branca, e os indisponíveis ficam destacados na cor cinza, indicando que o mesmo está desabilitado.



Selecione um tamanho

Tabela de medidas

33,5	34	35	35,5
36	37	37,5	38
39	39,5	40	41

Figura 2.1: Exemplo da heurística de visibilidade do status do sistema em um site de e-commerce

2.2.2 Correspondência entre o sistema e o mundo real

A heurística de **Correspondência entre o sistema e o mundo real** sugere que o sistema deve comunicar de maneira clara e compreensível para o usuário. Isso significa que as informações exibidas pelo sistema devem estar em uma linguagem familiar ao usuário,

com palavras, frases e conceitos do mundo real. O sistema deve seguir convenções do mundo real para que as pessoas possam compreender suas funções de forma intuitiva.

De acordo com (NIELSEN, 1994), um sistema que adere a essa heurística usa metáforas do mundo real para facilitar a interação e minimizar a carga cognitiva dos usuários. Assim, o uso de termos técnicos ou jargões não familiares deve ser evitado. A interface também deve seguir a ordem lógica e cronológica das tarefas, similar ao que o usuário experimentaria no mundo físico.

Exemplo de Aplicação: Sistema de E-Commerce: Um exemplo prático de aplicação dessa heurística pode ser observado em plataformas de *e-commerce*. Considere um site de compras online que utiliza a metáfora do "carrinho de compras". Essa metáfora faz uma correspondência direta com o conceito do mundo real de carrinho em lojas físicas.

O processo de seleção e compra de produtos segue um fluxo que simula a experiência real de comprar em uma loja:

- O usuário navega pelas categorias de produtos (similar a andar pelos corredores de uma loja);
- O usuário adiciona itens ao "carrinho de compras" (como faria em uma loja física);
- O usuário pode visualizar o carrinho a qualquer momento para ver os itens selecionados e, finalmente;
- O usuário passa pelo "caixa" para finalizar a compra, onde insere seus dados de pagamento e entrega.

Nesse exemplo, o uso de metáforas do mundo real facilita a interação do usuário com o sistema, pois ele já está familiarizado com o conceito de compras em um ambiente físico. Ao invés de utilizar termos como "lista de seleção" ou "compra finalizada", o uso de "carrinho" e "caixa" segue o fluxo mental natural de um cliente ao realizar compras, aumentando a intuitividade e melhorando a usabilidade do sistema.

Além disso, o sistema utiliza ícones visuais, como o símbolo de um carrinho, que é reconhecido imediatamente pelos usuários como relacionado à funcionalidade de armazenar temporariamente os itens que eles pretendem comprar. Isso exemplifica como

um design que segue a heurística de correspondência com o mundo real pode melhorar a experiência do usuário, tornando o sistema mais acessível e eficiente.

Outro exemplo pode ser observado na Figura 2.2, que mostra como a interface do aplicativo de calculadora do *IOS* foi estruturada de forma semelhante à de uma calculadora física, do mundo real.

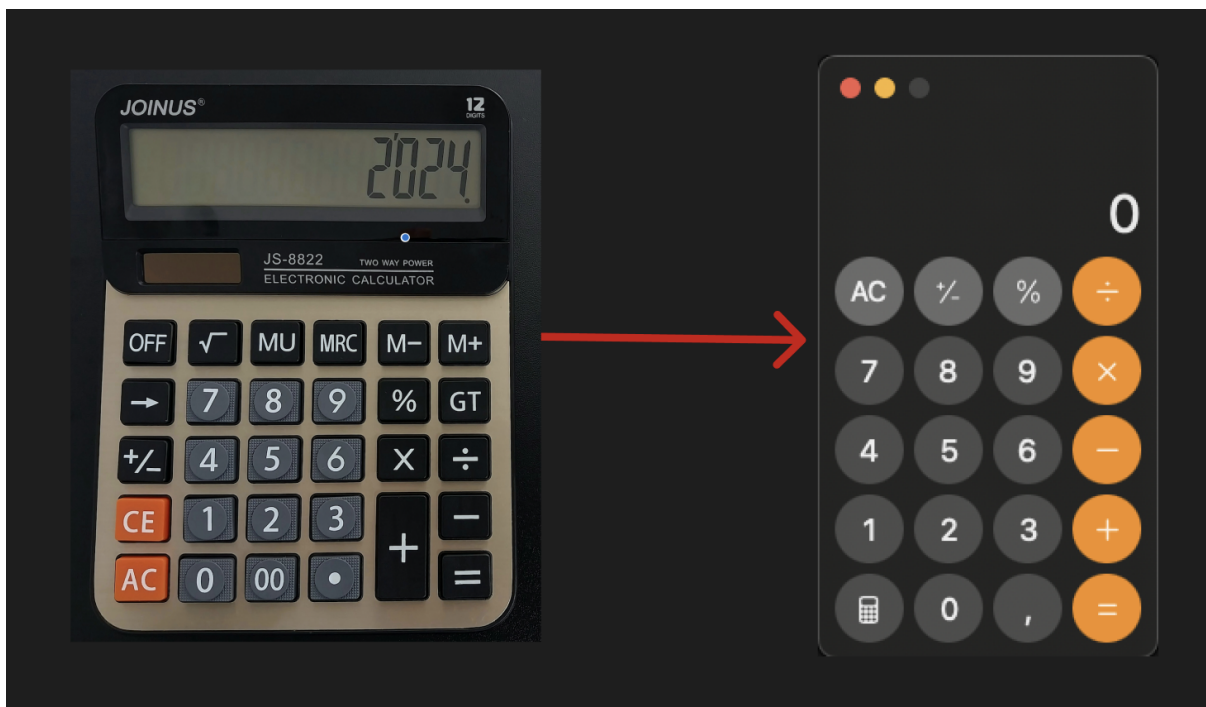


Figura 2.2: Exemplo da heurística de correspondência entre o sistema e o mundo real em uma comparação entre uma calculadora física e a calculadora do IOS.

2.2.3 Controle e Liberdade do Usuário

A heurística de **Controle e Liberdade do Usuário** sugere que, ao utilizar um sistema, os usuários devem sentir que têm o controle sobre suas ações e que podem corrigir ou desfazer eventuais erros facilmente. Sistemas que limitam a liberdade ou que forçam os usuários a seguir caminhos rígidos podem gerar frustração e uma experiência negativa.

Idealmente, os usuários devem poder sair de estados indesejados sem grandes dificuldades. Funções como "Desfazer" e "Refazer" devem estar disponíveis em pontos críticos do fluxo de interação, permitindo a reversão de ações ou decisões sem a necessidade de reiniciar o processo. Além disso, o sistema deve oferecer opções de navegação que

permitam ao usuário explorar livremente, sem imposições rígidas de sequência.

Exemplo : Considere um app de internet banking, durante a transferência, há um botão de “Sair” no topo da tela que permite ao usuário cancelar a operação a qualquer momento. Isso aplica a heurística de controle e liberdade do usuário, pois dá ao usuário a liberdade de interromper a ação se tiver cometido um erro ou mudar de ideia, sem ser obrigado a concluir o processo.

Em sistemas que respeitam essa heurística, o usuário tem maior confiança para explorar e usar o sistema de maneira produtiva, sabendo que sempre poderá voltar atrás ou alterar decisões sem prejuízo significativo.

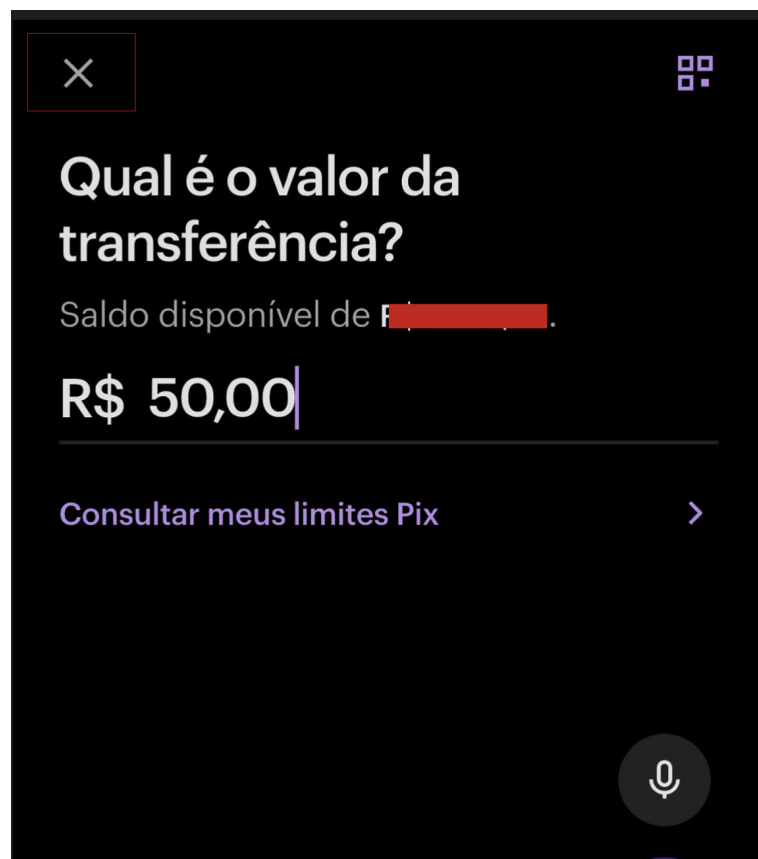


Figura 2.3: Exemplo da heurística de controle e liberdade do usuário em um app de internet banking, o app possui o ícone de fechar no topo, que permite o usuário cancelar a transferência a qualquer momento

2.2.4 Consistência e Padronização

A heurística de **Consistência e Padronização** afirma que os sistemas devem manter uma uniformidade tanto na terminologia quanto nos elementos de design e comportamento das interfaces. A consistência é essencial para garantir que o usuário compreenda como o sistema funciona de maneira intuitiva, evitando confusões e erros devido a comportamentos ou nomenclaturas inesperadas.

Para promover a usabilidade, o sistema deve seguir convenções internas (consistência interna), como o uso das mesmas cores, botões e ícones para funções semelhantes em diferentes partes da interface. Além disso, deve respeitar as convenções externas, ou seja, padrões amplamente aceitos no design de interfaces de usuário, como o ícone de uma lixeira para "excluir" ou o símbolo de um envelope para "mensagens".

Exemplo: Um exemplo de aplicação dessa heurística pode ser observado nos produtos da Google, como o *Google Docs* e o *Google Apresentações*. Apesar de servirem a propósitos diferentes, ambos mantêm a mesma identidade visual. Isso pode ser notado nas figuras das páginas iniciais das duas plataformas (Figuras 2.4 e 2.5), que apresentam estrutura e layout semelhantes.

Quando o sistema é inconsistente, como ao usar termos diferentes para a mesma ação (por exemplo, "enviar" em um lugar e "submeter" em outro), o usuário pode se confundir e perder a confiança no sistema. Portanto, a consistência e padronização são cruciais para a criação de uma experiência de uso fluida e sem frustrações.

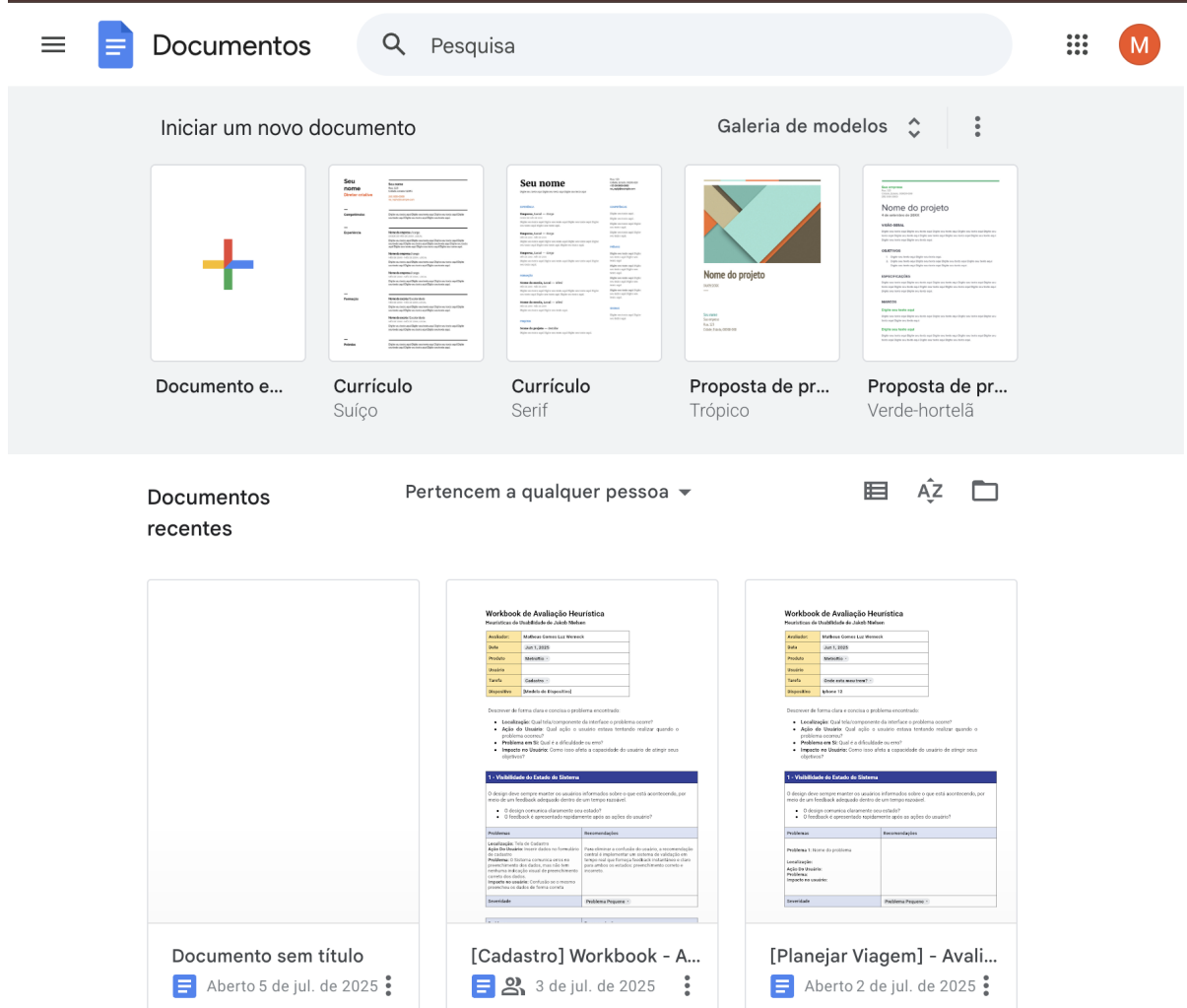


Figura 2.4: Página inicial do Google Docs. *Fonte: captura de tela do site, pelo autor.*

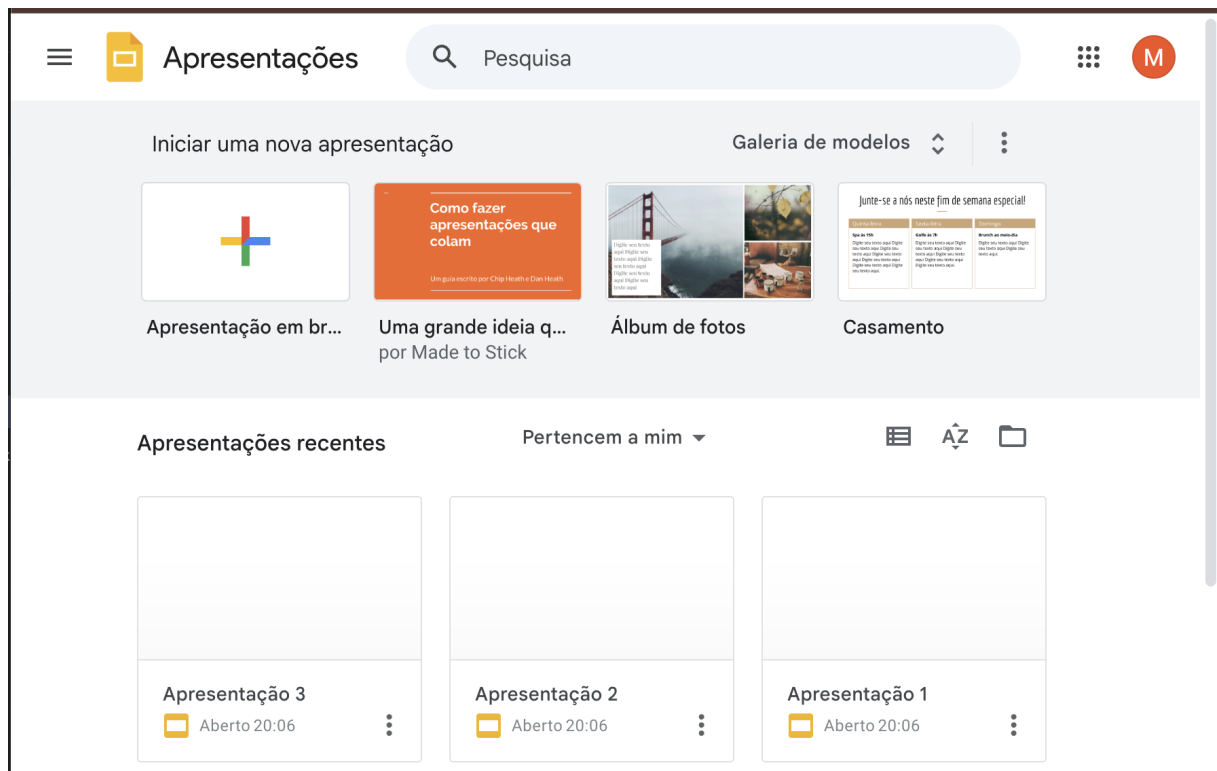


Figura 2.5: Página inicial do Google Apresentações. *Fonte: captura de tela do site, pelo autor.*

2.2.5 Prevenção de Erros

A heurística de **Prevenção de Erros** se concentra em evitar que os usuários cometam erros, em vez de apenas oferecer formas de corrigi-los. Diferente da heurística de *Controle e Liberdade do Usuário*, que facilita a recuperação de erros, a prevenção de erros visa eliminar ou reduzir a possibilidade de que eles aconteçam desde o início.

Isso pode ser feito de várias maneiras, como restringindo as opções de entrada, validando dados inseridos ou fornecendo confirmações antes de ações irreversíveis. Interfaces que previnem erros são mais seguras e fáceis de usar, pois reduzem o estresse do usuário ao minimizar a necessidade de correções.

Exemplo: Um exemplo comum dessa heurística pode ser visto em formulários online que pedem a confirmação do endereço de e-mail. Antes de submeter o formulário, o sistema pode alertar o usuário se houver uma discrepância entre o e-mail e a confirmação, evitando o erro de digitar um endereço incorreto. Além disso, ao limitar os formatos de entrada para datas ou números, o sistema reduz a possibilidade de erros por entradas

inválidas.

