

# deficiencia.org: Relato Sobre o Emprego de Ferramentas Computacionais Enquanto Tecnologias Assistivas no Ensino/Aprendizagem Para Pessoas com Deficiência Visual

Louise Suelen Araújo Reis <sup>1</sup>, Vânia Cordeiro da Silva <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

Rodovia Jorge Amado, Km 16, Bairro Salobrinho – 45662-900 – Ilhéus – BA – Brazil

lsareis.cic@uesc.br, vania@uesc.br

**Abstract.** *This work presents a website developed by a blind computer science student. The website, <<http://deficiencia.org>> is a practical initiative of compiling contents of interest from other students with any sort of disability as well as teachers from the sciences and technologies area. It is based on the experience of the first author who is also the developer of the website, born from the non-observance of accessible content on technologies and from the exact sciences. Their teaching and/or learning are reported, and the constructed solution is described. We believe it to be an unique initiative that can encourage fellow disabled people to seek out academic formation in exact sciences, which is scarcely observed nowadays.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta um site desenvolvido por uma aluna cega do curso de ciência da computação. O site <<http://deficiencia.org>>, uma iniciativa prática de compilação de conteúdos de interesse de outros alunos com algum tipo de deficiência, e também professores da área de ciências e tecnologias. Este nasceu baseado na própria experiência da primeira autora deste trabalho, e também, desenvolvedora do site, na não observância de conteúdos acessíveis sobre tecnologias e da própria área de exatas. Suas experiências de ensino e/ou aprendizagem são relatadas, e a solução criada é descrita. Acreditamos ser uma iniciativa inovadora, que incentivará outras pessoas com deficiência a buscarem formação na área de exatas, o que é muito pouco observado hoje.*

## 1. Introdução

Acessibilidade web, esse é o foco principal deste trabalho. Mas afinal, o que é acessibilidade? A primeira vez que vemos essa palavra pensamos em “dar acesso”. Mas normalmente essa palavra não está sozinha, vem contextualizada por conceitos técnicos ou práticos, normalmente associados às pessoas com alguma deficiência. Sua origem veio da necessidade da transposição dos obstáculos arquitetônicos que impediam e impedem o acesso de pessoas com deficiência a lugares de uso comum e público na França. Hoje acessibilidade é empregada num conceito mais amplo: qualquer tipo de barreira para qualquer pessoa, mesmo sem deficiências, ou com limitações temporárias (membros imobilizados, gestantes, pessoas com carrinhos de bebê, etc.); diz respeito à qualidade ou falta de qualidade de vida para todas as pessoas [Queiroz 2012].

Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU [Brasil 2022], 10% da população dos países desenvolvidos possui algum tipo de deficiência, permanente ou temporária, este número sobe para 25% da população de países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. Se pensarmos que para cada pessoa com deficiência que deixa de frequentar um cinema ou teatro, por exemplo, que não possuam estrutura física para recebê-lo, um familiar ou amigo também deixa de frequentar para fazer-lhe companhia, podemos chegar a 50% do total da população sendo afetados pelos fatores decorrentes da deficiência; o que em última instância se reflete também no desenvolvimento do país.

Pensar em acessibilidade não é “ser bonzinho”, é enxergar no público não-padrão e com necessidades especiais, potenciais consumidores para o que você está oferecendo.

De acordo com o Censo Demográfico realizado no ano 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE [IBGE 2022], 45,6 milhões de brasileiros apresentam alguma deficiência. Apesar dos dados não serem atuais, nota-se que a quantidade de deficientes no Brasil é grande. Existem leis que garantem a essa população direitos que incluem o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação. Essas medidas, que devem incluir a identificação e a eliminação de obstáculos e barreiras à acessibilidade, devem ser aplicadas, entre outros, para promover o acesso de pessoas com deficiência a novos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, inclusive à Internet [Brasil 2008]. Apesar de garantida por lei, a realidade tem se mostrado diferente no que diz respeito à acessibilidade web. Vale a pena observar aqui que a cartilha do censo 2010 do IBGE, não é acessível a programas leitores de tela.

