

Uma Avaliação da Comunicabilidade da Urna Eletrônica Brasileira

Edoardo Leitão Nogueira, Ingrid Teixeira Monteiro

Universidade Federal do Ceará — Campus Quixadá

edodsgn@gmail.com, ingrid@ufc.br

Abstract. Introduction: *Brazilian electronic voting machines have undergone several hardware upgrades over the years, although their user interface has remained virtually unchanged. Objective:* This research aimed to analyze the communicability of the Brazilian Electronic Voting Machine, based on its most recent model (UE2022) and the voting simulator. **Methodology:** *Semiotic Inspection Method (SIM) and Communicability Evaluation Method (CEM) were used. Both were applied based on simulated interactions with the voting machine and systematic observations of the signs used and their interpretation by users. Results:* The results showed that, although some of the signs were well used, there are difficulties in understanding actions such as blank votes and invalid votes, in addition to the need to improve or create messages that reinforce and support communication with the user.

Keywords: *Communicability, Electronic Voting Machine, Human-Computer Interaction, Semiotic Inspection, Communicability Evaluation.*

Resumo. Introdução: A urna eletrônica brasileira já passou por diversas evoluções em seu hardware ao longo dos anos, embora sua forma de interação com o usuário tenha se mantido praticamente inalterada. **Objetivo:** Esta pesquisa teve como objetivo analisar a comunicabilidade da Urna Eletrônica Brasileira, a partir de seu modelo mais recente (UE2022) e do simulador de votação. **Metodologia:** Foram utilizados os métodos de Inspeção Semiótica (MIS) e Avaliação da Comunicabilidade (MAC). A aplicação de ambos foi realizada a partir de interações simuladas com a urna e observações sistemáticas sobre os signos utilizados e sua interpretação pelos usuários.

Resultados: Os resultados evidenciaram que, embora alguns dos signos tenham sido bem empregados, há dificuldades de compreensão em ações como o voto branco e o voto nulo, além da necessidade de melhorar ou criar mensagens que reforcem e apoiem a comunicação com o usuário.

Palavras-chave: *Comunicabilidade, Urna Eletrônica, Interação Humano-Computador, Inspeção Semiótica, Avaliação da Comunicabilidade.*

1. Introdução

No ano de 1996, mais de 30 milhões de brasileiros foram apresentados à Urna Eletrônica Brasileira [Sousa 2011], um marco histórico no cenário eleitoral do país. Com a chegada da “máquina de votar”, a tradição de fraudes e o processo demorado e inseguro¹ foi

¹ Veja mais no site oficial da Justiça Eleitoral: <https://www.justicaeleitoral.jus.br/urna-eletronica/historico->

substituído por um procedimento informatizado, ágil e confiável. As vantagens do voto eletrônico abrangem perspectivas como a segurança do processo eleitoral, logística, meio ambiente, armazenamento e a otimização do tempo delegado à contagem dos votos [Bederson *et al* 2003]. Porém, para tais vantagens é necessária a superação de desafios durante seu desenvolvimento.

Um dos desafios do desenvolvimento de sistemas de votação eletrônica é o projeto de suas interfaces, assim como a de sua interação. A origem deste desafio está na diversidade do grupo de usuários do sistema, que deve englobar jovens, idosos, pessoas com deficiência (PCDs), usuários com baixa e alta familiaridade com tecnologia e, até mesmo, indivíduos resistentes ao uso de tecnológico [Bederson *et al* 2003].

Assim, garantir que os usuários tenham uma boa interação e entendimento sobre o sistema de voto, permite uma maior compreensão por parte do eleitor de suas atividades, entendendo o retorno do sistema a cada interação com a interface, e o que é esperado dele na sequência da interação [Barbosa *et al* 2021]. Aqui surge a intersecção focal deste trabalho, a urna eletrônica brasileira e a comunicabilidade. A comunicabilidade é um critério de qualidade de uso, baseado na comunicação entre usuário e designer, intermediada pela interface do sistema [Barbosa *et al* 2021], neste caso o sistema de voto. A comunicabilidade de um sistema é estruturada a partir da lógica de design criada pelo designer a partir de sua interpretação sobre as necessidades do grupo de usuários [Souza e Leitão 2009].

Este artigo apresenta uma pesquisa que teve como objetivo identificar possíveis atritos na Comunicabilidade da interface da Urna Eletrônica Brasileira. Para isso, foram aplicados os dois métodos avaliativos: o Método de Inspeção Semiótica (MIS) e o Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC), com o modelo UE2022 da urna eletrônica brasileira, disponibilizado pelo Centro de Armazenamento e Manutenção de Urnas Eletrônicas (CAMU) do Tribunal Regional Eleitoral, e o Simulador de Votação², disponibilizado digitalmente pelo Tribunal Superior Eleitoral (TSE).

2. Engenharia Semiótica

Na Interação Humano-Computador (IHC), uma área interdisciplinar que estuda a interação entre usuários e sistemas interativos [Barbosa *et al* 2021], a Engenharia Semiótica analisa a interação como um processo de comunicação entre o designer do sistema, o sistema propriamente dito e o usuário [Souza e Leitão 2009].

Diferentemente do conceito de usabilidade, que enfatiza a facilidade de aprendizado e satisfação do usuário ao usar a interface [Barbosa *et al* 2021], a Engenharia Semiótica concentra-se na comunicação entre esses elementos, entendendo-os como agentes em um processo de comunicação, priorizando o entendimento da mensagem transmitida por meio da interface ao usuário [Souza e Leitão 2009].

A Engenharia Semiótica foca na comunicação entre designer, usuário e sistema, na qual o designer cria a metamsagem do sistema baseada no entendimento das

das-fraudes-nas-eleicoes.html

2 Acesse o Simulador de Votação disponibilizado pela Justiça Eleitoral em: <https://www.tse.jus.br/hotsites/simulador-de-votacao/>

necessidades, atividades e preferências dos usuários [Barbosa *et al* 2021], expressando a visão do designer sobre o usuário e como o sistema deve ser utilizado para alcançar objetivos específicos [Barbosa *et al* 2021].

Na entrega da metamsagem, nesse momento codificada em palavras, ícones, gráficos e outros elementos da interface [Barbosa *et al* 2021], o designer espera alcançar a sua intenção comunicativa: a sua expectativa que o usuário, interpretando a metamsagem, entenderá o sistema e as ações necessárias, manipulando a ferramenta para a execução do seu objetivo [Barbosa *et al* 2021]. A metamsagem é transmitida pela interface do sistema, por meio do uso dos signos [Souza e Leitão 2009]: elementos que, relacionam o objeto, sua qualidade e o interpretante (usuário) [Peirce 2005]. Por esse motivo, compreender o usuário e seu contexto é fundamental para o designer ao elaborar a metamsagem de maneira coerente [Barbosa *et al* 2021].

Na Engenharia Semiótica, os signos são divididos em três grupos [Souza e Leitão 2009]:

- **Estáticos:** Elementos que não dependem de questões temporais ou causa de interação. Geralmente são o leiaute, menus, barras de navegação, botões e outros componentes da interface.
- **Dinâmicos:** Elementos diretamente relacionados com o momento e causa de interação. Podem ser janelas de diálogo que surgem após a interação com um signo estático, por exemplo.
- **Metalinguísticos:** Elementos utilizados pelo designer para se comunicar diretamente com o usuário, expressando o significado de outros signos de maneira direta. Geralmente são mensagens de erro ou ajuda.

Arelada à Engenharia Semiótica, há a Comunicabilidade, um critério de qualidade da IHC — características que medem o quão bem um sistema atende às necessidades de interação do usuário [Barbosa *et al* 2021] — focado na competência da interface de comunicar ao usuário as intenções do designer, denominada de lógica do design, fazendo com que ele compreenda como o sistema deve ser utilizado, como também seu comportamento [Barbosa *et al* 2021].

