

Um framework de acessibilidade para promover a bancarização de pessoas cegas ou com baixa visão

Paloma Tavares

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Belo Horizonte, Brasil
palomatavares@dcc.ufmg.br

Raquel Prates

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Belo Horizonte, Brasil
rprates@dcc.ufmg.br

Abstract—Este trabalho analisa as barreiras de usabilidade enfrentadas por pessoas com deficiência visual ao utilizarem aplicativos bancários. Para essa avaliação, foram examinadas as principais funcionalidades de cinco aplicações amplamente utilizadas no contexto nacional, identificando limitações de acessibilidade à luz das recomendações da WCAG, bem como de diretrizes específicas para dispositivos móveis, como o Material Design, da Google, e as WCAG Mobile Application Guidelines. O mapeamento das barreiras foi conduzido por meio de três abordagens complementares: Avaliação Heurística, Testes Automatizados e Testes com Leitor de Tela, permitindo uma compreensão abrangente dos desafios presentes na experiência de uso. Com base nesses achados, foi proposto um framework de 17 diretrizes de acessibilidade voltado a operações bancárias em dispositivos móveis. Diferentemente de trabalhos anteriores na área, que se limitam ao diagnóstico de barreiras, este framework foi submetido a um processo de verificação prática com a implementação de um protótipo funcional para Android, validado com o leitor de tela TalkBack e pelo Accessibility Scanner. Essa verificação revelou necessidades de especificação técnica não previstas na formulação abstrata das diretrizes como o tratamento de dados mascarados, a leitura de valores monetários e o controle de foco em elementos não interativos, que levaram ao refinamento do framework final, disponibilizado publicamente no Zenodo. Os resultados indicam que, embora nenhum dos aplicativos avaliados atenda plenamente à WCAG, o framework proposto oferece diretrizes tecnicamente verificadas e prontas para aplicação, contribuindo para reduzir a lacuna entre princípios abstratos de acessibilidade e sua implementação concreta no ecossistema financeiro nacional.

I. INTRODUÇÃO

A. Caracterização do Problema

A deficiência visual é um termo abrangente que engloba diferentes graus de perda da capacidade visual. De acordo com o IBGE [1], 7,9 milhões de brasileiros enfrentam dificuldades para enxergar, essa expressiva parcela da população evidencia a magnitude do desafio para a implementação de políticas públicas e tecnologias inclusivas. Segundo dados de 2010, 6,5 milhões de pessoas em território nacional apresentam deficiência visual severa, sendo que 506 mil têm perda total da visão. Essa expansão da base de usuários reforça a importância dos canais digitais como principal meio de interação entre cidadãos e o sistema financeiro. Porém, mesmo com a forte adesão aos serviços digitais, a oferta de soluções acessíveis

permanece insuficiente. Das mais de 700 instituições autorizadas a ofertar o Pix no país, apenas 34 disponibilizam recursos adequados para pessoas com deficiência visual, o que representa menos de 5% do total [2]. Esse cenário evidencia um descompasso entre a ampla digitalização bancária e a efetiva inclusão de usuários com deficiência visual, que enfrentam barreiras significativas na execução de tarefas essenciais, como consultas, pagamentos e transferências.

B. Motivação

A relevância deste estudo é constatada quando se observa o panorama atual de digitalização dos serviços financeiros no Brasil em comparação com a baixa implementação de recursos de acessibilidade. O número de usuários ativos no SFN/SPB mais que dobrou desde 2018, impulsionado por fatores como digitalização dos serviços, auxílio emergencial, lançamento do Pix e entrada de novas instituições [3]. Essa transformação digital acelerada ampliou significativamente o alcance dos serviços bancários, tornando-os mais convenientes para a maioria da população. No entanto, essa mesma transformação expôs uma lacuna crítica: enquanto milhões de brasileiros passaram a depender exclusivamente de aplicativos para gerenciar suas finanças, pessoas com deficiência visual continuam enfrentando barreiras significativas no acesso a esses serviços. Essa lacuna entre diretrizes internacionais de acessibilidade e implementação prática nos aplicativos bancários brasileiros motivou o desenvolvimento deste estudo, que busca compreender as barreiras existentes e propor soluções específicas para o contexto bancário móvel, contribuindo para a efetiva inclusão digital financeira.

C. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar criticamente as barreiras de acessibilidade para pessoas cegas e com baixa visão presentes nas interfaces dos aplicativos bancários brasileiros e, a partir dessa análise, desenvolver e propor um framework de acessibilidade específico e detalhado para aplicativos bancários mobile, focado na integração com tecnologias assistivas, em especial leitores de tela, e orientado às necessidades de usuários cegos ou com baixa visão. O framework será elaborado como um conjunto de diretrizes práticas

para que desenvolvedores possam eliminar barreiras de usabilidade no ecossistema financeiro nacional, assegurando que as funcionalidades bancárias sejam plenamente operáveis via leitores de tela para usuários cegos e recursos de ampliação de conteúdo, ajuste de contraste, personalização de fontes e cores para usuários com baixa visão. Para alcançar esse objetivo, na disciplina de MSI I foi conduzida uma revisão bibliográfica sobre diretrizes de acessibilidade digital (WCAG, eMAG, WAI-ARIA) e heurísticas para mobile, seguida de análise e seleção dos critérios aplicáveis ao contexto de aplicativos móveis bancários, com delimitação aos critérios pertinentes a aplicativos móveis, excluindo diretrizes específicas para web ou que não se aplicassem ao contexto bancário. A partir dessa seleção foi feita a avaliação de cinco aplicativos bancários relevantes em território nacional para identificar, catalogar e categorizar as barreiras de acessibilidade encontradas, que fundamentou a elaboração da versão inicial do framework com diretrizes específicas para operações bancárias. Para a disciplina MSI II o framework desenvolvido será validado tecnicamente por meio do desenvolvimento de um protótipo funcional que demonstrará sua aplicação prática, acompanhado de avaliação comparativa qualitativa entre o protótipo e as interfaces atuais dos aplicativos analisados. Por fim, será elaborado um guia técnico detalhado para implementação do framework, complementado por uma análise de viabilidade técnica, econômica e regulatória, oferecendo soluções práticas e tecnicamente viáveis que possam ser implementadas pelas instituições financeiras para garantir o acesso autônomo e seguro de pessoas com deficiência visual aos serviços bancários digitais.

D. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, contextualizando o problema, a motivação e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 reúne o referencial teórico e os trabalhos relacionados. O Capítulo 3 descreve a metodologia empregada, abrangendo os procedimentos de avaliação, o desenvolvimento do framework e sua verificação de aplicabilidade. O Capítulo 4 apresenta e discute os resultados obtidos, incluindo as barreiras identificadas e o framework final proposto. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões, as limitações da pesquisa e as perspectivas para trabalhos futuros.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Deficiência Visual e Classificações

Em geral, dados publicados sobre “deficiência visual” se baseiam na medição da “acuidade visual apresentada”, o que não inclui indivíduos cuja deficiência visual é compensada com óculos ou lentes de contacto. De acordo com o Relatório Mundial sobre a Visão [4], publicado em 2019 pela Organização Mundial da Saúde, OMS, a baixa visão refere-se aos casos em que a pessoa mantém algum resíduo visual funcional, mas apresenta acuidade significativamente reduzida. Enquadram-se nessa categoria indivíduos com acuidade visual pior que 6/18 e igual ou melhor que 3/60 no melhor olho,

ou aqueles com acuidade inferior a N6 ou M0,8 a 40 cm para visão de perto. Já a cegueira representa o grau mais severo de perda visual, caracterizado por acuidade visual pior que 3/60 no melhor olho. De acordo com Censo realizado em 2022 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 7,9 milhões de brasileiros enfrentam dificuldades para enxergar [1], de um total de 14,4 milhões de pessoas com deficiência no País. Sendo assim, a mais frequente, evidenciando a necessidade de tecnologias inclusivas para essa população.

B. Impactos da Exclusão

A exclusão digital em serviços bancários impacta diretamente a autonomia e independência financeira de pessoas com deficiência visual. De acordo com Wentz, Jaeger e Lazar (2017), em estudo publicado na revista First Monday [5] com 162 usuários cegos, mais de 80% utilizam serviços bancários online pelo menos uma vez por semana, sendo que um terço faz uso diário dessas plataformas. Entretanto, a experiência desses usuários é marcada por barreiras significativas que comprometem não apenas sua independência, mas também sua segurança e privacidade financeira. Quando sistemas bancários carecem de acessibilidade adequada, usuários com deficiência visual são frequentemente forçados a revelar informações sensíveis, como senhas e dados pessoais, a terceiros para realizar operações básicas, expondo-se a riscos de fraude e comprometimento de suas contas. Esse problema de segurança e privacidade também se manifesta no contexto brasileiro. Segundo a Organização Nacional de Cegos do Brasil [6], usuários cegos são constantemente obrigados a revelar suas senhas bancárias a terceiros para completar transações cotidianas, uma prática que os expõe a riscos consideráveis de fraude e uso indevido de suas contas. Embora a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015) [7] garanta o direito à acessibilidade em serviços digitais e à realização de operações financeiras de forma autônoma e segura, na prática, a falta de recursos acessíveis nos aplicativos bancários força esses usuários a exporem-se a riscos consideráveis de fraude e violação de privacidade.

C. Leitor de tela

A American Foundation for the Blind [8] define leitores de tela como softwares que, por meio de sintetizadores de voz, permitem que usuários cegos ou com deficiência visual acessem o conteúdo textual exibido na tela do computador ou dispositivo móvel. Esses softwares percorrem os componentes da interface e vocalizam as informações, permitindo que o usuário compreenda a estrutura da página e execute operações. No contexto de aplicativos móveis, no sistema operacional Android, o TalkBack é o leitor de tela nativo. Seu funcionamento baseia-se em gestos específicos: ao tocar em um elemento da tela, o TalkBack anuncia verbalmente sua descrição e função, mas não o ativa; para abrir ou selecionar o item, é necessário tocar duas vezes na tela. A navegação entre elementos ocorre deslizando um dedo para a direita (próximo item) ou para a esquerda (item anterior), enquanto a rolagem

da página requer o arraste com dois dedos [9]. No iOS, o VoiceOver opera de forma semelhante: o toque simples em um elemento aciona sua descrição por voz, e a navegação sequencial é realizada deslizando para direita ou esquerda, avançando ou retrocedendo entre os elementos da interface [10]. Essa diferença fundamental entre tocar para ouvir e tocar duas vezes para ativar é essencial para evitar acionamentos acidentais e garantir que o usuário compreenda o conteúdo antes de interagir com ele.