Outro exemplo é o uso de mensagens de alerta em ações críticas, como ilustrado na figura 2.6 que apresenta um modal de confirmação com a mensagem: "Tem certeza de que deseja excluir este arquivo permanentemente?". Essa mensagem garante que o usuário reavalie sua decisão antes de cometer um erro potencialmente irreversível.

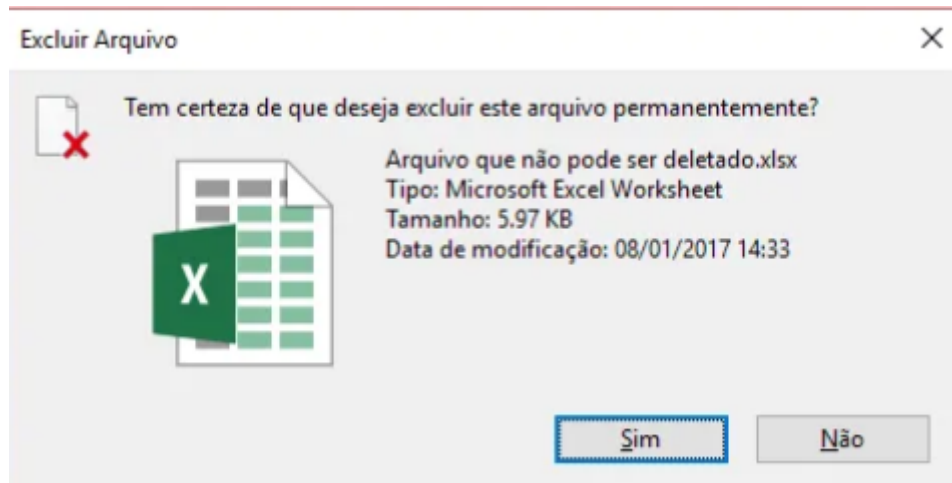


Figura 2.6: Exemplo da heurística de prevenção de erros em um diálogo de confirmação do Windows

2.2.6 Reconhecimento em vez de Memorização

A heurística de **Reconhecimento em vez de Memorização** enfatiza a importância de reduzir a carga cognitiva dos usuários, apresentando informações visuais que eles possam reconhecer facilmente, em vez de exigir que se lembrem de detalhes complexos de uma interação anterior. Em interfaces bem projetadas, os objetos, ações e opções são visíveis ou facilmente recuperáveis, minimizando a necessidade de memorização de informações.

Sistemas que forçam os usuários a lembrar detalhes, como caminhos complexos de navegação ou comandos exatos, tendem a aumentar o número de erros e a frustração. Ao invés disso, os elementos da interface devem ser familiares e acessíveis, permitindo que os usuários naveguem e tomem decisões com base no reconhecimento de opções, ícones ou mensagens.

Um exemplo prático da heurística é o website da Nike, conforme ilustrado na Figura 2.7 o botão "**Adicionar ao Carrinho**" demonstra a aplicação direta deste princípio.

Primeiramente, o botão utiliza uma linguagem clara e universalmente compreendida no contexto de *e-commerce*, o que elimina a necessidade de o usuário memorizar ou decifrar o significado de ícones.

Aliado a isso, seu design visual com formato retangular e, alto contraste de cores e um tamanho grande o torna instantaneamente reconhecível como o principal elemento de ação. Por fim, seu posicionamento estratégico, localizado logo abaixo das opções de tamanho e cor, segue uma convenção de design que o usuário já espera encontrar, tornando a interação fluida e intuitiva.

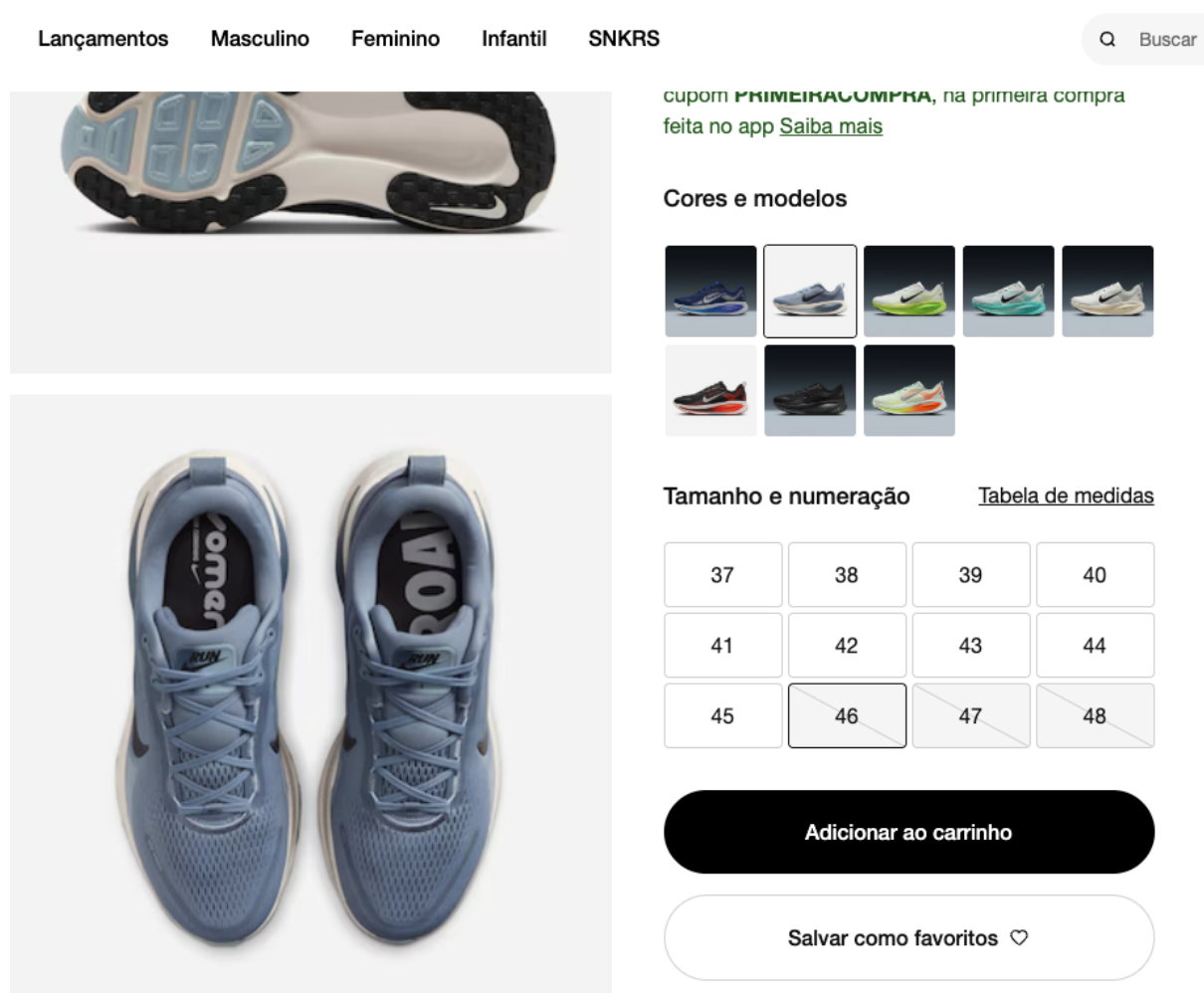


Figura 2.7: Interface da página de produto do site da Nike. *Fonte: captura de tela do aplicativo, pelo autor.*

2.2.7 Flexibilidade e Eficiência de Uso

A heurística de **Flexibilidade e Eficiência de Uso** sugere que um sistema deve atender tanto a usuários iniciantes quanto a usuários experientes, oferecendo formas eficientes de interação para cada grupo. Isso significa que o sistema deve ser flexível, adaptando-se às necessidades e níveis de experiência dos usuários, permitindo que estes realizem suas tarefas de forma eficiente.

Para usuários iniciantes, o sistema deve proporcionar instruções claras e opções que orientem cada passo. Já para os usuários avançados, o sistema deve oferecer atalhos, comandos rápidos e opções de personalização que acelerem o processo de interação. A flexibilidade permite que os usuários evoluam em seu uso do sistema, à medida que se tornam mais familiarizados com ele.

Exemplo: Em editores de texto, como o Microsoft Word, o sistema permite que usuários iniciantes realizem formatações por meio de menus gráficos e botões visuais, enquanto os usuários avançados podem utilizar combinações de teclas (atalhos) para aplicar as mesmas formatações de maneira muito mais rápida. Esse equilíbrio entre facilidade de uso e eficiência promove uma experiência positiva para diferentes níveis de usuários.

Também podemos observar um exemplo da Heurística de Flexibilidade e Eficiência de Uso no editor de texto Visual Studio Code. O sistema contém atalhos para realizar ações pelo teclado ou pelo menu como ilustrado na figura 2.8

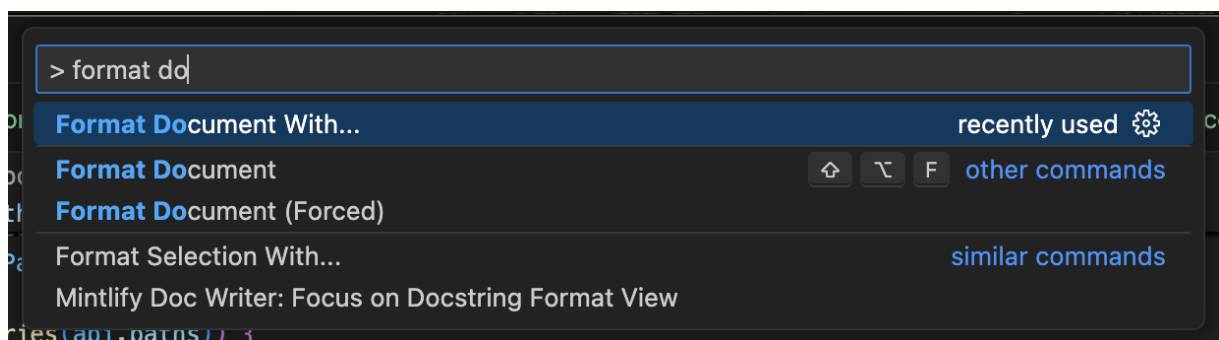


Figura 2.8: Exemplo da heurística de flexibilidade e eficiência de uso no Visual Studio Code. O sistema permite que o usuário formate o código tanto pelo menu quanto por um atalho de teclado (shortcut), oferecendo alternativas que atendem diferentes perfis de usuário e agilizam a interação. Fonte: captura de tela pelo autor do Visual Studio Code.

2.2.8 Design Estético e Minimalista

A heurística de **Design Estético e Minimalista** enfatiza que as interfaces devem conter apenas as informações essenciais, evitando sobrecarregar os usuários com dados irrelevantes ou desnecessários. Um design simples e funcional permite que os usuários se concentrem nas tarefas principais, sem distrações que possam confundir ou desviar sua atenção.

A presença de informações em excesso ou elementos visuais complexos pode reduzir a eficiência do sistema e aumentar o tempo necessário para completar uma tarefa. Portanto, cada elemento da interface deve servir a um propósito claro e alinhado aos objetivos do usuário. A simplicidade na interface também melhora a acessibilidade e torna o sistema mais intuitivo.

Exemplo: Em mecanismos de busca como o Google (Figura 2.9), o design da página inicial é extremamente minimalista. Apenas o campo de pesquisa e alguns botões são apresentados, permitindo que o usuário foque diretamente na tarefa de buscar informações. A ausência de elementos distrativos torna a experiência rápida e eficiente, garantindo que o usuário possa realizar sua tarefa principal sem interrupções.



Figura 2.9: Exemplo da heurística de design estético e minimalista na interface do Google. A página inicial apresenta um layout limpo, com poucos elementos visuais, destacando o campo de busca centralizado e reduzindo distrações, facilitando o foco do usuário na tarefa principal. Fonte: captura de tela pelo autor do site do Google.

2.2.9 Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros

A heurística de **Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros** orienta que, quando os erros ocorrerem, o sistema deve exibí-los de forma clara e compreensível, usando uma linguagem simples, sem jargões técnicos. Isso permite que os usuários reconheçam o problema rapidamente e consigam diagnosticá-lo. Além disso, a interface deve oferecer orientações para corrigir o erro, indicando as ações necessárias para a recuperação, intuitivamente.

Mensagens de erro bem projetadas ajudam os usuários a entender o que deu errado, por que aconteceu e como resolvê-lo. O sistema deve evitar mensagens vagas ou técnicas, preferindo descrições precisas do problema, juntamente com instruções claras sobre como proceder.

Exemplo: Em sistemas de preenchimento de formulários, quando o usuário insere um dado inválido, como um formato incorreto de e-mail, o sistema exibe uma mensagem de erro ao lado do campo correspondente, explicando claramente o que está errado: "Por favor, insira um e-mail válido no formato exemplo@dominio.com". Além disso, o campo pode ser destacado em vermelho, ajudando o usuário a localizar rapidamente o problema e corrigi-lo, como ilustrado na figura 2.10.

Editar endereço

CEP

33444489 Não sei meu CEP

Insira um cep válido

Rua / Avenida Número

Ex.: Avenida los Leones, 4563 Ex: 45607052 Sem número ☐

Figura 2.10: Exemplo da heurística de recuperação de erro na funcionalidade de "Editar endereço" no mercado livre. Ao digitar um CEP inválido o usuário é imediatamente informado através de mensagens de erro. Fonte: captura de tela pelo autor no site do Mercado Livre.

2.2.10 Ajuda e Documentação

A heurística de **Ajuda e Documentação** destaca que, embora o ideal seja que um sistema seja fácil de usar sem depender de instruções externas, pode ser necessário oferecer ajuda e documentação acessíveis para os usuários. Esse material deve ser fácil de encontrar, focado na tarefa do usuário e fornecer informações claras e passo a passo sobre como concluir ações específicas ou resolver problemas.

A documentação deve ser escrita em uma linguagem compreensível e organizada de forma lógica, permitindo que o usuário encontre rapidamente as informações que precisa. Além disso, a ajuda deve ser contextual, apresentando soluções que se aplicam diretamente à situação em que o usuário se encontra no sistema.

Exemplo: Em aplicativos de software complexos, como editores gráficos ou de desenvolvimento, a seção de Ajuda frequentemente oferece pesquisas rápidas, tutoriais e respostas a perguntas comuns. Além disso, esses sistemas muitas vezes apresentam dicas e sugestões automáticas dentro do próprio fluxo de trabalho, oferecendo ajuda contextual diretamente relacionada à tarefa em questão, sem a necessidade de o usuário sair da interface principal, na Figura 2.11 temos um exemplo dessa funcionalidade no *google docs*.

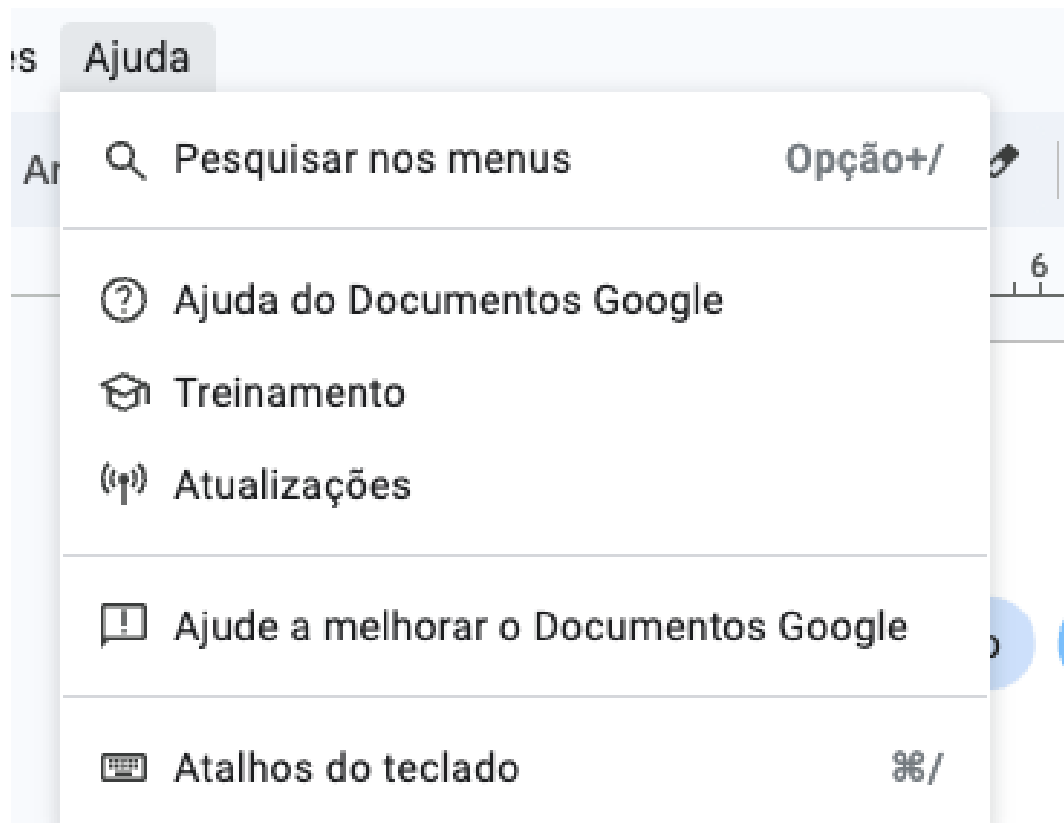


Figura 2.11: Exemplo da heurística de ajuda e documentação no Google Docs. O sistema oferece ajuda contextual e suporte integrado, permitindo que o usuário encontre rapidamente instruções e resolva dúvidas sem sair da interface principal. Fonte: captura de tela pelo autor

2.3 Método de Avaliação Heurística

A avaliação heurística é um método baseado em inspeção amplamente utilizado para identificar problemas de usabilidade em interfaces de usuário, facilitando a melhoria da experiência do usuário antes da realização de testes com usuários reais. Este método, descrito por (NIELSEN, 1994), é baseado nas Heurísticas de Nielsen. A avaliação deve ser realizada por especialistas em usabilidade que avaliam a interface em busca de falhas que possam impactar a usabilidade.

Durante a avaliação heurística, os especialistas selecionam as heurísticas para avaliação, podendo utilizar as **Heurísticas de Nielsen** ou algum outro conjunto de heurísticas, e observam a interface e registram os problemas encontrados, os quais são

então classificados com base na escala de severidade proposta por Nielsen. Esta escala, que varia de 0 a 4, permite priorizar os problemas identificados:

- **0: Não é um problema de usabilidade:** A questão não representa um problema.
- **1: Problema cosmético:** Um problema que pode ser corrigido, mas que não afeta a usabilidade de forma significativa.
- **2: Problema menor de usabilidade:** Um problema que afeta a experiência, mas que pode ser facilmente ignorado.
- **3: Problema grande de usabilidade:** Um problema significativo que prejudica a eficiência e a satisfação do usuário, necessitando de correção.
- **4: Problema catastrófico de usabilidade:** Um problema grave que impede o usuário de realizar tarefas essenciais, requerendo uma solução imediata.