2.1 Métodos Avaliativos

Como em outras abordagens da IHC, a Engenharia Semiótica dispõe de métodos para avaliar a eficiência e a qualidade dos sistemas em que é aplicada [Barbosa *et al* 2021], neste caso, focados na comunicabilidade: o MIS e o MAC.

O MIS avalia a qualidade da emissão da metamsagem a partir da sua reconstrução [Souza e Leitão 2009]. Para isso, o avaliador deve selecionar e explorar as interações, jornadas e intenções da solução, identificando e analisando os signos presentes na interface, como também a documentação disposta ao usuário [Barbosa *et al* 2021]. Durante a inspeção, o avaliador identificará e analisará os signos separadamente a partir de seus respectivos grupos: estáticos, dinâmicos e metalinguísticos, é indicado que se siga esta ordem durante a avaliação. A inspeção é feita com base em cenários de interação, criados pelo próprio avaliador após uma exploração inicial do sistema, com o objetivo de

servirem como guias para a inspeção das interfaces. Além disso, definem o contexto de uso, assim como os objetivos dos usuários [Barbosa *et al* 2021].

Para cada um dos grupos de signo, deve-se reconstruir a metamsagem do designer, a partir do modelo genérico: “Este é o meu entendimento, como designer, de quem você, usuário, é, do que aprendi que você quer ou precisa fazer, de que maneiras prefere fazer, e por quê. Este, portanto, é o sistema que projetei para você, e esta é a forma como você pode ou deve utilizá-lo para alcançar uma gama de objetivos que se encaixam nesta visão” [Barbosa *et al* 2021]. Após a análise e reconstrução das três metamsagens, elas devem ser unidas em uma única metamsagem, ainda seguindo o modelo, para que o avaliador realize um julgamento dos problemas de comunicabilidade encontrados [Souza e Leitão 2009].

Enquanto o MIS foca na emissão da metamsagem, o MAC baseia-se na observação de um grupo de usuários, para avaliar a sua recepção. Os usuários participantes interagem com o sistema, permitindo a análise e interpretação do avaliador sobre os caminhos de interação escolhidos. A avaliação é feita com base em gravações das sessões de interação, por meio da etiquetagem de rupturas de comunicação, que são momentos em que o usuário é incapaz de expressar sua intenção de interação ou enfrenta dificuldades para entender a metacomunicação do designer, transmitida através da interface do sistema [Barbosa *et al* 2021]. As rupturas são classificadas em três graus de gravidade: parcial, temporária e completa [Souza e Leitão 2009].

As etiquetas a serem utilizadas pelo avaliador são (conteúdo adaptado de [Barbosa *et al* 2021]):

- **Cadê?:** Quando o usuário não consegue expressar sua intenção de comunicação a partir dos signos da interface.
- **E agora?:** Quando o usuário interpreta que os signos da interface que lhe são apresentados no momento não contribuem para o alcance do seu objetivo.
- **O que é isto?:** Quando o usuário não consegue interpretar os signos estáticos e dinâmicos.
- **Epa!:** Situação em que o usuário cometeu um equívoco, mas percebe e busca desfazê-lo.
- **Onde estou?:** Quando o usuário tenta dizer algo que o sistema é capaz de "entender" porém em outro momento.
- **Ué, o que houve?:** Quando o usuário não percebe ou não compreende o comportamento do sistema a partir de suas ações.
- **Por que não funciona?:** Situação na qual o usuário tem sua expectativa de resposta do sistema quebrada e não entende o motivo.
- **Assim não dá:** Quando o usuário abandona um caminho de interação.
- **Vai de outro jeito:** Quando o usuário percorre um caminho distinto daquele preferido pelo designer.
- **Não, obrigado!:** Quando o usuário, conhecendo o caminho preferido do designer, decide seguir por outro.

- **Pra mim está bom:** Quando o usuário equivocadamente acredita que concluiu uma atividade.
- **Socorro!:** Quando o usuário consulta a ajuda on-line ou outras fontes de informação para concluir uma atividade.
- **Desisto:** Quando o usuário desiste de uma tarefa por não conseguir concluí-la.

Ao final da etiquetagem, é construído o perfil semiótico do usuário do sistema, que é a idealização do usuário pelo designer [Souza e Leitão 2009]. A última etapa do MAC, como também do MIS, é o relato da avaliação [Barbosa *et al* 2021].

O uso dos métodos em conjunto é sugerido por permitir que o avaliador adquira o conhecimento teórico e aplique-o de maneira conceitual ao reconstruir a metamensagem, por meio do MIS, para auxiliá-lo, como também para complementar os insumos, do MAC [Souza e Leitão 2009].

3. A Urna Eletrônica Brasileira

O início da informatização do processo eleitoral se deu em 1989, quando os dados das eleições presidenciais foram enviadas ao TSE por meio de modems [TRE-MT 2024]. Em 1996, foram desenvolvidos três protótipos para a Urna Eletrônica com diferentes características, incluindo funcionalidades de relatórios e design. Após avaliação desses protótipos, cerca de 30% do eleitorado utilizou o primeiro modelo oficial, a UE1996, que possuía o Módulo de Impressão Externo (MIE) para registrar votos em papel [TSE 2024a]. Desde então, a urna eletrônica tem sido atualizada regularmente para aprimorar o processo de votação eletrônica, sendo modelo mais recente o UE2022 [JE 2024a].

A interação com o dispositivo é variável, dependendo do tipo de eleição: gerais ou municipais. Nas eleições gerais, o eleitor deve registrar voto para os cargos de deputado federal, deputado estadual, senador, governador e presidente da república. Enquanto nas eleições municipais os cargos votados são apenas dois: vereador e prefeito.

Em ambos os tipos, a estrutura da interface da urna eletrônica brasileira se mantém a mesma, iniciando pela interface física que conta com: Teclado numérico com números grafados e legenda em braille; Botões de ação: branco, corrige e confirma, posicionados do lado direito do teclado numérico; a tela para exibição da interface digital. Já a interface digital é composta por elementos que, independentemente do cargo a ser votado, sempre irão se manter na mesma posição:

- Indicação do cargo a ser votado naquele momento, na parte superior. Este elemento se mantém durante toda a interação;
- Retângulos com contorno em preto, logo abaixo da indicação do cargo, que comportarão os dígitos do número do candidato votado pelo eleitor. Este elemento também se mantém durante toda a interação;
- Vídeo do intérprete de LIBRAS (Linguagem Brasileira de Sinais), que informa apenas o cargo em que se está votando. Este elemento desaparece assim que o usuário pressiona alguma das teclas, seja do teclado numérico ou de ação;
- Texto “SEU VOTO PARA” no canto superior esquerdo, ao lado da indicação do cargo, exibido após início da digitação do número de candidato;

- As legendas: Número, Nome e Partido. Surgem após a inserção do número de candidato válido;
- Foto do candidato, que surge após a inserção de seu respectivo número;
- As instruções para registro do voto, exibidas na parte inferior da tela, também após a inserção do número de candidato.

Todos os elementos supracitados estão presente na Figura 1.



Figura 1. Representação da interface da UE2022.

Além dos elementos listados, existem outros presentes na interface digital que são relacionados às variantes do processo eleitoral brasileiro: o voto nulo, em branco e de legenda, representados na Figura 2.

