Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)
http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v17.n2.2024

SUPERANDO DESAFIOS POR MEIO DO USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA: UMA ANÁLISE DO TECLADO TIX

OVERCOMING CHALLENGES THROUGH THE USE OF ASSISTIVE TECHNOLOGY: A REVIEW OF THE TIX KEYBOARD

Maria Tatiane Gonçalves dos Santos
ORCID 0009-0001-7462-5762
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, IFSertãoPE
Salgueiro, PE, Brasil
maria.tatiane@aluno.ifsertao-pe.edu.br

Heraldo Gonçalves Lima Junior
ORCID 0000-0001-8470-896X
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, IFSertãoPE
Salgueiro, PE, Brasil
heraldo.junior@ifsertao-pe.edu.br

Lana Yara do Nascimento Bem
ORCID 0000-0002-8092-2659
Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
Campina Grande, PB, Brasil
lana.yara@copin.ufcg.edu.br

Marcelo Anderson Batista dos Santos
ORCID 0000-0001-5574-0645
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, IFSertãoPE
Salgueiro, PE, Brasil
marcelo.santos@ifsertao-pe.edu.br

Resumo. A população brasileira possui um amplo número de pessoas com algum tipo de deficiência. É assim possível, por meio da Tecnologia Assistiva (TA), fornecer meios alternativos de comunicação para os indivíduos que apresentam limitações verbais e mobilidade comprometida. Buscamos, neste trabalho, analisar um recurso de TA voltado àquelas pessoas que somente possuem o piscar dos olhos como meio de expressão. Para isso, analisamos o teclado TiX – uma solução que permite usar o computador por toques ou por meio do piscar dos olhos. No estudo da ferramenta, notamos que modificações simples como o reordenamento das letras e mudanças no modo de varredura trariam, para o teclado, maior eficiência no tempo de comunicação. Para isso, utilizamos de testes computacionais simulatórios para medir o desempenho do TiX com as alterações propostas para essa ferramenta. O resultado foi uma redução de até 60% no tempo de digitação de uma frase. Consideramos também, ao executar os testes, os possíveis erros que podem ocorrer no uso da ferramenta.

Palavras-chave: Deficiência Física; Limitação Verbal; Recursos Assistivos.

Abstract. The Brazilian population has a large number of people with some type of disability. It is thus possible, through Assistive Technology (TA), provide alternative means of communication for individuals who have verbal limitations and impaired mobility. We search, in this job, analyze an AT resource aimed at those people who only have the blink of an eye as a means of expression. For this, we reviewed the TiX keyboard – a solution that allows you to use your computer by touch or through the blink of an eye. In the study of the tool, we noticed that simple modifications like reordering the letters and changes to the scan mode would bring, for the keyboard, greater efficiency in communication time. For this, we use simulation computational tests to measure the performance of TiX with the changes proposed for this tool. The result was a reduction of up to 60% in the time to type a sentence. We also consider, when running the tests, the possible errors that may occur when using the tool.

Keywords: Physical Disability; Verbal Limitation; Assistive Resources.

1. INTRODUÇÃO

A comunicação é uma necessidade básica entre os indivíduos. Ela é feita por meio de sinais que ocorrem na interação de duas ou mais pessoas ao proporcionar sentido e significado entre elas. Os seres humanos, desde o nascimento, fazem uso do choro, do riso e de balbucios para expressar suas vontades. A fala, embora seja a forma mais frequente, não é o único veículo comunicativo (Bez, 2010); os gestos, o piscar dos olhos e a escrita são exemplos de outras formas alternativas no tocante à comunicação.

A Constituição Federal de 1988 traz como fundamentos da República Federativa do Brasil e consequentemente do Estado Democrático de Direito, a dignidade da pessoa humana em seu art. 1º, inciso III (Brasil, 1988). Conferir dignidade envolve, entre tantos aspectos, oferecer meios inclusivos para que pessoas com deficiência se sintam participantes ativas do meio onde vivem. Para aqueles com limitações comunicativas, por exemplo, maneiras alternativas devem ser usadas para que consigam se expressar de forma efetiva. Desse modo, dispor de soluções que proporcionam autonomia, contribui para inclusão e dignidade das pessoas com deficiência.

Assim, ao tratar sobre inclusão, a Tecnologia Assistiva (TA) se apresenta como uma forma de promover assistência e reabilitação das pessoas com deficiência. É uma área do conhecimento utilizada para identificar recursos e serviços que contribuem para ampliar ou mesmo conceder habilidades funcionais e consequentemente promover inclusão social, qualidade de vida e independência a essas pessoas (Bersch, 2017).

No Brasil, há empresas de tecnologia que atuam em áreas específicas de suporte às pessoas com deficiência, produzindo recursos que dão assistência para que desenvolvam suas competências e habilidades. É o caso do teclado TiX, um produto de TA que provê inclusão de pessoas com deficiência física, dando autonomia para que consigam se comunicar por meio do toque ou piscar dos olhos.

Esse dispositivo imita as funções de um teclado e um mouse comum. É uma plataforma de inclusão e reabilitação, capaz de desenvolver o motor e o cognitivo de pessoas com deficiência física. Com o TiX, pessoas com qualquer limitação motora podem usar o computador, smartphone ou tablet. Para isso, é somente necessário utilizar-se de uma combinação de onze teclas sensíveis ao toque (podem também ser acionadas pelo piscar dos olhos ao utilizar-se de um dispositivo específico para isso) para que um usuário consiga digitar ou movimentar o ponteiro do mouse.

No entanto, ao analisar esse teclado, observou-se a possibilidade de melhorias a serem aplicadas nesse dispositivo. Uma observação quanto à comunicação das pessoas não verbais e gestuais, é o tempo que alguns produtos de TA levam para expressar os desejos do usuário. Por vezes, os recursos ajudam a promover comunicação, mas não necessariamente prezam pela diminuição no tempo de interação entre a pessoa com deficiência e o mundo externo.

Percebeu-se assim, para o TiX, que o esforço durante a utilização e a redução no tempo de escrita/comunicação podem ser obtidas com algumas modificações nas disposições das letras do teclado. Definimos, portanto, as mudanças e quantificamos as melhorias, ou seja, o quanto as modificações seriam relevantes para quem faz uso do computador junto a esse produto.