A aplicação da escala de severidade permite que os avaliadores priorizem as questões a serem tratadas, focando inicialmente nas mais críticas. Essa abordagem é eficaz, pois garante que os recursos de desenvolvimento sejam alocados de forma a resolver os problemas que mais impactam a experiência do usuário.

A avaliação heurística é um método estruturado que requer uma abordagem sistemática para a identificação de problemas de usabilidade em uma interface. Este processo é realizado por avaliadores que, geralmente, são especialistas em usabilidade ou design de interação, com experiência em práticas de design centrado no usuário. A avaliação pode ser dividida nas seguintes etapas (BARBOSA; SILVA, 2017):

- **Preparação:** Antes de iniciar a avaliação, é crucial que os avaliadores compreendam o contexto do sistema a ser analisado. Isso inclui uma familiarização com os objetivos do sistema, o público-alvo e as tarefas que os usuários devem realizar. Um entendimento claro do fluxo de trabalho e das expectativas dos usuários ajuda os avaliadores a identificar onde os problemas de usabilidade podem ocorrer, nesta etapa também devem ser selecionadas as interfaces da aplicação que serão avaliadas.

- **Coleta e Interpretação de Dados:** Durante a avaliação, os avaliadores inspecionam a interface de forma independente. Eles observam cada elemento da interface, interagindo com o sistema e documentando os problemas de usabilidade encontrados indicando local, gravidade, justificativa e recomendações de solução. É comum que os avaliadores realizem múltiplas sessões de avaliação para garantir uma análise abrangente, abordando diferentes aspectos e fluxos de interação.
- **Consolidação e Relato dos Resultados:** Após a realização das inspeções individuais, os avaliadores devem se reunir para discutir os problemas identificados. Cada avaliador apresenta os itens encontrados, permitindo uma visão mais completa da interface analisada. Em seguida, é realizado um novo julgamento, no qual cada avaliador pode atribuir um novo grau de severidade para cada problema. Caso um avaliador discorde que algum item seja de fato um problema, pode atribuir a ele um grau de severidade zero.

Em suma, a avaliação heurística é uma ferramenta essencial no design de interação, permitindo identificar e priorizar problemas de usabilidade de maneira sistemática e eficaz. Ao aplicar as heurísticas de Nielsen e a escala de severidade, os profissionais de design podem aprimorar a qualidade de suas interfaces e oferecer experiências mais satisfatórias aos usuários.

2.4 O Aplicativo MetrôRio

O aplicativo MetrôRio é uma ferramenta oficial desenvolvida para auxiliar os usuários do sistema metroviário da cidade do Rio de Janeiro, oferecendo informações atualizadas sobre horários, estações, tarifas e condições operacionais. Disponível gratuitamente para os sistemas Android e iOS, o aplicativo visa facilitar o planejamento de deslocamentos por meio do metrô, promovendo maior eficiência e previsibilidade para os passageiros.

Lançado como parte de uma iniciativa de modernização dos serviços de transporte público da capital fluminense, o MetrôRio tem se mostrado uma solução útil para quem busca evitar atrasos e tomar decisões informadas em tempo real. O aplicativo oferece funcionalidades como visualização de mapas das linhas e estações, consulta a horários

de funcionamento, e notificações sobre ocorrências ou mudanças no funcionamento do sistema.

Na figura 2.12 é mostrada a tela inicial do aplicativo, que contém ícones dispostos em grade, permitindo acesso direto às principais funcionalidades, como o planejamento de rotas, recarga do cartão Giro, planejamento de viagem e fale conosco.

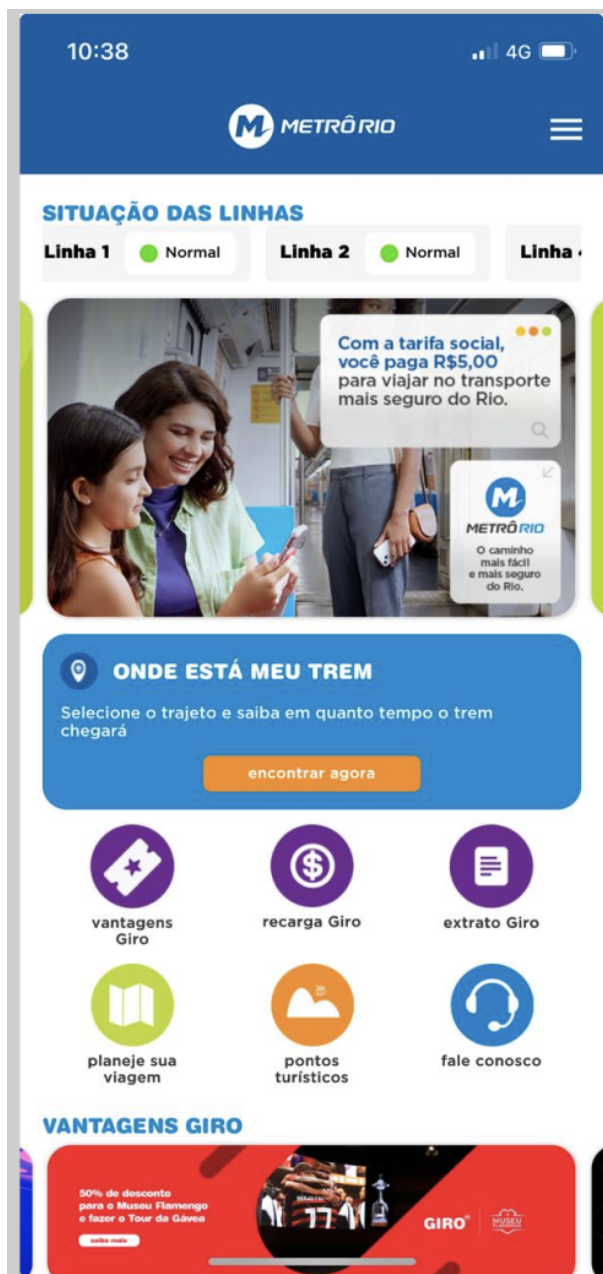


Figura 2.12: Interface da pagina inicial do app MetrôRio. Fonte: captura de tela pelo autor

2.4.1 Recarga do Cartão Giro

Uma das facilidades oferecidas pelo aplicativo é a recarga online do cartão Giro, utilizado como meio de pagamento no sistema MetrôRio. A Figura 2.13 mostra a primeira etapa do processo, em que o usuário deve clicar na opção *Recarga Giro*, destacada em vermelho na tela inicial. Em seguida, como ilustrado na Figura 2.14, o usuário é redirecionado para a tela onde pode selecionar o valor da recarga ou a quantidade de passagens desejada, além de escolher a forma de pagamento, que pode ser cartão de crédito, débito ou Pix. Esse processo torna a recarga mais prática.

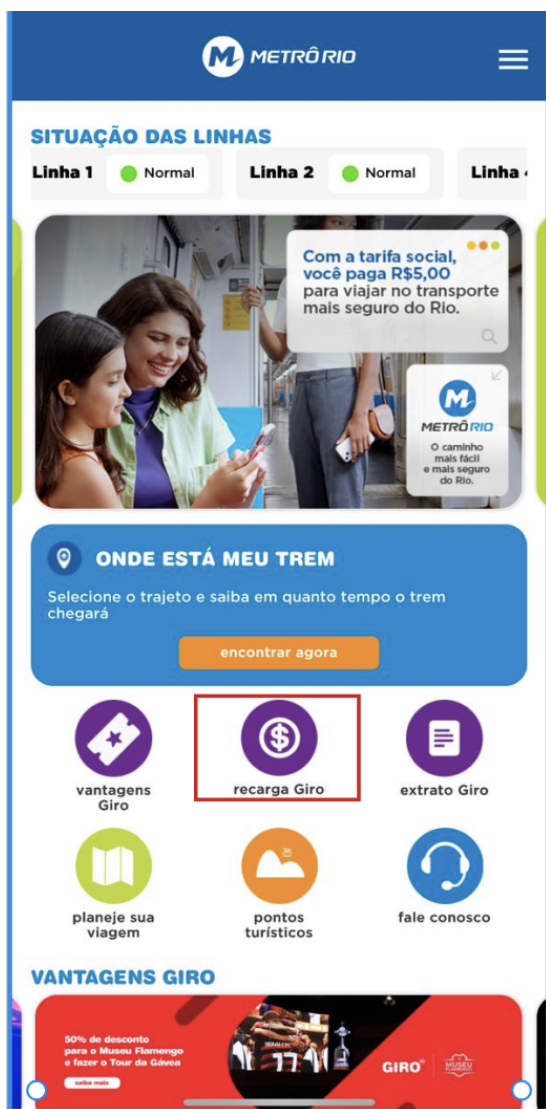


Figura 2.13: (a) Usuário clica na opção *Recarga Giro* para acessar a funcionalidade. Fonte: Autória Propria

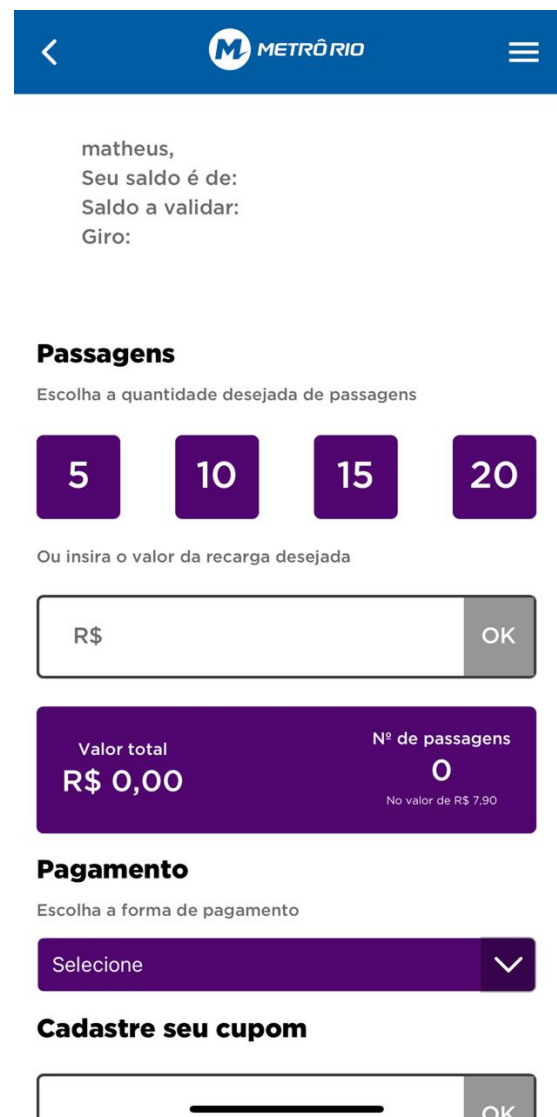


Figura 2.14: (b) Interface da funcionalidade *Recarga Giro*. Fonte: Autória Propria

2.4.2 Onde Está Meu Trem

A funcionalidade "Onde Está Meu Trem" do aplicativo MetrôRio tem como objetivo auxiliar os usuários no planejamento de suas viagens, permitindo identificar em tempo real a melhor rota entre duas estações do sistema metroviário. Como ilustrado na Figura 2.15 o usuário deve selecionar a estação de origem e destino, e após clicar no botão *Selecionar*, o aplicativo apresenta o tempo estimado de trajeto, as linhas a serem utilizadas e os horários previstos de saída dos trens. Essa funcionalidade proporciona ao passageiro uma visualização do percurso desejado, otimizando o tempo de deslocamento e aumentando a previsibilidade da viagem.



Figura 2.15: Interface da funcionalidade *Onde está meu trem*. Fonte: captura de tela pelo autor

2.4.3 Cadastro e Login

O aplicativo MetrôRio oferece uma funcionalidade de cadastro e autenticação de usuários, com o objetivo de personalizar a experiência no uso do sistema metroviário. Através do cadastro, o passageiro pode associar um perfil ao seu cartão Giro.

O processo de cadastro é simples e pode ser realizado diretamente no aplicativo,

exigindo apenas informações básicas como nome completo, e-mail, CPF e a criação de uma senha. Após o cadastro, o usuário poderá acessar o aplicativo por meio da funcionalidade de login, inserindo o e-mail e a senha cadastrados.

Além disso, o aplicativo dispõe de uma funcionalidade de recuperação de senha, permitindo que usuários que tenham esquecido sua senha possam redefini-la a partir do e-mail cadastrado, garantindo segurança e acessibilidade contínua à plataforma.

2.5 Trabalhos Relacionados

Esta seção analisa estudos que abordaram a avaliação de usabilidade em diferentes contextos de aplicações móveis, com o intuito de identificar abordagens metodológicas, pontos fortes e limitações de cada trabalho. Essa análise permite compreender como diferentes pesquisas aplicaram as heurísticas de Nielsen e outros métodos de avaliação, situando a relevância do presente estudo ao investigar a usabilidade do aplicativo MetrôRio. A seleção dos artigos foi realizada por meio de buscas nos portais Google Acadêmico e SciELO, utilizando termos como usabilidade, heurísticas de Nielsen, experiência do usuário e avaliação de aplicações móveis.

Primeiramente, a Seção 2.5.1 apresenta quatro estudos que empregaram distintas metodologias para avaliar interfaces voltadas a públicos específicos, como gestantes, pessoas com hipertensão e usuários de apps de mobilidade. Em seguida, a Seção 2.5.2 compara os achados desses trabalhos com os do presente TCC, evidenciando semelhanças, diferenças e contribuições relevantes.

2.5.1 Descrição dos trabalhos relacionados

O estudo de (BORGES et al., 2021) avaliou a usabilidade de aplicativos móveis voltados para gestantes, utilizando a técnica do questionário *System Usability Scale* (SUS). Este instrumento, amplamente utilizado em pesquisas de usabilidade, foi escolhido por sua confiabilidade e facilidade de aplicação, permitindo uma avaliação rápida e eficaz de diversos aspectos da interação entre o usuário e o aplicativo. A escala SUS abrange itens que avaliam desde a simplicidade da interface até a necessidade de suporte técnico para

o uso adequado (BROOKE, 1995).

Um dos principais pontos positivos do artigo é a abordagem metodológica clara e detalhada, que incluiu uma busca sistemática em duas das maiores lojas virtuais, a Play Store e a App Store. A análise abrangeu 1.360 aplicativos na Play Store e 1.103 na App Store, resultando em uma amostra final de 56 aplicativos. Outro ponto positivo é a diversidade de critérios considerados na avaliação dos aplicativos, como idioma, público-alvo e funcionalidades oferecidas, fornecendo um panorama amplo sobre as opções disponíveis para gestantes.

Entretanto, o estudo identificou algumas limitações importantes. Um dos principais problemas relatados foi a fragmentação dos conteúdos disponibilizados nos aplicativos. Muitos deles não apresentaram a fonte das informações fornecidas, o que compromete a confiabilidade e segurança dos dados, um fator essencial em aplicativos de saúde. Além disso, apesar da maioria dos aplicativos terem sido avaliados positivamente quanto à usabilidade, com mais de 50% sendo classificados como "bom" ou "excelente" na escala SUS, a ausência de informações completas e integradas foi vista como uma barreira para a experiência do usuário.

Em relação à técnica utilizada, o uso da SUS permitiu que os autores avaliassem a usabilidade de maneira quantitativa e objetiva, classificando os aplicativos em diferentes níveis de qualidade. O estudo também aplicou testes estatísticos, como o qui-quadrado, para verificar a associação entre a presença de determinadas funcionalidades nos aplicativos (como imagens, vídeos, e funções de registro) e a usabilidade percebida. Contudo, não foi observada uma associação estatisticamente significativa entre essas variáveis.

Em conclusão, o artigo de (BORGES et al., 2021) contribui significativamente para a literatura sobre usabilidade de aplicativos móveis voltados para gestantes, apontando tanto os aspectos positivos de usabilidade quanto as lacunas relacionadas à qualidade do conteúdo. A técnica SUS se mostrou adequada para a avaliação, embora haja oportunidades para melhorias nos aplicativos analisados, principalmente no que se refere à integridade e à confiabilidade das informações oferecidas.

O artigo de (ALMEIDA et al., 2016), intitulado "Quando a Tecnologia apoia a Mobilidade Urbana: Uma Avaliação sobre a Experiência do Usuário com Aplicações

Móveis”, apresenta uma análise detalhada da experiência do usuário com aplicativos de mobilidade urbana. O estudo foca em dois aplicativos amplamente utilizados: **Meu Ônibus** e **Waze**, buscando compreender como esses sistemas auxiliam os usuários em suas atividades diárias de locomoção e quais são os principais problemas enfrentados durante a interação.

A avaliação da usabilidade dos aplicativos foi realizada por meio de dois métodos principais: *Avaliação Heurística* e *Avaliação com Usuários*. Na Avaliação Heurística, um grupo de especialistas utilizou o conjunto de heurísticas SMASH (Smartphone’s Usability Heuristics) (INOSTROZA et al., 2015). Esse método permitiu identificar problemas críticos de usabilidade relacionados ao design da interface, como a visibilidade do status do sistema e a correspondência com o mundo real.

A Avaliação com Usuários, por sua vez, envolveu a realização de testes com usuários reais que representavam o público-alvo dos aplicativos. Através de atividades práticas e observação, foram coletadas informações sobre a eficiência, eficácia e satisfação dos usuários ao realizar tarefas como verificar rotas e acompanhar o tempo de chegada dos ônibus. Essa avaliação foi essencial para entender problemas que não foram identificados pelos especialistas, mas que afetam diretamente a experiência dos usuários no dia a dia.

Um dos pontos fortes do artigo é a adoção de uma abordagem metodológica clara e bem definida, dividida em duas fases principais: a primeira focada na compreensão do uso dos aplicativos de mobilidade urbana pelos usuários, e a segunda na avaliação da qualidade da interação e interface desses aplicativos. A metodologia utilizada, especialmente o uso de técnicas de avaliação da interação humano-computador (IHC), como a Avaliação Heurística e a Avaliação com Usuários, permitiu uma coleta robusta de dados sobre a experiência do usuário, incluindo métricas de eficácia, eficiência e satisfação.

Outro ponto positivo é a utilização de questionários online para obter uma amostra significativa de usuários, permitindo traçar perfis detalhados e identificar padrões de uso dos aplicativos. Além disso, o estudo fornece uma análise detalhada sobre os principais problemas de interação, como falhas no feedback do sistema e dificuldades no uso de funcionalidades específicas, o que oferece subsídios para futuras melhorias nos aplicativos analisados.

No entanto, o artigo apresenta algumas limitações. Uma delas é o escopo limitado de avaliação a apenas dois aplicativos **Meu Ônibus** e **Waze**, restringindo a análise a contextos específicos de transporte coletivo e individual. Embora os autores justifiquem essa escolha com base na popularidade dos aplicativos, a inclusão de uma gama mais ampla de soluções de mobilidade urbana, como aplicativos para bicicletas ou transporte por aplicativos, poderia oferecer uma visão mais diversificada sobre o tema.