Cada vez mais a população tem se tornado dependente de recursos ligados à rede mundial de computadores, como inscrições em processos seletivos e concursos públicos, imposto de renda e pregões eletrônicos, entre outros, que muitas vezes só podem ser realizadas via internet. No entanto, nem sempre é garantido ao deficiente o acesso livre a esses recursos. Estudantes que possuem deficiência visual deveriam ter na internet uma ótima ferramenta para auxiliar em seus estudos, mas nem sempre encontram sites que sejam acessíveis, pois essa característica não tem sido priorizada pelos desenvolvedores por simplesmente desconhecerem seu valor.



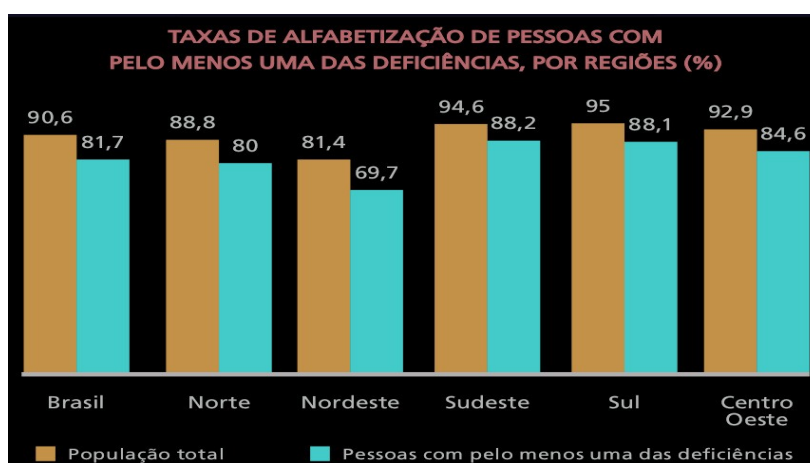
Figura 1. Tela inicial do <<http://deficiencia.org>>

A acessibilidade na Web depende do trabalho conjunto dos vários setores de desenvolvimento e de interação de softwares, mas, sobretudo do pessoal envolvido com desenvolvimento. Aparentemente, um dos motivos da ocorrência de tantos sites não acessíveis é a existência de desenvolvedores sem o conhecimento dos itens básicos de acessibilidade, ou mesmo sem maiores preocupações com ela, também por parte da política interna das empresas. Além disso, é comum ao cliente a procura pela criação de aplicativos ou páginas web focando, principalmente, sua aparência e efeitos visuais, requisitando assim o uso de mídias e tecnologias que inviabilizam a acessibilidade e que poderiam ser facilmente substituídas por outras mais simples, algumas vezes não impedindo que sejam conciliadas aparência e acessibilidade do projeto, ou por páginas alternativas, como acontece no caso de outro idioma.

A fim de contribuir para esta discussão, foi desenvolvido o site <<http://www.deficiencia.org>>, cuja tela inicial é apresentada na Figura 1. Este foi criado para compartilhar aulas, materiais acessíveis, artigos e tudo que possa vir a colaborar com a inclusão das pessoas com deficiência [Sasaki 2005], sobretudo aquelas que estão afastadas dos grandes centros urbanos. Com o intuito de contextualizar as motivações deste trabalho, na seção 2 são apresentados conceitos sobre introdutórios sobre acessibilidade web, e na seção 3, afunilamos a problemática focando na área de ciências exatas e tecnológicas. O site é mais detalhadamente descrito na seção 4, que é subdividida em 3 subseções: 4.1. apresenta o as recomendações do WCAG, que especifica regras para a construção de páginas web acessíveis; 4.2. Cita as ferramentas computacionais utilizadas para a construção da estrutura do site; e 4.3. que cita as ferramentas computacionais para a elaboração dos conteúdos do <<http://www.deficiencia.org>>. O texto se encerra com as conclusões obtidas, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

## 2. Acessibilidade Web

Atualmente muito se fala em inclusão digital. Durante a pandemia mundial da Covid-19 o uso de TICs (Tecnologias da Informação) ajudou as pessoas ao redor do mundo a se manterem informadas e conectadas entre si, e para que as atividades de ensino-aprendizagem não parassem como um todo. Mas esse período também evidenciou que a população de baixa renda, mais uma vez, ficou excluída desse processo, por não conseguir adquirir computadores com acesso a internet com banda larga, preferencialmente. Entretanto, ainda existe uma outra face da inclusão digital, que não ocupa a mesma fatia de espaço na imprensa, é a facilitação do uso do computador com acesso a internet por pessoas com alguma necessidade especial: Acessibilidade Web.