Nesse cenário, foi desenvolvido um software que simula o funcionamento do TiX para medir o desempenho a partir das mudanças propostas para esse dispositivo. Sugerimos o reordenamento das letras e da varredura (a mudança na ordem em que o teclado é percorrido impacta em seu desempenho) para torná-lo mais eficiente e desse modo otimizar o tempo de escrita do usuário. Avaliou-se, assim, o desempenho no tempo de digitação.

Em função do exposto, buscamos responder ao seguinte questionamento: de que forma mudanças na forma como o teclado TiX é estruturado podem contribuir para reduzir o tempo de escrita de uma pessoa com limitação verbal e deficiência motora severa?

Existem, desse modo, tipos de deficiência que atuam não só sobre a motricidade, mas também sobre a comunicação. Nessa situação, não é possível fazer uso de fala ou movimentos, o que torna ainda mais difícil a interação do indivíduo. Assim, para pessoas com limitações que afetam a oralidade, fazer uso de recursos de TA como comunicação alternativa pode significar, por vezes, a única possibilidade de interação desses com o mundo externo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As TAs englobam uma variedade de dispositivos, softwares e estratégias projetados para facilitar a comunicação, mobilidade, aprendizado e execução de tarefas diárias. Através de uma

análise crítica das abordagens teóricas e das práticas desenvolvidas, é possível explorar como essas tecnologias podem proporcionar uma maior inclusão digital de pessoas com deficiências motora e verbal. Este referencial busca, portanto, examinar a base conceitual sobre as deficiências motora e verbal e também sobre as TAs voltadas para este público, destacando suas implicações para a inclusão e participação ativa dessas pessoas na sociedade contemporânea.

2.1 Dificuldades motora e verbal

A deficiência motora caracteriza-se pelos impedimentos nos movimentos e na coordenação de membros e/ou da cabeça. Faz-se necessário, nesses casos, adaptações que garantam o acesso a todos os serviços e espaços, conferindo a autonomia e a independência do indivíduo. A pessoa com deficiência motora, muitas vezes, é discriminada e excluída do meio onde vive, principalmente quando a deficiência acomete consideravelmente a fala e impede o uso da comunicação oral de forma fluente (Brasil, 2012).

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua divulgada pelo IBGE (2023), realizada em 2022, cerca de 18,6 milhões de pessoas no Brasil, com idades maiores que dois anos, tinham algum tipo de deficiência. De acordo com Pesquisa Nacional de Saúde, elaborada pela FIOCRUZ (2019), 4,9% dos brasileiros possui deficiência motora nos membros inferiores ou superiores.

O reduzido controle dos movimentos pode tornar trabalhosa a execução de tarefas simples, a exemplo da utilização de *mouses* e teclados, bem como a execução de ações que implicam precisão e rapidez. Vários fatores podem ocasionar esse tipo de dificuldade, dentre os exemplos podem ser citados a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) e a Paralisia Cerebral (PC) (Godinho, 2004).

De acordo com Oliveira et al. (2008), na PC não significa que o cérebro está paralisado, apenas sofreu alguma forma de agressão. Sabe-se, ainda, que muitas vezes suas sequelas tornam-se agravadas pelas dificuldades que essas pessoas apresentam em explorar o meio e se comunicar com o mundo externo. Algumas têm alterações leves, quase imperceptíveis, que faz com que tenham dificuldades para andar, falar ou usar as mãos. Outras são gravemente afetadas com incapacidade motora grave, impossibilidade de andar, falar e escrever. Já na esclerose lateral amiotrófica (ELA) enfrenta-se uma progressiva paralisia/atrofia dos membros superiores e inferiores, que em pouco tempo impossibilita a locomoção e a realização de qualquer atividade que envolva o uso da musculatura corporal como um todo. No entanto, geralmente, observa-se a preservação das capacidades cognitivas, ou seja, os pacientes permanecem lúcidos e cognitivamente preservados ao longo de toda a progressão da doença (Borges, 2003).

Viabilizar as melhores condições possíveis de atendimento a esses pacientes e familiares requer a criação de formas conjuntas de atuação entre família, comunidade e gestão pública. Esta realidade chama atenção para a carência de políticas que atendam a essa demanda crescente e para a necessidade de se pensar novas formas de atuação diante de doenças com prognósticos semelhantes (Borges, 2003). Dessa forma, promover meios alternativos para aqueles com limitação motora e de oralidade, requer administração e recursos voltados para o desenvolvimento e inclusão dessas pessoas.

Galvão Filho (2012) afirma que apesar das grandes dificuldades que pessoas com limitação comunicativa e deficiência física têm em interagir com o seu ambiente, torna-se compreensível o fato delas apresentarem o mesmo nível de desenvolvimento cognitivo, quando devidamente estimuladas, que outras pessoas sem deficiência. Com isso, vê-se que os recursos da TA facilitam esse incentivo e oferecem possibilidades de inclusão e autonomia.

2.2 Tecnologia Assistiva

O Brasil passou de um período de quase total desconhecimento da população e das instituições nacionais sobre a existência, a relevância e os significados da TA. Hoje, a TA adquire uma nova dimensão, passando a estar presente em diferentes setores da realidade (Galvão Filho, 2013).

No atual contexto brasileiro, a TA tem sido considerada como uma área promissora e de grande relevância social, inclusive pelos órgãos governamentais que têm investido no fomento ao seu desenvolvimento. Essa informação transmite expectativas positivas aos profissionais e pesquisadores, que veem sua área de estudo crescer e tomar visibilidade, mas, sobretudo, para as pessoas que possuem comprometimentos funcionais que, em muitos casos, podem vir a ter a sua plena participação social potencializada, por meio de produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços de TA (Calheiros; Mendes & Lourenço, 2018).

A TA não é um tema ligado apenas à saúde, à indústria, à educação, ciência e tecnologia. Na verdade é um conceito muito mais amplo, um elemento chave para a promoção dos Direitos Humanos, pelo qual as pessoas com deficiência têm a oportunidade de alcançar sua autonomia e independência em todos os aspectos da vida. Para isso, é necessária a adoção de medidas que assegurem seu acesso, é preciso que obstáculos e barreiras sejam identificados e resolvidos de acordo com a particularidade de cada deficiência. Vê-se, enfim, que a aplicação de TA abrange todas as ordens do desempenho humano, desde as tarefas básicas de autocuidado até o desempenho de atividades profissionais (Brasil, 2009).