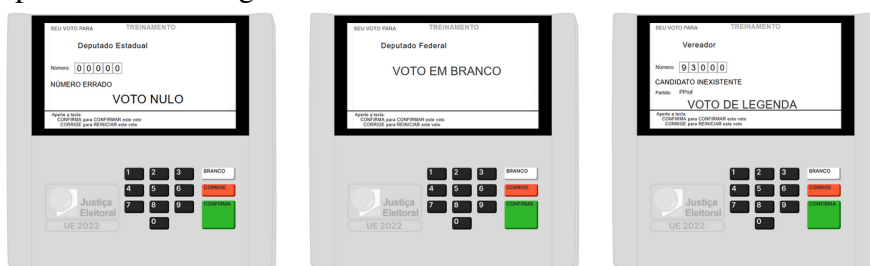


Figura 2. Representação das interfaces de voto inválido e de legenda da UE2022.

A instituição dos votos nulos e brancos, classificados como inválidos pela regra eleitoral [TRE-ES 2024], surge como uma liberdade democrática para o eleitor. Uma vez que o voto é obrigatório a partir dos 18 anos, o sistema eleitoral brasileiro, por meio da interface da urna eletrônica, permite que o eleitor indique insatisfação ou falta de representatividade a partir do registro dos votos inválidos [TRE-ES 2024]. Ambos são contabilizados apenas para fins estatísticos, não sendo agregados a nenhum partido ou candidato [TSE 2025].

Para registro do voto nulo é necessário inserir um número de candidato inexistente, que não pertença a um candidato participante da eleição e nem a um partido, por exemplo: 00000. Já o voto em branco é mais simples, sendo feito apenas com o clique no botão “branco” [TSE 2025]. Enquanto o voto de legenda, quando o eleitor opta por votar em um partido, e não em um candidato, é registrado ao inserir o apenas o número do partido, seguido por dígitos que não correspondam a um número de candidato [TSE 2025].

Para registrar um voto, o eleitor deve seguir uma sequência de ações. Abaixo, descrevem-se as ações para voto nas eleições municipais.

- Inserir o número de cinco dígitos do candidato para vereador;
- Aguardar a exibição da foto e dos dados do candidato na tela, nesse momento a mensagem CONFIRA SEU VOTO também aparecerá por alguns segundos;
- O eleitor pode apertar a tecla CORRIGE para reiniciar o voto, ou CONFIRMA para confirmá-lo;
- Após confirmar, deve-se inserir os dois dígitos do candidato para prefeito;
- Aguardar a exibição da foto e dos dados do candidato na tela, nesse momento a mensagem CONFIRA SEU VOTO também aparecerá por alguns segundos;
- O eleitor pode apertar a tecla CORRIGE para reiniciar o voto, ou CONFIRMA para confirmá-lo;
- Após confirmar ambos os votos, uma barra de carregamento surgirá, indicando que o voto está sendo registrado (Figura 3).
- Seguido da conclusão do registro do voto, a mensagem FIM é apresentada ao eleitor (Figura 3), indicando a conclusão bem-sucedida da atividade. Junto à ela é emitido um retorno sonoro de sucesso.



Figura 3. Representação das interfaces de registro do voto da UE2022.

4. Trabalhos Relacionados

A implementação do voto informatizado no Brasil estimulou pesquisas sobre a urna eletrônica e o novo processo eleitoral. No campo da Interação Humano-Computador (IHC), realizaram-se a tese de [Lima 2002], que analisou a usabilidade do modelo de urna de 2002, e o estudo de [Cybis e Michel 1999], focado no modelo de 1996. Com abordagens diferentes versões do equipamento e métodos de avaliação, os resultados foram contrastantes. Lima identificou problemas como conflitos de interação e poluição visual, mas classificou a usabilidade como ótima, em oposição ao péssimo desempenho do Módulo de Identificação do Eleitor (MIE), posteriormente removido. Já Cybis e Michel, detectaram falhas na condução das atividades de voto em branco (baixa intuitividade), nos feedbacks do sistema e na legibilidade da interface, principalmente entre cegos e idosos. Suas avaliações sugeriram melhorias como ajuste de contraste e uso de lupa para facilitar a leitura [Cybis e Michel 1999].

Em estudo realizado por [Budurushi *et al.* 2015], constata-se que a verificação pelos eleitores e mesários é frequentemente negligenciada, especialmente quando há confiança excessiva na tecnologia. Os autores identificaram que instruções claras (destacadas em laranja ou vermelho) aumentaram a taxa de detecção de erros de 36% para 81%, reforçando a necessidade de design intuitivo e conscientização sobre riscos. Esses achados complementam [Cybis e Michel 1999], mostrando que a usabilidade não se limita à interface digital, mas também aos mecanismos de auditoria e aos processos de treinamento de mesários. Essas preocupações com usabilidade e acessibilidade se somam a desafios ainda mais críticos: a segurança e a integridade do processo. O estudo de [Kohno *et al.* 2004] demonstra, em uma análise de urnas digitais sem comprovante físico, vulnerabilidades que permitem adulteração de votos, violação do sigilo do eleitor e falhas graves no uso de criptografia. Seus achados reforçam a necessidade de auditorias independentes, como as realizadas pela Justiça Eleitoral, desenvolvimento transparente e mecanismos de verificação — como as trilhas de auditoria em papel defendidas no estudo e aplicadas na urna eletrônica brasileira por meio da zerésima e boletim de urna³.

Em 2020, [Marky *et al.* 2020] realizaram uma pesquisa focada na usabilidade de sistemas de voto eletrônico (*e-vote*). Diferente dos estudos supracitados, que analisaram sistemas específicos, essa pesquisa teve como objetivo oferecer uma visão geral dos desafios no design de estudos com usuários, propondo diretrizes e recomendações para auxiliar pesquisadores na avaliação de esquemas de *e-vote*, como por exemplo: construção de cenários próximos à realidade dos participantes, identificação das atividades previamente e descrição das tarefas de maneira geral ao usuário.

Apesar das importantes contribuições dos estudos anteriores sobre usabilidade, acessibilidade e segurança em sistemas de votação eletrônica, ainda permanecem lacunas no que diz respeito à comunicabilidade das interfaces. Enquanto [Lima 2002] e [Cybis e Michel 1999] concentraram-se na usabilidade funcional e visual da interface, e [Budurushi *et al.* 2015] e [Kohno *et al.* 2004] ampliaram a discussão para aspectos de auditoria, conscientização e segurança, nenhum desses trabalhos aprofundou a análise da comunicação mediada pela interface como processo semiótico. Embora [Marky *et al.* 2020] ofereçam diretrizes metodológicas para avaliação de sistemas de *e-vote*, ainda falta um olhar voltado à compreensão das rupturas comunicativas, que podem impactar o uso real do sistema, um sistema crítico para toda a sociedade. Nesse sentido, a presente pesquisa propõe preencher essa lacuna ao aplicar os métodos de avaliação da Engenharia Semiótica no modelo UE2022 da urna eletrônica brasileira.

5. Metodologia

Os processos metodológicos deste trabalho podem ser divididos em três etapas: (I) aplicação do MIS; (II) aplicação do MAC e (III) análise comparativa e discussão dos resultados obtidos. Estas etapas foram visualmente adaptadas na Figura 4.

3 Saiba mais sobre o conceito de zerésima e boletim de urna no site oficial do Tribunal Superior Eleitoral: <https://www.tse.jus.br/comunicacao/noticias/2021/Agosto/saiba-as-diferencas-e-as-semelhancas-entre-a-zeresima-e-o-boletim-de-urna>



Figura 4. Metodologia da pesquisa.

5.1 Método de Inspeção Semiótica

Para a aplicação do (MIS), devem ser realizadas sete atividades, separadas em quatro grupos: Preparação, Coleta de dados, Interpretação e Relato. O primeiro grupo envolve a definição das interfaces para inspeção e a construção dos cenários de interação.