Em suma, o artigo de (ALMEIDA et al., 2016) contribui significativamente para a compreensão da experiência do usuário com aplicativos de mobilidade urbana, ao destacar tanto os aspectos positivos quanto os desafios enfrentados pelos usuários. A combinação de técnicas de avaliação IHC, como a Avaliação Heurística e a Avaliação com Usuários, foi eficaz para identificar problemas críticos e oportunidades de melhoria nos aplicativos analisados. No entanto, há espaço para expandir o estudo a outros tipos de aplicativos e explorar mais profundamente questões relacionadas à infraestrutura tecnológica que impactam a usabilidade.

O estudo de (FERREIRA; SANTOS; PORTELA, 2022) propôs um processo de avaliação da usabilidade de aplicativos móveis voltados para a prática de exercícios físicos. Inicialmente, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura, identificando três métodos principais de avaliação: *System Usability Scale* (SUS) (BROOKE, 1995), *Think Aloud* (TA), e *Cognitive Walkthrough* (CW). Esses métodos foram integrados em um processo de avaliação, modelado utilizando a notação SPEM, e aplicado ao aplicativo “Exercícios em Casa”.

Os resultados indicaram que o SUS foi o método mais utilizado nos estudos revisados (42%), seguido pelo TA (14%) e CW (7%). O processo proposto permitiu identificar problemas de usabilidade relacionados à interface e sugerir melhorias para aprimorar a experiência do usuário. As principais dificuldades encontradas pelos participantes incluíam a navegação por meio de rolagem na interface e a visualização do progresso nos exercícios. Apesar desses desafios, o processo se mostrou eficaz ao identificar falhas e propor soluções para otimizar a interação do usuário com o aplicativo (FERREIRA; SANTOS; PORTELA, 2022).

Entretanto, a aplicação do processo também revelou algumas limitações, como

o tempo excessivo gasto na fase de *Cognitive Walkthrough*, que resultou em perda de foco dos participantes. Em futuras pesquisas, os autores sugerem simplificar o processo e aplicar protótipos de baixa fidelidade durante a fase de ideação.

Em conclusão, o artigo de (FERREIRA; SANTOS; PORTELA, 2022) contribui significativamente para a área de usabilidade de aplicativos voltados para a prática de exercícios físicos. O processo proposto oferece um framework robusto para avaliar a usabilidade, embora haja oportunidades para aprimoramentos na eficiência e eficácia das etapas aplicadas.

O estudo de (SILVA et al., 2024) avaliou a usabilidade do aplicativo móvel "Quali+", voltado para o autocuidado de pessoas com hipertensão arterial. A metodologia envolveu a aplicação do questionário *Smartphone Usability questionnaire* (WANGENHEIM et al., 2014), com 22 participantes hipertensos. A avaliação resultou em uma pontuação média de 105,8, indicando boa usabilidade.

Pontos positivos incluem a facilidade de uso e a clareza das informações. Entre os aspectos negativos, destacou-se a necessidade de melhorias na navegabilidade. O estudo concluiu que, o aplicativo "Quali+" tem um bom nível de usabilidade, o que indica utilidade, viabilidade e facilidade de uso. Ele tem potencial para auxiliar o manejo de pessoas com hipertensão arterial em seu cotidiano.

A abordagem metodológica foi bem estruturada, e a coleta de dados foi precisa, fornecendo insights valiosos sobre o uso de tecnologias móveis na área da saúde. A principal recomendação dos autores foi a otimização de funcionalidades para melhorar a experiência do usuário e, assim, ampliar a eficácia no controle da hipertensão arterial.

2.5.2 Análise comparativa dos trabalhos relacionados

Os estudos analisados apresentam enfoques variados quanto ao domínio de aplicação, à metodologia adotada e à profundidade da análise.

O trabalho (BORGES et al., 2021), por exemplo, focou na usabilidade de aplicativos para gestantes, destacando-se pela abrangência da amostra (56 aplicativos) e pelo uso exclusivo do questionário quantitativo SUS (System Usability Scale) como instrumento para classificar os apps. Diferentemente dessa abordagem, o presente trabalho

adota apenas um método (Avaliação Heurística), com foco em um único aplicativo de transporte urbano, não para classificá-lo, mas para realizar um diagnóstico aprofundado que fundamente uma proposta de reprojeto de interface.

De forma semelhante, (ALMEIDA et al., 2016) também adotaram uma abordagem multifásica para avaliar aplicativos de mobilidade urbana (especificamente, Meu Ônibus e Waze), mas combinaram um questionário inicial com dois métodos de avaliação qualitativa: uma Avaliação Heurística (com heurísticas SMASH) e uma Avaliação com Usuários. A contribuição do estudo foi uma análise aprofundada dos problemas de interação e dos fatores sociais que impactam a experiência do usuário nesse contexto. Em contrapartida, este trabalho concentra-se exclusivamente no método de inspeção por especialistas com as heurísticas de Nielsen, aprofundando-se na etapa subsequente de reprojeto prático das interfaces.

Por sua vez, (FERREIRA; SANTOS; PORTELA, 2022) foram além da simples avaliação de um app e propuseram um processo metodológico formal para avaliar aplicativos de exercícios físicos. Partindo de um mapeamento sistemático para identificar os métodos mais comuns (SUS(BROOKE, 1995), Think Aloud e Cognitive Walkthrough), os autores modelaram um fluxo integrado usando a notação SPEM. A principal limitação apontada no próprio estudo foi o tempo excessivo da etapa de *Cognitive Walkthrough*, que gerou perda de foco nos participantes. A principal diferença entre o meu trabalho reside no objetivo: enquanto o estudo de Ferreira, Santos e Portela (2022) foca na criação de um *framework* de avaliação, esta monografia se dedica à aplicação de um método já consolidado para gerar resultados práticos e uma solução de design para um problema de usabilidade específico no aplicativo MetrôRio.

Finalmente, o estudo (SILVA et al., 2024) reforça a importância da usabilidade em contextos de saúde, ao aplicar o questionário específico SURE(WANGENHEIM et al., 2014) para avaliar o aplicativo Quali+, voltado a pessoas com hipertensão, demonstrando a necessidade de ferramentas de avaliação adaptadas a públicos com necessidades particulares. Em contraste, esta monografia não realiza uma coleta de dados com usuários finais, mas sim uma inspeção técnica e especializada da interface, baseada nas heurísticas de Nielsen.

2.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi fornecida uma visão geral dos conceitos essenciais relacionados à qualidade de uso, usabilidade e experiência de usuário, as Heurísticas de usabilidade de Nielsen, e o método da Avaliação Heurística. Na sequência, foram analisados trabalhos relacionados que exploram diferentes abordagens de avaliação de usabilidade em aplicativos móveis, incluindo métodos quantitativos com escalas padronizadas, entrevistas qualitativas e inspeções baseadas em heurísticas. Apesar da diversidade metodológica encontrada, observou-se uma lacuna específica: são escassos os estudos que aplicam exclusivamente as heurísticas de Nielsen em aplicações de transporte urbano no contexto brasileiro. Essa constatação reforça a relevância da presente pesquisa, que se propõe a preencher essa lacuna por meio da aplicação sistemática das heurísticas de Nielsen na avaliação do aplicativo MetrôRio. Ao adotar essa abordagem, o trabalho contribui com recomendações práticas para o aprimoramento da interface, destacando a importância de considerar a usabilidade desde as fases iniciais de desenvolvimento até o refinamento final das soluções digitais.

3 Avaliação Heurística

Este capítulo apresenta a aplicação do método de Avaliação Heurística no aplicativo *MetrôRio*, com o objetivo de identificar problemas de usabilidade e propor melhorias que aprimorem a experiência do usuário. A escolha pelo método se justifica por sua reconhecida eficácia na detecção de falhas de usabilidade com baixo custo e rápida execução, especialmente em estágios iniciais de avaliação.

A estrutura do capítulo está organizada da seguinte forma: na Seção 3.1, são descritos os passos realizados para a preparação da avaliação, incluindo o perfil dos avaliadores e o contexto da atividade. Na Seção 3.2, é apresentado a consolidação e a análise dos resultados da Avaliação Heurística.

3.1 Preparação

Nesta seção, são apresentados os procedimentos adotados para a preparação e execução da Avaliação Heurística aplicada ao aplicativo *MetrôRio*. O objetivo foi avaliar a conformidade do design da interação e do projeto de interfaces das funcionalidades *Planejar Viagem* e *Cadastro* do aplicativo MetroRio em relação às Heurísticas de Usabilidade de Nielsen (NIELSEN, 1994) e, a partir dos resultados, propor melhorias que contribuam para uma melhor experiência do usuário. A análise concentrou-se em dois cenários de uso considerados essenciais: *Cadastro de Usuário* e *Planejar Viagem*, a escolha por estas duas funcionalidades justifica-se por serem consideradas fluxos críticos e de alta interação com o sistema: o cadastro representa uma etapa fundamental na primeira experiência do usuário, enquanto o planejamento de viagem é uma tarefa de uso recorrente.

A avaliação foi conduzida por três profissionais da área de desenvolvimento de sistemas. Todos os avaliadores possuíam experiência prévia em design de interação e conhecimento sobre os princípios de Interação Humano-Computador e as Heurísticas de Nielsen. Para a avaliação foi utilizada a versão mais recente do aplicativo *MetrôRio*, disponível nas plataformas **App Store** e **Play Store**. Considerou-se, como perfil de

usuário, indivíduos com idade entre 18 e 60 anos, com níveis de escolaridade variados, do ensino fundamental ao superior completo e com familiaridade tecnológica entre básica e intermediária. Esse perfil busca refletir um público amplo e heterogêneo, mais próximo da realidade dos usuários do transporte público urbano, que utilizam o aplicativo como apoio em seus deslocamentos diários. A escolha desse perfil reforça a necessidade de interfaces acessíveis e intuitivas, especialmente para usuários com menor experiência digital.

Os instrumentos utilizados durante a avaliação incluíram: uma lista contendo as dez heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen; um formulário estruturado no Google Docs, desenvolvido com base no modelo *Heuristic Evaluation Workbook* da Nielsen Norman Group (Nielsen Norman Group,), utilizado para o registro sistemático dos problemas identificados durante a análise, o modelo completo do formulário pode ser consultado no Apêndice A; e uma escala de severidade composta por cinco níveis, adotada para classificar a gravidade de cada problema encontrado: 0 – Não é um problema de usabilidade; 1 – Problema cosmético; 2 – Problema menor de usabilidade; 3 – Problema maior de usabilidade; 4 – Problema de usabilidade crítico.

A avaliação seguiu uma sequência de etapas padronizadas. Primeiramente, foi feita uma apresentação aos avaliadores sobre os objetivos do estudo, os conceitos das heurísticas de Nielsen e o funcionamento da Avaliação Heurística, incluindo um exemplo prático. Em seguida, cada avaliador explorou de forma independente a interface do aplicativo, identificando e registrando os problemas encontrados com base nas heurísticas. Esses problemas foram posteriormente classificados conforme seu grau de severidade. Por fim, os resultados foram consolidados em um relatório unificado, contendo a síntese dos principais problemas, sua gravidade e recomendações iniciais de melhoria.

As subseções 3.1.1 e 3.1.2 apresentam, respectivamente, a descrição dos cenários *Cadastro de Usuário* e *Planejar Viagem*, com as interações necessárias para a realização de cada fluxo, acompanhadas de capturas de tela das interfaces avaliadas.

3.1.1 Cenário 1: Cadastro de novo usuário

A funcionalidade de cadastro do aplicativo *MetrôRio* tem como finalidade permitir que novos usuários criem uma conta para acessar diversos serviços oferecidos, como consulta

de saldo do cartão, compra de crédito e planejamento de rotas. O processo de cadastro, ilustrado nas Figuras 3.1 e 3.2, solicita informações básicas como nome, e-mail e senha, possibilitando que o usuário se autentique futuramente e tenha acesso a todas as funcionalidades do aplicativo; abaixo são descritas as ações necessárias para realizar o cadastro.

- **Ação 1.1:** Acessar o aplicativo *MetrôRio* e clicar no **Menu**, localizado no canto superior direito (Figura 3.1);
- **Ação 1.2:** Selecionar a opção “**Entrar**” no menu (Figura 3.1);
- **Ação 1.3:** Clicar no botão “**Criar conta**” (Figura 3.1);
- **Ação 1.4:** Preencher o formulário com os dados solicitados: nome completo, e-mail, telefone, CPF, data de nascimento, senha e confirmação de senha (Figura 3.2);
- **Ação 1.5:** Verificar os dados inseridos e clicar no botão “**Cadastrar**” para finalizar o processo (Figura 3.2);
- **Ação 1.6:** Aguardar a confirmação do cadastro e realizar a validação do e-mail por meio do link enviado (Figura 3.2).

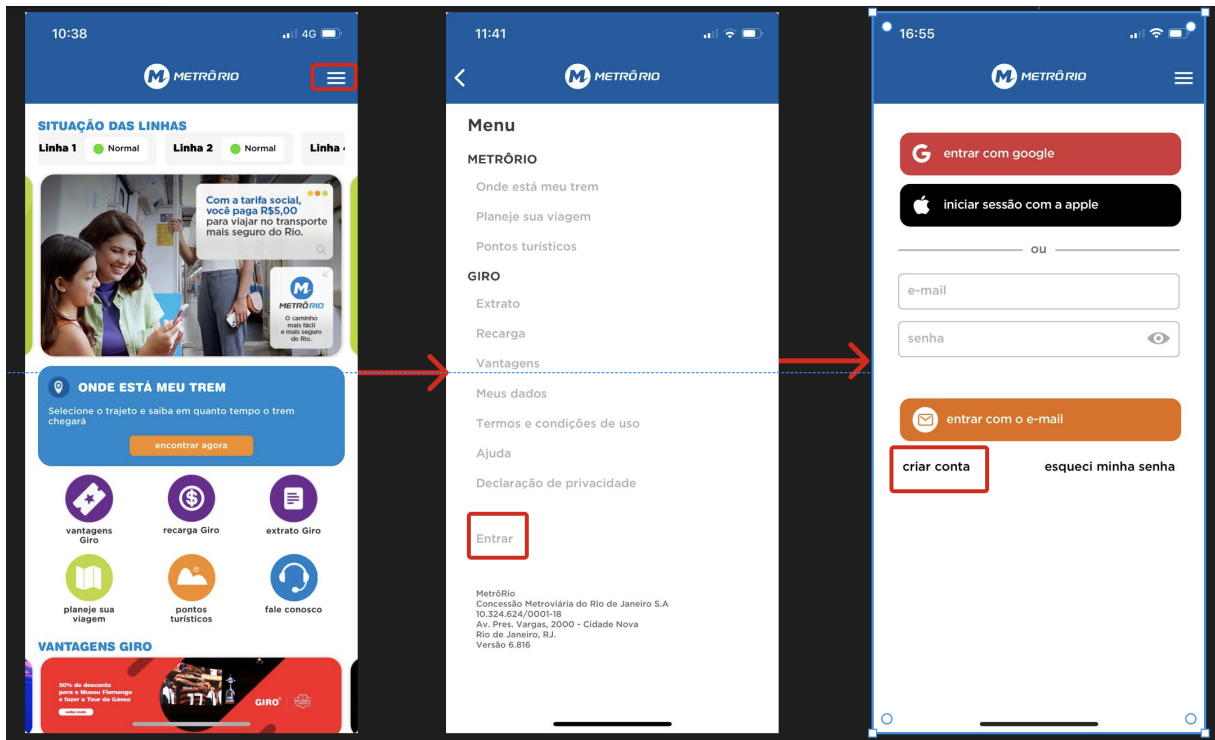


Figura 3.1: Primeira parte da sequência de interações para o cadastro de usuário, incluindo o acesso ao menu e à tela de criação de conta.

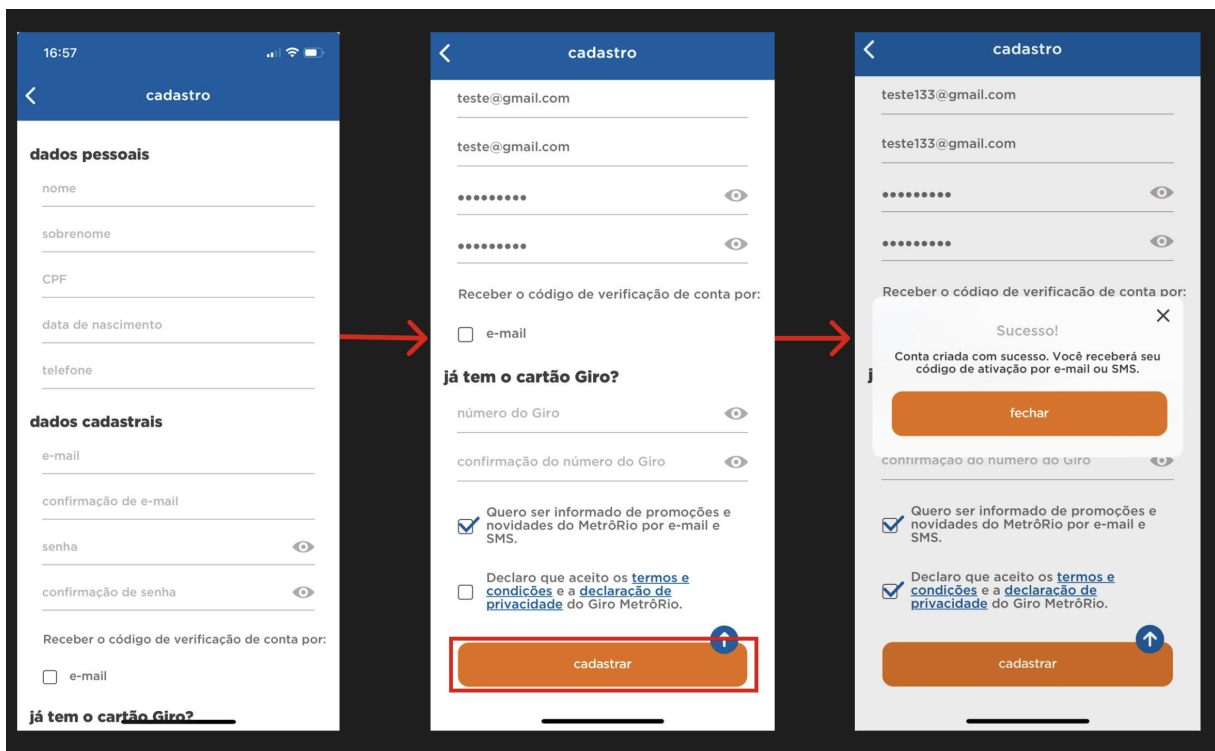


Figura 3.2: Segunda parte da sequência de interações para o cadastro de usuário, com preenchimento do formulário e confirmação da criação da conta.