D. Recursos de Ampliação

Dentre os recursos de Tecnologia Assistiva voltados para a acessibilidade digital, o mecanismo de ampliação (zoom) destaca-se como solução primária e de alta eficácia para usuários com baixa visão. Estes recursos não se limitam a simplesmente aumentar o tamanho do texto, mas envolvem um conjunto de adaptações que visam melhorar a legibilidade, a compreensão e o conforto durante a interação com interfaces digitais. A ampliação é uma das necessidades mais imediatas para pessoas com baixa visão. Conforme estabelecido nas Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG), o conteúdo deve ser capaz de ser ampliado até 200% sem perda de informação ou funcionalidade [11]. O contraste adequado entre o texto e seu fundo é crítico para a legibilidade. A WCAG estabelece um rácio de contraste mínimo de 4.5:1 para texto normal e 3:1 para texto grande (WCAG 1.4.3 - Contraste) [11].

E. Padrões e Diretrizes

A principal diretriz usada no presente trabalho foi a Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2, feito pela Web Accessibility Initiative em cooperação com indivíduos e organizações de todo o mundo, é destinado principalmente a desenvolvedores web [11], porém oferece um documento, que é um rascunho, que descreve como a WCAG pode ser usada para mobile [12]. Suas diretrizes estão organizadas em 4 princípios, perceptível, operável, compreensível e robusto [13]. O primeiro princípio, Perceptível, estabelece que as informações e componentes da interface devem ser apresentados de forma que os usuários possam percebê-los, não podendo ser invisíveis a todos os seus sentidos. O segundo, Operável, determina que os componentes da interface e a navegação sejam operáveis por todos os usuários, sem exigir interações que determinados usuários não possam realizar. O terceiro princípio, Compreensível, assegura que tanto as informações quanto o funcionamento da interface sejam compreensíveis. O quarto e último, Robusto, estabelece que o conteúdo seja suficientemente robusto para ser interpretado de forma confiável por uma ampla variedade de tecnologias assistivas, mantendo-se acessível à medida que as tecnologias evoluem. Cada princípio contém diretrizes específicas compostas por critérios de sucesso testáveis, organizados em três níveis de conformidade: A, AA e AAA. O eMAG (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico), estabelecido pelo governo brasileiro, define as diretrizes e critérios técnicos para acessibilidade na web e em aplicativos

móveis da administração pública, assegurando que serviços e informações governamentais digitais sejam acessíveis a todos os cidadãos [14]. Embora originalmente desenvolvido para o contexto de governo eletrônico, os princípios do eMAG são igualmente fundamentais para aplicativos móveis em geral, especialmente aqueles que oferecem serviços essenciais, como os bancários. A especificação WAI-ARIA (Accessible Rich Internet Applications Suite) define uma maneira de tornar o conteúdo da web e os aplicativos web mais acessíveis para pessoas com deficiência, fornecendo funções (roles), estados (states) e propriedades (properties) que definem elementos de interface de usuário acessíveis [15]. Embora originalmente desenvolvida para aplicações web, os princípios do ARIA são fundamentais também para aplicativos mobile nativos já que implementam conceitos equivalentes. O Material Design, sistema de design desenvolvido pelo Google apresenta os princípios, diretrizes e boas práticas para criar interfaces [16]. O sistema fornece especificações técnicas detalhadas para acessibilidade, incluindo: requisitos de contraste mínimo, áreas mínimas de toque, e compatibilidade com leitores de tela como o TalkBack [9]. Essas diretrizes são especialmente relevantes para aplicativos bancários Android, onde a clareza visual e a operabilidade são críticas para transações seguras.

F. Usabilidade e Experiência do Usuário

Em seu livro *Usability Engineering* [17], Nielsen define usabilidade como um atributo de qualidade que avalia a facilidade de uso de interfaces. Segundo o autor, a usabilidade se aplica a todos os aspectos com os quais humanos interagem dentro de um sistema e pode ser medida através de cinco componentes principais: capacidade de aprendizagem (learnability), o sistema deve ser fácil de aprender; eficiência, uma vez aprendido o sistema, deve permitir alta produtividade; memorização (memorability), o sistema deve ser fácil de lembrar, permitindo que usuários ocasionais retornem sem precisar reaprender; baixa taxa de erros, usuários devem cometer poucos erros durante o uso e, quando ocorrerem, devem ser facilmente recuperáveis; e satisfação, o sistema deve ser agradável de utilizar. Segundo o Nielsen Norman Group, acessibilidade e inclusividade são consideradas ramos da usabilidade, funcionando como mentalidades em vez de meras coleções de procedimentos ou checklists [18]. De acordo com Nielsen, no artigo “Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics” [19], as dez heurísticas de usabilidade são:

- 1) **Visibilidade do estado do sistema:** o sistema deve manter o usuário informado sobre o que está acontecendo, com feedback apropriado em tempo razoável.
- 2) **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** a interface deve usar a linguagem do usuário, com conceitos familiares e convenções do mundo real.
- 3) **Controle e liberdade do usuário:** deve haver maneiras claras de desfazer ações e sair de estados indesejados.
- 4) **Consistência e padrões:** a interface deve manter padrões, evitando que o usuário precise adivinhar significados.

- 5) **Prevenção de erros:** melhor do que boas mensagens de erro é evitar que erros aconteçam.
- 6) **Reconhecimento em vez de recordação:** reduzir a carga de memória mostrando objetos, ações e opções visíveis.
- 7) **Flexibilidade e eficiência de uso:** atalhos devem acelerar o uso para usuários experientes.
- 8) **Estética e design minimalista:** evitar informações irrelevantes ou raramente necessárias.
- 9) **Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros:** mensagens devem ser claras, indicar o problema e sugerir solução.
- 10) **Ajuda e documentação:** idealmente o sistema deve ser utilizável sem documentação, mas ajuda deve existir quando necessária.

Embora as heurísticas de Nielsen tenham se consolidado como referência na avaliação de usabilidade, a evolução tecnológica trouxe novos desafios. Com a popularização dos smartphones, as heurísticas originais, embora continuassem fundamentais, não cobriam totalmente as particularidades da interação em dispositivos móveis. Nesse contexto, Joyce e Lilley (2015) propuseram no artigo "Towards the development of usability heuristics for native smartphone mobile applications" [20] um novo conjunto de heurísticas denominado Smartphone Mobile Application Heuristics (SMART). Essa proposta incorpora considerações específicas da mobilidade, como o uso do dispositivo com uma única mão e o gerenciamento de interrupções frequentes, tais como chamadas telefônicas e notificações push.

G. Contexto Bancário e Financeiro Digital

A digitalização dos serviços financeiros no Brasil promoveu significativa expansão no acesso ao Sistema Financeiro Nacional (SFN) e ao Sistema de Pagamentos Brasileiro (SPB). O número de usuários ativos mais que dobrou desde 2018, impulsionado principalmente pela maior digitalização dos serviços financeiros, pelo auxílio emergencial durante a pandemia e pela entrada de novas instituições no mercado [3]. Dois marcos foram fundamentais para esse salto na inclusão financeira: a abertura de contas digitais no aplicativo Caixa Tem para pagamento do auxílio emergencial decorrente da pandemia de COVID-19 e a implementação do Pix em novembro de 2020. Entre junho de 2018 e dezembro de 2023, o número de usuários ativos cresceu 103,2%. Os clientes pessoas físicas passaram de 77,2 milhões, 46,8% da população adulta, para 152,0 milhões (87,7% da população adulta), representando uma elevação de 97,0% na base de clientes. O total de usuários ativos teve forte expansão a partir do segundo semestre de 2020 com o lançamento do Pix, notadamente nas instituições de crédito digital e serviços. Nesse período, o crescimento de usuários ativos pessoa física foi de mais de 80% no segmento das cinco maiores instituições tradicionais e de 3.000% no segmento de crédito digital e serviços.

H. Regulamentações Brasileiras

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) [7], também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência, constitui o marco legal mais abrangente sobre o tema no Brasil, tendo como base a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU. O Art. 3º da lei define acessibilidade como a "possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias". O Art. 63 torna explícita a obrigatoriedade de acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas e órgãos de governo, assegurando o uso por pessoas com deficiência. Portanto, para o usuário com deficiência visual, a LBI garante juridicamente o direito de acessar e interagir com conteúdos e serviços digitais – como aplicativos bancários – por meio de tecnologias assistivas (Art. 3º, III), como leitores de tela, e exige que essas plataformas forneçam a informação em formatos acessíveis, sob pena de configurar discriminação por ação ou omissão, conforme disposto no Art. 4º. Dessa forma, a lei estabelece que a inacessibilidade de um serviço essencial, como o bancário, não é uma mera falha de usabilidade, mas uma violação de direitos que obstrui a participação plena e efetiva do indivíduo na sociedade.

I. Avaliação Heurística

A avaliação heurística consiste em um método de inspeção em que a interface é analisada com base em princípios reconhecidos de usabilidade e acessibilidade, permitindo identificar problemas sem a necessidade de testes com usuários reais.

J. Testes Automatizados

Existem diversas ferramentas para realizar testes automatizados de acessibilidade. Elas avaliam a interface e indicam o grau de conformidade com diretrizes reconhecidas, oferecendo uma cobertura ampla e rápida de critérios técnicos, embora não substituam a inspeção manual para aspectos subjetivos de usabilidade.

K. Testes com Tecnologias Assistivas

Leitores de tela são utilizados para detectar componentes que não atendem às diretrizes de acessibilidade e avaliar dificuldades de navegação. As telas dos aplicativos são percorridas para verificar se as funcionalidades são devidamente anunciadas e operáveis.

