

# A interferência das novas tecnologias e os perigos de sua generalização: uma avaliação ergonômica do voto eletrônico no Brasil

**Walter de Abreu Cybis**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Universitário, Bairro Trindade  
Florianópolis, SC, 88 040-901 Brasil  
+55 (0) 48 331 7201  
[cybis@inf.ufsc.br](mailto:cybis@inf.ufsc.br),

**Gabriel Michel**

Université Paris V – Renes Descartes  
Laboratoire d'Ergonomie Informatique  
45, rue des SAINTS-PERES  
75270 Paris Cedex 06 FRANCE  
(33).(1).42 86 21 34 Fax: 42 96 18 58  
[gabs@caramail.com](mailto:gabs@caramail.com)

## RESUMO

O objetivo deste artigo é de analisar as repercussões da generalização das novas tecnologias de informação e comunicação -NTIC-, e eventualmente os perigos que elas representam para nossa vida cotidiana. Para ilustrar esta questão, foram avaliadas as qualidades ergonômicas do sistema eletrônico de voto utilizado atualmente no Brasil. Numa primeira etapa, uma inspeção ergonômica evidenciou problemas de usabilidade do ponto de vista de uma população dita sem problemas face às novas tecnologias. Testes de usabilidade realizados com as duas categorias de excluídos tecnológicos consideradas neste estudo, os cegos e os idosos, atestaram a incompatibilidade deste sistema face à populações sensíveis. Uma análise estatística dos resultados dos votos em eleições recentes parece confirmar os erros ergonômicos detectados, bem como o seu impacto sobre o conjunto da população, aí incluídos a grande maioria, dita normal face as novas tecnologias de informação e comunicação. Neste artigo é feito ainda, um pequeno balanço dos conhecimentos que a Ergonomia de Interfaces Humano-Computador oferece para o problema dos excluídos tecnológicos. Algumas propostas de soluções para a urna eletrônica são finalmente discutidas, bem como o papel que a ergonomia tem e terá que desempenhar face à exclusão tecnológica.

## Palavras chave

Ergonomia, interfaces humano-computador, voto eletrônico

## ABSTRACT

The purpose of this article is to analyse the repercussions of the expanded use of new computer and communication technologies, and the potential difficulties that they present to our daily life. To illustrate this topic, the ergonomic qualities of the computerised voting system used currently in Brazil were evaluated. In the first stage, an ergonomic inspection of the device revealed problems of usability among a population considered able to utilise the new technologies. Tests of usability with two groups of people excluded from the use of this technology, the blind and the aged, certified the incompatibility of this system with these vulnerable populations. A statistical analysis of the voting results in recent elections confirm the detected ergonomic

problems, as well as their impact on that portion of the population, considered to have a normal relationship with the new computer and communication technologies. This article also offers a brief review of the contributions that the Ergonomics of the Human-Computer Interfaces offer the problem of those who are technologically excluded. Some proposed solutions for the interface of the computerised voting system also are discussed, as well as the role that ergonomics has and will have to play in the light of technological exclusion.

## Keywords

Ergonomics, human-computer interaction, electronic vote

## 1. INTRODUÇÃO

No início dos anos 80, começaram a aparecer livros e publicações desmistificando a visão idealista da informática como ferramenta inevitável para a automação e para o aumento do desempenho no trabalho. Eles trazem numerosos exemplos sobre perturbações na organização do trabalho, sobre os altos custos e perigos da informática. (Landauer, 1996, Sperandio, 1996).

Estes exemplos tratam essencialmente da questão da informatização como praticada em ambientes profissionais, por usuários possuindo um certo nível de conhecimentos, onde os custos envolvidos são puramente financeiros. Entretanto, e cada vez mais, a informática sai deste ambiente e suas interfaces começam a ser utilizadas por todos e em todos os lugares. Para os aplicativos ditos profissionais, os projetistas de informática têm freqüentemente o reflexo, ou mesmo, a obrigação, por questões de marketing e de concorrência entre produtos, de levar em consideração a ergonomia de interfaces humano-computador. Mas ocorrerá a mesma coisa para outros tipos de aplicativos? A resposta não é evidente, particularmente em se tratando dos aplicativos destinados aos espaços públicos (quiosques multimídia, caixas automáticos, etc...). Alguns grupos de trabalho foram criados em torno deste tema (ACM SIGCHI User Autonomy) e já é possível encontrar autores que falam da interferência tecnológica e da necessidade de projetos sensíveis aos valores humanos e à autonomia (Friedman, 1996, Roth, 1994).