Para a definição das interfaces, utilizou-se o Simulador de Votação. Após uma breve navegação, definiu-se que o método compreenderá as eleições municipais, por ter sido a eleição mais recente do ano de realização da pesquisa. Assim os cenários de interação deveriam cobrir as atividades de voto válido, em branco, nulo, de legenda e correção de voto para vereador e prefeito. Os cenários de interação foram criados com base nas atividades definidas (Tabela 1).

Tabela 1. Cenário de interação para execução do MIS.

Nº	Tipo de Voto	Cenário
1	Válido	Marcos é um eleitor que utiliza a Urna Eletrônica de 2 em 2 anos. No ano de 2024, Marcos foi a sua zona eleitoral para registrar seu voto nas eleições municipais do primeiro turno. O primeiro voto solicitado foi o de candidato a vereador.
2	Válido	Após confirmar o voto em seu candidato a vereador, Marcos seguiu para registrar o voto de seu candidato a prefeito.
3	Válido corrigido	Luiza é uma eleitora que utiliza a Urna Eletrônica de 2 em 2 anos. No ano de 2024, Luiza foi a sua zona eleitoral para registrar seu voto nas eleições municipais do primeiro turno. O primeiro voto solicitado foi o de candidato a vereador, mas Luiza colocou o número de seu candidato errado, precisando corrigi-lo e inserir o número novamente.
4	Nulo	Após confirmar o voto em seu candidato a vereador, passando pelo processo de corrigi-lo, Luiza seguiu para registrar o voto de seu candidato a prefeito. Porém Luiza não se identificava com nenhum dos candidatos a prefeito, assim optou por anular seu voto.
5	Branco	João é um eleitor que utiliza a Urna Eletrônica de 2 em 2 anos. No ano de 2024, João foi a sua zona eleitoral para registrar seu voto nas eleições municipais do primeiro turno. Entretanto, por não ter preferências com nenhum candidato ou partido, João foi decidido a votar em Branco para ambos os cargos.
6	Legenda	Bianca é uma eleitora que utiliza a Urna Eletrônica de 2 em 2 anos. No ano de

	2024, Bianca foi a sua zona eleitoral para registrar seu voto nas eleições municipais do primeiro turno. O primeiro voto solicitado foi o de candidato a vereador, mas Bianca não conhecia nenhum candidato, logo decidiu-se em votar em um vereador do partido do seu candidato a prefeito, registrando um voto de legenda.
7 Válido corrigido	Após confirmar o voto em seu candidato a vereador, Bianca seguiu para registrar o voto de seu candidato a prefeito, porém errou durante a inserção do número, precisando corrigi-lo.

Com os cenários de interação construídos inicia-se a inspeção das interfaces, momento em que o avaliador percorrerá as interfaces definidas seguido os roteiros como mapa. Durante esta etapa os signos estáticos, dinâmicos e metalinguísticos foram devidamente identificados em cada um dos cenários, com base nos prints do Simulador de Votação, e grafados em cores diferentes na ferramenta Figjam⁴. Para cada um dos cenários, foram feitas análises dos signos identificados, assim como a reescrita das metamensagens de cada grupos de signos.

Após a rescrita das metamensagens, inicia-se a etapa de interpretação, colocando-as lado a lado e contrastando-as, para a identificação de contradições, inconsistências e ambiguidades. O método foi concluído com a união das metamensagens em uma só, permitindo uma visão completa do entendimento do designer sobre os usuários e o seu preposto.

5.2 Método de Avaliação da Comunicabilidade

Para a aplicação do MAC, devem ser realizadas cinco etapas: Preparação, Coleta de dados, Interpretação, Consolidação e Relato.

Iniciou-se a etapa de preparação buscando-se acesso real a urna eletrônica brasileira. Para isso, entrou-se em contato com o Centro de Armazenamento e Manutenção de Urnas Eletrônicas (CAMU) do Tribunal Regional Eleitoral (TRE), solicitando acesso a uma unidade. A solicitação foi deferida e uma urna do modelo UE2022 foi cedida para a aplicação do MAC, apenas durante o dia cinco de fevereiro de 2025, a partir das 13 horas, nas instalações do CAMU.

Superada a maior questão, foram construídos os cenários de interação para o MAC, um envolvia o registro de votos válidos, enquanto o outro explorava as dinâmicas de voto branco e nulo. Utilizou-se as mesmas atividades e interfaces do MIS, com exceção do voto de legenda, que não foi contemplado para que os cenários permaneçam coesos e próximos à realidade. Os cenários foram impressos junto à lista de candidatos fictícios utilizados no Simulador de Votação e na unidade cedida pelo CAMU.

Para o recrutamento dos usuários, utilizou-se os dados do perfil do eleitorado, disponibilizados pelo Tribunal Supremo Eleitoral. Ao analisar os dados, pode-se dizer que o perfil do eleitorado é composto por sua maioria de pessoas com 45 a 59 anos, com relevância para as faixas de 35 a 44 e 25 a 34. O gênero pode ser desconsiderado para o perfil, visto que a diferença de 4% para o feminino é pequena. Levando em consideração o grau de instrução, a predominância é do ensino fundamental completo, com 61,98%. Utilizando esses dados como referência, e não regra, a aplicação do MAC contou com a participação de diferentes perfis de faixa etária e escolaridade.

4 Acesse em: <https://www.figma.com/board/uh1qGPmy6vpLbVEN1w75z6/Avalia%C3%A7%C3%A3o-da-Comunicabilidade-da-Urna-Eletr%C3%B4nica-Brasileira?node-id=0-1&t=0SwJluAM4F8v0SIv-1>

Nove participantes foram recrutados, sendo que apenas seis puderam se deslocar ao CAMU para as sessões com o modelo físico, enquanto os outros três realizaram o teste Simulador de Votação. Ambos foram realizados em ambiente controlado e com gravação de imagem e som. A especificação dos perfis dos usuários e a respectiva interface testada apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 2. Relação de participantes do MAC.

Código	Idade	Escolaridade	Participação em eleições	Interface
U1	66	E. médio incompleto	Mais de uma	UE2022
U2	16	E. médio incompleto	Nunca votou	UE2022
U3	44	E. superior completo	Mais de uma	UE2022
U4	40	E. médio completo	Mais de uma	UE2022
U5	46	E. médio completo	Mais de uma	UE2022
U6	50	E. superior completo	Mais de uma	UE2022
U7	18	E. médio completo	Nunca votou	Simulador
U8	22	E. superior incompleto	Uma	Simulador
U9	56	E. médio incompleto	Mais de uma	Simulador

Um teste-piloto foi realizado para avaliar a qualidade do material desenvolvido: cenários, atividades de interação e um questionário pós-teste, com objetivo de aferir a familiaridade dos participantes com a urna eletrônica, para superar possíveis dados distratores. O equipamento para gravação das sessões também foi testado na ocasião.

A etapa de coleta de dados deu-se início. Durante as sessões aplicadas no CAMU, um dos funcionários do TRE atuou como um mesário, garantindo uma maior imersão dos participantes. A prática foi repetida nas sessões realizadas com o Simulador de Votação, aplicadas no laboratório de usabilidade, com o objetivo de completar a diversidade dos perfis dos participantes. As sessões foram gravadas, para permitir a etiquetagem em momento posterior. A etapa de consolidação contou com a interpretação das etiquetas, descrita na seção 7, e com a elaboração do perfil semiótico.

6. Cuidados éticos

Por se tratar de um método de observação, o MAC contou com a participação de usuários voluntários. De tal maneira que foi necessário elaborar Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que contou com seções destinadas à explicação do estudo, riscos e benefícios (em que, deixava-se claro a ausência de riscos, mas caso o participante sentisse algum tipo de constrangimento ou cansaço poderia pedir o encerramento da sessão), sigilo e privacidade para publicações, autonomia do participante (podendo solicitar a saída da pesquisa em qualquer momento), remuneração e a declaração de responsabilidade e contato dos pesquisadores.