3.1.2 Cenário 2: Planejar Viagem

A funcionalidade de *planejamento de viagem* do aplicativo *MetrôRio* tem como principal objetivo auxiliar os usuários na identificação da melhor rota entre estações do metrô, fornecendo informações como o tempo estimado de percurso, as linhas que devem ser utilizadas e possíveis integrações necessárias ao longo do trajeto. Essa funcionalidade contribui diretamente para a melhoria da mobilidade urbana, oferecendo ao usuário uma visualização clara do trajeto a ser percorrido, permitindo um deslocamento mais eficiente e previsível.

As Figuras 3.3 e 3.4 ilustram a sequência de interações necessárias para utilizar essa funcionalidade. Abaixo, são descritas as ações que o usuário deve seguir para realizar o planejamento de sua viagem:

- **Ação 2.1:** Acessar o aplicativo *MetrôRio* (Figura 3.3) ;
- **Ação 2.2:** Selecionar a opção “**Onde está meu trem**” na tela inicial e clicar no botão “**Encontrar agora**” (Figura 3.3) ;
- **Ação 2.3:** No campo “**Estação Origem**”, escolher a estação de partida desejada (Figura 3.3);
- **Ação 2.4:** No campo “**Estação Destino**”, escolher a estação de chegada (Figura 3.1);
- **Ação 2.5:** Clicar no botão “**Selecionar**” para processar a solicitação (Figura 3.4);
- **Ação 2.6:** Analisar as informações apresentadas, como o **tempo estimado de viagem**, o **número de baldeações** e os **horários de partida dos trens** (Figura 3.4).

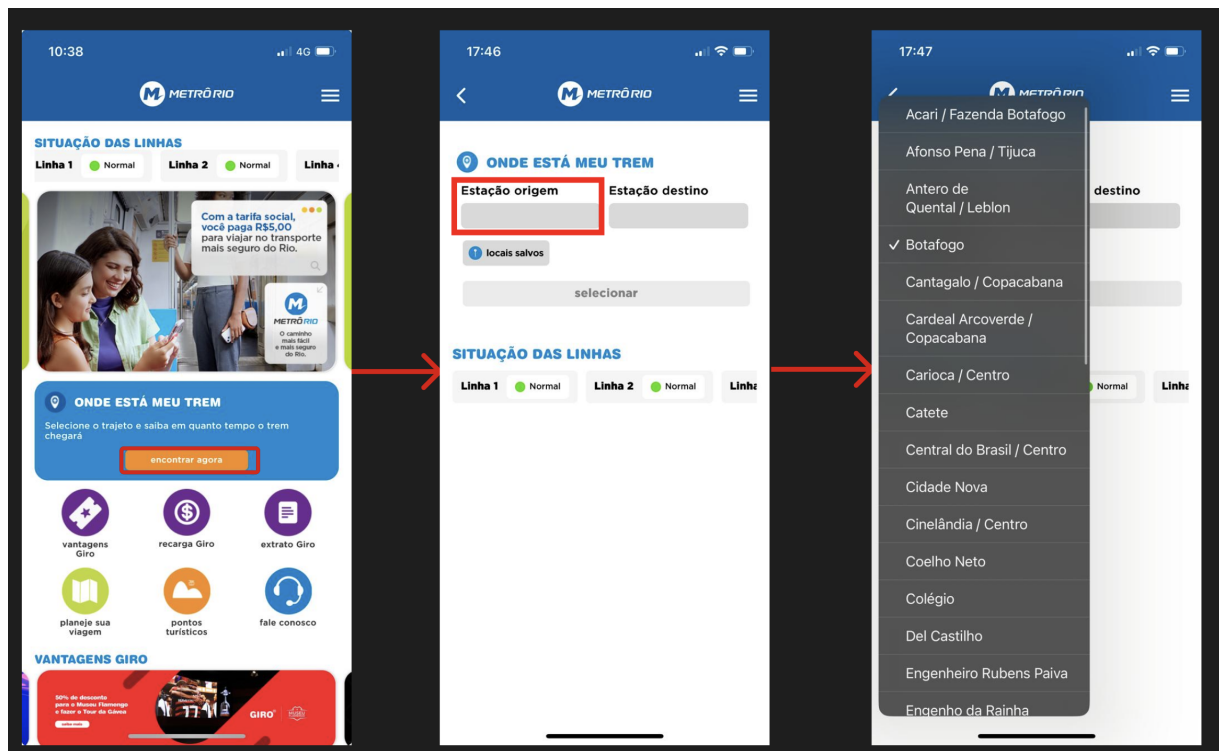


Figura 3.3: Primeira parte da sequência de interações para a funcionalidade de planejar viagem, incluindo a seleção da funcionalidade no menu inicial e a escolha da estação de origem.

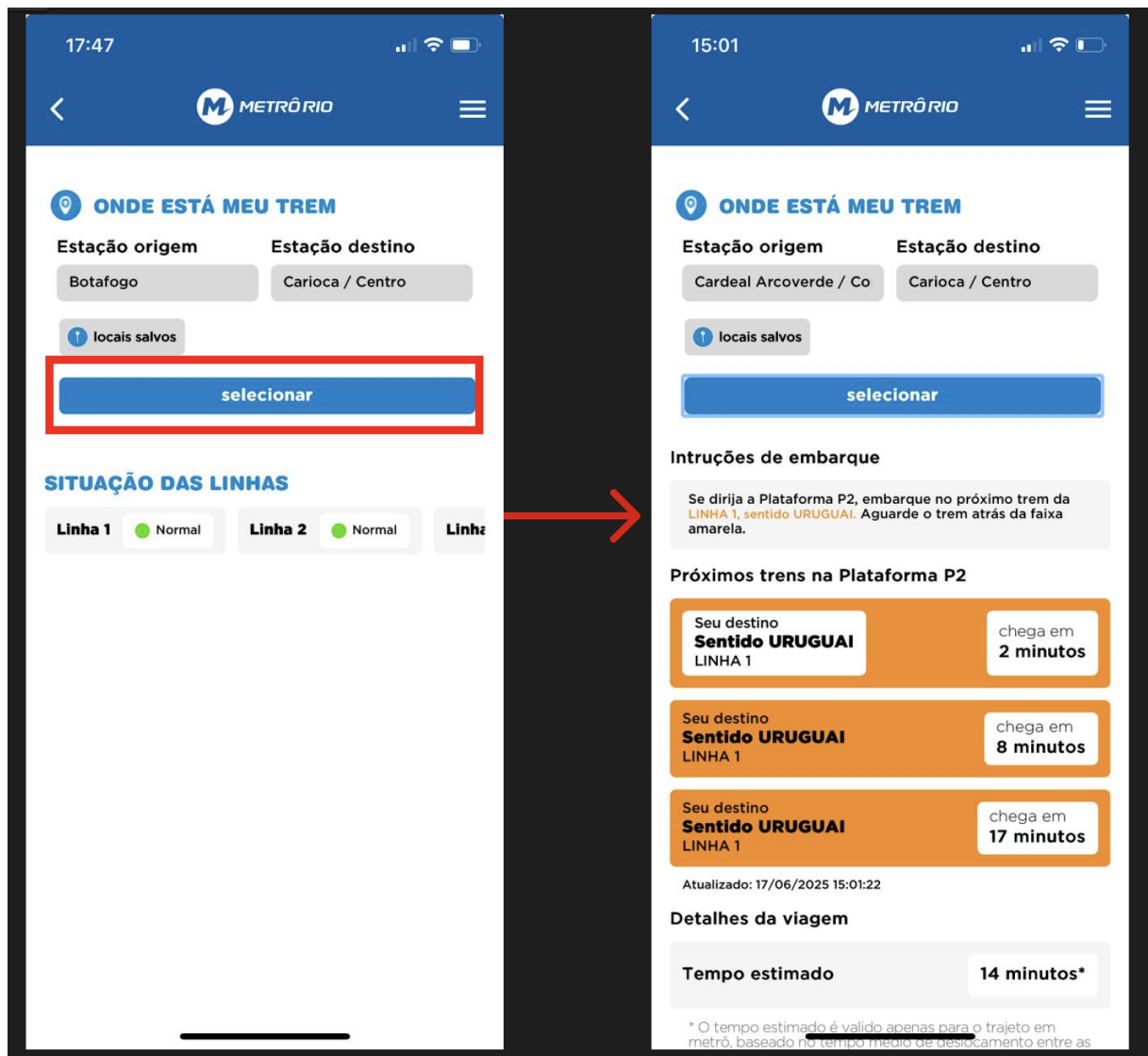


Figura 3.4: Segunda parte da sequência de interações para a funcionalidade de planejar viagem, incluindo a seleção da estação de destino e a exibição das informações da próxima viagem.

3.2 Coleta e Análise de Dados

Nesta Seção são apresentados os dados coletados e os resultados consolidados da avaliação heurística realizada no aplicativo MetrôRio. Conforme detalhado anteriormente, a coleta de dados foi efetuada por meio de um formulário estruturado seguindo o *Heuristic Evaluation Workbook*. Para cada violação de heurística identificada, os avaliadores documentaram os seguintes aspectos: o local da ocorrência na interface, a descrição do

problema, o nível de severidade atribuído e uma recomendação para sua solução.

Com o objetivo de simplificar a escrita dos resultados da avaliação heurística, foi adotada a nomenclatura abreviada H1–H10 para representar as heurísticas de Nielsen. Abaixo estão as correspondências utilizadas:

- **H1:** Visibilidade do status do sistema
- **H2:** Correspondência entre o sistema e o mundo real
- **H3:** Controle e liberdade do usuário
- **H4:** Consistência e padrões
- **H5:** Prevenção de erros
- **H6:** Reconhecimento em vez de memorização
- **H7:** Flexibilidade e eficiência de uso
- **H8:** Design estético e minimalista
- **H9:** Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros
- **H10:** Ajuda e documentação

3.2.1 Coleta e Análise de Dados: Cenário de Cadastro

Esta seção detalha os resultados da avaliação heurística para o fluxo de **Cadastro de novo usuário**. Conforme a metodologia aplicada, os problemas de usabilidade identificados pelos avaliadores foram sistematicamente documentados.

As violações nas heurísticas estão consolidadas nas tabelas 3.1, 3.2 e 3.3, que foram organizadas com as seguintes colunas: um identificador único para referência (ID), a Heurística de Nielsen violada (de H1 a H10), a descrição do problema observado na interface e, por fim, a recomendação proposta para solucioná-lo. A fim de simplificar a apresentação dos resultados, nas tabelas a seguir serão apresentados apenas os **problemas distintos** encontrados por cada avaliador, a tabela com os dados integrais de cada avaliador será apresentada no apêndice B.

Tabela 3.1: Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador A. Fonte: Autoria própria

ID	H	Sev.	Problema	Solução
01	H1	2	Sistema comunica erros no formulário, mas não indica visualmente os campos preenchidos corretamente.	Implementar validação em tempo real com feedback visual para campos corretos e incorretos.
02	H1	3	Após clicar no botão de cadastro com dados incompletos, não há feedback de mensagem de erro.	Exibir mensagem de erro clara ao tentar enviar formulário com dados inválidos ou não preenchidos ou deixar botão desabilitado se dados obrigatórios não estão preenchidos.
03	H3	3	Usuário não encontra uma opção clara para cancelar o cadastro além do botão de voltar no <i>header</i> do aplicativo.	Adicionar botão “Cancelar” visível próximo ao botão de envio do formulário, ou um botão com ícone de fechar no <i>header</i> do aplicativo.
04	H5	2	Campos obrigatórios não têm nenhum indicador visual (como *).	Marcar com asterisco os campos obrigatórios e explicar esse símbolo no formulário.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.1 — Avaliador A

ID	H	Sev.	Problema	Solução
05	H5	2	No formulário de cadastro, o sistema exige que a senha siga certos requisitos (como o uso de letras maiúsculas), porém só informa quais são essas regras ao usuário após uma primeira tentativa de envio com uma senha incorreta.	Exibir os requisitos da senha de forma clara e visível desde o início do preenchimento do campo, antes de qualquer tentativa.

Tabela 3.2: Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador B. Fonte: Autoria própria

ID	H	Sev.	Problema	Solução
06	H6	3	Rótulo dos campos some após digitação, dificultando revisão.	Garantir que os rótulos permaneçam visíveis mesmo após o preenchimento.
07	H6	2	Ausência de ícones visuais nos campos do formulário dificulta a leitura, aumentando a carga cognitiva.	Incluir ícones universais como envelope, cadeado e telefone ao lado dos campos correspondentes.
08	H8	3	O formulário é extenso, o que sobrecarrega a carga cognitiva do usuário e pode levar à desistência durante o cadastro.	Dividir o formulário em múltiplas etapas com menos campos por tela, proporcionando uma melhor sensação de progresso e reduzindo o esforço cognitivo.

Tabela 3.3: Violações de Heurística - Cadastro - Avaliação C. Fonte: Autoria própria

ID	H	Sev.	Problema	Solução
09	H9	2	Ao clicar no campo de data de nascimento e não digitar nenhum valor, o sistema mostra a mensagem de erro <i>"Não é possível criar um cadastro com menos de 16 anos"</i> .	Validar se o campo está vazio antes e exibir mensagem adequada (<i>"Este campo é obrigatório"</i>), depois validar a idade.
10	H5	2	O campo <i>"Data de Nascimento"</i> não apresenta de forma explícita o formato esperado para a inserção da data, o que pode ocasionar erros de preenchimento e comprometer a experiência do usuário.	Recomenda-se a utilização de um componente interativo de seleção de data (datepicker), conforme adotado em aplicações modernas, a fim de minimizar ambiguidades e facilitar o preenchimento.
11	H6	3	Ao acessar o menu, todos itens aparecem em cinza claro, que é um padrão de sistemas para indicar itens desabilitados.	Usar cores mais escuras e indicadores visuais como ícones para reforçar a interatividade.

A avaliação heurística do cenário de cadastro identificou um total de 11 problemas de usabilidade, conforme detalhado na Figura 3.5. A análise quantitativa demonstra que as falhas mais recorrentes foram observadas nas heurísticas *"Prevenção de erros (H5)"* e *"Reconhecimento em vez de memorização (H6)"*, que apresentaram a maior quantidade de violações, com três ocorrências cada. A figura também destaca a necessidade de melhorias na *"Visibilidade do status do sistema (H1)"*, com duas falhas registradas, e em outras heurísticas como *"Design estético e minimalista (H8)"* e *"Controle e liberdade do usuário (H3)"*, que tiveram uma violação cada.

Dentre os problemas mais recorrentes, observou-se a ausência de feedback visual adequado para campos preenchidos incorretamente, dificultando a identificação e correção de erros por parte do usuário. O sistema, embora sinalize falhas, não evidencia de forma clara os campos com erro e apresenta mensagens genéricas, especialmente no caso de dados inválidos. Além disso, identificou-se a inexistência de uma opção acessível para cancelar o cadastro, bem como o uso inadequado de cores e a ausência de marcadores visuais para campos obrigatórios. A perda dos rótulos após a digitação e a presença de mensagens de erro pouco específicas, como no campo de data de nascimento também contribuíram para uma experiência insatisfatória.

Diante dessas constatações, recomenda-se a implementação de validações em tempo real, o reforço de indicadores visuais e a exibição de mensagens de erro mais claras e acessíveis, de modo a orientar o usuário de forma eficaz durante todo o processo de cadastro.

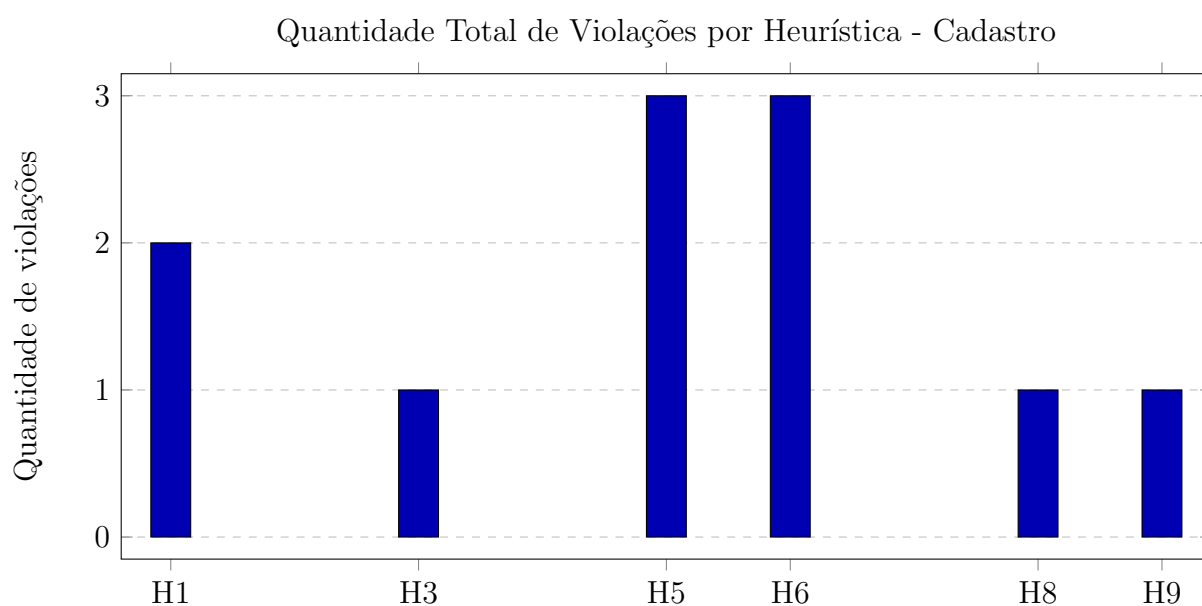


Figura 3.5: Distribuição das violações de heurísticas no cenário de cadastro.

3.2.2 Coleta e Análise de Dados - Planejar Viagem

Esta seção detalha os resultados da avaliação heurística para o fluxo de **Planejar Viagem**. Igual à seção anterior, as violações nas heurísticas estão consolidadas nas tabelas 3.4, 3.5 e 3.6, que é organizada com as seguintes colunas: um identificador único para referência (ID), a Heurística de Nielsen violada (de H1 a H10), a descrição do problema observado na interface e, por fim, a recomendação proposta para solucioná-lo. Nas tabelas foram documentados apenas os **problemas distintos** encontrados por cada avaliador, a tabela com a avaliação heurística completa dos avaliadores pode ser encontrada no apêndice B.

Tabela 3.4: Violações de Heurística - Planejar Viagem -
Avaliador A. Fonte: Autoria própria

ID	H	Sev.	Problema	Solução
01	H6	3	A funcionalidade se chama "Onde está meu trem", sugerindo rastreamento em tempo real, mas sua função principal é planejar rotas de uma estação A a uma estação B.	Renomear a funcionalidade para um título que descreva sua verdadeira utilidade, como "Planeje sua Viagem" ou "Próximos Trens".
02	H6	3	O botão de confirmação tem o rótulo "Selecionar", que é ambíguo e não deixa claro o resultado esperado após o clique.	Substituir o texto "Selecionar" por um termo que descreva claramente a ação futura, como "Ver Rota" ou "Buscar Viagem".