A avaliação ergonômica tratada neste artigo foi realizada neste contexto; das novas interfaces com a tecnologia e de seus perigos para as populações sensíveis. Foi avaliado um dispositivo informatizado de altíssimo alcance social: a urna eletrônica desenvolvida pelo Tribunal Superior Eleitoral do Brasil para as eleições municipais brasileiras de 1996. Esta atividade foi realizada pelo LabIUtil, Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina e esteve organizada segundo três etapas principais: inspeção ergonômica, ensaios de interação e análise estatística dos resultados das eleições de 1996 comparados aos de 1992. O objetivo foi de avaliar a interferência da interface do dispositivo face as intenções de voto do usuário/eleitor. A hipótese era de que erros de manipulação do dispositivo poderiam causar uma interferência no processo de voto. Por esta razão realizou-se a avaliação ergonômica do dispositivo em sua interação com usuários ditos normais, mas também com representantes de certas populações sensíveis às novas tecnologias de informação e comunicação -NTIC-.

### **Porque a exclusão tecnológica ?**

Há quase quinze anos, os projetistas de sistemas para microcomputadores tentam tornar seus sistemas mais amigáveis, tanto do ponto de vista do equipamento como de suas interfaces. Neste processo de melhoria de usabilidade (avanços tanto na intuitividade, como nos desempenhos obtidos), a ergonomia de interfaces desempenha um papel essencial. Devido a esta experiência, produziu-se uma base de conhecimento considerável, constituída de inúmeros modelos, métodos, guias e ferramentas. Mas este ganho em usabilidade das novas tecnologias de informação e de comunicação (NTIC), que os projetistas consideram como um fato, se refere a um público bem definido de usuários: pessoas em idade ativa, pertencendo a determinadas categorias sociais, com um certo nível de educação e sem qualquer tipo de deficiência. São consumidores potenciais destas tecnologias e valem-se dos dispositivos essencialmente para fins profissionais.

Mas o que dizer do acesso a estes produtos pelas pessoas, aqui denominadas de excluídos tecnológicos; deficientes, idosos, analfabetos, pessoas que nunca tiveram contato com as novas tecnologias? Face o desenvolvimento da informática que, cada vez mais se estende a todos os domínios da vida pública e privada, um número crescente de excluídos terão necessidade de se confrontar com as NTIC. Estas interfaces serão utilizadas por todos e se não forem adaptadas, prejudicarão de alguma forma, um número importante de usuários.

A parcela de excluídos, usuários voluntários ou compulsórios da informática, deverá assim no futuro próximo, aumentar rapidamente em relação aos usuários atuais. A repartição de idades de usuários das NTIC está mudando, em particular devido a chegada de novos programas aplicativos e também devido a modificação da pirâmide de idades nos países ocidentais. Ainda hoje, considera-se que a maior parte de usuários de informática sejam principalmente jovens entre 18 e 40 anos. Entretanto,

é possível constatar que existe cada vez mais crianças e idosos acessando sistemas de informática. Um estudo sobre idosos realizado nos EUA mostrou que em 1950 havia neste país 2 milhões de mulheres de mais de 70 anos e que em 2030 elas serão 14 milhões (Friedman, 1996). Estatísticas indicam que existe atualmente na Europa 80 milhões de pessoas com mais de 70 anos (Jonh, 1997). Por muito tempo considerou-se que haveria uma incompatibilidade entre pessoas idosas e a informática. Porém, estudos recolocam esta idéia preconcebida, mostrando que as pessoas com mais de 60 anos, os seniores, são cada vez mais numerosos como usuários da Internet (a prova é o número cada vez maior de sites seniores). A necessidade crescente de idosos terem acesso às novas tecnologias é tema de estudo da gerontecnologia - domínio que estuda o envelhecimento e as tecnologias -, que visa em particular, desenvolver novos produtos e serviços voltados às pessoas idosas (Brouwer-Janse et al, 1997). Por outro lado, o conceito de pessoa idosa é bastante impreciso, pois as modificações impostas pela idade são qualitativamente e quantitativamente muito diferentes entre as pessoas. Em outras palavras, as diferenças interindividuais são muito importantes e a variável idade torna-se inadequada para retratá-las (Coleman, 1997). As pessoas idosas sentem, de maneira crescente, a necessidade de manter um papel ativo e independente na sociedade. Eles entendem que as NTIC podem desempenhar um papel essencial em sua integração social graças as possibilidades de comunicação, de formação ou de lazer oferecidas por estas tecnologias.

A tipologia de usuários da informática está portanto, em processo de mudança. Não só a repartição de idades esta mudando, mas também outros fatores deverão ser reconsiderados, como por exemplo.