L. Estudos Relacionados

Grande parte dos trabalhos sobre acessibilidade para pessoas cegas e com baixa visão é direcionada à sistemas web em geral, contudo, ainda assim podem ser relevantes para esse TCC. Um trabalho de destaque é o "Exploring the accessibility of banking and finance systems for blind users" [5], apesar do artigo ser voltado à população e serviços bancários dos Estados Unidos, ele ainda é relevante para essa pesquisa, isso por conta de sua metodologia e resultados, foi feita uma pesquisa exploratória para listar desafios, frustrações e experiências e

oportunidades, os resultados mostraram que grande parte do grupo usava serviços bancários em sites e aplicativos pelo menos uma vez por semana e a maior parte desse grupo precisava de ajuda para utilizar o sistema bancário financeiro. A pesquisa também listou as barreiras mais críticas, ilustrando as experiências vividas pela população cega ao usar aplicativos e sites bancários. No cenário brasileiro, Leandro Coelho Serra, Lucas Pedroso Carvalho, Lucas Pereira Ferreira, Jorge Belimar Silva Vaz, André Pimenta Freire conduziram uma avaliação crucial sobre a acessibilidade de aplicativos móveis de e-governo no Brasil. O estudo, intitulado "Accessibility Evaluation of E-Government Mobile Applications in Brazil" [23] focou no setor público (e-governo), apesar do direcionamento diferente do presente estudo, ele serve como uma base de referência valiosa, em especial pelo seu foco na eMag e aplicações brasileiras. Além disso, os problemas encontrados relacionados à deficiência visual são diretamente comparáveis aos que se busca identificar no presente estudo. O artigo "Documenting the accessibility of 100 US bank and finance websites" de Wentz et al. (2019) [24] realizou uma avaliação sistemática de 100 sites bancários e financeiros nos Estados Unidos, estabelecendo uma baseline de acessibilidade para o setor. A metodologia empregada pelos autores e a forma como exemplificam as violações de acessibilidade encontradas serviram como direcionamento metodológico importante para o presente trabalho. Os resultados do estudo revelam problemas comuns de acessibilidade no setor bancário e apontam potenciais estratégias de melhoria para a indústria financeira. Embora o estudo tenha sido conduzido com sites web nos Estados Unidos, a documentação sistemática das violações permite uma análise comparativa relevante: é possível verificar se os problemas comuns identificados em sites bancários norte-americanos apresentam correspondência com as barreiras encontradas em aplicativos móveis bancários brasileiros contemporâneos. Essa comparação transnacional e entre diferentes plataformas (web versus mobile) contribui para identificar se determinados problemas de acessibilidade são sistemáticos no setor bancário global ou específicos de determinados contextos tecnológicos e regionais.

III. METODOLOGIA

A execução dessa metodologia ocorreu entre 8 de setembro de 2025 e 12 de junho de 2026.

A. Revisão das Diretrizes de Acessibilidade

Inicialmente, foi realizada uma revisão aprofundada da Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 [11], com o apoio do Guia WCAG [25], que facilitou significativamente o entendimento ao organizar as diretrizes em cards estruturados segundo os quatro princípios da acessibilidade: perceptível, operável, compreensível e robusto. Também foram consultados a WCAG para mobile [12], o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) [14], as recomendações WAI-ARIA Roles [15], e os padrões do Material Design [16].

Essa revisão se mostrou necessária, dado que a plataforma analisada é exclusivamente mobile e algumas recomendações

não se aplicam diretamente ao contexto de aplicações bancárias, justificando o desenvolvimento de um framework específico.

B. Seleção das Instituições e Telas Avaliadas

Após a revisão teórica, foram selecionadas cinco aplicações bancárias para avaliação, considerando critérios de representatividade e diversidade de modelos de negócio:

- **Instituição A:** maior banco privado brasileiro em valor de mercado;
- **Instituição B:** fintech regulada pelo Banco Central como instituição de pagamento, e não como banco tradicional, mas que oferece serviços financeiros completos;
- **Instituição C:** banco internacional de grande porte, possibilitando observar desafios de adaptação de sistemas legados;
- **Instituição D:** banco 100% digital, cujo design simplificado permite avaliar a relação entre modernidade e acessibilidade;
- **Instituição E:** instituição pública com forte atuação em programas sociais e maior banco do país, contexto em que a acessibilidade é crítica para a inclusão financeira.

Concluída a seleção, foram criadas contas nas instituições onde ainda não havia cadastro. Com base no perfil dessas instituições, as seguintes telas foram eleitas para análise: *login*, *home*, *pix*, *transferência*, *extrato* e *perfil*.

A escolha se justifica pela relevância dessas telas:

- A **tela de login** é uma barreira inicial crítica. - A **tela inicial (home)** evidencia organização, navegação e clareza visual. - As telas de **Pix** e **transferência** envolvem operações sensíveis que impactam segurança e autonomia. - O **extrato** exige apresentação clara de informações tabulares. - A tela de **perfil/configurações** concentra gerenciamento de preferências e dados do usuário.

C. Procedimentos de Avaliação

As avaliações foram conduzidas utilizando um Samsung Galaxy A22 com o leitor de tela TalkBack, nativo do Android. Três ferramentas principais apoiaram os testes:

- **Scanner de Acessibilidade** (Google LLC), para avaliações automatizadas;
- **DAC Colour Contrast Checker**, para verificação de contraste;
- **TalkBack**, para testes com leitura de tela.

Os testes heurísticos foram realizados com base nas heurísticas de Nielsen adaptadas às diretrizes da WCAG 2.2, enquanto os testes com leitor de tela permitiram identificar barreiras relacionadas à compreensão, navegação, foco e leitura de elementos.

D. Classificação dos Resultados Automatizados

Para os critérios avaliados automaticamente, foram estabelecidos quatro níveis de conformidade: (i) **Atende**, quando todos os componentes atendem ao critério; (ii) **Atende majoritariamente**, quando a maioria dos componentes está em conformidade; (iii) **Atende parcialmente**, quando aproximadamente

metade dos componentes atende; e (iv) **Não atende**, quando menos da metade cumpre o requisito.

E. Testes Usando Scanner de Acessibilidade

A Figura 1 apresenta a captura de tela gerada pelo Scanner de Acessibilidade, destacando todos os problemas de acessibilidade identificados. Para cada elemento em destaque, a ferramenta permite visualizar um detalhamento específico da não conformidade, conforme exemplificado na Figura 2. Nas telas dos bancos que não permitem captura de tela o Scanner de Acessibilidade ainda assim, as avalia como é possível ver na figura 3.

Outras capturas de tela da avaliação do Scanner de Acessibilidade estão disponíveis no Apêndice A.

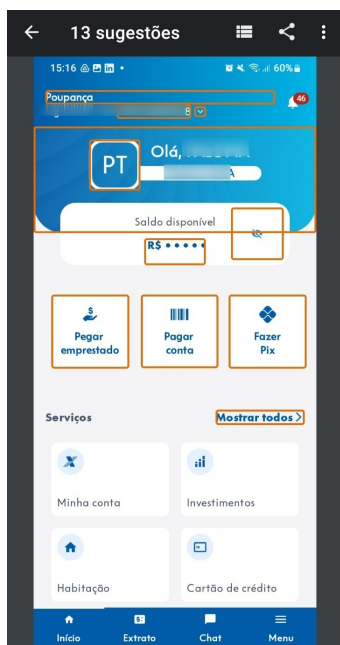


Fig. 1. Análise Accessibility Scanner Tela Completa

F. Testes Usando o TalkBack

Os testes com o TalkBack foram conduzidos simulando a navegação de um usuário com deficiência visual. O procedimento consistiu em:

- 1) Ativação do TalkBack nas configurações de acessibilidade do dispositivo;
- 2) Navegação sequencial por todos os elementos da interface usando gestos de deslize;
- 3) Verificação da ordem lógica de leitura dos elementos;
- 4) Identificação de elementos sem rótulos ou com rótulos inadequados;
- 5) Teste de ações disponíveis para cada elemento interativo;

Durante os testes, foram observados aspectos como compreensibilidade das descrições, navegabilidade da interface, foco visual adequado e anúncio correto de estados e mudanças de contexto. A transcrição da Tabela I ilustra o processo.

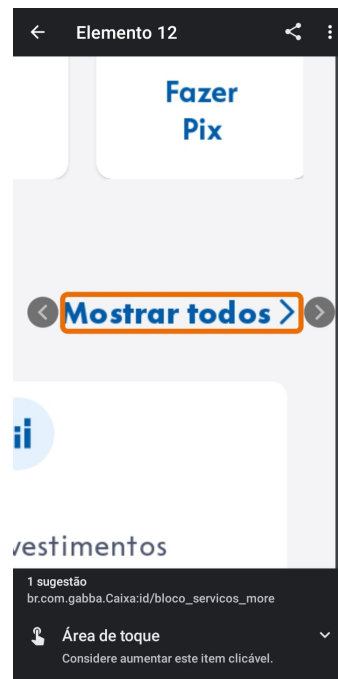


Fig. 2. Análise Accessibility Scanner Detalhamento

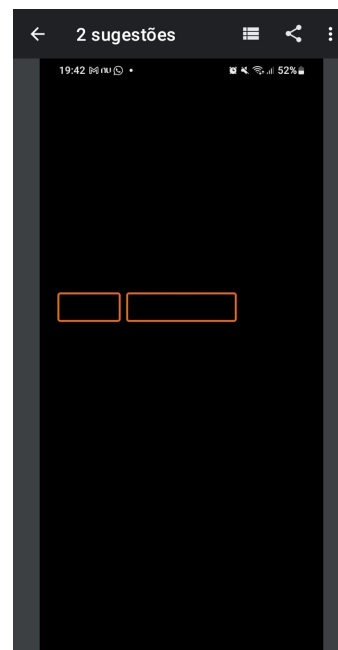


Fig. 3. Análise Accessibility Scanner em Telas Sem Permissão de Captura

TABLE I
TRANSCRIÇÃO DA NAVEGAÇÃO POR LEITOR DE TELA (TALKBACK) NO
APLICATIVO A.

Transcrição

Talkback ativado. Talkback. Navegar. Botão. Tocar duas vezes para ativar. Tocar duas vezes e segure para manter pressionado. Tela inicial. Página 1 de 3. Página padrão. Tocar duas vezes para ativar. Tocar duas vezes. Recente. Recente. Banco A 1 de 2. Na lista 2. Banco A. Olá, Paloma CPF 142136. Trocar ponta. Botão. Fora da lista. Tocar duas vezes para ativar. Acessar. Botão. Tocar duas vezes para ativar. Piques e transferir, botão, coluna 1. Na grade, uma linhas, 4 colunas. Tocar, pagar, botão, coluna 2. Tocar duas vezes para ativar. Pagar, botão, coluna 2. Tocar duas vezes para ativar. Cartões, botão, coluna 4. Tocar, extrato, botão, coluna 3. Tocar duas vezes para ativar. Área piques, botão, coluna 1. Na grade, 1 linhas, 3 colunas. E toquem, botão, coluna 2. Tocar. Ajuda, botão, coluna 3. Tocar duas vezes para ativar. E área piques, botão, coluna 1. Tocar duas vezes para ativar. Banco A. Em andamento, barra de progresso, fora da grade. Banco A. Coloque o dedo no sensor de impressão digital. Autenticação biométrica. Use sua impressão digital para autenticar. Banco A. Em andamento, barra de progresso. Banco A. Voltar, botão. Tocar duas vezes para ativar. Área Pix, título, tocar duas vezes para ativar. Transferir, botão, um de três, na lista, três itens. Tocar duas vezes para ativar. Em Banco A, voltar, botão. Toca PIX e transferir. Título. Meus contatos e favoritos. Botão 1 de 2. Na lista, 2 itens. Agência e conta. Botão 2 de 2. Tocar duas vezes para ativar. Nova transferência. Botão fora da lista. Tocar duas vezes para ativar. Banco A. Voltar, botão. Tocar duas vezes para ativar. Para quem você vai transferir? Título. Tocar duas vezes para ativar. Digite a chave PIX ou nome. Caixa de edição. Tocar duas vezes para editar o texto. Tocar duas vezes e segure para manter pressionado. Ler QR Code. Botão 1 de 2. Na lista, dois itens. Tocar duas vezes para ativar. 4 horas recém-início. Opções avançadas. TalkBack desativado.