Também foi elaborado um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), com seções similares às do TCLE, voltado para participantes menores de idade. Nesses casos, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos responsáveis legais, autorizando a participação de adolescentes com 16 e 17 anos na aplicação do método.

Todos os custos dos participantes disponíveis para deslocamento ao CAMU (translado e alimentação) foram cobertos inteiramente pelo avaliador.

Como sugerido por [Neris *et al* 2024], os preceitos éticos de pesquisa foram seguidos durante a aplicação do MAC, respeitando os diferentes níveis de familiaridade com a urna, e em momento nenhum informando que houve erros na interação, evitando constrangimentos ao participante. Materiais de apoio (cenário, instruções de atividade e lista de candidatos) foram impressos e cedidos para cada um dos participantes.

Ademais, durante o relato da avaliação, os participantes foram devidamente anonimizados, não divulgando seus respectivos nomes ou informações de identificação. A construção do TCLE e materiais de apoio, permitiu a transparência com os participantes. Por fim, a responsabilidade social é devidamente pontuada nesta avaliação, focando na avaliação de um dispositivo fundamental para o exercício da cidadania, justiça social e o bem comum [Neris *et al* 2024].

7. Avaliação de Comunicabilidade da Urna Eletrônica Brasileira

Compõe esta seção o relato da avaliação e dos resultados obtidos por meio da aplicação dos métodos MIS e MAC, além da comparação entre ambos.

7.1. Aplicação do MIS

Com base nos cenários de interação, o primeiro grupo de signos avaliado foi o de metalinguísticos, seguido dos signos estáticos e dinâmicos. Ao final realizou-se a reconstrução da metamsagem e análise dos problemas identificados.

7.1.1 Sinos Metalinguísticos

No cenário um, primeiro se votou para o candidato a vereador, após os dígitos do partido, surgem dois signos: (I) a instrução de interação “Aperte a tecla: CONFIRMA para PROSSEGUIR / CORRIGE para REINICIAR este voto” e (II) a mensagem de voto de legenda, esta que permanece enquanto o usuário não inserir o número completo relacionado a um candidato, ela informa ao usuário que naquele momento ele está realizando um voto de legenda.

Em sequência, inseriu-se mais três dígitos, referentes a um candidato, exibindo assim a mensagem “CONFIRA SEU VOTO” na parte inferior da interface, no lugar de “Aperte a tecla: CONFIRMA para PROSSEGUIR/CORRIGE para REINICIAR este voto”, após alguns segundos o signo deixa de ser exibido. No cenário dois, os signos metalinguísticos são os mesmos identificados no cenário um, até o momento em que se confirma o voto, quando são exibidas as interfaces de finalização, nelas o signo “votou” é indicado na parte inferior, informando que o voto foi registrado.

No cenários de interação três, os signos metalinguísticos apresentados são os mesmos do cenário um e dois, esta correspondência não é um problema, afinal neste cenário, o usuário está corrigindo o seu voto, reiniciando-o como indicado na mensagem "(...) CORRIGE para REINICIAR este voto", que é exibida quando um número é digitado, e some ao pressionar-se o botão indicado.

Já no quarto cenário, baseado na anulação do voto, novos signos são identificados: o texto “NÚMERO ERRADO”, que surge após a inserção de um número de candidato inexistente e a indicação do tipo de voto que está sendo feito naquele momento, o “VOTO NULO”. Durante a execução do cenário quatro, é claro que o voto está sendo anulado pelo usuário, mas a mensagem “NÚMERO ERRADO” pode não ser a melhor neste caso, pois quando um usuário erra, sua tendência é corrigir-se, porém neste caso o erro é proposital. Uma mensagem como “NÚMERO SEM CANDIDATO ASSOCIADO” poderia deixar mais clara a ação proposital.

No cenário cinco, explora-se o caso de voto em branco para ambos os cargos. Após clicar no botão “BRANCO”, é exibida uma mensagem de confirmação e informa o estado do voto “VOTO EM BRANCO”. Esta mensagem desaparece após alguns segundos, sendo substituída pela mensagem de instrução “CONFIRA SEU VOTO”. Embora o signo que indica o estado do voto seja claro, para realizar ação é necessária uma análise dos signos estáticos apresentados e um conhecimento mínimo do processo de votação, já que na tela inicial não há um signo metalinguístico informando como se vota em branco.

Sucessivamente, chega-se ao cenário seis. Neste cenário, pela primeira vez, há duas formas de se realizar a mesma atividade: inserindo apenas os dois primeiros números correspondentes ao partido e clicando CONFIRMA, ou inserindo um número inválido, não atrelado a nenhum candidato, mas com os dígitos do partido válidos. Em ambas as formas, quando o botão “CONFIRMA” é pressionado após a digitação de dois números associados ao partido, surge o signo metalinguístico “VOTO DE LEGENDA”. Porém, apenas na primeira maneira, após clicar em “CONFIRMA”, não é possível digitar novos números, enquanto na segunda, surge a mensagem “CANDIDATO INEXISTENTE”, logo abaixo do número digitado, o que é coerente visto que o número não está atrelado a nenhum vereador.

Analisando o cenário, pode-se afirmar que a urna eletrônica permite que o usuário cometa um erro ao inserir um número de um candidato inválido, e mesmo assim confirme a sua ação. Porém, não é possível se queixar de que a interface não informa ao usuário o estado de seu voto, muito pelo contrário, ela o deixa ciente durante todo o processo com os signos textuais.

Um ponto comentado no cenário anterior retorna, para realizar ambas as formas do voto em branco, o usuário precisa ter um conhecimento de como fazê-lo, uma vez que a interface não apresenta meios e nem o instrui para isso.

No sétimo cenário realiza-se a correção de voto para prefeito, que apresentou os mesmos signos metalinguísticos descritos no cenário um.

Concluindo a análise do primeiro grupo de signos, e com base no modelo genérico, a metamensagem dos signos metalinguísticos foi reconstruída da seguinte forma: *Você, eleitor, é alguém que tem acesso a informações sobre a urna eletrônica e entende o processo de votação. Mesmo assim, como a urna eletrônica é uma ferramenta que pode ser usada apenas em um intervalo de tempo a cada dois anos, é necessário clareza e orientação durante o processo de votação, especialmente para que você se sinta seguro e confiante ao interagir com o sistema, sabendo que suas ações estão sendo corretamente interpretadas e que você pode corrigir eventuais erros. Com a ajuda de*

passo a passos, como “Aperte a tecla: CONFIRMA para PROSSEGUIR, CORRIGE para REINICIAR este voto”, que estão presentes em momentos-chave para guiar suas ações, você é informado sobre como prosseguir, corrigir ou confirmar seu voto, garantindo que saiba exatamente o que fazer em cada etapa. Além disso, mensagens como “CONFIRA SEU VOTO” e “VOTO EM BRANCO” ajudam você a evitar erros e revisar suas ações. Ao término do processo, a mensagem “VOTOU” transmite a confirmação de que seu voto foi registrado com sucesso, proporcionando uma sensação de conclusão e segurança.

7.1.2 Signos Estáticos

Em todos os sete cenários os signos estáticos são os mesmos, desde as telas iniciais às telas de finalização da atividade de votar. Na interface física dos dispositivos de entrada (botões) tem-se: (I) o teclado numérico e (II) os botões de ação: Branco, Corrige e Confirma. Já na área dos dispositivos de saída (telas e alto-falantes), há: (I) o cargo do candidato (prefeito ou vereador); (II) campos de digitação do número do candidato e (III) as informações sobre o local de votação do eleitor, que aparecem após a confirmação do voto.