- o nível de formação geral: de analfabeto à expert em informática. Esta caracterização alarga consideravelmente o espectro clássico “novato-expert” considerado em ergonomia de interfaces. O novato ainda é para o ergonomista, um iniciante em relação à informática e/ou face a um tipo de aplicativo específico, mas em todos os casos ele possui um certo nível de conhecimentos. É necessário, doravante, levar em consideração outras categorias de novatos, as pessoas que não têm cultura tecnológica alguma, como os analfabetos, mas também, pessoas com um nível de educação reduzido ou que vivem em locais desfavorizados.
- o tipo de deficiência: A WAI (Web Accessibility Initiative), organização encarregada da adaptação da rede Internet às pessoas deficientes, indica que existem atualmente no mundo perto de 750 milhões de pessoas sofrendo de algum tipo de deficiência. A partir de sua origem, pode-se distinguir essencialmente os deficientes fisiológicos (sensoriais ou motores) ou psicológicos (por exemplo, a dislexia que provoca dificuldades para memorizar seqüências de números).

Claro está que o conjunto destas populações de excluídos é considerável, e provavelmente é mais importante que o conjunto atual de usuários da informática. Elas terão necessidade, no futuro, e isto já ocorre para um certo número de integrantes destas populações, de utilizar cada vez mais as novas tecnologias. As vezes de forma obrigatória, para atos corriqueiros da vida atual, como retirar dinheiro, comprar uma passagem, se informar, seguir uma formação, votar, etc...

### **Trabalhos em IHC ligados aos excluídos tecnológicos**

Para saber se as interfaces atuais são adaptadas aos excluídos, poderia-se colocar a seguinte questão: um excluído (por exemplo, um idoso, um cego, ou simplesmente um sujeito que nunca teve contato com as NTIC) poderia aprender facilmente a utilizar um editor de texto, um navegador na Internet ou simplesmente retirar dinheiro de um caixa automático? Nos dias de hoje, a resposta seria principalmente negativa pois, como foi colocado anteriormente, as especificidades destas populações somente em raríssimos casos, foram consideradas para o projeto de interfaces humano-computador. Até os dias atuais, relativamente pouco trabalho em ergonomia de interfaces está associado aos excluídos tecnológicos. Entretanto, já existem casos de interfaces adaptadas ou possuindo algum nível de adaptação. Com efeito, a maior parte das pesquisas realizadas em IHC, relacionadas com excluídos tecnológicos, refere-se aos deficientes sensoriais, em particular, os deficientes visuais. Este fato pode ser explicado facilmente devido as diferentes leis adotadas em boa parte dos países desenvolvidos (tais como American Disabilities Act nos EUA, a lei de fevereiro de 1991 na França, ou Disability Discrimination Act, no Reino Unido) visando a integração de deficientes. Estas leis motivaram o financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento neste domínio, e assim, um certo número de dados ergonômicos, físicos e cognitivos encontram-se disponíveis, sobre a adaptação de postos de trabalho (Burger, 1994, Burger, 1993, John, 1997). Mas ainda há muita coisa a ser feita.

Quanto as outras categorias de excluídos, como os idosos, os analfabetos ou aqueles que nunca tiveram contato com as NTIC, elas não parecem interessar nem aos projetistas destas tecnologias, nem aos ergonomistas de interfaces humano-computador. Os raros trabalhos que são do conhecimento deste autores destacam, de maneira uniforme, as dificuldades, ou mesmo a impossibilidade destas populações utilizarem produtos de informática elementares, considerados de uso bastante simples. Deve-se destacar entretanto que a variabilidade destas populações é tamanha que o objetivo dos projetistas de poder criar uma interface única e genérica, isto é, adaptada a todos, é cada vez mais irreal. Para os novos aplicativos destinados a todo o mundo (excluídos ou não face as NTIC), em vez de uma interface única, seria provavelmente melhor examinar diversas interfaces em paralelo, pois sem

isto, se estaria correndo o risco de excluir e de interferir com a tecnologia.

O caso da urna eletrônica no Brasil é abordado neste artigo sob a perspectiva dos excluídos e das interferências tecnológicas que eles experimentam. Sua análise tem o objetivo de mostrar o perigo da generalização de um sistema, em cujo desenvolvimento não tenham sido levadas em consideração as especificidades das diferentes categorias destes usuários potenciais. Com efeito, trata-se de um sistema informatizado, cuja interface com o usuário tem uma aparência bastante simples e incorpora boa parte das características das interfaces modernas. Ela apoia a realização de uma única tarefa, da qual seus usuários potenciais, os eleitores, têm conhecimento real.

## **2. A avaliação da Urna Eletrônica**

No Brasil, o projeto de criação de urnas eletrônicas foi concebido especificamente para suprimir as possibilidades de fraudes e diminuir a duração do processo de contagem de votos. A equipe de projetistas do sistema reuniu os especialistas nacionais em domínios como confiabilidade de dados, robustez do software e dos equipamentos e desempenho de sistemas. Nesta equipe não haviam ergonomistas.