Existem exemplos de sua utilização não somente para reabilitação, mas também para educação e uso pessoal. A TA agrupa dispositivos, técnicas e processos que podem fornecer assistência, reabilitação e qualidade de vida às pessoas com deficiência. Tais recursos são de suma importância para ambientes de ensino, que devem ser celeiro de inclusão e acessibilidade a todos os seus integrantes (Bersch, 2017).

Existe uma tendência em considerar que o simples fato de se usar *softwares* comuns, que também são utilizados por outras pessoas sem nenhum tipo de limitação, significa que tal *software* é um exemplo de TA. Esse tipo de tecnologia é algo bem mais preciso que atende a uma ou diversas necessidades específicas. Nesses casos, o *software* ou ferramenta utilizada não funciona apenas como um simples recurso, mas sim como meio de promover acessibilidade e o mínimo de igualdade (Bersch, 2017).

Assim, o uso da TA demanda não somente o recurso, mas também um serviço que ofereça estratégias para o seu uso. É necessário, portanto, observar o indivíduo e reconhecer suas necessidades. Por meio dessas informações é possível estabelecer critérios para elaborar recursos com perspectivas funcionais que atendam às necessidades específicas da pessoa com deficiência e consequentemente também possa expandir a capacidade comunicativa (Rocha; Deliberato, 2012).

2.3 Recursos de TA voltados à comunicação e acesso ao computador

Os recursos de TA existem para facilitar a vida das pessoas com deficiência. No que se refere a comunicação das pessoas não verbais e com limitações físicas, diferentes recursos assistivos são usados para incluir essas pessoas e promover, por meio de diferentes recursos, a comunicação desses indivíduos. Alguns não conseguem, por exemplo, utilizar o teclado e o *mouse* convencional. Sendo assim, faz-se necessário recorrer a sistemas específicos que aperfeiçoem a utilização desses periféricos ou eliminem a sua necessidade. Como exemplo, têm-se os *softwares* específicos para simular o movimento do *mouse*. Também existem teclados virtuais como alternativa ao teclado físico. Em algumas situações, um interruptor ativado por um movimento, som ou sopro pode ser suficiente para interagir com um recurso computacional (Godinho, 2004).

Tendo em nota essas situações, a interação com o computador deve levar em conta, nesses casos, a possível impossibilidade de se usar *mouse* e teclado; a falta de coordenação do usuário e a dificuldade de efetuar ações simultâneas, sem que, para isso, não limite o tempo de resposta do usuário (Godinho, 2004). Podemos citar como recursos de TA capazes de promover o acesso ao computador por pessoas com deficiência motora: o HeadMouse, Projeto Sicse, Projeto DaVoz, o Colibri, o a- blinX e o TiX.

O HeadMouse[1] é um *mouse* virtual desenvolvido para permitir que pessoas sem o movimento dos braços possam usar o computador e navegar pela *internet*. O objetivo é proporcionar um mecanismo de interação alternativo e de baixo custo para pessoas com mobilidade reduzida e que não possam utilizar um *mouse* comum. O ponteiro do *mouse* é movimentado com os movimentos da cabeça por meio de mecanismos de visão artificial. Esses movimentos do usuário são transformados em movimentos na tela. Para usá-lo basta instalá-lo no computador e possuir uma *webcam* presa ao monitor. É essa câmera que fará todo o trabalho do programa. Uma vez instalado, o HeadMouse vai usar os movimentos da cabeça para movimentar o cursor e o piscar de olhos ou o abrir da boca para clicar. Para que funcione perfeitamente, a câmera tem que capturar a imagem centralizada do usuário para que todas as funções sejam realizadas.

O Projeto Sicse[2] é um sistema de baixo custo que permite às pessoas com deficiência motora severa se comunicarem por meio de sua atividade cerebral. É voltado para pacientes que possuem as funções cognitivas preservadas, mas não têm comunicação verbal e gestual. Para isso, é registrada e processada a atividade elétrica do cérebro, a fim de controlar um teclado virtual. Assim, pacientes com síndrome de encarceramento, por exemplo, têm à disposição uma ferramenta que permite que se comuniquem e evitem o isolamento.

O projeto DaVoz[3] desenvolve um sistema de interpretação automática de linguagem de sinais por meio do uso de um sensor de inteligência artificial (IA). Esse projeto cria um sistema de interpretação automática da linguagem de sinais para o sinal de voz. O objetivo é romper barreiras de comunicação e facilitar a integração profissional e social do grupo de surdos. Utiliza-se um sensor volumétrico e IA para identificar a linguagem de sinais e transformá-la em voz sintetizada. A grande vantagem é romper a dependência da figura do intérprete, ganhando em autonomia, dinamismo e facilitando a inserção profissional e social.

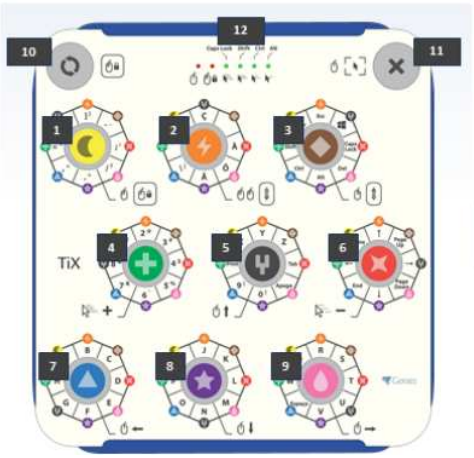
O Colibri[4] proporciona acessibilidade e autonomia para pessoas que não podem usar as mãos. Com esse produto, pessoas com deficiência motora usam computadores e dispositivos móveis com movimentos da cabeça e piscar de olhos. O aparelho é indicado para indivíduos com tetraplegia, acidente vascular cerebral, paralisia cerebral, dificuldades na fala, entre outras. O Colibri capta movimentos intuitivos da cabeça para controlar o ponteiro do *mouse* com precisão. Os cliques podem ser feitos com o piscar dos olhos ou com a bochecha. O sensor também percebe a inclinação lateral da cabeça para rolar a tela do computador facilmente. É leve, sem fios, tem bateria recarregável e pode ser preso a qualquer armação de óculos. Só é necessário um computador ou algum modelo de *smartphone* ou *tablet* com *Bluetooth*.