Os signos estáticos estão presentes como elementos de escrita alfanumérica, ausentes de iconografias, como os dígitos, palavras e códigos em Braille nos botões. Com a única exceção, há os campos de inserção do número do candidato, que são caixas contornadas em preto e sem preenchimento.

A comunicação dos signos é clara, sem ambiguidades, e direta. O rótulo do tipo de candidato no topo da página não deixa dúvidas ao usuário em quem ele está votando. Os botões de ação (Branco, Corrige e Confirma) não são confusos, mas exigem que o usuário tenha um conhecimento mínimo sobre o processo de votação para entender os botões para correção do voto e, principalmente, para votar em branco, que para seu uso ideal, é necessário ter o conhecimento prévio sobre seu significado e contexto.

Finalizando a análise dos signos estáticos, a metamsagem do grupo foi reconstruída da seguinte forma: *Você, eleitor, é alguém que possui um conhecimento mínimo sobre a Urna Eletrônica, mesmo assim precisa de uma interface clara, direta e funcional para realizar sua votação de maneira eficiente e sem distrações. Por isso, a interface da Urna Eletrônica foi desenvolvida focada na simplicidade e na clareza, evitando elementos desnecessários que possam causar confusão ou ambiguidade. Ela foi pensada para fornecer uma estrutura visual intuitiva, como no rótulo do cargo que está sendo votado (ex.: Prefeito ou Vereador) no topo da tela que deixa claro em quem você está votando. Você identifica facilmente o teclado numérico físico e os botões de ação (Branco, Corrige, Confirma) para votar, caso você possua alguma deficiência visual, estes botões possuem códigos em Braille nos botões físicos para garantir que possa interagir com a urna. Os campos de digitação do número do candidato são simples e diretos, sem elementos visuais desnecessários, as caixas contornadas para inserção dos números são eficazes em comunicar onde a interação deve ocorrer. Ao finalizar seu voto, você terá acesso a informações sobre o local de votação (município, zona e seção), fornecendo um registro claro do local onde o voto foi realizado.*

7.1.3 Signos Dinâmicos

Nos cenários um e dois, o primeiro signo dinâmico surge antes mesmos da primeira interação do usuário com o sistema, a intérprete de LIBRAS, sinalizando apenas a palavra vereador (cenário um) e prefeito (cenário dois), indicando ao eleitor o cargo para o qual ele está votando naquele momento. Este signo deixa de ser exibido assim que algum número ou botão de ação é pressionado.

Os demais signos surgem após a primeira interação. Ao pressionar um dígito, o campo de texto “Número” é exibido ao lado das caixas de inserção do número do candidato, assim como o texto “SEU VOTO PARA” no canto superior esquerdo da tela. Após inserir dois dígitos correspondentes a um partido, a legenda “Partido” e a sigla respectiva ao número surgem abaixo dos campos. O “Nome” e a foto do candidato surgem apenas após a inserção do número completo. No caso do cenário dois, além do nome e foto do candidato a prefeito, surgem também as mesmas informações relacionadas ao vice-candidato.

Ao pressionar o botão “CONFIRMA”, é emitido um feedback sonoro de confirmação da ação, caracterizando-se também como signo dinâmico. No cenário um, após o clique em “CONFIRMA”, inicia-se o cenário dois, que ao ser concluído, por meio do mesmo botão, exibirá na tela uma barra de carregamento com o texto “Gravando”, informando que os dados do voto estão sendo gravados. Após a conclusão deste carregamento, a mensagem “FIM” surge no centro da tela. Já no canto superior esquerdo da tela, há um registro do dia, data e hora em que o voto foi realizado. Junto ao texto, o som de confirmação do voto também é reproduzido, confirmando a ação em mais de um sentido.

No cenário três, focado na correção do voto para vereador, os signos dinâmicos apresentados são os mesmos do cenário um, entretanto ao pressionar o botão “CORRIGE”, os blocos de inserção dos dígitos são zerados, assim como os signos que haviam aparecido anteriormente (os rótulos de número e partido). Entretanto, a interação de limpar a interface é apenas visual, sem signos sonoros.

No sexto cenário, ao realizar um voto de legenda digitando apenas os dígitos correspondentes ao número do partido e confirmando, os outros campos para inserção do número de candidato são preenchidos em cor cinza, indicando que estão inativos para o preenchimento. Caso registre-se um voto de legenda pelo caminho alternativo (inserindo um número de candidato inválido, mas de partido existente), não há novos signos dinâmicos.

Para os cenários quatro, cinco e sete, não foram identificados novos signos dinâmicos. O cenário quatro teve os mesmos signos identificados do segundo. O quinto cenário teve os mesmos signos dos cenários um e dois. Para finalizar, na inspeção do cenário sete, identificaram-se os signos equivalentes ao do cenário um.

Baseando-se na inspeção relatada, a metamsagem dos signos dinâmicos foi reconstruída como: *Você, eleitor, precisa de feedback imediato e claro durante a interação com a urna eletrônica, para se sentir seguro de que suas ações estão sendo corretamente interpretadas e registradas. Por isso, ao longo do registro de seu voto são apresentadas, de maneira dinâmica, respostas às suas interações de maneira intuitiva e*

informativa, garantindo que você saiba o que está acontecendo em cada etapa do processo de votação. Ao pressionar um dígito, o campo “Número” aparece ao lado das caixas de inserção, e após inserir dois dígitos correspondentes a um partido, o texto Partido e a sigla do partido surgem abaixo dos campos. Isso comunica que o sistema está processando sua entrada. Após inserir o número completo do candidato, os campos “Nome” e a foto do candidato surgem, proporcionando uma confirmação visual de que o sistema reconheceu o candidato escolhido. No caso do voto para prefeito, as informações do vice também são exibidas. Ao pressionar “CONFIRMA”, um feedback sonoro positivo é emitido, confirmando a ação. Após confirmar o voto, uma barra de carregamento com o texto “Gravando” aparece, informando que os dados do seu voto estão sendo registrados. Isso transmite transparência sobre o que está acontecendo no sistema. Ao final do processo, a mensagem “FIM” em letras bem grandes sinaliza que a votação foi concluída com sucesso, proporcionando uma sensação de conclusão. Em casos de erro, ao pressionar “CORRIGE”, os campos de entrada são zerados, e os rótulos de “Número” e “Partido” desaparecem, permitindo que você reinicie o voto de forma clara e simples. No caso do voto de legenda, ao digitar apenas os dois primeiros dígitos (número do partido) e confirmar, os outros campos ficam cinza, indicando que estão inativos. Isso comunica visualmente que o voto de legenda está sendo registrado.