Em 1996 a urna eletrônica se apresentava como um gabinete de aproximadamente 5 kg com:

- uma unidade central de processamento 386 PC-compatível,
- uma pequena tela monocromática apresentando caracteres negros em fundo branco.
- um teclado numérico com teclas recobertas por uma membrana plástica.
- uma impressora que produzia em papel, as cédulas preenchidas com as intenções de voto (comprovantes dos votos eletrônicos) que eram em seguida depositadas mecanicamente (sem a participação do eleitor) em um saco plástico (urna propriamente dita).

A entrada de informações se realizava a partir do teclado numérico, semelhante ao de um telefone, comportando 10 teclas, sobre as quais estavam escritos os números. Havia também, 3 teclas de comandos sobre as quais estavam escritos “Branco”, “Corrigir” e “Confirmar”. Inscrições em braille, correspondendo ao que estava escrito sobre as teclas, foram adicionadas abaixo de cada uma delas. A interface da urna eletrônica foi organizada de modo à realizar primeiramente, o voto para o prefeito, seguido do voto para o vereador. Os candidatos para a prefeitura foram codificados por números de 2 dígitos, e os para a câmara municipal, por um número de 5 dígitos. Para cada voto, o usuário/eleitor podia escolher entre votar para um candidato, anular seu voto ou votar em branco. Para votar em um candidato, o eleitor deveria digitar o código correspondente ao candidato; ele(a) digitava o(s) primeiro(s) número(s), que podia, se necessário, corrigir. A digitação do último número não poderia ser modificada, pois esta ação, além da entrada de um caractere, comandava automaticamente a apresentação do nome e da foto do

candidato correspondente. Em seguida, lhe era pedida a confirmação do voto. Para corrigir um erro de digitação, o eleitor deveria acionar a tecla “Corrigir” e redigitar o código inteiramente. Para anular seu voto, ele deveria digitar um código inexistente e em seguida, confirmar sua intenção de anular o voto. Para votar em branco, bastava acionar a tecla de comando “Branco” no teclado.

Deve-se notar que, em relação ao voto manual no Brasil, o voto eletrônico apresenta diferenças estruturais, como:

- O eleitor não pode mais escrever ou mesmo desenhar na cédula eleitoral. No caso de analfabetos, o desenho de uma vassoura poderia ser considerado válido para representar um candidato propondo em sua campanha, a vassoura como símbolo de sua proposta de limpar a administração pública.
- O eleitor não pode mais escolher a ordem das votações (por exemplo, votar primeiro para vereador e depois para prefeito).

Em 1996, esta urna eletrônica foi utilizada no Brasil para o voto para prefeitos e vereadores em aproximadamente 50 cidades, entre as mais importantes do país. Para o estudo realizado, interessou-se em medir o impacto da utilização da urna em sete importantes cidades do estado de Santa Catarina.

### **Inspecção Ergonômica**

A interface com o usuário/eleitor da urna eletrônica, conforme proposta pelo Tribunal Superior Eleitoral e descrita anteriormente, apresentava problemas ergonômicos evidentes relacionadas principalmente à condução, ao feedback, ao carácter explícito de controle, à proteção contra os erros e ao significado das denominações (conforme os critérios ergonômicos definidos por Bastien e Scapin (1993)). Estes problemas encontram-se descritos em detalhes no trabalho de Cybis et al (1997).

A inspecção ergonômica sugeriu, em conclusão, que o voto eletrônico em 1996 poderia acarretar um número significativo de erros pelos usuários-eleitores, e a partir deles, um desvio entre as intenções de voto e os resultados obtidos. Colocou-se aqui, a hipótese de que o desvio era particularmente importante para as pessoas afastadas da cultura urbana informatizada. Esta foi a razão pela qual os ensaios de interação foram efetuados com dois tipos de populações tidas como excluídos das NTIC: os cegos e as pessoas idosas.

### **Ensaio de Usabilidade**

De modo a confirmar as hipóteses de interferência induzida pela interface da urna, foram realizadas 3 sessões de ensaios de usabilidade: as duas primeiras com cegos e a última com idosos. Para respeitar as condições reais de voto, participaram dos ensaios de usabilidade dois representantes do Tribunal Regional Eleitoral, que desempenhavam os papéis de presidente e secretário da mesa eleitoral. Antes de cada sessão de avaliação, cada sujeito devia, com a ajuda de um ergonomista, preencher um questionário com informações gerais (idade, sexo, nível de escolaridade, interesse pelo voto) e com informações mais específicas em relação à utilização do dispositivo

(experiência no processo de voto, acesso à certas tecnologias, tais como televisão, telefone, computador e domínio do braille, no caso de cegos). Ainda, de modo a se aproximar de uma situação real, foi explicado verbalmente o funcionamento da urna. A instrução era a seguinte: “Tentem votar no candidato de número 99 para prefeito, e no de número 99902 para vereador. Tentem se comportar como em uma votação real”. Na seqüência, observava-se a interação dos sujeitos com a urna, sem qualquer intervenção por parte dos analistas. Os procedimentos relacionados com os ensaios encontram-se descritos em detalhes no trabalho de Cybis et al (1997).