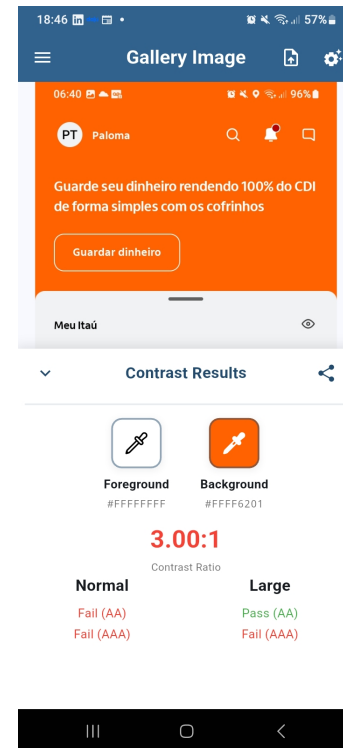


Fig. 4. Funcionamento do DAC Colour Contrast Checker

G. Testes Usando DAC Colour Contrast Checker

Os testes feitos pelo DAC Colour Contrast Checker são feitos selecionando as cores da tela com um seletor, seguindo a WCAG 2.2, ele detecta se o contraste está dentro das recomendações. Na figura 4, é possível observar como esse processo é feito.

H. Elaboração do Protótipo Inicial do Framework

Com base nas barreiras encontradas e na experiência de usabilidade com Leitor de Tela, foi desenvolvida uma versão preliminar do framework contendo diretrizes iniciais especificamente adaptadas ao contexto de operações bancárias em plataforma mobile para pessoas cegas e com baixa visão. O artefato resultante sintetiza os problemas de acessibilidade identificados durante a análise e organiza-os em uma estrutura preliminar que servirá de base para a construção de um framework mais abrangente. A tabela correspondente reúne, para cada ocorrência: (i) a categoria geral do problema (como Autenticação, Contraste, Navegação, Formulário ou Feedback); (ii) a descrição objetiva da barreira identificada; (iii) a diretriz técnica recomendada para sua correção, frequentemente derivada de padrões como WCAG e eMAG; (iv) a classificação do tipo de barreira segundo os princípios da WCAG; (v) o público potencialmente afetado (como pessoas cegas ou com baixa visão); (vi) a prioridade atribuída à correção; e (vii) a tela e a instituição em que o problema

foi observado. A Tabela que apresenta a versão inicial do framework de avaliação, encontra-se disponível no repositório Zenodo [27].

I. Verificação da Aplicabilidade do Framework

1) *Revisão por Especialista*: O framework foi submetido à avaliação de um especialista em UX (*User Experience*) e UI (*User Interface*), com seis anos de experiência no desenvolvimento de produtos digitais e formação de graduação e pós-graduação pela PUC Minas, tendo atuado em uma das principais instituições do setor bancário brasileiro, e atualmente alocado em uma instituição financeira de grande porte, com atuação focada em garantir a inclusão digital. A participação desse profissional garantiu uma análise qualificada das diretrizes propostas, contribuindo para o refinamento e aprimoramento do framework inicial.

2) *Prototipação*: O protótipo foi inicialmente desenvolvido no Figma, com o objetivo de materializar, em nível visual, as diretrizes definidas no framework de acessibilidade. Essa etapa traduziu recomendações em soluções concretas de interface, permitindo explorar, validar e refinar decisões de design antes da implementação.

No Figma, foram modelados os fluxos analisados na fase de avaliação. A Figura 5 ilustra o fluxo principal de navegação, com ênfase nos elementos de foco e contraste.

O fluxo de Transferência, assim como as telas de login, home, pix e extrato são apresentados no Apêndice B.

A partir do fluxo de navegação elaborado no Figma, iniciou-se a implementação do protótipo funcional para Android

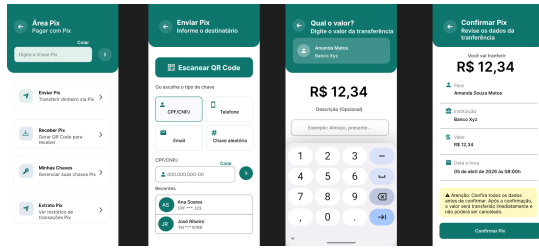


Fig. 5. Fluxo de PIX no Figma

utilizando a IDE Android Studio com o auxílio do assistente de código da IDE, o Gemini. O desenvolvimento do protótipo permitiu a materialização das diretrizes propostas pelo framework em um ambiente executável, possibilitando a verificação de sua aplicabilidade prática.

Após a implementação, as telas foram submetidas à análise utilizando o Accessibility Scanner, ferramenta empregada para identificar potenciais problemas de acessibilidade. A Figura 6 apresenta um exemplo de tela analisada, na qual não foram identificadas violações relacionadas aos critérios avaliados pela ferramenta.

Complementarmente, foram realizados testes manuais com o leitor de telas TalkBack, com o objetivo de verificar se os componentes implementados forneciam informações adequadas aos usuários com deficiência visual. Durante os testes, foram avaliados aspectos como a leitura dos títulos das telas, a descrição dos componentes interativos, o anúncio de mensagens de erro, a comunicação de estados dos elementos e a navegação entre componentes.

A Tabela II apresenta um exemplo da transcrição obtida durante a navegação na tela de confirmação de transferência. Observa-se que o leitor de telas anuncia corretamente o resumo da operação, os dados da transferência, o aviso sobre a irreversibilidade da ação e o botão de confirmação, permitindo que o usuário revise todas as informações relevantes antes da execução da transação. As transcrições completas dos fluxos avaliados encontram-se no Apêndice C.

TABLE II
EXEMPLO DE TRANSCRIÇÃO DO TALKBACK DURANTE A CONFIRMAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

Anúncios do TalkBack
"Confirmar transferência, título"
"Revise os dados da transferência"
"Você vai transferir R\$1,22."
"Detalhes da transferência, título."
"Para Amanda Souza Matos."
"CPF 12345678900."
"Instituição: Crédito Fácil."
"Tipo de conta: conta poupança."
"Valor: R\$1,22."
"Data e hora: 21 de junho de 2026, às 6h43."
"Atenção, confirme todos os dados antes de confirmar."
"Após a confirmação, o valor será transferido imediatamente e não poderá ser cancelado."
"Confirmar transferência, botão"
"Transferência realizada com sucesso."

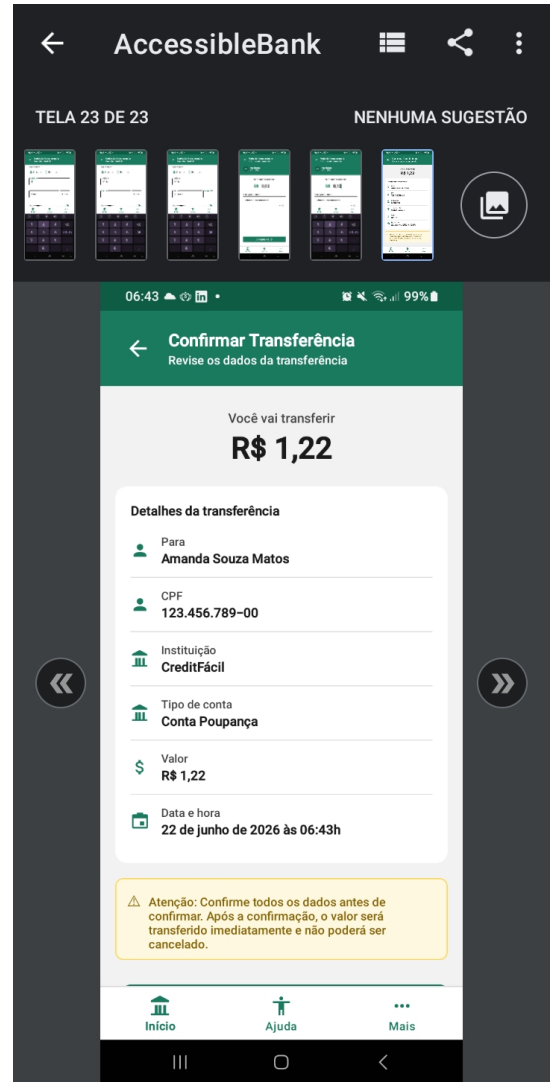


Fig. 6. Fluxo de transferência tradicional (TED/DOC).

IV. RESULTADOS

A. Sistematização dos Dados

A partir dos resultados individuais de cada teste, foi construída uma tabela para sistematizar a avaliação de acessibilidade entre as instituições analisadas. Cada linha contempla: (i) o critério avaliado; (ii) a origem da diretriz correspondente (WCAG, eMAG, ARIA, entre outras); (iii) o tipo de técnica utilizada na avaliação (heurística, automatizada ou por leitor de tela); (iv) o peso atribuído ao critério, de acordo com sua criticidade; e (v) o desempenho de cada instituição em todas as telas avaliadas.

Por exemplo, o critério "*Elementos focáveis anunciados corretamente*" (WCAG 4.1.2), avaliado por meio de inspeção heurística e classificado como de alto peso, foi analisado nas telas de Login, Home, Pix, Transferência, Extrato e Perfil de todas as instituições.

Tabela III apresenta-se uma versão resumida da tabela, contendo apenas os principais resultados consolidados, de

modo a preservar a legibilidade e evitar excesso de informação. Os valores apresentados indicam, respectivamente, o número de telas em conformidade e o total de telas avaliadas (ex: 3/6 significa que 3 das 6 telas analisadas atendem ao critério). A tabela completa, com todas as telas avaliadas e descrições detalhadas de cada ocorrência, encontra-se disponível no repositório público Zenodo, com os nomes das instituições devidamente anonimizados. No repositório, os bancos estão identificados como A,B, C, D e E. A versão completa da tabela está disponível no repositório Zenodo [26].

B. Barreiras Críticas Identificadas

A avaliação de acessibilidade identificou não conformidades críticas que impedem ou dificultam severamente o uso de funcionalidades essenciais dos aplicativos bancários por usuários de leitores de tela.

Problemas relacionados à comunicação de erros foram identificados em diferentes instituições. Entre os casos observados destacam-se mensagens de erro exibidas visualmente, mas não anunciadas pelo leitor de telas, ausência de feedback para campos inválidos e mensagens genéricas, que dificultam a identificação e correção dos problemas pelos usuários.