**Figura 2: Proporção de alfabetização entre pessoas com e sem deficiência no Brasil, por regiões geográficas, segundo censo 2010. Pessoas com deficiência, estatisticamente, têm em nível menor de escolaridade**

Vivemos em um mundo de constantes transformações, a cada geração mudam-se as formas de se relacionar e de viver em sociedade. Acredita-se que esta geração ficará marcada pelas transformações causadas pela internet. Hoje o que podemos ou mesmo somos obrigados a fazer navegando? Transações financeiras, compras on-line, troca de arquivos, entretenimento, acessamos informação, nos comunicamos, entre tantos outros exemplos. Mas mesmo tendo um computador com acesso a internet disponível ao uso, será que todas as pessoas conseguem realizar tais atividades? Deficientes visuais (cegueira, baixa visão), daltônicos, deficientes auditivos, deficientes físicos, usuários de todos os dispositivos, usuários com diferentes resoluções de tela, usuários com internet de baixa velocidade, usuários com dificuldades motoras? Não. O modelo padrão atual de desenvolvimento de interfaces web não prevem o uso destes por pessoas com

determinadas necessidades especiais. A tecnologia da web não deveria ser mais uma barreira a ser transposta por estas pessoas, mas, ao contrário, um veículo de transposição de barreiras e melhora da qualidade de vida.

Principalmente quando olhamos o gráfico da Figura 2, onde podemos observar as diferenças em escolaridade entre pessoas com e sem alguma deficiência, dividido por regiões geográficas brasileiras, segundo censo 2010. Pessoas com deficiência têm um nível de escolaridade, estatisticamente, inferior a pessoas sem deficiência. Acessibilidade web poderia e deveria ajudar a minimizar estas diferenças.

Mas a sociedade está percebendo isso, no mundo hoje verificamos uma tendência à uma cultura inclusiva, no Brasil também. A Lei Federal n.º. 8.112/90<sup>1</sup> estabelece o percentual de 20% nos concursos federais e o Decreto 3.298 baliza, para os demais níveis da Federação, o percentual mínimo de 5%. A Lei n.º. 8.213 fixa cotas para trabalhadores com deficiências, habilitados ou reabilitados, nas empresas particulares, nos percentual de 2% para empresas com 100 a 200 empregados, 3% para aquelas com 201 a 500 trabalhadores, 4% onde houver 501 a 1000 empregados e 5% para empresas com número superior a 1001 [Casa Civil 1990].

Essa reserva de mercado gerou empregos e salários para as pessoas com deficiência, permitindo a inclusão destes nas atividades comuns de toda a sociedade. Isso incentivou a pesquisa, desenvolvimento e emprego das chamadas “Tecnologias Assistivas”, que são as tecnologias concebidas para ajudar pessoas com incapacidades ou deficiências, a executarem atividades do cotidiano, como: cadeiras de rodas, próteses, cães guias, aparelhos auditivos, bengalas, muletas, balões de oxigênio. Para o uso de computadores/navegação na web, são equipamentos e programas especiais que permitem, ou simplesmente facilitam, o acesso de pessoas com deficiência a estes: programas leitores de tela, sintetizadores de voz, ampliadores de tela para pessoas cegas ou de baixa visão; programas de comando de voz para cegos e pessoas com dificuldades na digitação; teclados e mouses especiais controlados por um joystick ou pelos movimentos da cabeça, por exemplo, para pessoas com dificuldades motoras, displays em Braille, etc.