7.1.4 Discussão dos resultados do MIS

Unificando as metagensagens dos três signos, chega-se a seguinte metagensagem: *Você, eleitor, é alguém que precisa de clareza, segurança e orientação durante o processo de votação. Espero que você possua conhecimento prévio sobre os votos de legenda, voto nulo e branco. Entendo que a interface deve ser intuitiva, direta e acessível, garantindo que suas ações sejam interpretadas corretamente e que você possa corrigir eventuais erros. Por isso, projetei um sistema que combina instruções claras, estrutura visual simples e feedback imediato, trabalhando juntos para guiá-lo em cada etapa do voto.*

Algumas contradições, inconsistências e ambiguidades puderam ser identificadas na interface da urna eletrônica brasileira:

- A metagensagem dos signos metalinguísticos destaca a importância das instruções para o usuário, para que se sinta seguro e confiante durante o voto, entretanto não há instruções que expliquem como iniciar a interação. Usuários sem familiaridade podem ficar confusos na etapa inicial;
- Ausência de signos que auxiliem no voto em branco, nulo ou de legenda, visto que para esses casos o eleitor deve conhecer esses conceitos de maneira prévia, e saber como fazê-los na urna;
- Não há feedbacks sonoros ao pressionar os botões “CORRIGE”, “BRANCO” ou os dígitos numéricos do teclado, ao contrário do que acontece ao pressionar o botão “CONFIRMA”;
- O eleitor só tem contato com a intérprete de LIBRAS, na tela inicial, antes de começar a digitar os números dos candidatos, assim eleitores surdos não fluentes em português podem ter dificuldade de entender os textos exibidos;

- A mensagem “NÚMERO ERRADO” pode ser inconsistente com a intenção do usuário, que anula seu voto propositalmente.
- Má distribuição do signo “Número” e também do “SEU VOTO PARA”, que aparecem apenas após o usuário pressionar um dígito. Os rótulos poderiam estar presente na interface de maneira estática.
- O processo de voto de legenda, apresenta duas formas de ser executado, com risco de sobrecarga cognitiva, gerar dúvidas e provocar erros.

7.2. Aplicação do MAC

Com base nas sessões gravadas, realizou-se a etapa de etiquetagem das rupturas identificadas durante a aplicação do MAC, analisou-se a quantidade de etiquetas por atividade, quantidade total de etiquetas; qual ruptura de comunicabilidade foi identificada, assim como o seu impacto na interação.

Abaixo, apresentam-se as etiquetas identificadas no método. Ao todo foram etiquetadas 12 rupturas de comunicabilidade. A com maior número foi “Pra mim está bom”, contando com quatro ocorrências, logo a seguir a etiqueta “Cadê?”, que contou com três incidências. O restante: “Epa!”, “Onde estou?”, “Ué, o que houve?”, “Socorro” e “Desisto” ocorreram uma única vez cada. As etiquetas não registradas foram: “E agora?”, “O que é isto?”, “Por que não funciona?”, “Assim não dá”, “Vai de outro jeito”, “Não, obrigado!”. Embora não tenham ocorrido rupturas parciais, sete são classificáveis como temporárias e cinco como completas.

Tabela 3. Resultado da etiquetagem.

Etiqueta/Atividade	Gravidade	Atv. 1	Atv. 2	Atv. 3	Atv. 4	Atv. 5	Atv. 6	Total
Pra mim está bom	Completa	-	-	-	-	2	2	4
Cadê?	Temporária	-	-	-	-	3	-	3
Ué, o que houve?	Temporária	-	1	-	-	-	-	1
Epa!	Temporária	-	-	-	-	1	-	1
Socorro!	Temporária	-	-	-	-	1	-	1
Onde estou?	Temporária	-	-	-	-	-	1	1
Desisto	Completa	-	-	-	-	-	1	1
O que é isto?	Temporária	-	-	-	-	-	-	0
E agora?	Temporária	-	-	-	-	-	-	0
Por que não funciona?	Temporária	-	-	-	-	-	-	0
Assim não dá	Temporária	-	-	-	-	-	-	0
Vai de outro jeito	Parcial	-	-	-	-	-	-	0
Não, obrigado!	Parcial	-	-	-	-	-	-	0

Tratando das atividades, apenas uma entre as componentes do cenário um (Atv. 1, Atv. 2, Atv. 3 e Atv. 4) apresentou alguma ruptura, a atividade dois, em que o usuário deveria confirmar o voto para vereador. Na sessão, a ruptura “Ué, o que houve?” foi etiquetada quando o U2 não compreendeu o comportamento da urna eletrônica após

pressionar o botão “CONFIRMA” para vereador, uma vez que não recebeu nenhum tipo de retorno do sistema depois da sua ação.

No cenário dois (Atv. 5 e Atv. 6) recebeu 11 das 12 etiquetas. A atividade cinco, registro de um voto nulo para vereador, apresentou sete rupturas. “Cadê” foi percebida no início da atividade quando U1 varreu a interface em busca de algum signo que indicasse a anulação do voto. Como visto no MIS, não há um signo dessa natureza. O mesmo ocorreu com U8 e U9.

“Pra mim está bom” ocorreu quando U1 inseriu um número de candidato válido e não conclui a atividade pressionando “CONFIRMA”, o mesário entrevistou e informou que era necessário pressionar o botão para encerrar a atividade. A intervenção foi etiquetada como “Socorro”. “Pra mim está bom” voltou a ser etiquetada quando U9 pressionou “BRANCO” e acreditou que esta seria a ação correta para anular o voto.

Na atividade seis, “Epa” foi etiquetada quando U4 tentou confirmar seu voto antes da mensagem “CONFIRA SEU VOTO” deixar de ser exibida. Etiquetou-se “Pra mim está bom”, pela primeira vez nesta atividade, quando U1, na intenção de votar em branco, digitou um número válido e após a conclusão pressionou o botão “BRANCO” e logo em seguida “CONFIRMA”, acreditando ter concluído a atividade. A etiqueta voltou a aparecer na sessão de U4, quando um número inválido foi inserido e confirmado.

A etiqueta “Onde estou?” deu-se quando U9 inseriu um número válido e pressionou “BRANCO”, da mesma forma que U1. Porém este usuário esperava um retorno do sistema, que não foi recebido, gerando confusão. Assim U9 pressionou “CORRIGE” e repetiu a ação, tendo mais um resultado de insucesso. Assim U9 desistiu da atividade, permitindo a etiquetagem de “Desisto”.

Considerando o total de participantes do MAC, nove, foram poucas as rupturas identificadas, doze, resultando em uma média de 1,3 rupturas de comunicabilidade por usuário. Entretanto a pequena quantidade não impediu a ocorrência de rupturas totais.

7.3. Perfil semiótico

Com base nas rupturas identificadas, foi construído o perfil semiótico da urna eletrônica brasileira:

- **Idealização do usuário:** O sistema parece ser projetado para eleitores com conhecimento prévio do processo eleitoral, especialmente no que diz respeito aos votos branco e nulo. Ainda assim, apresenta signos claros para orientar usuários menos experientes no registro de votos válidos.
- **Objetivos dos usuários:** Os eleitores desejam registrar seus votos para os candidatos de forma eficaz.
- **Preferências na realização das atividades:** Não há alternativas de execução das ações, salvo o voto de legenda; porém, há suporte à correção e verificação, como o botão “CORRIGE” e sinais visuais.
- **Sistema projetado:** A interface é simples e textual, com feedbacks diretos e tarefas que podem ser concluídas rapidamente.

- **Visão de design:** A lógica da interface é bem compreendida pelos usuários na maioria dos casos, com exceção dos votos branco e nulo, que ainda causam dúvidas.

7.4. Comparação dos métodos e resultados

Na análise do MIS, destacou-se a contradição do designer ao colocar instruções de confirmação do voto, mas não apoiar o usuário no início da interação. Esta contradição foi evidenciada na aplicação do MAC, quando a ausência de signos metalinguísticos gerou confusões e quebra de expectativas. Essa circunstância corrobora com a metamensagem e o perfil semiótico construído, indicando que a urna foi pensada para usuários já previamente informados sobre o processo de votação.

No MAC, as rupturas foram mais frequentes durante a execução de votos brancos e nulos, pela ausência de signos estáticos e metalinguísticos transparentes que guiem o usuário na atividade. Em comparação com o MIS, percebeu-se esta ausência, mas somente no cenário de voto nulo, que não possui nenhum signo relacionado. Enquanto isso, o teor culpabilizante da mensagem ``NÚMERO ERRADO`` na atividade não foi evidenciado no MAC.