Também foram observadas falhas relacionadas à identificação de componentes interativos por tecnologias assistivas. Em alguns casos, elementos essenciais para navegação e execução de operações não eram anunciados corretamente pelo leitor de telas, comprometendo a utilização autônoma do aplicativo.

Outra barreira recorrente esteve relacionada aos mecanismos de autenticação e entrada de senha. Foram identificados casos em que o usuário não recebia feedback adequado durante a digitação ou não possuía mecanismos acessíveis para validação do conteúdo informado.

C. Verificação da Aplicabilidade do Framework

A verificação da aplicabilidade do framework inicial revelou tanto ajustes pontuais na formulação de diretrizes quanto necessidades de especificação técnica não previstas na versão original. A revisão por especialista resultou em mudanças em quatro diretrizes, entre elas a justificativa para manter a ocultação de senha mesmo quando o usuário navega com a tela desligada, e a especificação de alternativas concretas ao reconhecimento facial, como um fluxo de atendimento guiado ou biometria por textura facial e voz, conforme WCAG 3.3.8 [11]. Já a implementação prática em um protótipo Android evidenciou a maior parte dos refinamentos necessários, ao expor problemas que a formulação abstrata das diretrizes não antecipava:

- 1) *Dados mascarados exigem contentDescription dinâmico*: para o campo de saldo oculto, a leitura literal pelo TalkBack tornava a diretriz de estado coerente do componente [16] insuficiente sem uma especificação mais concreta: o valor real, ou o rótulo “Saldo oculto”, precisa ser atribuído como descrição acessível, independentemente do que é exibido visualmente.

- 2) *Valores monetários devem ser fornecidos por extenso*: a leitura de valores em reais por sintetizadores de voz mostrou-se inconsistente entre símbolos e pontuação, sendo necessário fornecer a string já convertida para linguagem natural.
- 3) *Campos editáveis não devem usar contentDescription*: atribuir contentDescription a um campo de entrada silencia a leitura em tempo real do que o usuário digita. A correção identificada foi o uso de rótulo programaticamente associado ao campo (eMAG 6.5 [14], WCAG 3.3.2 [11]), preservando a leitura caractere a caractere.
- 4) *Elementos não interativos não devem ser focáveis*: a prototipação revelou um problema não previsto nas diretrizes iniciais como textos puramente informativos marcados como interativos faziam o leitor de tela parar sem executar nenhuma ação. Esse achado sugere a necessidade de uma diretriz adicional sobre não atribuir foco a elementos sem função real.
- 5) *Agrupamento semântico reduz custo de navegação*: configurar o container pai como elemento único de foco, em vez de expor cada subelemento individualmente, reduziu o número de gestos necessários para compreender um item de lista, validando na prática a exigência de leitura coerente de todos os itens da tela [15], [16].
- 6) *Contraste exigiu ajuste real de paleta*: a cor de texto secundário utilizada não atingia a razão mínima de 4,5:1 sobre fundo claro, conforme WCAG 1.4.3 e 1.4.11 [11], sendo corrigida empiricamente durante a prototipação.

D. Framework de Diretrizes de Acessibilidade para Aplicativos Bancários

A partir dos achados na verificação, foi feito um refinamento no framework inicial que resultou na sua versão final que está disponível publicamente no Zenodo [28]. O framework final contém 17 diretrizes organizadas em sete categorias: Compreensibilidade, Assistência de Entrada, Distinguibilidade, Robustez, Navegação, Operabilidade e Entrada Multimodal. Conforme apresentado na Tabela IV. Cada diretriz é acompanhada da origem do critério que a fundamenta, com base em normas e diretrizes consolidadas como WCAG 2.2 [11], Material Design [16], eMAG [14] e WAI-ARIA [15], além de uma sugestão de implementação técnica voltada especificamente ao contexto de aplicativos bancários.

V. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo identificar e categorizar as principais barreiras de acessibilidade presentes em aplicativos bancários mobile brasileiros, com foco em usuários com deficiência visual. A partir da avaliação sistemática de cinco instituições financeiras representativas do cenário nacional, foi possível constatar que, embora todos os aplicativos apresentem algum nível de conformidade com as diretrizes de acessibilidade, nenhum deles atende plenamente aos critérios estabelecidos pela WCAG 2.2.

Os resultados evidenciaram barreiras recorrentes que comprometem significativamente a experiência de usuários cegos

TABLE III
RESUMO DA TABELA DOS RESULTADOS DE ACESSIBILIDADE COM ORIGEM E TIPO

Critério	Origem do Critério	Tipo	Peso	A	B	C	D	E
1. Contraste								
Contraste mínimo (4.5:1)	WCAG 1.4.3	Auto/Heurística	Alto	3/6	4/6	6/6	3/6	5/6
Contraste não textual (3:1)	WCAG 1.4.11	Auto/Heurística	Alto	2/6	6/6	6/6	2/6	3/6
2. Navegação por Leitor de Tela								
Todas as funções via TalkBack	WCAG 4.1.2 + eMAG 3.3	Heurística/Leitor	Crítico	6/6	6/6	5/6	6/6	5/6
Elementos focáveis anunciados corretamente	WCAG 4.1.2	Heurística	Alto	6/6	6/6	5/6	6/6	6/6

TABLE IV
QUADRO RESUMIDO DO FRAMEWORK DE DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE

Nº	Diretriz	Origem
Compreensibilidade		
1	Autenticação com feedback auditivo por caractere e toggle de senha	Material Design
Assistência de Entrada		
2	Alternativa acessível ao reconhecimento facial	WCAG 3.3.8
3	Rótulos semanticamente associados aos campos	WCAG 3.3.2; eMAG 6.5
4	Erros de formulário anunciados como <i>live region</i>	WCAG 3.3.1
5	Mensagens de erro orientadas à correção	WCAG 3.3.3
6	Resumo da operação antes de transações	WCAG 3.3.4, 3.3.6; eMAG 6.6
7	Confirmação explícita antes de ações sensíveis	WCAG 3.3.4, 3.3.6
Distinguiabilidade		
8	Contraste mínimo 4,5:1 (texto) e 3:1 (não textual)	WCAG 1.4.3, 1.4.11
9	Redimensionamento de texto até 200%	WCAG 1.4.4
10	Layout adaptável sem rolagem horizontal	WCAG 1.4.10; Material Design
Robustez		
11	Todos os itens lidos pelo leitor de tela	WCAG Mobile 4.1.2; eMAG 3.3
12	Nome, função e estado coerentes nos componentes	WCAG Mobile 4.1.2, 1.3.1; eMAG 3.3
13	Estados anunciados sem renavegação	WAI-ARIA 4.2 States
Navegação		
14	Navegação rápida para áreas principais	WCAG 2.4.5; Material Design
15	Título curto e descritivo em cada tela	WCAG 2.4.2; eMAG 3.3
Operabilidade		
16	Ícones com descrição acessível ou decorativos	WCAG 2.5.3, 2.4.4
Entrada Multimodal		
17	Área de toque mínima de 24×24px	WCAG 2.5.5, 2.5.8; Material Design

ou com baixa visão, incluindo problemas de contraste, rotulagem inadequada de elementos interativos e dificuldades na navegação por leitor de tela. Tais barreiras não apenas dificultam o acesso a serviços financeiros essenciais, mas também reforçam a exclusão digital de um segmento populacional que já enfrenta inúmeros desafios de acessibilidade no cotidiano.

A categorização de barreiras desenvolvida neste trabalho oferece uma sistematização inédita dos problemas de acessibilidade específicos do contexto bancário mobile brasileiro, facilitando tanto a identificação de problemas por equipes de desenvolvimento quanto a priorização de correções com base em seu impacto sobre a experiência do usuário. A partir dessas barreiras, propôs-se ainda um framework de diretrizes de acessibilidade voltado especificamente a aplicativos bancários, refinado por meio de revisão por especialista e de verificação prática em um protótipo Android, e disponibilizado publicamente no Zenodo [28].

A. Contribuições da Pesquisa

Este trabalho oferece as seguintes contribuições principais:

Diagnóstico abrangente: avaliação sistemática de cinco aplicativos bancários líderes do mercado brasileiro, utilizando métodos complementares, heurísticos, automatizados e com leitor de tela;

Modelo classificatório das barreiras: categorização estruturada das barreiras de acessibilidade específicas do contexto bancário mobile, alinhada aos princípios da WCAG 2.2 [11];

Framework de diretrizes: proposição de um conjunto de 17 diretrizes de acessibilidade, organizadas em sete categorias e fundamentadas em normas consolidadas WCAG, Material Design, eMAG e WAI-ARIA, verificadas quanto à sua aplicabilidade prática e refinadas a partir dos achados dessa verificação;

Base de dados pública: disponibilização de dados detalhados da avaliação e do framework no repositório Zenodo, permitindo consulta e uso por pesquisadores e profissionais da área.

B. Limitações

Embora os procedimentos adotados tenham permitido uma avaliação abrangente da acessibilidade dos aplicativos bancários, algumas limitações metodológicas devem ser reconhecidas.

Avaliação individual: os testes foram conduzidos por apenas um avaliador, o que pode ter restringido a identificação de determinadas barreiras, já que avaliações heurísticas tipicamente se beneficiam da participação de múltiplos especialistas para aumentar a cobertura e reduzir vieses individuais.

Uso de um único leitor de tela: a avaliação foi realizada exclusivamente com o TalkBack (Android); leitores como o VoiceOver (iOS) ou soluções de terceiros podem apresentar comportamentos distintos, o que pode influenciar a detecção de barreiras.

Restrições de captura de tela: alguns dos aplicativos avaliados implementam bloqueios de captura de tela por motivos de segurança, o que reduziu a precisão das medições de contraste, dependentes das cores padrão exibidas, e impediu o registro audiovisual das interações com o TalkBack nessas telas. Ainda assim, o Scanner de Acessibilidade realizou as avaliações automatizadas mesmo nas telas sem permissão de captura (Figura 3), garantindo a completude da análise automatizada.

Escopo funcional: a avaliação concentrou-se em seis telas principais dos aplicativos bancários, não contemplando funcionalidades menos frequentes como investimentos, empréstimos, seguros e configurações avançadas, que podem apresentar barreiras adicionais.

Além das limitações já discutidas, o processo de verificação da aplicabilidade do framework também apresentou restrições próprias.

Teste por um único avaliador vidente: a verificação prática do framework no protótipo Android foi conduzida por apenas uma pessoa, sem deficiência visual. A ausência de testes com usuários cegos ou com baixa visão reais limita a validação da experiência de uso a partir da perspectiva do público-alvo, podendo não capturar dificuldades ou preferências que só se manifestam no uso cotidiano por essas pessoas.