O a-blinX[5], produto da *startup* brasileira TiX Tecnologia Assistiva, capta o piscar dos olhos para ampliar as possibilidades de interação das pessoas com deficiência motora severa. É composto por um pequeno sensor infravermelho que pode ser acoplado a haste de qualquer armação de óculos. Quando devidamente posicionado, é capaz de detectar o piscar dos olhos do usuário. Serve para usar qualquer computador, navegar na *internet*, escrever e até jogar. É possível ligar o sensor diretamente ao computador e usar *softwares* específicos que funcionem

[1] Site do projeto <https://www.tecnologiasaccesibles.com/pt-br/catedras/headmouse>.
[2] Site do projeto: <https://www.tecnologiasaccesibles.com/pt-br/content/projeto-sicse>.
[3] Site do projeto: <https://www.tecnologiasaccesibles.com/pt-br/content/projeto-davoz>.
[4] Site do projeto: <https://voacolibri.com.br/>.
[5] Site do projeto: <https://tix.life/produtos/a-blinx/>.

por varredura (Teclado Virtual do Windows). Há também a possibilidade de usá-lo com o teclado TiX (Imagem), produto desenvolvido também pela mesma empresa.

O Teclado Inteligente Multifuncional TiX[6], é um dispositivo de entrada de dados destinado a permitir a interatividade do homem com a máquina. Pode ser controlado por qualquer interruptor adaptativo externo como é o caso do a-blinX ou também por toques nos botões do teclado, atendendo a demanda daqueles com limitações funcionais mais severas. A Figura 1 mostra o teclado TiX e as suas respectivas funcionalidades.



Nº	Função
1- 9	Teclas combinatórias para digitação de letras, caracteres e comandos / controle de movimento e cliques do mouse.
10	Tecla especial de repetição de caracteres / trava do clique
11	Tecla especial de cancelamento / mudança de modo
12	Luzes indicativas relacionadas às teclas especiais e ao mouse
13	Conector de saída para o cabo USB (plugue tipo B)
14	Conector de entrada para acionador externo (plugue tipo P2)

Figura 1. Teclado TiX e as suas funcionalidades.
Fonte: Adaptado de TiX[7].

O uso é feito por meio da combinação de botões que darão origem a uma determinada letra ou função. Cada botão apresenta ícones e cores distintas, cercados por caracteres alfanuméricos, símbolos de pontuação e comandos usuais de um teclado tradicional. Pressionar um botão e sua combinação é o que torna possível a interação com o computador. As teclas/botões acendem uma a uma (do botão 1 ao 11) até que o sensor detecte o piscar dos olhos. Ao detectá-lo, a combinação é feita e então uma tecla é acionada. Nesse modo de operação, quando a luz associada ao botão pretendido está ativada, o usuário aciona um interruptor externo (que pode ser o a-blinX, por exemplo) fazendo com que uma letra ou função seja executada.

O TiX possui nove teclas de combinação para digitar, além de outras duas para corrigir e repetir caracteres. Para digitar é preciso tocar em duas teclas combinatórias diferentes, em sequência. Para digitar a letra “A”, por exemplo, deve-se piscar os olhos (ou tocar) quando a tecla requerida – nesse caso, o “triangulo azul” – estiver ativada (há uma luz indicativa que percorre cada tecla (varredura)). Em seguida, deve-se observar o ícone menor adjacente ao caractere pretendido e então piscar os olhos na tecla que apresenta esse ícone, no caso, a “lua amarela”. As duas teclas que compõem a combinação ficarão apagadas e o caractere “A” será digitado, conforme a Figura 2.

[6] Site do Projeto: <https://tix.life/categoria_aplicacoes/tix/>.
[7] Disponível em <https://wiki.geraestec.com.br/index.php/Manual_de_instru%C3%A7%C3%B5es_do_Tix>. Acesso em 25 ago 2023.

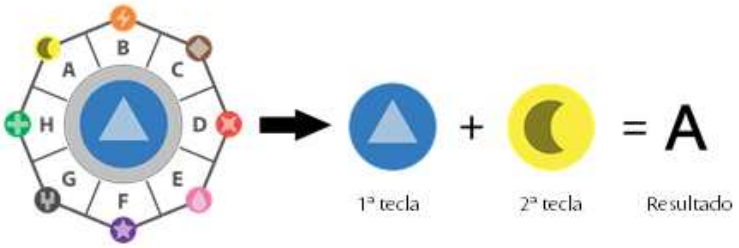


Figura 2. Representação de como expressar o caractere "A".
Fonte: Disponível na página do projeto[8].

Da mesma maneira que teclados tradicionais, o TiX possibilita a inserção de comandos como ENTER, ESC, TAB, SHIFT e setas de navegação, entre outros. Esses comandos são digitados da forma como se faz com as letras.

O fator facilitador deste aparelho vem da facilidade que ele confere a pessoas que não conseguem utilizar o teclado comum, mas que ainda possuam certo controle sobre seus movimentos. Neste trabalho, propomos melhorias na forma como as teclas estão dispostas nesse teclado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Pensando em diminuir o tempo de "escrita" do teclado TiX, simulamos uma nova distribuição na forma como as letras se encontram. O intuito é fazer o teclado funcionar da forma mais eficiente possível, com impacto significativo no desempenho do dispositivo. A presente pesquisa é assim, quanto à sua abordagem, quantitativa. Segundo Minayo e Sanches (1993), a pesquisa quantitativa é uma forma de acesso aos níveis de realidade, permitindo evidenciar indicadores, dados e tendências observáveis.

Foi feito, para tanto, um comparativo entre o tempo que se leva para digitar variadas frases no TiX (teclado original, sem modificação) e no teclado proposto neste trabalho. Os testes foram realizados com base em simulações computacionais executadas por um *software* desenvolvido para tal função. Escolheu-se essa metodologia perante a impossibilidade de realizar os testes diretamente com humanos, visto que a quantidade de recurso (um único dispositivo TiX) disponível seria insuficiente para realizar, pelo tempo disponível, os testes com um número adequado de pessoas. O teclado foi escolhido por uma questão de preço, sendo ele mais acessível do que outras tecnologias do mesmo segmento.