### *Análise dos resultados dos ensaios de usabilidade*

A partir dos ensaios de interação realizados, pode-se concluir que o sistema de urna eletrônica só permite aos cegos treinados em braille a realização do voto sem erros. Para todos os outros, o número de erros cometidos é excessivo e o tempo médio é muito elevado (3 minutos) em relação à tarefa a realizar. Pode-se afirmar que a urna eletrônica, apesar das inscrições em braille sobre o teclado, não é adaptada aos eleitores cegos. Em termos de ergonomia física, o posicionamento inadequado das inscrições em braille entre as teclas (em vez de ser colocada diretamente sobre elas), constituiu em 1996 certamente um primeiro obstáculo para a utilização da urna pelos cegos. Do ponto de vista da interface visual, ela não é de utilidade alguma para os cegos, na medida em que não fornece condução e feedback sobre a execução das suas ações. Como poderiam eles ler as indicações de que é necessário pressionar a tecla “Confirmar” após a digitação de cada código? Este problema de feedback poderia explicar o fato de que nenhum cego, sem treinamento com a urna, tenha conseguido ultrapassar o limite da eleição para prefeito. Não existe, segundo o conhecimento destes autores, uma base completa de critérios ergonômicos para a concepção e avaliação de interfaces de software para cegos. Entretanto, pode-se afirmar que os critérios ergonômicos para interfaces com usuários ditos normais, empregados na inspecção ergonômica, como condução, gestão de erros, ou significado dos códigos e denominações devem também se aplicar às interfaces para os cegos. Uma aplicação rigorosa destes critérios se reveste aqui de uma importância certamente maior do que para interfaces para usuários normais face às NTIC.

Para os idosos alfabetizados e conhecedores do processo de voto, foi possível constatar que uma boa parte deles concentravam toda sua atenção no teclado e que a tela era praticamente ignorada. É evidente que para todos esses, a utilização de um sistema tela-teclado não lhes parece natural. Dado o número de informações alfanuméricas, tanto sobre o teclado como na tela, a chance de sucesso para o idoso analfabeto era evidentemente nula. Aqui, a tecla “Confirmar” se coloca como um obstáculo real para a maior parte dos sujeitos: todos os idosos que obtiveram sucesso no voto tiveram ajuda dos mesários neste particular. Enfim, conclui-se que os problemas de certos eleitores desabitados a operação de sistemas eletrônicos e

com dificuldades de memorização de números deveriam ter levado os projetistas da urna eletrônica a tomarem cuidados adicionais no projeto de sua interface. Estes cuidados envolveriam a carga mental, a condução, a gestão de erros, o controle do usuário e o significado dos códigos e denominações. Na falta de tais qualidades, a interface da urna eletrônica diminuiu a chance de sucesso no voto para esta categoria da população.

Tanto para os cegos como para os idosos, o número elevado de erros constatados e a duração média dos votos permitem concluir que a urna eletrônica não proporciona a realização normal de seu direito de cidadãos.

#### **Análise Estatística**

Os erros de concepção da interface, identificados pela inspeção ergonômica e as dificuldades de cegos e idosos em expressar suas intenções de voto, observadas nos ensaios de interação com amostras de populações sensíveis face as NTIC, reforçaram a hipótese de que a interferência da tecnologia da urna eletrônica se fizesse sentir sobre o conjunto da população de eleitores. Para comprová-la foi realizado um estudo comparativo das estatísticas dos resultados das eleições municipais de 1996, face as de 1992. Tomou-se um conjunto de sete cidades do Estado de Santa Catarina, escolhidas de modo que as populações de eleitores informatizados e manuais se equivalesssem em número (entre 35 000 et 210 000 habitantes). Assim, foi possível apreciar as distribuições dos votos em 1992 e medir sua evolução para 1996. Os dados para estas análises foram fornecidos pelo Tribunal Regional Eleitoral do Estado de Santa Catarina e encontram-se descritos em detalhes no trabalho de Cybis et al (1997).

#### *Resultados das análises estatísticas*

A partir dos dados fornecidos, pode-se constatar os seguintes desvios no âmbito do voto para vereadores:

- nas cidades com urna eletrônica houve uma forte diminuição dos votos em branco (-41,72%), enquanto que houve uma aumento significativo (33,42%) neste mesmo tipo de voto nas cidades com voto manual.
- nas cidades com urna eletrônica houve um forte aumento de votos nas legendas (65,73%), enquanto que houve uma acentuada diminuição neste tipo de voto nas cidades não informatizadas (-55,45%).