Protótipo mockado: o protótipo utilizado não possuía integração com serviços bancários reais, sendo as interações e os dados simulados. Embora isso tenha sido suficiente para verificar a aplicabilidade técnica das diretrizes de acessibilidade, fluxos que dependem de respostas reais de back-end, como validações assíncronas, falhas de rede ou tempos de resposta variáveis, não foram contemplados na verificação.

Implementação em uma única linguagem de programação: o protótipo foi desenvolvido em Kotlin, utilizando os mecanismos de acessibilidade nativos do Android, como `contentDescription`, `labelFor`, `announceForAccessibility`. A verificação não contemplou implementações em outras linguagens ou frameworks, como Swift/iOS ou frameworks multiplataforma (Flutter, React Native), que podem exigir abordagens distintas para alcançar os mesmos resultados de acessibilidade.

C. Trabalhos Futuros

Como direções para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de validar o framework proposto com a participação de usuários cegos e com baixa visão reais, uma vez que sua verificação inicial contou apenas com um avaliador vidente.

Outra direção relevante é estender a verificação de aplicabilidade a outras linguagens e plataformas de desenvolvimento além do ambiente nativo Android utilizado neste estudo, bem como ampliar o escopo de avaliação a funcionalidades bancárias ainda não contempladas, como investimentos e seguros. Por fim, a aplicação do framework em ciclos reais de desenvolvimento permitiria avaliar seu impacto efetivo na redução das barreiras identificadas.

D. Considerações Finais

Espera-se que este trabalho contribua para a percepção da dimensão real do problema, evidenciado pelos resultados que mostram que, mesmo entre os maiores bancos brasileiros, há uma lacuna significativa entre o que é oferecido e o que seria necessário para uma experiência verdadeiramente inclusiva. E para além disso, mostrar caminhos para contornar essas barreiras. O framework proposto, oferece diretrizes práticas que traduzem princípios abstratos de acessibilidade em soluções concretas aplicáveis ao contexto bancário. A superação das barreiras de acessibilidade neste âmbito demanda compromisso institucional, capacitação técnica e incorporação da acessibilidade como requisito fundamental no desenvolvimento de produtos digitais.

REFERÊNCIAS

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), “Censo 2022: Brasil tem 14,4 milhões de pessoas com deficiência,” 2022. [Online]. Available: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/43463-censo-2022-brasil-tem-14-4-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia>
- [2] Banco Central do Brasil, “Acessibilidade do Pix,” [Online]. Available: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/acessibilidadepix>
- [3] Banco Central do Brasil, “Acessibilidade no Pix,” *Relatório de Economia Bancária 2023*. [Online]. Available: <https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/relatorioeconomia/bancaria/reb2023p.pdf>
- [4] World Health Organization, *World Report on Vision*, 2019. [Online]. Available: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>
- [5] B. Wentz, P. T. Jaeger, and J. Lazar, “Exploring the accessibility of banking and finance systems for blind users,” *First Monday*, vol. 22, no. 5, 2017. [Online]. Available: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/download/7036/5922>
- [6] Organização Nacional de Cegos do Brasil (ONCB), “Pessoas cegas são obrigadas a falar suas senhas para pagar contas,” [Online]. Available: <https://www.oncb.org.br/pessoas-cegas-sao-obrigadas-a-falar-suas-senhas-para-pagar-contas/>
- [7] Brasil, Presidência da República, *Lei Brasileira de Inclusão* (Lei nº 13.146), 2015. [Online]. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13146.htm
- [8] American Foundation for the Blind, “Screen Readers,” [Online]. Available: <https://afb.org/blindness-and-low-vision/using-technology/assistive-technology-products/screen-readers>
- [9] Google, “TalkBack - Android Accessibility Help,” [Online]. Available: <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6007100>
- [10] Apple, “VoiceOver on iPhone,” [Online]. Available: <https://support.apple.com/pt-br/guide/iphone/iph3e2e2281/18.0/ios/18.0>
- [11] World Wide Web Consortium (W3C), “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2,” [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>
- [12] W3C, “Guidance on Applying WCAG 2.2 to Mobile Applications (WCAG2Mobile)” [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/wcag2mobile-22/>
- [13] W3C, “Web Accessibility Standards,” [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

- [14] Governo Federal, “Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG).” [Online]. Available: <https://emag.governoeletronico.gov.br/>
- [15] W3C, “WAI-ARIA Authoring Practices.” [Online]. Available: <https://w3c.github.io/aria/>
- [16] Google, “Material Design 3.” [Online]. Available: <https://m3.material.io/>
- [17] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Diego, CA, USA: Academic Press, 1993.
- [18] Nielsen Norman Group, “Accessibility & Inclusivity: Study Guide.” [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/accessibility-inclusivity-study-guide/>
- [19] J. Nielsen, “Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics,” in *Proceedings of CHI '94*, ACM, 1994. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/191666.191729>
- [20] G. Joyce and M. Lilley, “Towards the development of usability heuristics for native smartphone mobile applications,” in *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 8513, Springer, 2014. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-319-07668-3_45
- [21] Google Accessibility, “Accessibility Scanner App.” [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.accessibility.auditor>
- [22] DAC, “Colour Contrast Analyser App.” [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.digitalaccessibilitycentre.dac_colour_contrast
- [23] L. C. Serra, L. P. Carvalho, L. P. Ferreira, J. B. S. Vaz, and A. P. Freire, “Accessibility Evaluation of E-Government Mobile Applications in Brazil,” *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 348-357, 2015. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915031257>
- [24] B. Wentz, D. S. E. W. Pham, and J. Lazar, “Documenting the accessibility of 100 US bank and finance websites,” *Universal Access in the Information Society*, vol. 18, no. 1, pp. 113-125, 2019. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10209-018-0616-6>
- [25] Guia WCAG, “Guia prático de acessibilidade.” [Online]. Available: <https://guia-wcag.com/>
- [26] P. Tavares, “Avaliação de Acessibilidade de Aplicativos Bancários”. Zenodo, nov. 25, 2025. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17705143>.
- [27] P. Tavares, “Diretrizes Bancárias”. Zenodo, nov. 25, 2025. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17709306>.
- [28] P. Tavares, “Framework de Acessibilidade para Aplicativos Bancários Voltado à Bancarização de Pessoas Cegas ou com Baixa Visão”. Zenodo, jun. 26, 2026. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20768047>.

APPENDIX A

RESULTADOS DETALHADOS DA AVALIAÇÃO DO ACCESSIBILITY SCANNER

Nesta seção, são apresentadas as capturas de tela adicionais dos testes automatizados de acessibilidade realizados com o Accessibility Scanner. Cada tela é acompanhada de uma breve descrição dos elementos avaliados.

A. Tela de Login

A Figura 7 exibe a tela de login, onde foram identificados os primeiros alertas relacionados a contraste de texto e tamanho de elementos tocáveis.

B. Tela Inicial

Na Figura 8, a tela inicial apresenta múltiplos componentes que foram avaliados quanto à hierarquia visual e proporção de contraste.

C. Fluxo PIX

A Figura 9 documenta um trecho do fluxo de transferência via PIX.

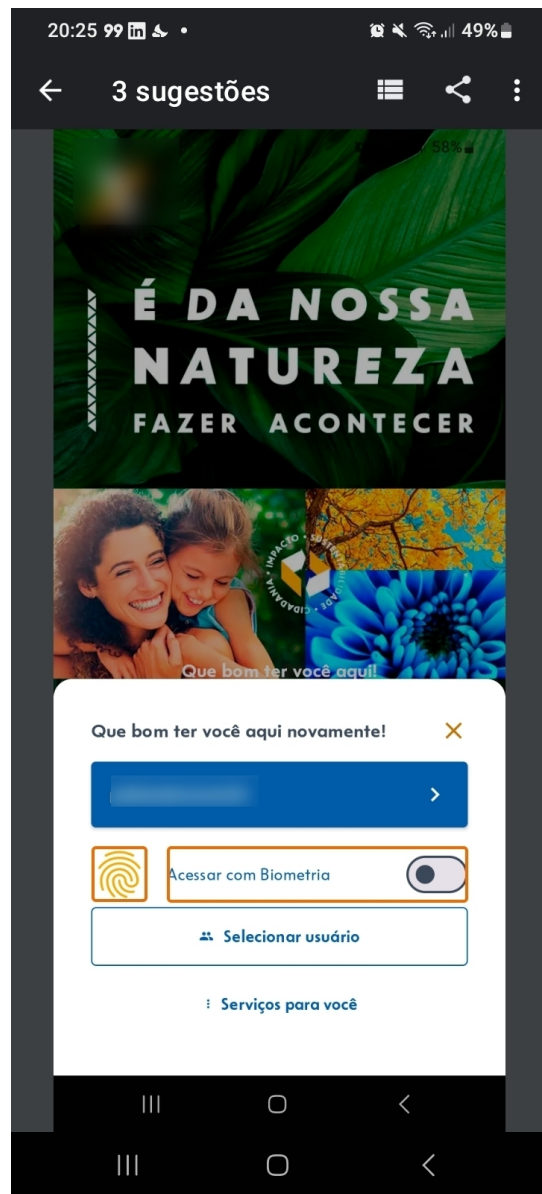


Fig. 7. Tela de Login - Accessibility Scanner.

D. Fluxo de Transferência Tradicional

A Figura 10 ilustra um trecho do fluxo de transferência tradicional (TED/DOC), com campos de preenchimento de dados bancários.

E. Extrato e Perfil

As Figuras 11 e 12 apresentam as telas complementares do aplicativo, avaliadas quanto à consistência visual e acessibilidade.

APPENDIX B

FLUXOS COMPLETOS PROTOTIPADOS NO FIGMA

Nesta seção, são apresentados os demais fluxos modelados no Figma, complementando a análise do texto principal. Foram

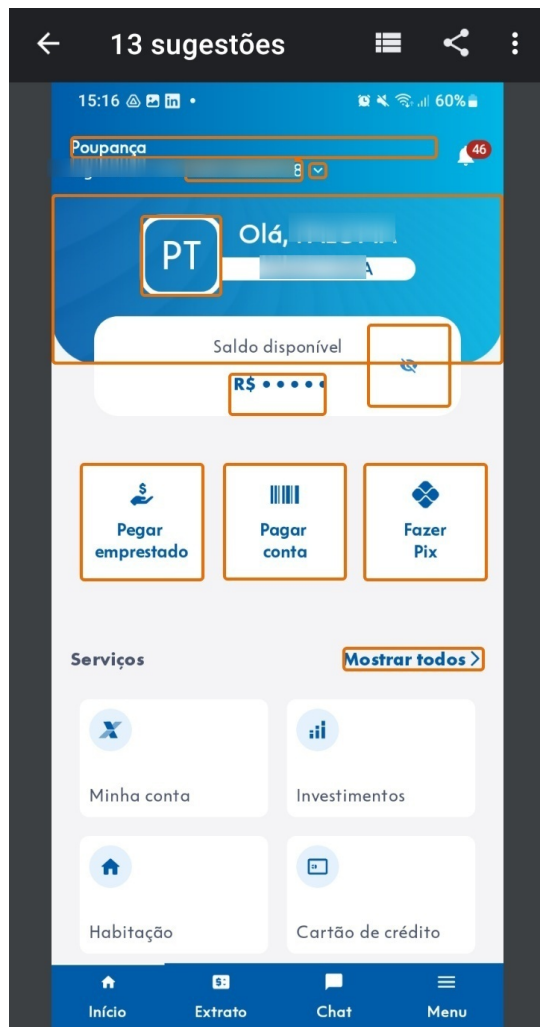


Fig. 8. Tela Inicial - Accessibility Scanner.

prototipados os fluxos de login, perfil e extrato, e transferência tradicional.