Desse modo, foi criado um *software* simulador utilizando a linguagem Java para quantificar o desempenho com relação às alterações propostas no TiX. Este *software* foi projetado com foco na execução de experimentos de validação estatística, utilizando a geração de números aleatórios para simular o uso do teclado em diferentes cenários. A estrutura do programa é baseada em um *loop* que define os parâmetros de simulação, como a distribuição das letras no teclado e a ordem de varredura das teclas. Embora não possua uma interface gráfica, o *software* é eficiente na execução das simulações necessárias para avaliar as modificações propostas. A ausência de uma interface gráfica simplifica o foco na precisão e na repetibilidade dos testes, assegurando que os resultados obtidos sejam estatisticamente robustos. Os resultados foram gerados em formato de texto e armazenados em um arquivo externo, já contendo as médias dos resultados das simulações. Este formato facilita a análise dos dados e a comparação detalhada entre o desempenho do teclado TiX original e as versões modificadas.

A geração de números aleatórios incorpora variáveis de erro nas simulações, garantindo que as condições de uso real sejam refletidas nos resultados, proporcionando uma base

[8] Disponível em <https://wiki.geraestec.com.br/index.php/Manual_de_instru%C3%A7%C3%B5es_do_Tix>. Acesso em 25 ago 2023.

científica para concluir sobre a eficácia das melhorias implementadas. Assim, o objetivo foi determinar a quantidade de ciclos (quantidade de teclas percorridas) que são necessários para digitar uma frase no modo varredura. Foram realizados testes com 30 frases distintas (Apêndice A). Essas frases utilizam caracteres minúsculos, desconsiderando pontuação, acentuação ou caractere especial, considerando apenas letras e números. A quantidade de frases escolhidas advém do valor mínimo para obter um nível de confiança satisfatório nos testes.

O estudo foi baseado em três fases. Na primeira, houve a simulação de um rearranjo na disposição das letras do teclado TiX. Buscamos diminuir o tempo para "digitar" um caractere. Para tanto, baseamo-nos nas letras mais usadas da língua portuguesa e, com isso, traçamos a maneira de colocá-las ao menor "esforço" do usuário, ou seja, as letras devem ser acessadas no menor tempo possível. A Tabela 1 mostra o porcentual das letras mais usadas, vê-se, por exemplo, que a letra "A" é a que aparece com maior frequência e as letras "K" e "Y" são as menos usadas. Logo, propomos que o TiX acesse as letras usadas com maior frequência com o menor número de combinações possível.

Tabela 1. Letras mais utilizadas da língua portuguesa.

Letra	%	Letra	%	Letra	%	Letra	%
01 - A	14,63	02 – E	12,57	03 - O	10,73	04 - S	7,81
05 - R	6,53	06 – I	6,18	07 - N	5,05	08 - D	4,99
09 - M	4,74	10 – U	4,63	11 - T	4,34	12 - C	3,88
13 - L	2,78	14 – P	2,52	15 - V	1,67	16 - G	1,30
17 - H	1,28	18 – Q	1,20	19 - B	1,04	20 - F	1,02
21 - Z	0,47	22 – J	0,40	23 - X	0,21	24 - K	0,02
25 - W	0,01			26 - Y	0,01		

Fonte: Ribeiro (s.d.).

Na segunda parte da comparação, simulou-se alterar o modo de varredura do TiX. Nele, a varredura começa pelo botão "X", que é o botão de cancelamento. Sugerimos que a varredura comece pelo botão "triângulo azul", já que o início pelo botão "X" não se justifica, pois não há erros para serem corrigidos antes de se digitar alguma letra ou combinação de teclas.

Na terceira parte da simulação foi modificada a forma de varredura do dispositivo. Em outras palavras, propomos uma nova forma de percorrer as teclas. Ao assumir que um usuário pouco erra durante uma digitação, mudar a forma como o botão "X" está disposto pode ter um relevante impacto no tempo de "escrita" de uma frase.

Como não é possível afirmar quantas vezes um usuário vai errar e se realmente ele irá errar, foi incluído nos testes uma margem de 0, 5, 10, 20 e 50% de chances do usuário escolher uma combinação errada no TiX a fim de selecionar as letras de uma frase.

Para cada uma das 30 frases foram executadas, no *software*, 30 simulações a fim de replicar o funcionamento do TiX. Foram usadas variáveis aleatórias para representar os erros cometidos por um usuário, ou seja, simulamos a função de cancelamento e a função de delete. Assim, a replicação ocorre livre de manipulação humana. Após isso, o simulador apresentava como saída os resultados de desempenho para cada frase. Assim, obtivemos nos testes simulatórios do teclado proposto uma redução de até 60% no tempo de digitação em comparação com o teclado TiX (sem modificação).

4. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS MUDANÇAS PROPOSTAS NO TIX

Conforme já mencionado, foi realizada uma nova distribuição na forma como as letras se encontram. A utilização do TiX em modo de varredura (luz percorrendo botão por botão até ser selecionado) pode ser um processo demorado. Ele se utiliza de um sistema de combinações entre 11 botões. Para digitar a letra "A", por exemplo, é necessário que três botões (1B, 2B, 3B

= Ciclo1) sejam percorridos até chegar ao triângulo azul. Na segunda etapa, os botões acendem novamente até que o botão correspondente (tecla amarela com símbolo de lua) a combinação seja acionado e a letra "A" seja finalmente digitada (percorrem-se os botões: 1B,2B,3B,4B,5B,6B,7B,8B,9B = Ciclo2). Assim, para digitar a letra "A" foram necessários 12 ciclos (Ciclo1+Ciclo2), já que a varredura volta do início (1B) sempre que se aciona um novo botão. O exemplo descrito pode ser visualizado na Figura 3.