É importante frisar que as mesmas variações médias observadas para os votos em branco e nas legendas para as câmaras municipais, consideradas globalmente por categoria de cidade, puderam ser encontradas no âmbito de cada cidade. Estas variações de votos são importantes quanto ao número considerável de eleitores que elas alcançaram. Assim por exemplo, no que se refere aos votos na legenda, pode-se constatar que:

- nas cidades com voto manual nas duas eleições, a diminuição de mais da metade (-55,45 %) do número de eleitores optando por este tipo de voto alcançou 2,17 % do conjunto de eleitores em 1996.
- nas cidades equipadas com urnas eletrônicas em 1996, o fenômeno foi invertido, (aumento de 65,73 % no

número de votos nas legendas) e alcançou 2,72 % dos eleitores.

Mesmo que um estudo mais detalhado, a partir de outras técnicas de análise de dados se mostre pertinente, pode-se concluir com o estudo realizado que, para votos na legenda, a interferência da interface da urna eletrônica se estendeu em 1996, a cerca de 5 % da população geral dos eleitores informatizados. Isto prova claramente a interferência resultante da introdução de uma interface pouco adequada sobre o conjunto da população.

### **3. Propostas de soluções gerais**

As estatísticas e os testes de usabilidade realizados não permitem saber qual é o peso dos erros importantes de voto (votar para B enquanto queria votar para A). Para tanto, seria necessário realizar ensaios de interação com verbalizações e com base em diferentes cenários (simular a pressão das filas de espera e solicitar aos sujeitos o voto em branco e o voto nulo) e sobre um número bem maior de sujeitos ditos normais face as NTIC. Estes ensaios permitiriam eventualmente evidenciar outros tipos de estratégias realizadas pelos eleitores em, por exemplo, situações de impasse. Eles poderiam motivar a busca de diferenças mais sutis (com técnicas mais ambiciosas de análise de dados) no conjunto dos resultados estatísticos, que não tenham sido detectadas neste estudo.

É evidente que, no caso da urna eletrônica, a diversidade de categorias de usuários é muito forte. O perfil de sua população-alvo distancia-se das categorias clássicas de iniciantes-experts empregadas normalmente em ergonomia de IHC. Entretanto, para conceber um dispositivo como a urna eletrônica, uma abordagem ergonômica rigorosa parece indispensável, a partir dos seguintes princípios; participação ativa das diferentes categorias de usuários, consideração as recomendações ergonômicas (mesmo que, como foi visto anteriormente, elas sejam inexistentes ou em estado embrionário para as diferentes populações de excluídos), maquetagem, prototipagem, ensaios de interação, validação, etc.. Estes procedimentos são inevitáveis face a abrangência geral de um sistema e se houver necessidade e vontade de evitar as interferências da tecnologia.

No caso da urna eletrônica desenvolvida no Brasil, a diversidade de tipos de eleitores e sua relação com a tecnologia, sugere que diferentes tipos de interfaces tenham que coabitar o mesmo sistema. Isto, para que todos os tipos de eleitores tenham um mesmo tipo de acesso amistoso ao sistema, sem necessidade de treinamento e realizando seus votos em prazos semelhantes.

Para os cegos, a falta de visão deve ser compensada por outras modalidades sensoriais. Assim, seria necessário projetar uma interface baseada na audição e no toque, as duas modalidades de interação mais usualmente adotadas para este fim pela comunidade de projetistas e pesquisadores (Burger, 1994, 1993, Sperandio, 1996). Voltando ao caso da interface atualmente prevista para os cegos na urna eletrônica, é importante frisar que menos de

15 % dos cegos praticam o braille (cifras fornecidas pelas associações de cegos no Brasil). Assim, uma interface baseada apenas no braille como solução de substituição da tela, mesmo que tivesse sido resultado de uma verdadeira integração ergonômica, permitiria o acesso às urnas eletrônicas somente a uma minoria de cegos. Uma síntese vocal, conduzindo a interação, combinada com 2 ou 3 teclas com formas geométricas diferenciáveis daria mais chances de sucesso ao eleitor deficiente visual. Além de um fone de ouvido para passar mensagens de condução e de feedback ao eleitor, o teclado da urna poderia prever, por exemplo, o botão da esquerda, de anulação, de forma quadrada, o do centro, para o voto em branco, redondo e o da direita, para confirmar, triangular. Um sistema assim configurado, poderia permitir o acesso tanto ao praticantes do braille, como para todo o deficiente visual que não tenha dificuldades auditivas ou motoras.