A. Telas de Login e Home

A Figura 13 exibe as telas de login e tela inicial, com ênfase nos elementos de foco e contraste implementados.

B. Telas de Extrato e Perfil

A Figura 14 apresenta as telas de extrato e perfil, com hierarquia visual ajustada para leitura de tela.

C. Fluxo de Transferência Tradicional

A Figura 15 documenta o fluxo de transferência tradicional (TED/DOC), com campos de preenchimento adaptados para acessibilidade.

APPENDIX C

TELAS DO PROTÓTIPO ANDROID

Este apêndice apresenta as principais telas implementadas no protótipo Android desenvolvido para verificar a aplicabilidade das diretrizes propostas pelo framework de acessibilidade. As telas contemplam os fluxos de autenticação,

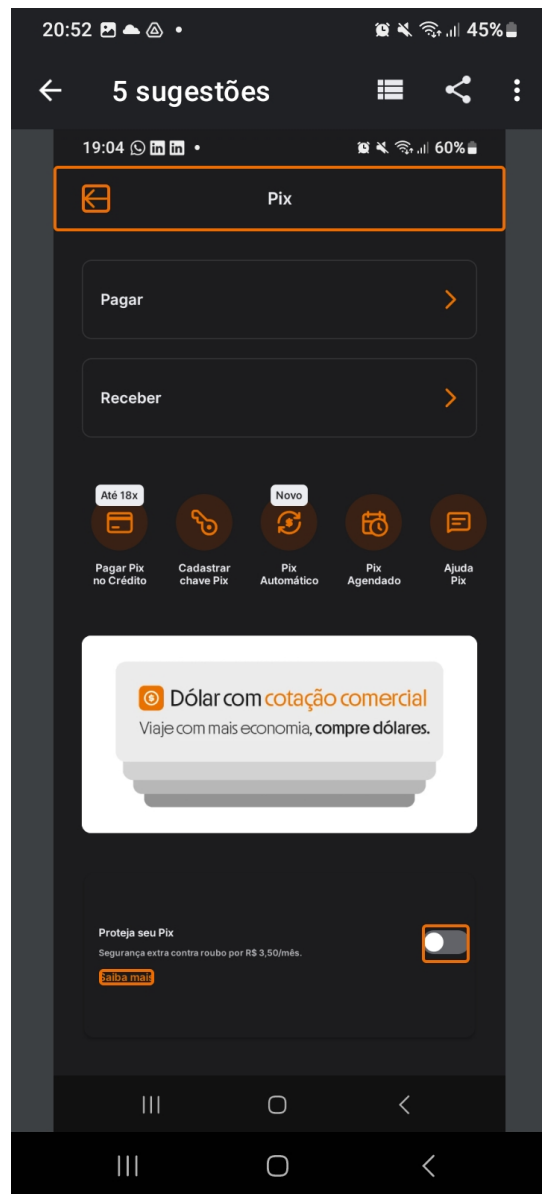


Fig. 9. Tela de Acesso ao PIX.

consulta de informações financeiras, transferências bancárias e operações via PIX.

A. Tela de Login

A Figura 16 apresenta a tela de autenticação do protótipo. A interface foi desenvolvida com foco na acessibilidade, incluindo identificação adequada dos campos de entrada, rotulagem compatível com leitores de tela e navegação por teclado virtual.

B. Tela Inicial

A Figura 17 apresenta a tela inicial do aplicativo. Nela são exibidas informações essenciais da conta, incluindo saldo disponível, limite do cartão e atalhos para as principais funcionalidades bancárias. Os elementos foram organizados

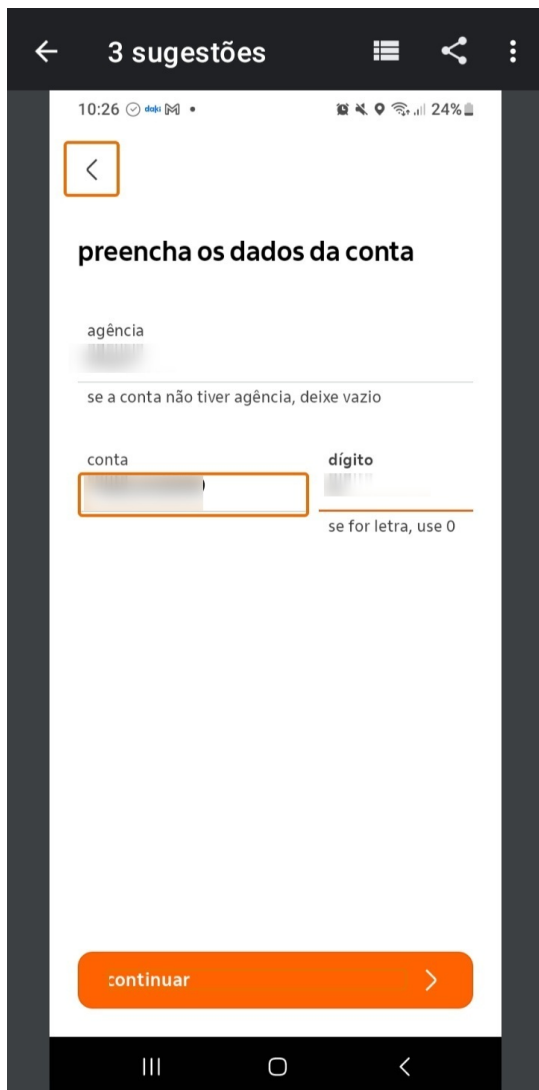


Fig. 10. Informações da conta do usuário.

para garantir navegação linear e compreensão adequada por usuários de leitores de tela.

C. Fluxo PIX

A Figura 18 apresenta o fluxo de operação de um envio de pagamento via PIX. A interface reúne funcionalidades de envio, permite selecionar o tipo de chave, informar o destinatário, definir o valor da transferência e uma revisão e confirmação da transferência.

D. Exemplo de Mensagem de Erro

A Figura 19 apresenta uma situação de erro durante a autenticação. A implementação foi desenvolvida para garantir que as mensagens sejam anunciadas corretamente por leitores de tela e forneçam orientações claras para correção.

E. Tela de Perfil

A Figura 20 apresenta a tela de perfil do usuário. Nela são disponibilizadas informações cadastrais e opções relacionadas

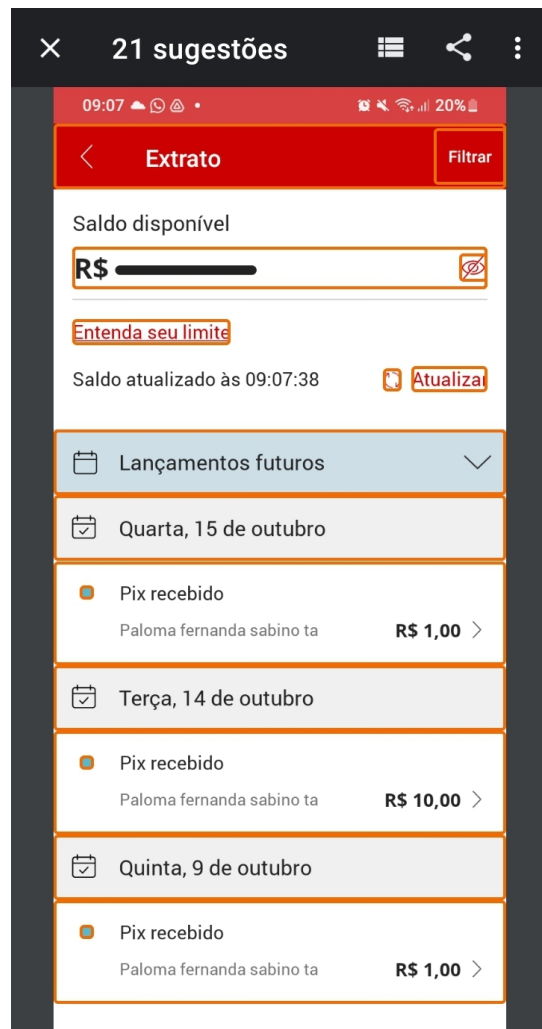


Fig. 11. Extrato de transações.

à segurança da conta, como alteração de senha e configuração de autenticação biométrica.

F. Consulta de Extrato

A Figura 21 apresenta a tela de extrato bancário. A interface permite consultar movimentações financeiras e aplicar filtros de visualização, mantendo compatibilidade com navegação assistida.

G. Fluxo de Transferência Bancária

A Figura 22 apresenta as etapas de seleção da instituição financeira para transferência, etapa de preenchimento dos dados do destinatário, definição do valor da transferência.

APPENDIX D

TRANSCRIÇÕES DOS TESTES COM TALKBACK

Esta seção apresenta as transcrições dos testes realizados utilizando o leitor de telas TalkBack durante a navegação pelos fluxos implementados no protótipo Android.

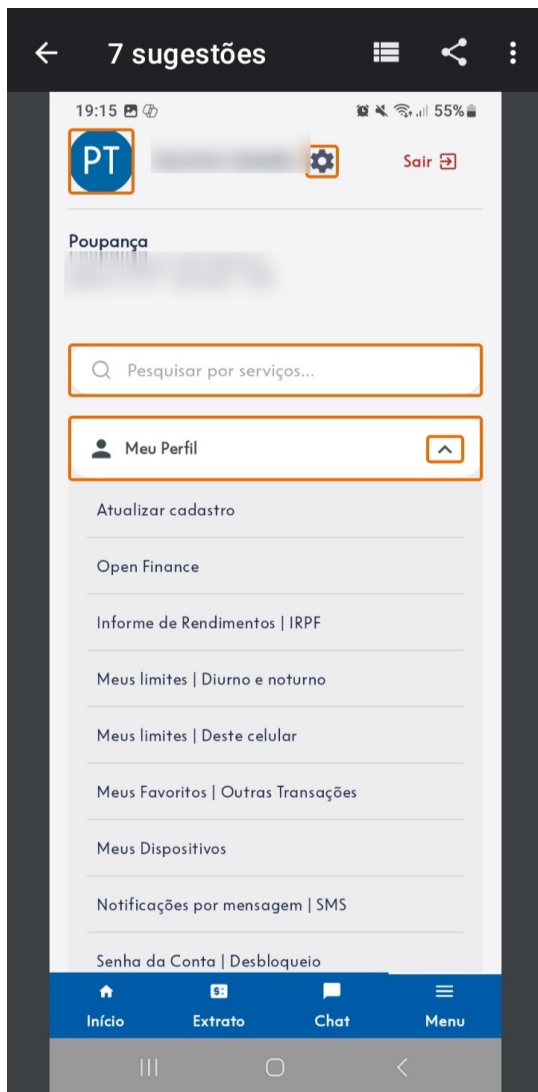


Fig. 12. Perfil do usuário.