O desenvolvimento destas tecnologias possibilitam que cada vez mais pessoas estejam capacitadas para acessar a internet e as novidades nesse campo são permanentes. Destes, destacam-se pela disseminação do seu uso, os programas leitores de telas, um dos focos deste trabalho. São programas que informam ao usuário o conteúdo da tela do computador de forma falada, através de um sintetizador de voz, cujos atuais, possuem uma dicção perfeita e coesa, ou impressos em Braille.

É necessário notar que um leitor de tela utilizado em programas navegadores gráficos tem a função não somente de fazer a leitura dos conteúdos puramente textuais existentes em uma página web, mas também de descrever a estrutura dessa página [Queiroz 2008]. Ele tem que informar ao seu usuário quando encontra um menu, uma imagem, um hiperlink, entre outros. Para que isso aconteça corretamente, páginas web devem ser desenvolvidas para serem “lidas” por estes programas, isto é um dos cuidados mais fundamentais para a acessibilidade de um conteúdo web: desenvolvimento do código desse conteúdo dentro dos padrões web de acessibilidade (accessibility web standards). Estes padrões ainda são desconhecidos da maioria dos desenvolvedores web.

### **3. Acessibilidade na Área de Exatas**

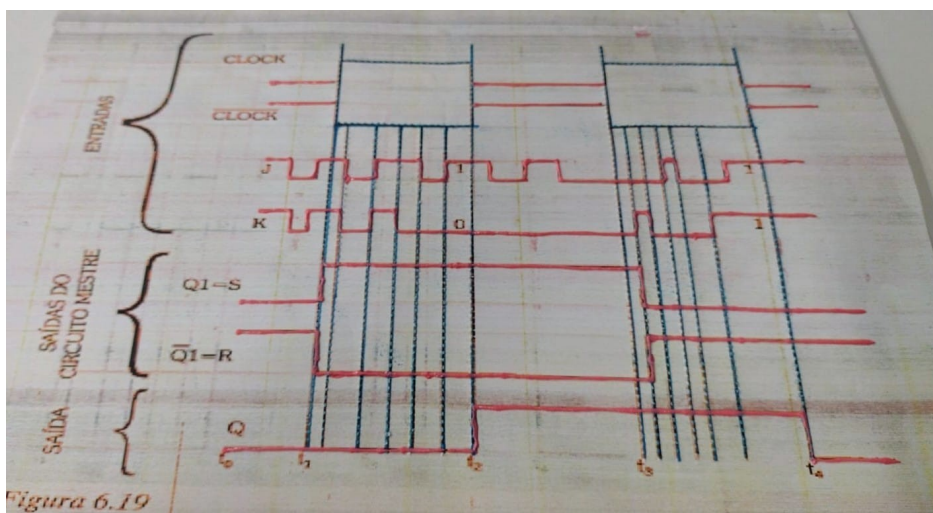
Ainda segundo o censo 2010 [IBGE 2022], no Brasil temos cerca de 18,8 milhões de pessoas com alguma deficiência visual. Apesar desse número relativamente alto, pouco se observa andando pelos corredores das instituições de ensino, seja fundamental,

<sup>1</sup> <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1990/lei-8112-11-dezembro-1990-322161-publicacaooriginal-1-pl.html>

médio ou superior, estes deficientes. Quando focamos nos cursos da área de exatas, são menos percebidos ainda. Quando em 2016 uma estudante com deficiência visual entrou no curso de bacharelado em ciência da computação, da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, foram feitas pesquisas na internet, objetivando encontrar outros estudantes com a mesma deficiência, de cursos da área de exatas, visando aconselhamentos e trocas de experiência, os resultados foram preocupantes. O suporte esperado não foi obtido.

Com base nessas procuras, observou-se que, no Brasil, pessoas com deficiência visual não costumam ingressar em cursos da área de exatas. O consequência direta disso é a observância de falta material acessível na área citada; na área de humanas o material costuma ser mais textual, na área de ciência e tecnologia o conteúdo costuma ser muito visual. Foram encontrados alguns materiais na língua inglesa, mas não foi exatamente útil para o propósito de oferecer orientação quanto ao ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência para a área de exatas.