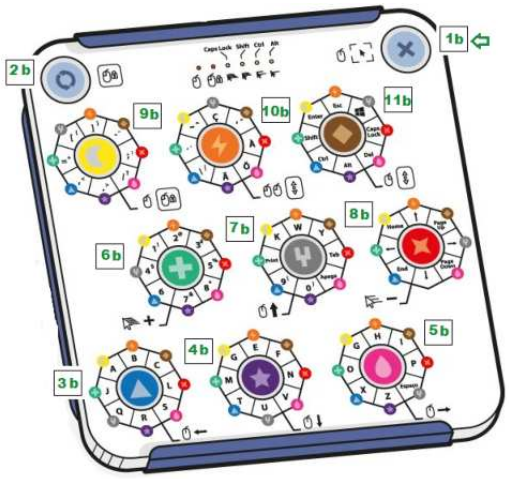


Figura 3. Demonstração dos botões do teclado TiX.
Fonte: Adaptado de TiX[9].

Simulamos também uma modificação na forma de varredura do dispositivo, em outras palavras, propomos uma mudança na forma como as teclas são percorridas. Em vez de considerar o início da varredura pela tecla 1B (tecla com símbolo X ou cancelar), iniciamos com a tecla 3B (ou com símbolo de triângulo azul).

A proposta é se pautar nas letras mais usadas da língua portuguesa para definir uma nova disposição do alfabeto no TiX, assim, as letras mais usadas devem ficar na menor combinação de teclas possível. Desse modo, o ideal é que a letra "A" seja uma combinação da tecla "triângulo azul" (ou botão 1B) com ela mesma, tendo seu tempo de digitação reduzido de 12 ciclos – teclado TiX – para 6 ciclos – teclado proposto. A Figura 4 exibe a modificação proposta, nela observam-se as letras dispostas em posições diferentes, diminuindo o tempo de acesso de cada uma.

[9] Disponível em <https://wiki.geraestec.com.br/index.php/Manual_de_instru%C3%A7%C3%B5es_do_Tix>. Acesso em 25 ago 2023.

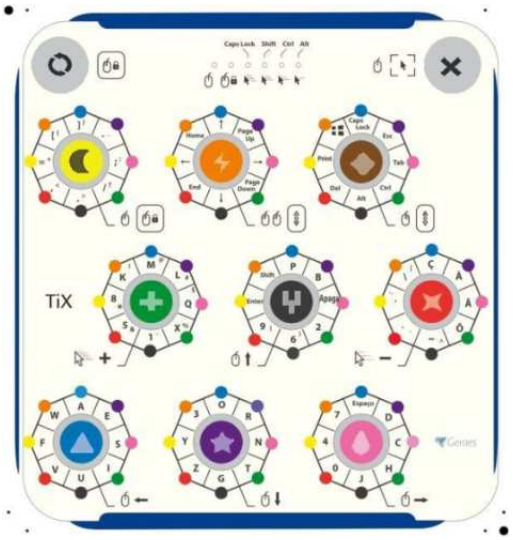


Figura 4. Mudanças propostas para o teclado TiX.
Fonte: Adaptado de TiX[10].

4.1 Etapa 1: Rearranjo das letras do TiX

Nessa etapa, desconsideramos os erros que podem ser cometidos ao se utilizar esse tipo de teclado e contabilizamos o tempo que se leva para expressar 30 frases tanto no TiX quanto no teclado proposto (a mudança proposta nessa comparação foi a reorganização das letras baseada nas letras usadas com mais frequência na língua portuguesa).

Podemos ver na Figura 5 os resultados obtidos na comparação de tempo para expressar as 30 frases nos dois teclados (original e modelo proposto). Os resultados foram obtidos a partir do *software* para simular o uso do TiX. Com isso, a média de ciclos para o teclado original foi de 952, já para o modelo proposto o resultado médio foi de 659 ciclos. Este resultado indica uma redução de aproximadamente 31% no tempo de "digitação".

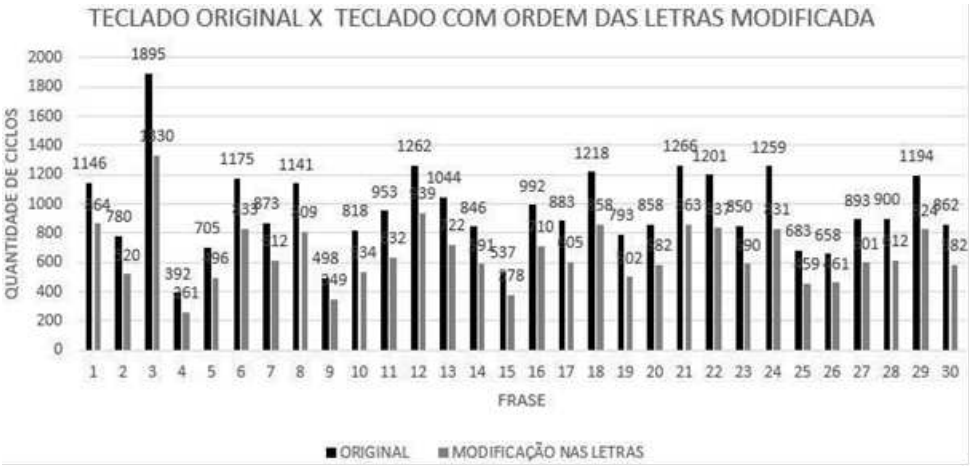


Figura 5. Comparação do TiX com as mudanças propostas para esse teclado.
Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Etapa 2: Modificação no modo de varredura do TiX

Para o segundo teste, foi notada a importância de considerar e mensurar o impacto de erros cometidos por um usuário ao utilizar o TiX. Observou-se também que a varredura do teclado

[10] Disponível em <https://wiki.geraestec.com.br/index.php/Manual_de_instru%C3%A7%C3%B5es_do_Tix>. Acesso em 25 ago 2023.

não privilegia, necessariamente, a redução no tempo de escrita. No formato original, a ferramenta inicia a varredura pelo botão 1B ou "X" que serve para corrigir uma combinação de duas teclas erradas, ou seja, quando a letra já foi digitada na tela.

O teste anterior não considerava a possibilidade de que houvesse erro ao digitar uma frase. Assim, realizamos os testes com as mesmas frases, mas com a adição da possibilidade do erro. O número de ciclos contabilizados pelo *software* leva em consideração não só o tempo para digitação das letras, mas o tempo para se recuperar de um erro.