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.4 — Avaliação Heurística Planejar Viagem

ID	H	Sev.	Problema	Solução
03	H3	2	Não há opção clara para resetar os dados e simular outra viagem, forçando o usuário a sobrescrever manualmente origem e destino.	Incluir botão visível, por exemplo "Nova viagem" ou "Reiniciar rota", que limpe os campos para nova consulta.
04	H4	3	O componente de seleção de estação possui fundo cinza e ausência de ícone de drop-down, sugerindo que não é interativo.	Alterar o fundo para cor ativa (ex: branco com borda) e adicionar ícone de seta para baixo ↓ para indicar que é componente selecionável.

Tabela 3.5: Violações de Heurística - Planejar Viagem -
Avaliador B. Fonte: Autoria própria

ID	H	Sev.	Problema	Solução
05	H5	3	O botão de confirmação para solicitar rota é pequeno, dificultando o toque e causando múltiplas tentativas.	Aumentar a área de toque do botão, conforme diretrizes de acessibilidade.
06	H5	3	Campos de seleção de estação muito pequenos tanto em altura, quanto em largura, resultando no texto da estação selecionada ficar cortada, e também dificultando o clique no elemento.	Aumentar a largura dos inputs para que ocupem toda a tela e fiquem posicionados um abaixo do outro. Também é importante aumentar a altura dos campos para facilitar o toque.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.5 — Violações de Heurística

ID	H	Sev.	Problema	Solução
07	H7	3	Após planejar uma viagem, o aplicativo não salva os dados da última rota consultada, obrigando o usuário a inserir origem e destino novamente.	Implementar memória da última viagem, exibindo automaticamente a última rota pesquisada e permitindo acesso rápido às viagens recentes.

Tabela 3.6: Violações de Heurística - Planejar Viagem -
Avaliador C. Fonte: Autoria própria

ID	H	Sev.	Problema	Solução
08	H8	2	A tela exibe status das linhas do metrô antes do usuário definir a rota, causando distração e sobrecarga cognitiva.	Reposicionar ou ocultar o status das linhas até que o usuário conclua a definição da rota, ou apresentar de forma discreta com alerta somente se necessário
09	H8	3	Ao abrir o campo de seleção de estação, as opções são exibidas em uma lista extensa, ocupando toda altura disponível da tela, o que dificulta a visualização e a navegação entre os itens	Substituir o campo do tipo <i>Select</i> por um componente com funcionalidade autocompletar, ou seja, a medida que o usuário digitar o termo de busca mostrar os resultados correspondentes

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.6 — Violações de Heurística

ID	H	Sev.	Problema	Solução
10	H8	3	A exibição dos resultados na mesma tela do formulário de seleção sobrecarrega a interface com informações de contextos distintos (entrada de dados e visualização de resultado), gerando poluição visual e alta carga cognitiva.	Desenvolver uma tela dedicada exclusivamente para a exibição dos resultados da busca. Isso separa os fluxos de “planejamento” e “resultado”, criando uma experiência mais focada, organizada e intuitiva.

Como sumarizado na Figura 3.6 a Avaliação Heurística da funcionalidade *Planejar Viagem* revelou 10 violações de heurística, que afetam desde a compreensão do propósito da ferramenta até a interação básica com seus componentes.

Uma das violações é relacionada à **Heurística 6 (Reconhecimento Ao invés de Memorização)**, nomenclatura da funcionalidade, o rótulo ‘Onde está meu trem’ sugere uma ferramenta de rastreamento em tempo real, o que não condiz com sua função principal de planejar rotas e horários. Essa inconsistência gera uma quebra de expectativa no usuário, que pode não entender o propósito da ferramenta.

Além da confusão conceitual, a análise apontou falhas críticas na interface que comprometem a interação do usuário. Um dos principais problemas é o tamanho reduzido do botão de confirmação para solicitar a rota, o que viola a **Heurística 5 (Prevenção de Erros)**, pois dificulta o toque preciso e aumenta a chance de toques acidentais, gerando frustração.

Também foram identificadas inconsistências no design visual dos componentes interativos. Os campos de seleção de estação, por exemplo, apresentam aparência semelhante a elementos desabilitados (fundo cinza e ausência de ícone de *dropdown*), o que viola a **Heurística 6 (Reconhecimento em vez de memorização)** e dificulta a identificação de sua funcionalidade (ID 04). Além disso, o tamanho reduzido desses campos (ID 06), assim como do botão de confirmação (ID 05), contribui para erros de interação e

impede a visualização completa do nome da estação selecionada, reforçando a necessidade de adequações com base na **Heurística 5**.

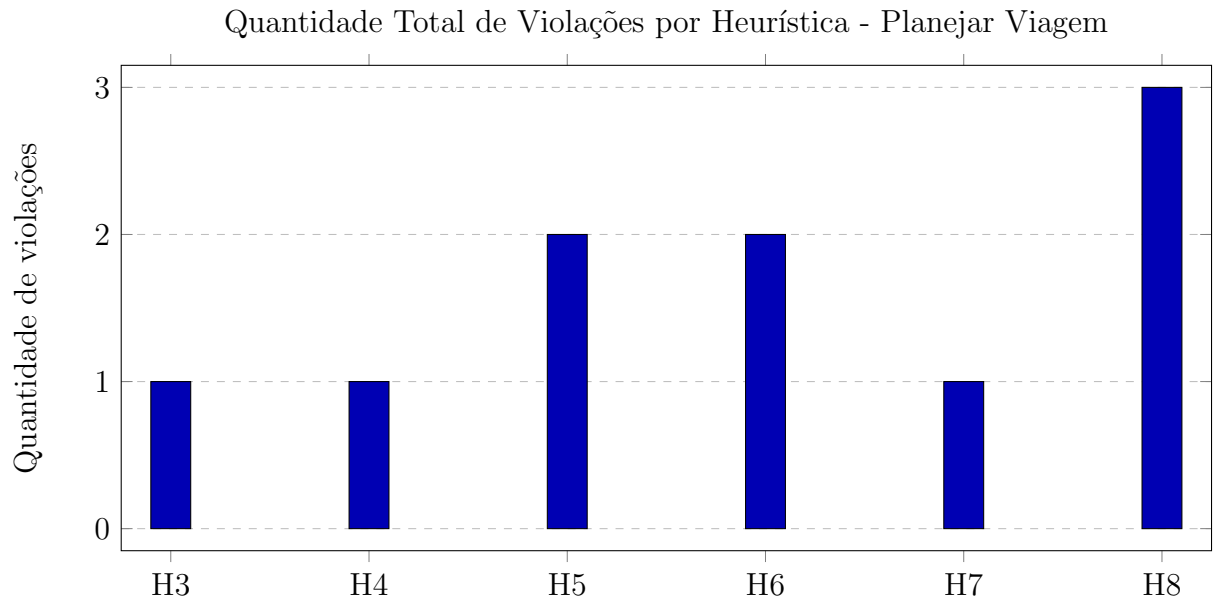


Figura 3.6: Quantidade total de violações por heurística - Planejar Viagem.

Em resumo, a análise demonstra que a funcionalidade Planejar Viagem, embora cumpra seu papel, possui claras oportunidades de melhoria. Ajustes na clareza da comunicação (como no nome da funcionalidade e nos rótulos dos campos de entrada) e no design dos componentes interativos (como o tamanho dos botões e campos) podem transformar a experiência do usuário, tornando o fluxo mais simples, rápido e intuitivo.

3.3 Considerações Finais

A avaliação heurística, conduzida nos cenários de Cadastro e Planejar Viagem, permitiu identificar um conjunto robusto de problemas de usabilidade que, embora de severidades variadas, revelam padrões consistentes de falhas no design do aplicativo MetrôRio.

As violações mais recorrentes e críticas concentram-se em falhas de **Design Estético e Minimalista (H8)** e **Prevenção de Erros (H5)**, evidenciadas por componentes que parecem desabilitados e por alvos de toque de tamanho inadequado. Adicionalmente, a alta severidade da violação da heurística de **Reconhecimento em vez de Memorização (H6)** no fluxo de cadastro, devido aos rótulos que desaparecem, aponta para uma barreira significativa de carga cognitiva.

Em conjunto, esses problemas criam uma experiência de uso que, embora funcional, é pouco intuitiva, ineficiente e propensa a erros, exigindo do usuário um esforço desnecessário para realizar tarefas fundamentais. Com base nos resultados da avaliação, o design da interação e o projeto de interfaces das funcionalidades de cadastro e planejamento de viagem do aplicativo MetrôRio foram redefinidos e apresentados no Capítulo 4.

4 Reprojetado das Interfaces

A avaliação heurística, conduzida nos cenários de Cadastro e Planejar Viagem, permitiu identificar um conjunto de problemas de usabilidade que, embora de severidades variadas, revelaram padrões que prejudicam a experiência do usuário ao interagir com o aplicativo MetrôRio. Com as sugestões de melhoria obtidas na avaliação heurística, o trabalho avança para a próxima fase: o reprojetado das interfaces, na qual violações de heurísticas de usabilidade identificadas foram consideradas no reprojetado de interfaces do aplicativo.

A prototipação das interfaces do aplicativo MetrôRio foi realizada com o apoio da ferramenta de design de interfaces *Figma*. Essa ferramenta foi selecionada para a realização deste trabalho por fornecer uma plataforma colaborativa bem aceita no mercado, com recursos que possibilitam a especificação de protótipos em alta fidelidade. A sua utilização neste trabalho foi fundamental não apenas para redesenhar visualmente as telas, mas também para simular os novos fluxos de navegação e validar as melhorias de usabilidade de forma prática e visual, representando fielmente a experiência do usuário final.

Na Seção 4.1 são descritas as alterações propostas no design da interação e no projeto de interfaces da funcionalidade Planejar Viagem. Na Seção 4.2 é apresentado o reprojetado de interfaces da funcionalidade de Cadastro de Usuário, no qual o cadastro foi subdividido em três etapas: Dados Pessoais, Dados da Conta e Confirmação. Por fim, a Seção 4.2.4 discute as ameaças à validade.

4.1 Reprojetado do Cenário Planejar Viagem

Nesta seção é apresentado o comparativo da interface de planejamento de viagem, detalhando as melhorias propostas para corrigir as violações heurísticas identificadas no capítulo anterior. Na Figura 4.1 é apresentado um comparativo visual lado a lado, mostrando a interface original (esquerda) e a versão redesenhada (direita) da tela de seleção de rota.

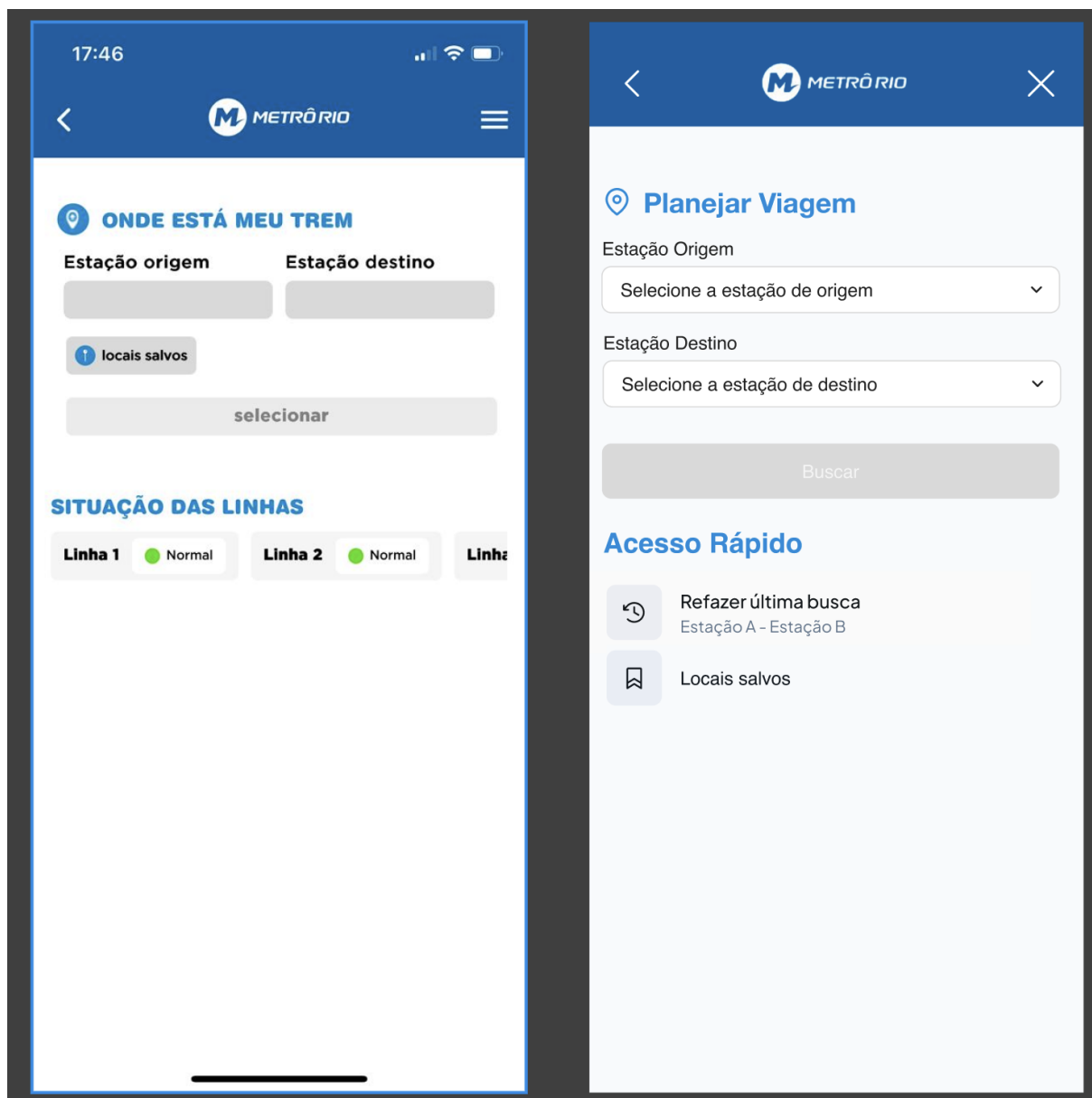


Figura 4.1: Comparação entre a antiga tela inicial do cenário planejar viagem, a esquerda se encontra a versão antiga e a direita a nova.

A primeira melhoria foi conceitual, para corrigir a violação da **Heurística #6 (Reconhecimento em vez de Memorização)**, o título da funcionalidade foi alterado do ambíguo “Onde está meu trem” para “**Planejar Viagem**”, alinhando a expectativa do usuário com a verdadeira função da tela. Da mesma forma, o rótulo do botão de ação foi substituído de “Selecionar” para “**Buscar**”, um termo que descreve claramente a ação futura.

Também foi adicionado um botão de sair no topo direito da tela, com o objetivo

de dar uma saída de emergência ao usuário, melhorando a **Heurística #3 (Controle e Liberdade do Usuário)**

A interatividade dos componentes também foi completamente revista. Os seletores de estação, que antes pareciam desabilitados (ID 04), foram redesenhados com fundo branco e um ícone de chevron (↓). Esta mudança atende principalmente a heurística **Reconhecimento em vez de Memorização (H6)**, pois o usuário identifica imediatamente sua função.

Para atender à heurística de **Prevenção de Erros (H5)**, o botão de ação principal (ID 05) e os campos de seleção (ID 06) tiveram suas áreas de toque significativamente aumentadas, tornando a interação mais acessível e prevenindo toques acidentais. Finalmente, para melhorar a **Flexibilidade e Eficiência de Uso (H7)**, foi incluída a seção de “Acesso Rápido” com a funcionalidade “Refazer última busca”, oferecendo um atalho valioso para usuários recorrentes (ID 07).

Dando continuidade ao reprojetto, a tela exibida após a seleção das estações também foi completamente redesenhada. A principal mudança estrutural foi a criação de uma tela dedicada exclusivamente para os resultados da viagem após a seleção das estações na tela anterior. No design original, esta informação era carregada na mesma tela do formulário, uma abordagem que sobrecarregava a interface e violava a **Heurística 8 (Estética e Design minimalista)**. Ao separar os fluxos de **seleção** e **resultado**, o novo design reduz a carga cognitiva e permite que o usuário se concentre unicamente na análise das informações da sua rota.

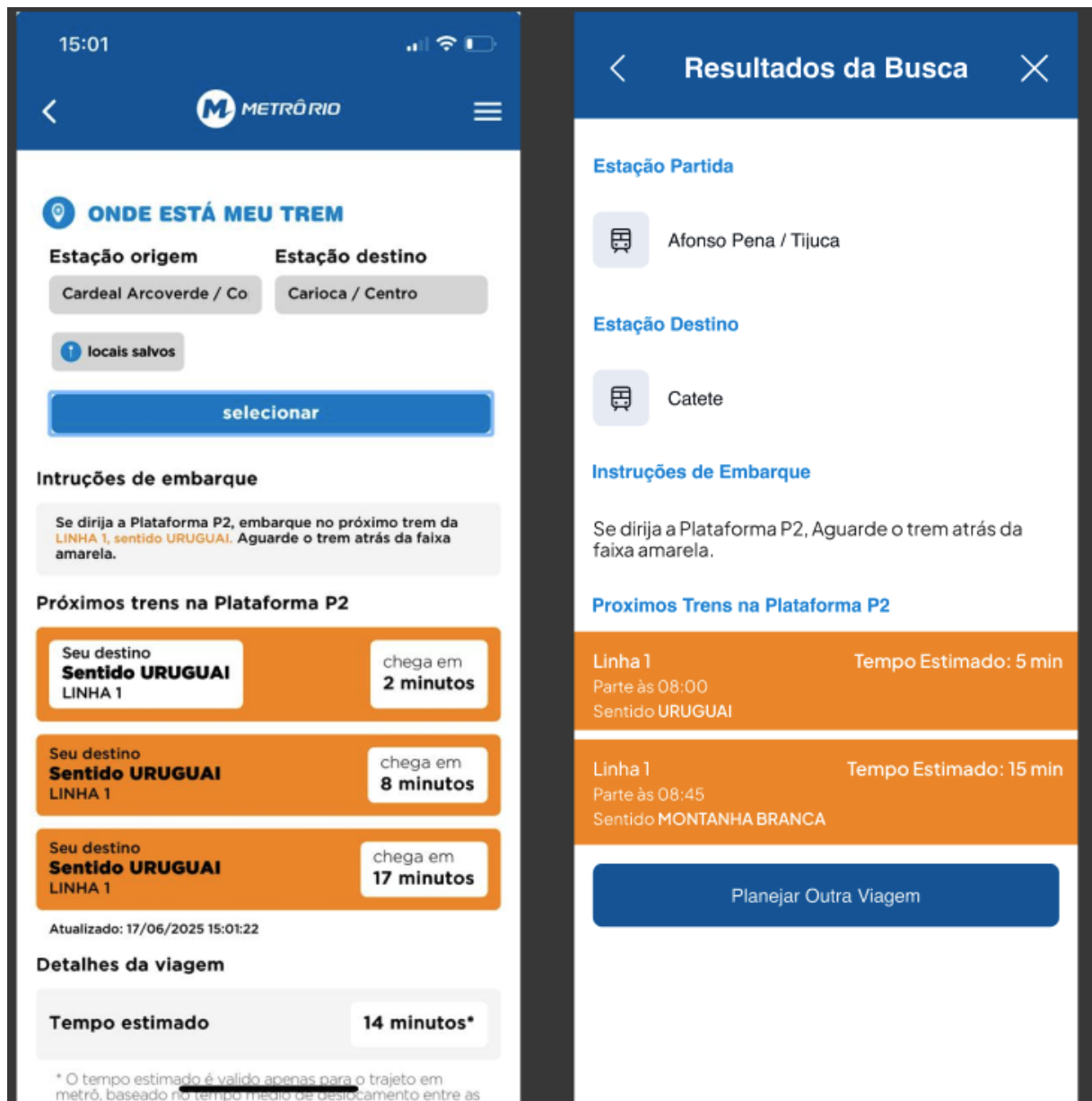


Figura 4.2: Comparativo da tela de resultados: versão original (esquerda) e versão reprojetada (direita).