Em comparação, os métodos apresentaram pontos coerentes, como signos insuficientes para usuário menos familiarizados, ausência de retornos de estado e dificuldades para execução do voto nulo. Assim, a combinação dos métodos permitiu uma visão complementar da comunicabilidade, evidenciando rupturas na emissão e na recepção.

8. Sugestões de melhorias

Este trabalho reforçou a importância de avaliar a comunicabilidade da urna eletrônica como um elemento central para garantir a eficiência do processo eleitoral. A combinação dos métodos avaliativos revelou, que mesmo signos empregados de maneira adequada do ponto de vista técnico podem gerar dificuldades na recepção por parte do usuário.

A avaliação da comunicabilidade permite identificar problemas que, muitas vezes, passam despercebidos na simples inspeção técnica, mas que podem desencadear erros de votação, insegurança ou desconfiança na urna. Como foi observado, mensagens potencialmente confusas ou a dúvida de determinado público durante os votos branco e nulo podem dificultar o exercício do voto livre e consciente. Em suma, aprimorar a comunicação na urna eletrônica não é apenas uma questão de melhorar a experiência do usuário, mas uma estratégia para fortalecer a democracia, reduzindo riscos de erros.

Algumas possibilidades para melhorias foram levantadas ao fim da avaliação. A partir delas gerou-se um modelo de um *redesign* simples da urna eletrônica brasileira, mantendo seu padrão de layout, (Figura 5). As mudanças propostas são uma estratégia para uma abordagem socioculturalmente acessível, considerando as variações de linguagem, alfabetização digital e outros fatores [Neris *et al* 2024].

1. Adição de orientações iniciais na interface, para instruir usuários menos familiarizados com o dispositivo;

2. Adição de feedback visual para reforçar a conclusão de ações e tornar transparente a evolução do usuário no processo, como barras de progresso, e de feedbacks sonoros nos demais botões do dispositivo;
3. Revisão da mensagem de erro para voto nulo, para evitar a culpabilização da ação do eleitor;
4. Permanência do intérprete de LIBRAS em telas críticas, ou um botão de acesso para vídeo do intérprete para acessá-lo quando necessário pelo usuário;
5. Uniformização do processo de voto de legenda, evitando múltiplos caminhos que possam gerar confusão ao usuário.



Figura 5. Proposta de Redesign.

9. Considerações finais e trabalhos futuros

Conclui-se que a comunicabilidade é um critério tão importante quanto segurança da urna eletrônica brasileira. Problemas envolvendo-a podem comprometer o entendimento do voto, podendo influenciar o resultado de uma eleição. Portanto, cuidar da interface e interação, garantindo que suas mensagens sejam claras, coerentes e acessíveis, e de maneira alguma negligenciando questões socioculturais, corroborando com [Cybis e Michel 1999]. Esta é uma forma de proteger não só o sistema e seu usuário, mas também o próprio exercício da democracia. A evolução e busca por melhorias na Urna Eletrônica Brasileira garantem que o equipamento continuará sendo acessível para o povo brasileiro, que por meio de seu uso, decidirá os futuros caminhos de nosso país.

Para a comunidade brasileira de IHC, este trabalho contribui com a aplicação de uma avaliação da comunicabilidade aplicada na Urna Eletrônica Brasileira, uma pesquisa inédita que abre caminhos para a discussão de tecnologias importantes para a sociedade. Além disso, o trabalho reforça a efetividade e demonstra a aplicação conjunta dos métodos de avaliação da comunicabilidade.

Como trabalhos futuros, é pertinente a realização de uma nova avaliação da comunicabilidade, baseando-se na proposta de *redesign*, a fim de validar as melhorias realizadas. Outras oportunidades envolvem ampliar a aplicação dos métodos de avaliação, incluindo uma maior diversidade de usuários e cenários, além de explorar demais abordagens da IHC. A integração dessas análises pode fornecer orientações mais precisas para a criação de sistemas eleitorais mais acessíveis, compreensíveis e confiáveis.

Referências

- Barbosa, S. D. J., Silva, B. S. d., Silveria, M. S., Gasparini, I., Darin, T. e Barbosa, G. D. J. (2021). *Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário*. Publicação Independente.
- Bederson, B. B., Lee, B., Sherman, R. M., Herrnson, P. S., & Niemi, R. G. (2003). Electronic voting system usability issues. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 145-152).
- Cybis, W. de A.; Michel, G. (1999). A interferência das novas tecnologias e os perigos de sua generalização: uma avaliação ergonômica do voto eletrônico no Brasil. In: *II Workshop sobre Fatores Humanos em sistemas computacionais: rompendo barreiras entre pessoas e computadores*. Campinas: UNICAMP/FEEC. p. 19-20.
- Justiça Eleitoral (2024). Evoluções técnicas na urna eletrônica e no processo eleitoral. Disponível em: <<https://www.justicaeleitoral.jus.br/urna-eletronica/evolucoes.html>>. Acesso em: 01 set. 2024.
- Justiça Eleitoral (2024). Detalhes técnicos das urnas eletrônicas 2020 e 2022. Disponível em: <<https://www.justicaeleitoral.jus.br/urna-eletronica/detalhes-tecnicos-da-urna.html>>. Acesso em: 01 set. 2024.
- Kohn, T., Stubblefield, A., Rubin, A. D., & Wallach, D. S. (2004). Analysis of an electronic voting system. In *IEEE Symposium on Security and Privacy, 2004. Proceedings*. 2004 (pp. 27-40). IEEE.
- Lima, S. L. dos S. (2002). *Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-Computador: Análise da Usabilidade da Urna Eletrônica 2002 e do Módulo Impressor Externo*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Marky, K., Zollinger, M. L., Funk, M., Ryan, P. Y., & Mühlhäuser, M. (2019). How to assess the usability metrics of e-voting schemes. In *International Conference on Financial Cryptography and Data Security* (pp. 257-271). Cham: Springer International Publishing.
- Neris, V. P., Rosa, J. C. S., Maciel, C., Pereira, V. C., Galvão, V. F., & Arruda, I. L. (2024). GrandIHC-BR 2025-2035-GC4: Sociocultural aspects in human-computer interaction. In *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14).
- Peirce, C. S. (2005). *Semiótica*. São Paulo: Perspectiva.
- Sousa, E. R. (2021). *A Justiça Eleitoral de 1932 ao Voto Eletrônico: História da justiça eleitoral*. Publicação Independente.
- Sousa, N. M. (2021). *A Urna Eletrônica Brasileira como Escrita Digital de Voto*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará.
- Souza, C. S. e Leitão, C. F. (2009). *Semiotic Engineering Methods for Scientific Research in HCI*. Morgan Claypool Publishers.

Tribunal Regional Eleitoral de Mato Grosso (2024). Evolução do Voto. Disponível em:
<<https://www.tre-mt.jus.br/institucional/memoria-eleitoral/evolucao-do-voto>>.

Acesso em: 31 ago. 2024.

Tribunal Regional Eleitoral do Espírito Santo (2022). Voto branco x voto nulo: saiba a diferença. <<https://www.tre-es.jus.br/comunicacao/noticias/2014/Outubro/voto-branco-x-voto-nulo-saiba-a-diferenca>>. Acesso em: 4 set. 2024.

Tribunal Superior Eleitoral (2025). Glossário Eleitoral. Disponível em:
<<https://www.tse.jus.br/servicos-eleitorais/glossario/>>. Acesso em: 11 mai. 2025.

Tribunal Superior Eleitoral (2024). Como nasce uma urna: problemas nas Eleições 1994 levaram à criação que modernizou o voto. Disponível em:
<<https://www.tse.jus.br/comunicacao/noticias/2024/Maio/como-nasce-uma-urna-problemas-nas-eleicoes-1994-levaram-a-criacao-que-modernizou-o-voto-1>>. Acesso em: 01 set. 2024.