Nesta etapa três mudanças foram consideradas em relação ao teclado original: 1- modificação na disposição das letras (feito também no teste anterior); 2- modificação no modo de varredura das teclas; 3- os erros que podem ser cometidos a partir da probabilidade de se errar 0, 5, 10, 20 e 50% das vezes.

Nessa simulação o modo de varredura foi modificado, passando a iniciar pela tecla 3B (ou botão com símbolo do triângulo azul) e a última tecla percorrida foi a tecla com símbolo "X" ou botão de correção. Assim, além de manter a modificação baseada nas letras mais utilizadas da língua portuguesa, o dispositivo não deve se iniciar mais pelos dois botões iniciais (botão "X" e botão de repetição, localizados na parte superior) e sim pelo primeiro botão combinável, o 3B. Só após a primeira seleção o botão de correção acenderia primeiro, já que o usuário pode errar na primeira escolha.

A Tabela 2 exibe os resultados obtidos para este cenário utilizando as taxas de erro de 5, 10, 20 e 50%. Foi calculada a média das replicações para a simulação feita com o teclado original e com o teclado modificado. Vê-se, a partir dessa tabela, que para as 30 frases, quando inexiste erro, o teclado proposto reduz o tempo de "escrita" em 50%. Quando a probabilidade de erro aumenta para 50%, o teclado modificado reduz o tempo de "escrita" em 39%.

Tabela 2. Porcentagem de redução de ciclos em relação ao teclado original.

Percentual de Erro	Ciclos obtidos com o teclado original	Ciclos obtidos com o teclado com modificação[11]	Redução de ciclos (em %)
0%	984	496	50%
5%	1050	547	48%
10%	1113	596	47%
20%	1236	692	45%
50%	1610	983	39%

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.3 Etapa 3: Início fixo na ordem de varredura

No segundo teste envolvendo a ordem de acendimento dos botões, foi mantida a modificação baseada nas letras com o ciclo iniciando no botão azul (triângulo ou B3) que é o primeiro botão combinável. No teste três, o primeiro botão a acender continua sendo o "triângulo azul", porém, ao selecioná-lo, a varredura não mais retorna para o botão "X", ela continuará no próximo botão, o 4B ("estrela roxa"), 5B, 6B, assim por diante, até chegar ao botão de correção ("X"), ou seja, a correção só é acionada quando todos os botões combináveis se acenderem.

A Tabela 3 exibe os resultados do desempenho do TiX em comparação com as modificações propostas para ele. Na tabela é mostrado, respectivamente, da coluna esquerda para a direita, (1) as probabilidades de erro; (2) o resultado do desempenho do TiX (em ciclos) para expressar 30 frases; (3) o resultado do desempenho da proposta de modificação do TiX, nesse caso, considerando a ordem das funções e as combinações modificadas ao iniciar a

[11] Além da ordem das funções e combinações modificadas, inicia pelo primeiro botão combinável no primeiro ciclo e não pelos botões de repetição e de cancelamento.

varredura pelo primeiro botão combinável e não pelo botão de cancelamento; (4) resultado da comparação entre o TiX e as mudanças propostas, mostra-se em quantos por cento foi possível diminuir o tempo de "escrita"; (5) comparação do TiX com a mudança: varredura sempre começando pelos botões combináveis até chegar no botão de cancelamento.

Tabela 3. Porcentagem de redução de ciclos em relação ao teclado original.

Percentual de Erro	Ciclos obtidos com o teclado original	Ciclos obtidos com o teclado com modificação	Redução de ciclos – modificação anterior (em %)	Redução de ciclos – modificação atual (em %)
0%	984	403	50%	60%
5%	1050	470	48%	56%
10%	1113	536	47%	52%
20%	1236	664	45%	47%
50%	1610	1050	39%	35%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio dos testes feitos, foi obtido um resultado significativo na redução de ciclos no modo de varredura em relação ao dispositivo original TiX. A redução obtida foi de até 60% quando se considera todas as propostas de mudança e inexiste a possibilidade de erros. Os resultados obtidos geram a possibilidade de uma patente de modelo de utilidade, em que um produto já existente é melhorado de forma significativa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o teclado iconográfico TiX, uma ferramenta de TA voltada para autonomia de pessoas com limitações motoras. Com esse recurso é possível fazer uso do computador por meio do piscar dos olhos ou toques no dispositivo.

No entanto, foi possível identificar possíveis melhorias que podem ser feitas nesse teclado utilizando mudanças simples como o reordenamento das letras e a mudança na ordem de varredura. Ao quantificar tais sugestões por meio de testes simulatórios, notou-se que as mudanças propostas, em alguns casos, apresentou um desempenho 60% melhor em relação ao teclado original TiX. Os resultados foram obtidos por meio de um *software* simulador desenvolvido para simular e quantificar tais melhorias.

Em trabalhos futuros pretendemos, de forma prática, avaliar este trabalho com o público alvo específico e comparar o resultado das modificações propostas com outras ferramentas de TA disponíveis no mercado.

As questões pontuadas trazem elementos importantes para pensar, entre outros aspectos, no processo educativo, ou seja, na implantação da TA como recursos de apoio para comunicação dos alunos com deficiência física e verbal em sala de aula.

Vê-se, portanto, que o TiX é um importante recurso de TA, mas que o seu foco pode se voltar não só para a comunicação das pessoas com deficiência, mas prezar, de forma mais significativa, pelo tempo que um usuário leva para expressar uma letra ou uma frase nesse dispositivo.

REFERÊNCIAS

BERSCH, R. (2017). Introdução à Tecnologia Assistiva. Porto Alegre: CEDI.

BEZ, M. R. (2010). Comunicação Aumentativa e Alternativa para sujeitos com Transtornos Globais do Desenvolvimento na promoção da expressão e intencionalidade por meio de Ações Mediadoras. 161 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Recuperado de: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26303.

BRASIL. (1988). Constituição 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico. Recuperado de: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

BRASIL. (2012) Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. Caderno de educação especial: a alfabetização de crianças com deficiência: uma proposta inclusiva. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. Brasília: MEC, SEB. Recuperado de: http://www.serdigital.com.br/gerenciador/clientes/ceel/material/109.pdf.