Para resolver a confusão de estado do sistema (ID 10), a criação de uma tela dedicada com o título claro “Resultados da Busca” torna a transição explícita, atendendo às heurísticas de **Visibilidade do Status do Sistema (H1)** e **H8 - Design Estético e Minimalista**. Nela, os campos de origem e destino, que antes permaneciam interativos (ID 06), agora são textos estáticos. Isso elimina distrações e facilita o **reconhecimento (H6)** da rota escolhida.

A organização das informações também foi aprimorada. Os dados agora são agrupados em seções lógicas, como “Instruções de Embarque”, melhorando a hierarquia

visual e a escaneabilidade. Por fim, a adição do botão “Planejar Outra Viagem” (ID 08) oferece ao usuário uma saída clara para recomençar o processo, aumentando a **Eficiência de Uso (H7)**.

4.2 Reprojetado do Cenário Cadastro

A principal melhoria no reprojetado do fluxo de cadastro foi a sua divisão em três etapas sequenciais. Essa mudança corrige diretamente o problema de sobrecarga de informação da tela original, que apresentava todos os campos de uma só vez (ID 08), atendendo à **Heurística #8 (Estética e Design Minimalista)**. Ao quebrar o formulário, a tarefa de preenchimento se torna menos intimidante e a carga cognitiva do usuário é significativamente reduzida.

Nas Figuras 4.3 e 4.4 são apresentados, respectivamente, o fluxo de cadastro original e o novo fluxo reprojetado. A nova versão foi reorganizada em três etapas principais: **1) Dados Pessoais, 2) Dados da Conta e 3) Dados Finais**, com o objetivo de facilitar a compreensão, reduzir a carga cognitiva do usuário e melhorar a experiência de uso. Nas seções subsequentes, cada etapa do processo de reprojetado de interfaces é descrita em detalhes, com destaque para as melhorias implementadas e suas respectivas justificativas.

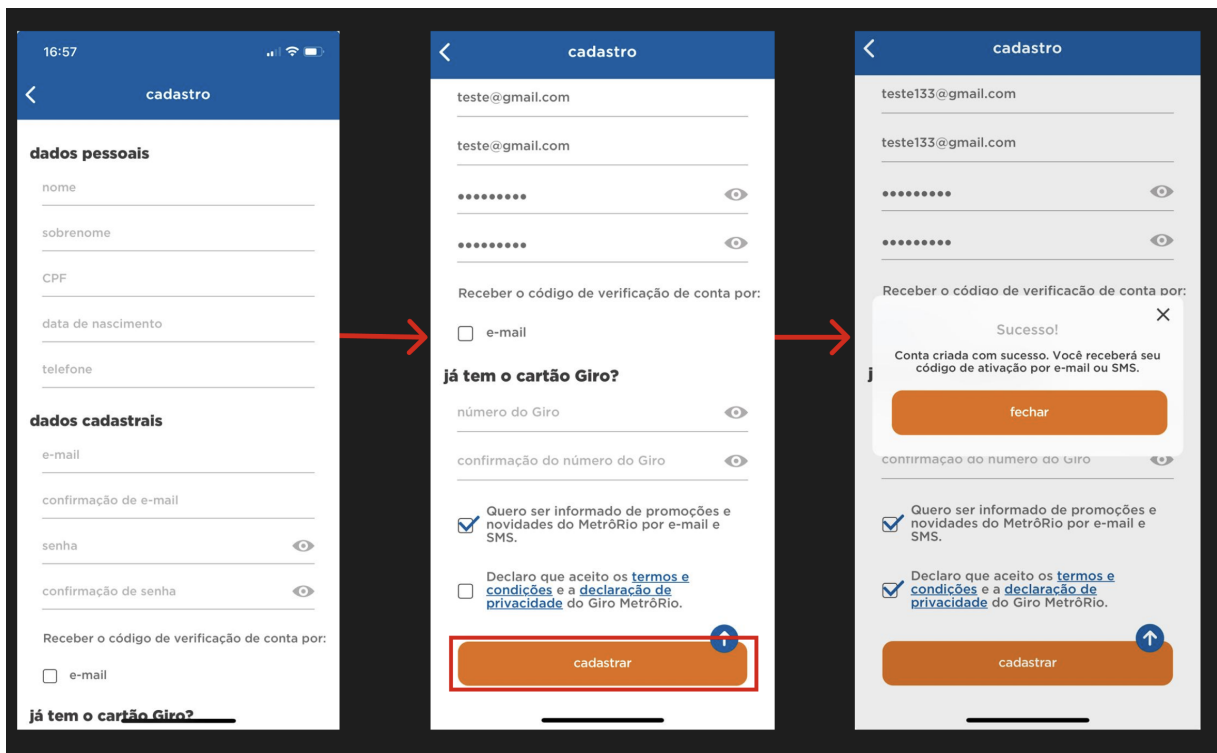


Figura 4.3: Fluxo de cadastro original do usuário, anterior ao reprojetado.

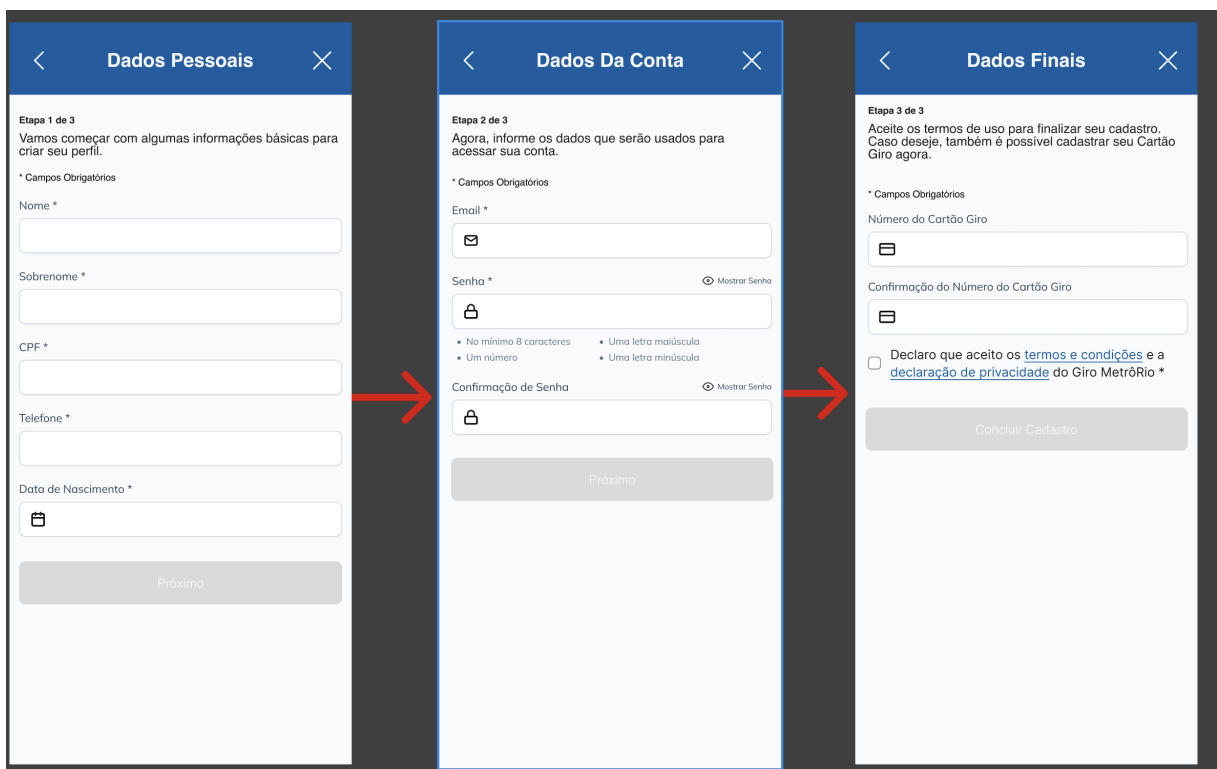


Figura 4.4: Fluxo de cadastro reprojetado com novas interfaces e melhorias de usabilidade.

4.2.1 Etapa 1: Dados Pessoais

A primeira etapa do novo fluxo foca em coletar as informações básicas do usuário. Na Figura 4.5 é ilustrado a nova interface e seus diferentes estados de validação.

The figure displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface for the 'Dados Pessoais' (Personal Data) step, which is 'Etapa 1 de 3'. The interface features a blue header with a back arrow, the title 'Dados Pessoais', and a close icon. Below the header, the text 'Vamos começar com algumas informações básicas para criar seu perfil.' is followed by a note '* Campos Obrigatórios'. The form contains five input fields: 'Nome *' (filled with 'Matheus'), 'Sobrenome *' (filled with 'Werneck'), 'CPF *' (filled with '111.111.111-12'), 'Telefone *' (filled with '(32) 98657-6066'), and 'Data de Nascimento *' (filled with '17/06/2001'). The 'CPF *' field is highlighted with a red border and a red error message 'CPF Inválido'. The 'Data de Nascimento *' field is highlighted with a red border and a red error message 'Campo Obrigatório'. At the bottom, there is a 'Próximo' button. The left screenshot shows the 'Próximo' button in a disabled state (gray), while the right screenshot shows it in an active state (blue).

Figura 4.5: Nova interface para a Etapa 1 - Dados Pessoais, mostrando os estados de campo vazio, erro e sucesso.

O design desta tela corrige múltiplas falhas da versão original. Para resolver a violação crítica da **Heurística #6 (Reconhecimento em vez de Memorização)**, foram implementados **rótulos flutuantes**, garantindo que o contexto de cada campo nunca seja perdido (ID 06). A interface também oferece feedback em tempo real, com

bordas e mensagens de erro que aparecem apenas quando o usuário interage com o campo, como no exemplo de CPF inválido. Além disso, todos os campos obrigatórios são agora claramente sinalizados com um asterisco (*), atendendo à **Heurística #5 (Prevenção de Erros)** (ID 04 da tabela do Avaliador A).

O design reprojetado também aborda o problema ID O3 da tabela do Avaliador A. Para solucionar essa limitação, foi adicionado um **botão de fechar no canto superior direito da tela**, permitindo que o usuário abandone rapidamente a interação atual. Essa modificação atende diretamente à **Heurística #3 (Controle e Liberdade do Usuário)**, garantindo que o usuário possa desfazer ações ou sair de fluxos indesejados com facilidade, especialmente em situações em que não há retorno visível ou botão de voltar no aplicativo original.

4.2.2 Etapa 2: Dados da Conta

A segunda etapa do processo de cadastro, focada na criação das credenciais de acesso, foi redesenhada para garantir que o usuário defina sua senha de forma clara e sem erros. Diferentemente da versão original, a nova interface exibe proativamente todos os critérios necessários para a senha (Figura 4.6). À medida que o usuário digita, um checklist dinâmico fornece feedback visual em tempo real, indicando os requisitos atendidos até que a validação seja completa (Figura 4.7).

Essa abordagem de orientação contínua representa uma aplicação direta da Heurística 5 (Prevenção de Erros), pois, ao tornar as regras visíveis, o sistema reduz significativamente a necessidade de tentativa e erro. A melhoria soluciona, assim, a violação ID 05, que havia sido identificada pelo Avaliador A devido à falta de clareza nas regras de senha do sistema anterior.

Dados Da Conta

Etapa 2 de 3

Agora, informe os dados que serão usados para acessar sua conta.

* Campos Obrigatórios

Email *

Senha *

Mostrar Senha

Confirmação de Senha

Mostrar Senha

Próximo

Dados Da Conta

Etapa 2 de 3

Agora, informe os dados que serão usados para acessar sua conta.

* Campos Obrigatórios

Email *

emailteste@gmail.com

Senha *

Mostrar Senha

A senha não atende aos requisitos

- No mínimo 8 caracteres
- Um número
- Uma letra maiúscula
- Uma letra minúscula

Confirmação de Senha*

Mostrar Senha

Próximo

Figura 4.6: Nova interface para a Etapa 2 - Dados da Conta, com validação de senha em tempo real.

The image shows a mobile application screen titled "Dados Da Conta" (Account Data) with a back arrow and a close icon. It is labeled "Etapa 2 de 3" (Step 2 of 3) and instructs the user to provide account access details. A note indicates that asterisks (*) denote required fields. The "Email *" field contains "emailteste@gmail.com". The "Senha *" (Password) field is filled with dots, accompanied by a lock icon and a "Mostrar Senha" (Show Password) toggle. Below the password field, a green checkmark and the text "Senha valida com sucesso!" (Password valid with success!) are displayed. Four validation rules are listed: "No mínimo 8 caracteres" (At least 8 characters), "Um número" (One number), "Uma letra maiúscula" (One uppercase letter), and "Uma letra minúscula" (One lowercase letter). The "Confirmação de Senha *" (Confirm Password) field also contains dots and has its own "Mostrar Senha" toggle. A blue "Próximo" (Next) button is positioned at the bottom of the form.

Figura 4.7: Nova interface para a Etapa 2 - Dados da Conta, com validação da senha com sucesso.

4.2.3 Etapa 3: Dados Finais e Confirmação

A etapa final do fluxo lida com informações opcionais e a confirmação do cadastro. Na Figura 4.8 é apresentado a tela final e o feedback de sucesso após concluir o cadastro.

Nesta tela, o botão "Concluir Cadastro" só se torna ativo após o usuário aceitar os termos, o que também é uma forma de **Prevenção de Erros (Heurística #5)**. Ao concluir o cadastro, o sistema exibe um modal claro e objetivo de "Conta Criada Com

Sucesso!”. Isso melhora a visibilidade de status do sistema, confirmando ao usuário que seu cadastro foi finalizado com êxito.

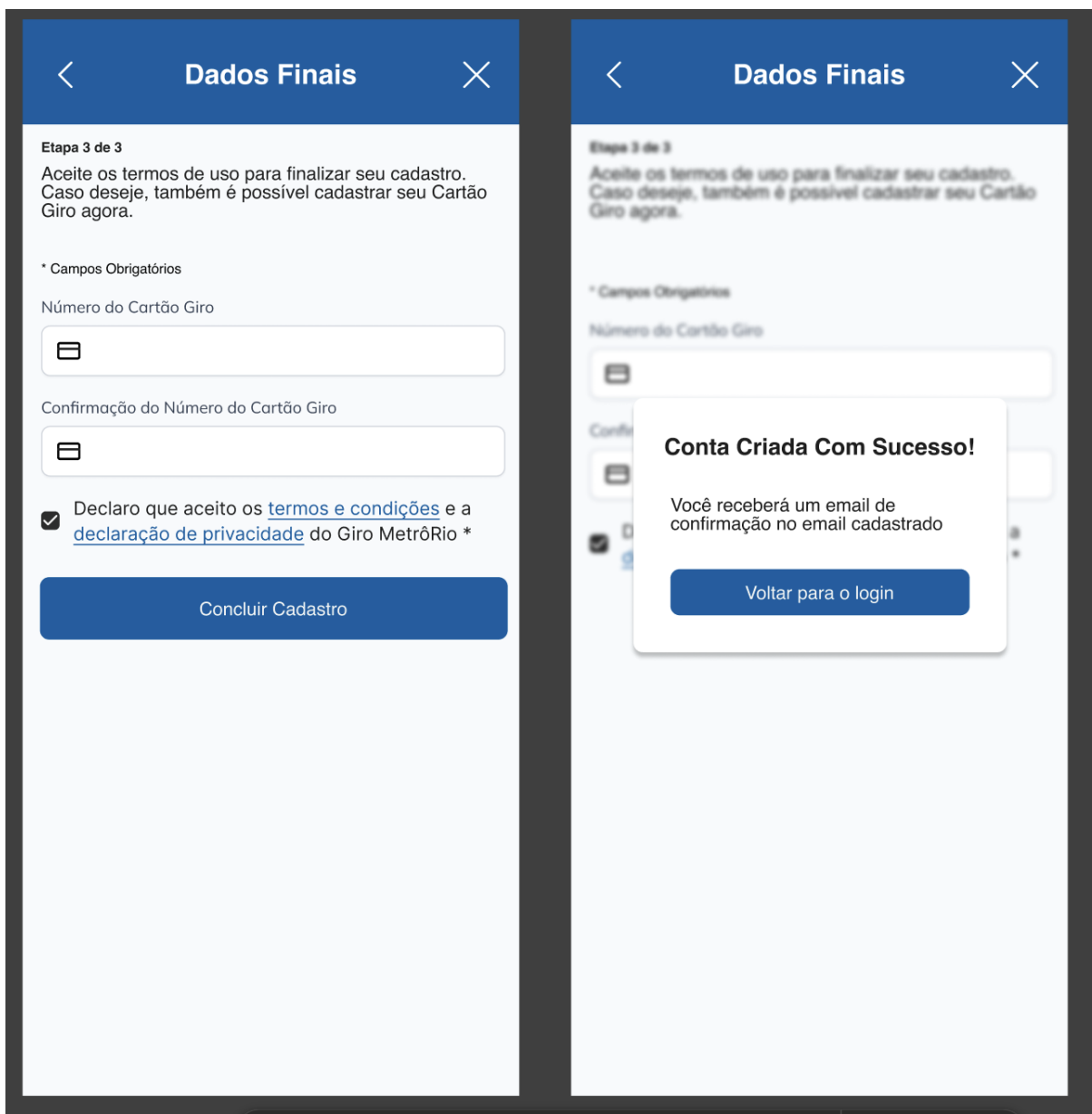


Figura 4.8: Interface para a Etapa 3 - Dados Finais e o feedback de sucesso.