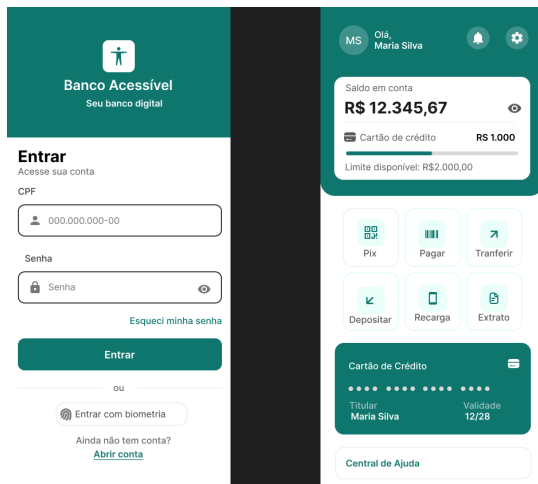


Fig. 13. Telas de login e home com indicadores de acessibilidade.

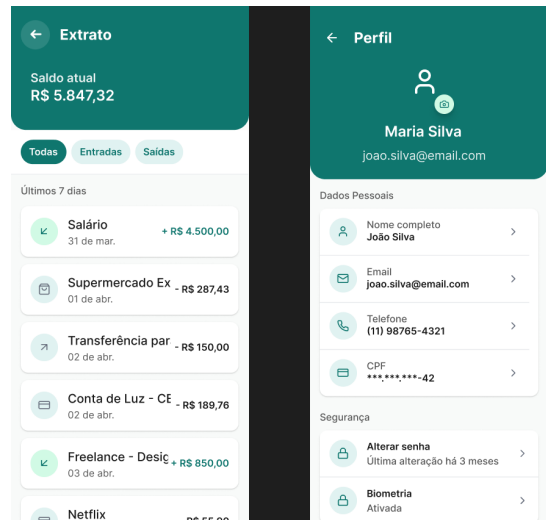


Fig. 14. Telas de extrato e perfil com ênfase em contraste e hierarquia.

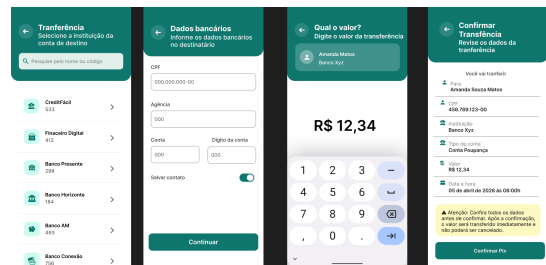


Fig. 15. Fluxo de transferência tradicional (TED/DOC).

A. Fluxo de Autenticação

- 1) "Accessible Bank"
- 2) "Banco acessível"
- 3) "Seu banco digital"
- 4) "Entrar, título"
- 5) "Acesse sua conta"
- 6) "CPF, caixa de edição"
- 7) "Senha"
- 8) "Entrar, botão"
- 9) "Acesse perfil de Maria Silva"

B. Fluxo Inicial e Consulta de Saldo

- 1) "Perfil de Maria Silva"
- 2) "Saldo em conta: R\$12.345,67"
- 3) "Cartão de crédito"
- 4) "Limite disponível: R\$2.000,00 de R\$3.000,00"
- 5) "O que você quer fazer?"
- 6) "PIX"
- 7) "Pagar conta ou boleto"
- 8) "Transferir dinheiro"
- 9) "Depositar dinheiro"
- 10) "Recarga de celular"

C. Fluxo PIX

- 1) Área PIX:



Fig. 16. Tela de login do protótipo Android.

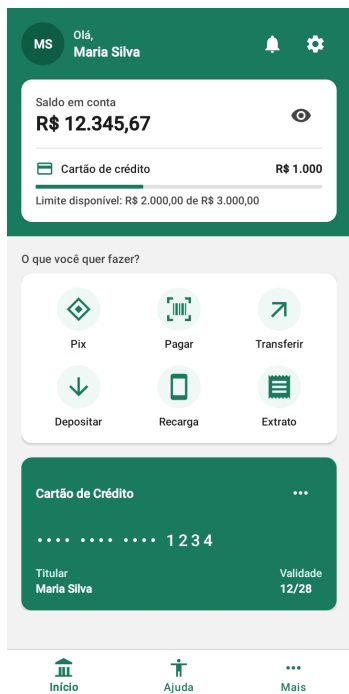


Fig. 17. Tela inicial do protótipo Android.

- 1) "Área PIX"
- 2) "Pagar com PIX"
- 3) "Enviar PIX"
- 4) "Receber PIX"
- 5) "Minhas chaves"
- 6) "Extrato PIX"

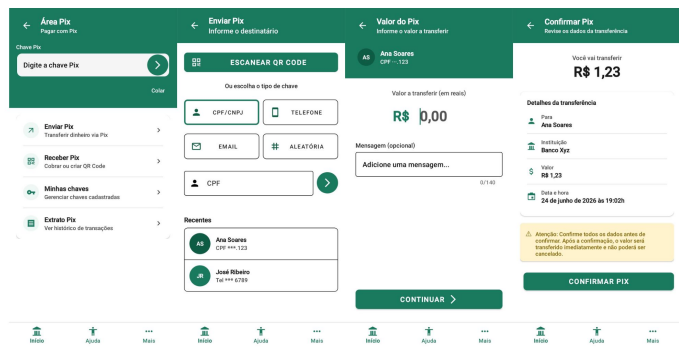


Fig. 18. Fluxo de pagamento via PIX.



Fig. 19. Exemplo de mensagem de erro acessível.

- 7) "Cobrar ou criar QR Code"
- 2) *Envio de PIX:*
 - 1) "Enviar PIX, título"
 - 2) "Informe o destinatário"
 - 3) "Escanear QR Code para realizar PIX"
 - 4) "CPF/CNPJ, tipo de chave"
 - 5) "Telefone, tipo de chave"
 - 6) "E-mail, tipo de chave"
 - 7) "Aleatória, tipo de chave"
 - 8) "CPF, caixa de edição"

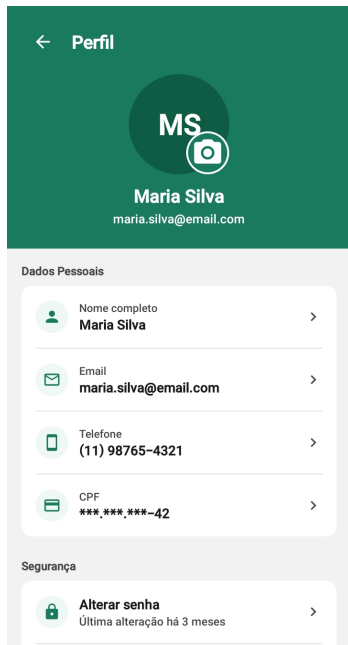


Fig. 20. Tela de perfil do usuário.



Fig. 21. Tela de extrato bancário.

- 9) "Recentes, título"
- 10) "Ana Soares, CPF final 123"
- 3) *Informação do Valor:*
 - 1) "Valor do PIX"
 - 2) "Informe o valor a transferir"
 - 3) "Destinatário: Ana Soares"

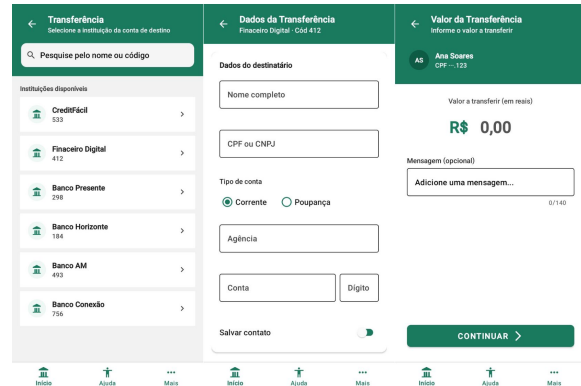


Fig. 22. Fluxo de Transferência.

- 4) "CPF terminado em 123"
- 5) "Valor: R\$1,23"
- 6) "Mensagem opcional"
- 7) "Continuar para revisão"
- 4) *Confirmação do PIX:*
 - 1) "Confirmar PIX"
 - 2) "Revise os dados da transferência"
 - 3) "Você vai transferir R\$1,23"
 - 4) "Detalhes da transferência para Ana Soares"
 - 5) "Valor: R\$1,23"
 - 6) "Instituição: Banco XYZ"
 - 7) "Data e hora"
 - 8) "Atenção, confirme todos os dados antes de confirmar"
 - 9) "Após a confirmação, o valor será transferido imediatamente e não poderá ser cancelado"
 - 10) "Confirmar PIX de R\$1,23 para Ana Soares"
 - 11) "PIX enviado com sucesso"

D. Fluxo de Perfil

- 1) "Perfil, título"
- 2) "Alterar foto de perfil"
- 3) "Nome completo: Maria Silva"
- 4) "E-mail"
- 5) "Telefone"
- 6) "CPF"
- 7) "Alterar senha"
- 8) "Biometria"

E. Fluxo de Extrato

- 1) "Extrato, título"
- 2) "Saldo atual"
- 3) "Filtrar por todas as transações"
- 4) "Filtrar por entradas"
- 5) "Filtrar por saídas"
- 6) "Entrada: Salário"
- 7) "Saída: Supermercado Exemplo"

F. Fluxo de Transferência Bancária

1) Seleção da Instituição:

- 1) "Transferência, título"
- 2) "Selecione a instituição da conta de destino"
- 3) "Pesquise pelo nome ou código"
- 4) "Instituições disponíveis"
- 5) "Crédito Fácil, código 533"

2) Dados do Destinatário:

- 1) "Dados da transferência, título"
- 2) "Dados do destinatário, título"
- 3) "Nome completo"
- 4) "CPF ou CNPJ"
- 5) "Informe o nome completo"
- 6) "Informe um CPF válido"
- 7) "A entrada é inválida. Informe o nome completo"