Afora o problema dos cegos, mostrou-se evidente que o projeto da urna eletrônica não levou em consideração as especificidades das pessoas de baixa visão. De fato, a maior parte deles não conhecem o braille e teriam imensas dificuldades para ler as informações apresentadas em uma tela com um fundo brilhante (branco), com caracteres escuros e não muito grandes. Neste particular, pode-se afirmar que uma boa parte destes eleitores seriam incapazes de utilizar a interface da urna eletrônica. Para eles deveria-se primeiramente inverter o contraste "caractere x fundo", prevendo fontes maiores e elas sim, brilhantes. Ainda, deveria-se pensar em um sistema mecânico ou informatizado de ampliação da tela (lupa). É bom lembrar que a interface sugerida para os cegos que não praticam o braille seria também útil para as pessoas de baixa visão. Para as pessoas idosas, os estudos ergonômicos sobre seu acesso às NTIC (Sperandio et al, 1998, Czaja, 1997), mostram que os problemas essenciais encontrados se referem à memorização, à velocidade de execução e à falta de compreensão para com a necessidade de validação de entradas. No que se refere à carga mnésica, o simples fato de guardar 2 códigos numéricos (prefeito e vereador) é um complicante. Mesmo que as pessoas sejam autorizadas a anotar em um papel os números de seus candidatos, nem todos o fazem. Ainda, como foi constatado nos ensaios de interação, para uma boa parte das pessoas, o acesso a um sistema tela-teclado consiste em um verdadeiro obstáculo. Durante as observações dos ensaios de interação, foi possível constatar que alguns sujeitos realizavam a interação sem se valer da tela, digitando os códigos às cegas. No caso dos idosos, e mesmo para a população de cegos, uma interface sonora (vocal), eventualmente combinada com uma interface visual melhor adaptada, lhes daria maiores chances de sucesso. A esse propósito, existem inúmeros trabalhos em ergonomia relacionados a concepção de interfaces vocais (Maries & Engelberg, 1997).

#### **4. Conclusão**

Votar deve ser um ato civil natural, e a tecnologia não deve se colocar como obstáculo. Uma urna eletrônica deveria ter por função, facilitar a tarefa do eleitor, proporcionando ao menos um voto tão natural e amistoso como o voto manual. A urna deveria reduzir ao máximo as possibilidades de erros e incidentes, garantindo aos eleitores a realização de seu objetivo último, isto é, votar nos candidatos que eles escolheram. Não deveria em hipótese alguma, provocar modificações em seu voto, nem desencorajá-los a votar. Este estudo mostra claramente que estes objetivos não foram alcançados pela urna eletrônica, o que pode ser explicado pela abordagem puramente tecnológica trazida para a concepção.

O erros de projeto identificados na inspeção ergonômica e as dificuldades observadas nos ensaios de interação, com uma amostra de eleitores idosos e deficientes visuais, demonstraram serem pequenas, às vezes inexistentes, as possibilidades desses cidadãos expressarem corretamente suas intenções de voto. No entanto, para o conjunto dos sujeitos participantes do estudo, a vontade de participar do processo eleitoral brasileiro foi unânime. O emprego do sistema de voto informatizado parece se constituir, para esta população, um obstáculo, às vezes intransponível, em relação ao voto manual. Por outro lado, a hipótese de interferência para o conjunto da população foi confirmada pelas estatísticas dos resultados das eleições de 1996 comparadas com as de 1992. Elas evidenciaram diferenças significativas no comportamento do eleitor em cidades com voto informatizado, face ao do eleitor de cidades não informatizadas.

Este estudo provou que o sistema de urna eletrônica é, em seu estado atual, particularmente para os idosos e cegos, um fator importante de exclusão social. O mesmo se poderia afirmar em relação aos deficientes visuais, aos analfabetos e outras categorias de pessoas excluídas pelas NTIC. Poderia se esperar que as novas tecnologias pudessem oferecer uma oportunidade de integração social, por exemplo, proporcionando aos analfabetos uma forma fácil de se expressar e de ter um papel maior na sociedade. Do contrário, elas são e podem se tornar cada vez mais, um fator de exclusão social.