BRASIL. (2009). Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. – Brasília: CORDE, 2009. 138 p. Recuperado de: https://www.assistiva.com.br/Tecnologia%20Assistiva%20CAT.pdf.

BORGES, C. F. (2003). Dependência e morte da "mãe de família": a solidariedade familiar e comunitária nos cuidados com a paciente de esclerose lateral amiotrófica. Psicologia em Estudo, v. 8, p. 21-29. Doi: https://doi.org/10.1590/S1413-73722003000300004.

CALHEIROS, D. dos S.; MENDES, E. G. & LOURENÇO, G. F. (2018). Considerações acerca da tecnologia assistiva no cenário educacional brasileiro. Revista Educação Especial, v. 31, n. 60, p. 229-244. Doi: https://doi.org/10.5902/1984686X18825

GALVÃO FILHO, T. A. (2013). A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. In: Revista da FACED – Entre ideias: Educação, Cultura e Sociedade, Salvador: Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia – FACED/UFBA, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan/jun 2013. Doi: https://doi.org/10.9771/2317-1219rf.v2i1.7064.

GALVÃO FILHO, T. (2012) Tecnologia Assistiva: favorecendo o desenvolvimento e a aprendizagem em contextos educacionais inclusivos. Em: GIROTO, C. R. M.; POKER, R. B.; OMOTE, S. (Org.). As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas. Marília/SP: Cultura Acadêmica, p. 65-92. Recuperado de: https://www.marilia.unesp.br/Home/Publicacoes/as-tecnologias-nas-praticas_e-book.pdf#page=66.

GODINHO, Francisco et al. Tecnologias de informação sem barreiras no local de trabalho. Vila Real: UTAD, p. 27, 2004.

IBGE. (2023). PNAD Contínua: Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. Rio de Janeiro. IBGE. Recuperado de: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda#:~:text=Dos%2099%2C3%20milh%C3%B5es%20de,participa%C3%A7%C3%A3o%20(4%2C0%25).

FIOCRUZ. (2019). Painel de Indicadores de Saúde – Pesquisa Nacional de Saúde. Recuperado de: https://www.pns.icict.fiocruz.br/painel-de-indicadores-mobile-desktop/.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. (1993). Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-62. Doi: https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002.

OLIVEIRA, A. I. A. de; GAROTTI, M. F.; SÁ, N. M. C. M. (2008) Tecnologia de ensino e tecnologia assistiva no ensino de crianças com paralisia cerebral. Ciências e Cognição, Vol. 13. Recuperado de: http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/78.

Ribeiro, A. O. (s.d.). Decifrando Textos em Português. Análise Forense. Recuperado de: https://www.gta.ufrj.br/grad/06_2/alexandre/criptoanalise.html.

ROCHA, A. N. D. C.; DELIBERATO, D. Tecnologia assistiva para a criança com paralisia cerebral na escola: identificação das necessidades. Revista Brasileira de Educação Especial, p. 71-92, 2012. Doi: https://doi.org/10.1590/S1413-65382012000100006.

APÊNDICE A

Frases utilizadas nos testes. Desconsideram-se caracteres minúsculos, pontuação, acentuação ou caractere especial. Apenas letras e números.

1. estudo divulgado nesta quinta 19 mostra que entre 2003 e 2009 a pobreza no brasil caiu 36 por cento;

2. a forca nao provem da capacidade fisica provem de uma vontade indomável;

3. os rolling stones teriam de repetir 7000 vezes o show que fizeram em fevereiro de 2006 na praia de copacabana para que toda a populacao mundial pudesse acompanhar a apresentação;

4. olho por olho e o mundo acabara cego;

5. se voce nao esta disposto a arriscar esteja disposto a uma vida comum;

6. com baixas taxas de natalidade a populacao europeia envelhece e ate 2050 deve perder 124 000 000 de pessoas;

7. todos os seus sonhos podem se tornar realidade se voce tiver coragem para persegui-los;

8. para esclarecer duvidas e indagar sobre coisas que me interessavam pronunciei precisamente 414 720 palavras;

9. todo progresso acontece fora da zona de conforto;

10. a felicidade nao e uma estacao em que voce chega mas uma maneira de viajar;

11. a vida e uma viagem e se voce se apaixona pela jornada voce estara apaixonado para sempre;

12. o documento mostra ainda que o nordeste tem 9 061 000 de pessoas extremamente pobres ou seja 59 por cento do total nacional;

13. não e o mais forte que sobrevive nem o mais inteligente quem sobrevive e o mais disposto a mudança;

14. um homem de sucesso e aquele que cria uma parede com os tijolos que jogaram nele;

15. o ponto de partida de qualquer conquista e o desejo;

16. a antartida com aproximadamente 9 por cento das terras emersas do planeta so tem 4 mil habitantes;

17. nosso maior medo nao deve ser o fracasso mas ser bem-sucedidos em algo que nao importa;

18. muitas das falhas da vida ocorrem quando nao percebemos o quao proximos estavamos do sucesso na hora em que desistimos;

19. coragem e a resistencia ao medo o dominio do medo nao a ausencia do medo;

20. apenas deixe para amanha o que voce esta disposto a morrer tendo deixado de fazer;

21. se voce quer fazer uma mudanca permanente pare de se focar no tamanho de seus problemas e comece a focar no seu tamanho;

22. muito do estresse que as pessoas sentem nao vem de ter muito o que fazer ele vem de nao terminar o que foi começado;

23. a arte de viver esta menos em eliminar nossos problemas do que em crescer com eles;

24. a verdadeira felicidade nao e alcancada atraves da auto gratificacao mas atraves da fidelidade a um proposito digno;

25. faca algo que ame e voce nunca mais precisara trabalhar na vida;

26. faca o que voce sempre fez e voce tera sempre o mesmo resultado;

27. eu nao sei a chave para o sucesso mas a chave para o fracasso e tentar agradar a todos;

28. sempre que voce se encontrar ao lado da maioria e tempo de fazer uma pausa e refletir;

29. se voce ouve uma voz dentro de voce dizer voce nao pode pintar entao pinte sem duvida e essa voz sera silenciada;

30. nas escolas nas ruas campos construcoes caminhando e cantando e seguindo a cancao.