4.2.4 Ameaças à Validade

Ao concluir a apresentação do reprojetto, é fundamental reconhecer as limitações metodológicas que podem influenciar a interpretação e a aplicabilidade das soluções propostas. A seguir, são discutidas as principais ameaças à validade que contextualizam os resultados do reprojetto.

Ameaça à validade interna reside na natureza subjetiva do método de Ava-

liação Heurística que fundamentou este reprojetado. Embora conduzida por três avaliadores, a interpretação e a classificação da severidade dos problemas podem variar entre os especialistas. Contudo, ressalta-se que o conhecimento prévio dos avaliadores sobre as Heurísticas de Nielsen, um pré-requisito para a participação no estudo, ajuda a mitigar essa subjetividade, alinhando as análises a um referencial teórico comum. Ainda assim, o número limitado de avaliadores pode não ter sido suficiente para identificar a totalidade dos problemas de usabilidade existentes nas interfaces, focando naqueles mais evidentes para o grupo selecionado.

A **ameaça à validade externa** está relacionada à capacidade de generalizar as soluções de design propostas. O estudo e o consequente reprojetado focaram exclusivamente nas funcionalidades de "Cadastro de Usuário" e "Planejar Viagem" do aplicativo MetrôRio. Portanto, as melhorias de interface aqui detalhadas são específicas para este contexto e podem não ser diretamente aplicáveis a outras funcionalidades do mesmo aplicativo ou a outros aplicativos de transporte urbano, que possuem diferentes públicos-alvo e arquiteturas de informação.

No que tange à **ameaça à validade de construção**, o reprojetado foi elaborado para solucionar problemas de "usabilidade" identificados por especialistas. Contudo, este processo não incluiu a validação com usuários finais, cujas dificuldades e percepções reais podem divergir das análises dos avaliadores. Dessa forma, as soluções propostas, embora baseadas em princípios sólidos de IHC, podem não endereçar completamente as necessidades e os modelos mentais do público heterogêneo do MetrôRio.

Finalmente, a **ameaça à validade de conclusão** merece atenção nesta etapa, uma vez que a eficácia do reprojetado ainda não foi validada empiricamente. A pesquisa concentrou-se no desenvolvimento de protótipos de alta fidelidade no Figma, sem avançar para a implementação funcional ou a realização de testes com usuários. Dessa forma, os resultados obtidos devem ser entendidos como um passo inicial que fornece bases sólidas para investigações futuras. As novas interfaces propostas apresentam potencial para resolver os problemas identificados e melhorar a experiência do usuário, hipótese que poderá ser confirmada em estudos posteriores com validação com usuário por meio de teste de usabilidade.

5 Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve o objetivo avaliar a usabilidade do aplicativo **MetrôRio**, utilizando o método de Avaliação Heurística (NIELSEN, 1994) em dois cenários específicos do aplicativo: Cadastro de Usuário e Planejar Viagem. A partir dos problemas identificados, foi elaborado o reprojeto das interfaces das funcionalidades de Cadastro e Planejar Viagem, aplicando as Heurísticas de Nielsen e os princípios de design da Interação Humano-Computador.

Entre os principais benefícios desta pesquisa, destaca-se a identificação de falhas críticas de usabilidade no aplicativo *MetrôRio* e a proposição de melhorias concretas para aprimorar a experiência do usuário. A aplicação das Heurísticas de Nielsen permitiu uma análise estruturada e eficiente, orientando o redesign de interfaces com base em princípios amplamente reconhecidos na área de Interação Humano-Computador. As propostas de reestruturação resultaram em telas mais intuitivas, com melhor organização das informações e maior clareza nas interações, reduzindo a carga cognitiva dos usuários e tornando o uso do aplicativo mais acessível. Os resultados obtidos reforçam a importância de considerar aspectos de usabilidade no desenvolvimento de sistemas voltados ao transporte público, contribuindo para uma experiência mais eficiente, segura e satisfatória para a população usuária.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, algumas dificuldades foram enfrentadas. A principal limitação foi que, embora tenha sido realizado um reprojeto visual das interfaces com base na análise heurística, **não foi desenvolvido um novo aplicativo funcional** com essas melhorias implementadas. Isso restringe a validação prática das propostas, que dependeria de testes com usuários em um sistema funcional. Outra dificuldade foi o tempo limitado para realização das etapas da pesquisa, o que exigiu foco em objetivos bem delimitados. Também se destaca a subjetividade inerente à avaliação heurística, que, mesmo seguindo diretrizes estabelecidas, pode gerar interpretações distintas entre os avaliadores.

Como proposta de trabalho futuro, recomenda-se a realização de testes com

usuários reais, com o objetivo de validar empiricamente as melhorias sugeridas por meio do reprojeto das interfaces. Esses testes podem incluir entrevistas, observações, análise de tarefas e a aplicação de instrumentos padronizados, como o SUS (System Usability Scale) (BROOKE, 1995), permitindo uma avaliação quantitativa da experiência do usuário. Além disso, pode-se realizar um **teste de usabilidade**, no qual os participantes interajam com as interfaces reprojetaas para que se observe sua eficácia, eficiência e satisfação durante a execução de tarefas reais. Outra possibilidade seria a realização de uma comparação entre as versões original e reprojetaa do aplicativo, a fim de mensurar melhorias na usabilidade de forma objetiva. Futuras pesquisas também podem ampliar o escopo da avaliação para outras funcionalidades do sistema ou aplicar a metodologia a diferentes aplicativos de transporte urbano, possibilitando análises comparativas e generalizações mais amplas sobre a usabilidade nesse domínio.

Bibliografia

- ALMEIDA, R.; MESQUITA, L.; MAIA, R.; JUNIOR, B.; ANDRADE, R. Quando a tecnologia apoia a mobilidade urbana: Uma avaliação sobre a experiência do usuário com aplicações móveis. In: . [S.l.: s.n.], 2016.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. *Interação Humano-Computador*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2017.
- BORGES, A.; FARIA, T.; MORAES, R.; DIVINO, E.; BELTRAME, R.; CORRÊA, A. Avaliação da usabilidade de aplicativos móveis para gestantes com base no system usability scale (sus). *Research, Society and Development*, v. 10, p. e118101220086, 09 2021.
- BROOKE, J. Sus: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, v. 189, 11 1995.
- FERREIRA, J. V.; SANTOS, V. A. dos; PORTELA, C. d. S. Uma proposta de processo de avaliação da usabilidade de aplicativos para prática de exercícios físicos. *Journal of Health Informatics*, v. 14, n. 1, abr. 2022. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/896>.
- INOSTROZA, R.; RUSU, C.; RONCAGLIOLO, S.; RUSU, V.; COLLAZOS, C. Developing smash: A set of smartphone's usability heuristics. *Computer Standards Interfaces*, v. 43, p. 40–52, 08 2015.
- NIELSEN, J. *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- Nielsen Norman Group. *Heuristic Evaluation Workbook*. Disponível em: https://media.nngroup.com/media/articles/attachments/Heuristic_Evaluation_Workbook_1_Fillable.pdf. Acesso em: 01 jul. 2025.
- SILVA, L.; SANTOS, J.; SOUSA, M.; GOUVEIA, B.; OLIVEIRA, S.; ALMEIDA, A.; ALMEIDA, T. Avaliação da usabilidade do aplicativo móvel quali+ para pessoas com hipertensão arterial. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 45, 03 2024.
- WANGENHEIM, C. G. V.; BORGATTO, A. F.; NUNES, J. V.; LACERDA, T. C.; OLIVEIRA, R. J. de; KRONE, C.; REOLON, M.; XAFRANSKI, J. Sure: uma proposta de questionário e escala para avaliar a usabilidade de aplicações para smartphones pós-teste de usabilidade. In: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA. *Proceedings of the Interaction South America 14 Conference*. Buenos Aires, Argentina, 2014. p. 1–8. Disponível em: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/7958/1/sure-proposta-questionario-escala.pdf>.

A Formulário de Coleta de Dados Para

Avaliação Heurística

O modelo de tabela utilizado para a coleta de dados da avaliação heurística foi adaptado do *Heuristic Evaluation Workbook*, material disponibilizado pelo Nielsen Norman Group (Nielsen Norman Group,).

Tabela A.1: Template para Avaliação Heurística baseada nas 10 Heurísticas de Nielsen.

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H1: Visibilidade do Status do Sistema	O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, por meio de feedback apropriado em tempo razoável. • O design comunica claramente seu estado? • O feedback é apresentado rapidamente após as ações do usuário?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H2: Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real	O sistema deve falar a língua do usuário, com palavras e conceitos familiares. A informação deve aparecer em uma ordem natural e lógica. • A terminologia usada é familiar ao usuário? • Os controles seguem convenções do mundo real?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
Controle e Liberdade do Usuário	Os usuários precisam de uma "saída de emergência" clara para reverter ações indesejadas sem passar por um processo extenso. • O design permite voltar um passo? • É fácil cancelar uma ação? • Suporta Desfazer e Refazer?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
Consistência Padrões	e Os usuários não devem precisar se perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa. Siga as convenções da plataforma e da indústria. • O design segue as convenções da indústria? • Os elementos visuais são usados de forma consistente?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H5: Prevenção de Erros	Um bom design previne que problemas ocorram. Elimine condições propensas a erros ou verifique-as e apresente uma opção de confirmação. • O design previne deslizes usando restrições úteis? • O sistema avisa o usuário antes de ações arriscadas?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H6: Reconhecimento em vez de Memorização	Minimize a carga de memória do usuário tornando elementos, ações e opções visíveis. O usuário não deve precisar memorizar informações entre telas. • O design mantém informações importantes visíveis? • A ajuda é oferecida no contexto da tarefa?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H7: Flexibilidade e Eficiência de Uso	O sistema deve ser eficiente tanto para usuários novatos quanto para experientes. Atalhos e personalizações podem acelerar a interação para o usuário expert. • O design oferece aceleradores (ex: atalhos, gestos)? • O conteúdo é personalizável para usuários individuais?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H8: Estética e Design Minimalista	As interfaces não devem conter informações irrelevantes. Cada unidade extra de informação compete com a informação relevante e diminui sua visibilidade. • O design visual é focado no essencial? • Elementos desnecessários foram removidos?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H9: Ajuda para Diagnóstico e Recuperação de Erros	As mensagens de erro devem ser em linguagem clara (sem códigos), indicar o problema com precisão e sugerir uma solução de forma construtiva. • O design usa padrões visuais para erros (ex: texto em vermelho)? • A solução oferecida resolve o erro imediatamente?		

Continua na próxima página

Continuação da Tabela A.1

Heurística	Descrição	Problemas	Recomendações
H10: Ajuda e Documentação	Embora seja melhor que o sistema não precise de explicação, pode ser necessário fornecer documentação. Ela deve ser fácil de buscar e focada na tarefa do usuário. • A documentação de ajuda é fácil de pesquisar? • A ajuda é fornecida no contexto, no momento em que o usuário precisa?		

B Tabelas Completas da Avaliação

Heurística - Cenário Cadastro

Tabela B.1: Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador A. Fonte: Autoria própria

H	Sev.	Problema	Solução
H1	2	Sistema comunica erros no formulário, mas não indica visualmente os campos preenchidos corretamente.	Implementar validação em tempo real com feedback visual para campos corretos e incorretos.
H1	3	Após clicar no botão de cadastro com dados incompletos, não há feedback de mensagem de erro.	Exibir mensagem de erro clara ao tentar enviar formulário com dados inválidos ou não preenchidos ou deixar botão desabilitado se dados obrigatórios não estão preenchidos.
H3	3	Usuário não encontra uma opção clara para cancelar o cadastro além do botão de voltar no <i>header</i> do aplicativo.	Adicionar botão “Cancelar” visível próximo ao botão de envio do formulário, ou um botão com ícone de fechar no <i>header</i> do aplicativo.
H5	2	Campos obrigatórios não têm nenhum indicador visual (como *).	Marcar com asterisco os campos obrigatórios e explicar esse símbolo no formulário.
H6	3	Campos do formulário usam <i>placeholders</i> como rótulos, e ao digitar no campo eles somem, dificultando a revisão.	Utilizar rótulos fixos acima dos campos.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela B.1 — Avaliador A

H	Sev.	Problema	Solução
H5	2	No formulário de cadastro, o sistema exige que a senha siga certos requisitos (como o uso de letras maiúsculas), porém só informa quais são essas regras ao usuário após uma primeira tentativa de envio com uma senha incorreta.	Exibir os requisitos da senha de forma clara e visível desde o início do preenchimento do campo, antes de qualquer tentativa.

Tabela B.2: Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador B. Fonte: Autoria própria

H	Sev.	Problema	Solução
H6	3	Rótulo dos campos some após digitação, dificultando revisão.	Garantir que os rótulos permaneçam visíveis mesmo após o preenchimento.
H6	2	Ausência de ícones visuais nos campos do formulário dificulta a leitura, aumentando a carga cognitiva.	Incluir ícones universais como envelope, cadeado e telefone ao lado dos campos correspondentes.
H8	3	O formulário é extenso, o que sobrecarrega a carga cognitiva do usuário e pode levar à desistência durante o cadastro.	Dividir o formulário em múltiplas etapas com menos campos por tela, proporcionando uma melhor sensação de progresso e reduzindo o esforço cognitivo.
H5	2	Os requisitos da senha só são exibidos após o usuário digitar uma senha inválida.	Exibir os critérios da senha antes do início da digitação.

Tabela B.3: Violações de Heurística - Cadastro - Avaliador C. Fonte: Autoria própria

H	Sev.	Problema	Solução
H9	2	Ao clicar no campo de data de nascimento e não digitar nenhum valor, o sistema mostra a mensagem de erro <i>"Não é possível criar um cadastro com menos de 16 anos"</i> .	Validar se o campo está vazio antes e exibir mensagem adequada ("Este campo é obrigatório"), depois validar a idade.
H5	2	O campo "Data de Nascimento" não apresenta de forma explícita o formato esperado para a inserção da data, o que pode ocasionar erros de preenchimento e comprometer a experiência do usuário.	Recomenda-se a utilização de um componente interativo de seleção de data (datepicker), conforme adotado em aplicações modernas, a fim de minimizar ambiguidades e facilitar o preenchimento.
H6	3	Ao acessar o menu, todos itens aparecem em cinza claro, que é um padrão de sistemas para indicar itens desabilitados.	Usar cores mais escuras e indicadores visuais como ícones para reforçar a interatividade.
H1	3	Quando o usuário tenta prosseguir com o cadastro sem preencher todos os campos obrigatórios, não há retorno imediato ou destaque nos campos faltantes.	Fornecer retorno visual claro em tempo real para indicar quais campos precisam ser preenchidos antes do envio.
H8	3	O excesso de campos exibidos em uma única tela pode causar sensação de sobrecarga e confusão no preenchimento.	Organizar o formulário em etapas ou seções, de modo a guiar o usuário de forma progressiva durante o cadastro.

C Tabelas Completas da Avaliação

Heurística - Cenário Planejar Viagem

Tabela C.1: Violações de Heurística - Planejar Viagem -

Avaliador A. Fonte: Autoria própria

H	Sev.	Problema	Solução
H6	3	A funcionalidade se chama "Onde está meu trem", sugerindo rastreamento em tempo real, mas sua função principal é planejar rotas de uma estação A a uma estação B.	Renomear a funcionalidade para um título que descreva sua verdadeira utilidade, como "Planeje sua Viagem" ou "Próximos Trens".
H6	3	O botão de confirmação tem o rótulo "Selecionar", que é ambíguo e não deixa claro o resultado esperado após o clique.	Substituir o texto "Selecionar" por um termo que descreva claramente a ação futura, como "Ver Rota" ou "Buscar Viagem".
H3	2	Não há opção clara para resetar os dados e simular outra viagem, forçando o usuário a sobrescrever manualmente origem e destino.	Incluir botão visível, por exemplo "Nova viagem" ou "Reiniciar rota", que limpe os campos para nova consulta.
H4	3	O componente de seleção de estação possui fundo cinza e ausência de ícone de <i>dropdown</i> , sugerindo que não é interativo.	Alterar o fundo para cor ativa (ex: branco com borda) e adicionar ícone de seta para baixo ↓ para indicar que é componente selecionável.

Tabela C.2: Violações de Heurística - Planejar Viagem -

Avaliador B. Fonte: Autoria própria

H	Sev.	Problema	Solução
H5	3	O botão de confirmação para solicitar rota é pequeno, dificultando o toque e causando múltiplas tentativas.	Aumentar a área de toque do botão, conforme diretrizes de acessibilidade.
H5	3	Campos de seleção de estação muito pequenos tanto em altura, quanto em largura, resultando no texto da estação selecionada ficar cortado, e também dificultando o clique no elemento.	Aumentar a largura dos inputs para que ocupem toda a tela e fiquem posicionados um abaixo do outro. Também é importante aumentar a altura dos campos para facilitar o toque.
H7	3	Após planejar uma viagem, o aplicativo não salva os dados da última rota consultada, obrigando o usuário a inserir origem e destino novamente.	Implementar memória da última viagem, exibindo automaticamente a última rota pesquisada e permitindo acesso rápido às viagens recentes.
H6	3	O nome da funcionalidade "Onde está meu trem" causa confusão, pois sugere monitoramento em tempo real, quando na verdade se trata de planejamento de viagem.	Renomear o botão para refletir a ação de planejar, como "Planeje sua rota" ou similar.
H6	3	O rótulo "Selecionar" no botão de ação é genérico e não comunica claramente o que acontece após o clique.	Usar termos mais específicos como "Visualizar trajeto" ou "Buscar rota".

Tabela C.3: Violações de Heurística - Planejar Viagem -

Avaliador C. Fonte: Autoria própria

H	Sev.	Problema	Solução
H8	2	A tela exibe status das linhas do metrô antes do usuário definir a rota, causando distração e sobrecarga cognitiva.	Reposicionar ou ocultar o status das linhas até que o usuário conclua a definição da rota, ou apresentar de forma discreta com alerta somente se necessário.
H8	3	A lista de estações aparece sem filtros ou sugestões ao digitar, exigindo que o usuário percorra manualmente uma longa lista.	Substituir o campo atual por um componente com função de auto-completar, reduzindo o esforço para encontrar a estação desejada.
H8	3	A interface mistura entrada de dados com exibição de resultados na mesma tela, gerando confusão e sobrecarga visual.	Separar os momentos de interação em telas distintas: uma para entrada de dados e outra para apresentação do trajeto sugerido.
H3	2	Não há uma forma simples de limpar os campos e simular nova viagem, o que obriga o usuário a editar cada entrada manualmente.	Incluir botão “Nova Consulta” ou “Reiniciar Rota”, que limpe todos os campos de forma automatizada.
H4	3	O campo de escolha da estação não apresenta indicativos visuais de que é interativo, parecendo um campo desativado.	Usar cor mais clara no fundo e ícone de seta para baixo, reforçando visualmente sua interatividade.