Este estudo se refere ao dispositivo eletrônico empregado na eleição realizada no Brasil em 1996 e provou a existência de uma interferência tecnológica importante. Seu relatório foi encaminhado ao Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina. Em 1998 uma interface baseada na mesma estrutura de apresentação e estilo de diálogo foi empregada para as eleições estaduais e federais. Estas eleições foram bem mais complexas, prevendo votações para presidente, governador, senador, deputado federal e deputado estadual encadeadas em uma mesma sessão de voto. Uma barreira adicional foi colocada pela forma pouco lógica da seqüência das votações. Qual a razão para não colocar a votação para presidente na primeira etapa de votação? A comparação entre estas duas eleições, evidencia que o tempo de votação em 1998 deveria ser bastante superior ao de 1996. Mesmo assim, as autoridades decidiram diminuir o número de sessões eleitorais, aumentando em

conseqüência o número de eleitores por urna eletrônica. Como resultado, verificou-se a ocorrência de filas imensas e o prolongamento da jornada eleitoral bem além das 17 horas. Deste modo, nas eleições de 1998 um outro fator adverso esteve presente na interação com a urna eletrônica; a pressão temporal. À luz do estudo realizado sobre a interface de 1996 e do contexto bastante mais grave e complexo de 1998, é muito provável que nesta última eleição, a interferência tecnológica tenha alcançado uma porcentagem maior da população em geral. Provavelmente tenham ido por terra as chances de muitos idosos e cegos que obtiveram sucesso em 1996.

É necessário que os projetistas das NTIC e de qualquer sistema informatizado em espaços públicos, considerem as especificidades das populações de excluídos, de modo a lhes proporcionar possibilidades de integração social. Nesta perspectiva, a tarefa do ergonomista é importante e um desafio, pois existe muito pouco estudo em ergonomia cognitiva definindo recomendações ou critérios para a concepção e avaliação de interfaces para deficientes. Da mesma forma, nada existe em termos de ferramentas, como por exemplo, agentes inteligentes para ajudar na concepção de interfaces melhor adaptadas. Os sistemas informatizados públicos, tal como a urna eletrônica, têm um papel muito importante em relação a integração social. Por esta razão, antes de qualquer implantação, uma validação ou verificação ergonômica deveria ser obrigatória. Por exemplo, deveria-se definir normas ergonômicas mínimas a serem respeitadas.

As fronteiras da ergonomia de IHC estão se expandindo, juntamente com as variáveis de trabalho que se tornam cada vez mais complexos: usuários, interfaces, tecnologia, domínios e contextos. A consideração de todas estas variáveis é a única maneira de minimizar no futuro, a explosão de interferências e de excluídos das tecnologias.

#### Referências

Bastien C., Scapin D., Human factors criteria, principles and recommendations for HCI: methodological and standardisation issues (internal Report, INRIA, 1993)

Brouwer-Janse, M.D., Suri, J., Mitchell, Y., De Vries G., Fozard, J.L., Colman R., User interfaces for young and Old, *Interactions*, march-april 1997, Vol. 4.2, pp 35-46.

Burger, D. Improved access to computers for the visually handicapped: new prospects and principles, *IEEE volume 2 Number 3*, September 1994, p 111-118

Burger, D. Les handicapés visuels face à l'informatique: possibilités d'accès, perspectives. In *Ergonomie dans la conception des projets informatiques* (sous la direction de J.Cl. Sperandio), 1993, pp 247-261

Coleman, R. Concevoir pour nos futurs moi, in *Interactions*, march-april 1997, Vol. 4.2, pp 35-46.

Cybis, W.A, Couto I., Michel G., Prospero H.. Validação ergonômica da urna eletrônica face ao usuário-eleitor. Congresso Brasileiro e Latino Americano de Ergonomia, Florianopolis, Brasil, 1997.

Czaja, S.J., 'Computer Technology and Older Adult', *Handbook of Human-Computer Interaction*, Second completed revised edition, M. Helander & al, 1997, pp 797 – 810.

Friedman, B., Value-Sensitive Design, *Interactions*, november-december 1996, Vol. III.6, pp 17-23.

John, G., Access Prohibited? Information for Designers of Public Access Terminals, Published by RNIB, 1997.

Landauer, T. K., *The Trouble with Computers: Usefulness, Usability and Productivity*, The MIT Press, 1996.

Maries, M.A., Engelberg, G., 'Designing Voice Menu Applications for Telephones', *Handbook of Human-Computer Interaction*, Second completed revised edition, M. Helander & al, 1997, pp 797 – 810.

Michel, G., Uzan, G., Sperandio, J.C., Pelletier, B., Burger, D., L'accès des personnes handicapées visuelles à Internet: recommandations ergonomiques pour la conception de pages web. *Ergo-IA*, Biarritz, novembre 1998.

Roth, S. K., The unconsidered ballot: How design effects voting behavior. *Visible Language* 28 (1994), 48-67.

Sperandio, J.Cl., L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain, Octares Editions, Collection Travail, 1996.

Sperandio, J.C., Garza, C., Specht, M., Uzan, G., Michel, G., 'Contraintes sensorielles, mnésique et temporelles chez les personnes vieillissantes utilisatrices d'objets techniques de la vie courante'. Congrès de la Self. Septembre 1998.