Um outro obstáculo, foi a realidade encontrada nos núcleos de acessibilidade locais, pois normalmente são constituídos por pessoas que não tiveram suas formações em ciências exatas, usualmente são egressos de cursos da área de humanas, pedagogia por exemplo, não têm base matemática de terceiro grau, necessária para se fazer a adaptação do conteúdo visual, para tátil ou audível, por exemplo. Na Figura 3, podemos ver um exemplo de material visual adaptado para tátil, onde a figura de um circuito foi impressa no papel, utilizando-se cola em relevo.



**Figura 3. Exemplo de adaptação de material visual para tátil, onde a figura de um circuito foi feita no papel com cola em relevo. Processo necessário para a compreensão da aluna cega**

A matemática é muito semântica, sua interpretação é muito difícil, e o leitor de tela perde muito desse conteúdo, ele não interpreta a fidedignidade semântica [Reis 2019]. Equações matemáticas, por exemplo, usam muitos símbolos (integral, derivada, pertence, não pertence, etc.), e, para sua compreensão, faz-se uso de correlações visuais, um deslocamento de um número pode vir a alterar muito seu significado (sobrescrito e subscrito, por exemplo). Tem-se situações equivalentes para apresentar e acompanhar um circuito, um flip-flop, e etc. Enfim, sem essas bases de conhecimentos necessárias, a adaptação do material é lenta ou incompleta. Uma consequência direta é o processo de passagem de conteúdos fica muito dependente dos professores, que também não são devidamente preparados para tal atividade.

#### **4. Deficiencia.org**

Tudo que foi exposto nas seções anteriores, todas as dificuldades e obstáculos foram



agravados durante o período de ensino remoto, mundialmente empregado, nos anos de 2020 e 2021, devido a pandemia global do vírus da covid-19. A primeira autora deste artigo, aluna cega do curso de ciência da computação, se percebeu quase que totalmente impedida de continuar seus estudos, por falta de ferramentas e metodologias para um ensino não presencial para deficientes visuais. Optando, assim, por suspendê-los até o final da pandemia. E percebeu o mesmo com outros colegas com deficiências, de exatas ou não, de sua rede de contatos, principalmente pela falta da habilidade de uso de computadores e e suas ferramentas.

Então, ainda durante a pandemia, com o objetivo de ajudar pessoas específicas, com problemas específicos, estejam elas utilizando computadores com o sistema operacional Windows ou Linux, a primeira autora se pôs a gravar vídeos e textos para ensinar estas pessoas com deficiência visuais, a usarem as tecnologias computacionais que tinham disponíveis. Ensinamentos básicos, que para videntes podem parecer bem intuitivos, como o uso do teclado. Explicando as diferenças entre teclados de mesa e de notebook, as diferenças entre os teclados de diferentes fabricantes, o que é e como usar um teclado numérico, teclas especiais como INSERT por exemplo, e as marcações especiais nas teclas F e J, entre outros. O equivalente aos cursos conhecidos como de informática básica, mas para pessoas com deficiência visual.

Com a boa receptividade destes primeiros materiais, o próximo passo seria oferecer estes conteúdos tão necessários e raros, para um público muito maior. Fazer chegar através da Internet em lugares onde as grandes instituições, notadamente do Sul e do Sudeste não chegam, no interior, em especial interior do Norte e Nordeste. Na vida da primeira autora o computador chegou antes do Braille e qualquer recurso tátil, por que é mais fácil uma pessoa com deficiência visual no interior conseguir um celular ou computador, por mais velho que seja, do que conseguir aprender Braille, e mais que isso ter os livros e materiais adaptados. Seu objetivo não é competir, mas sim somar forças e levar a informação para mais longe. Pessoas com deficiência, famílias, professores, profissionais de Atendimento Educacional Especializado, Programadores e a quem mais isso seja útil, espera-se de verdade que ajude. Nascia o <<http://www.deficiencia.org>>.

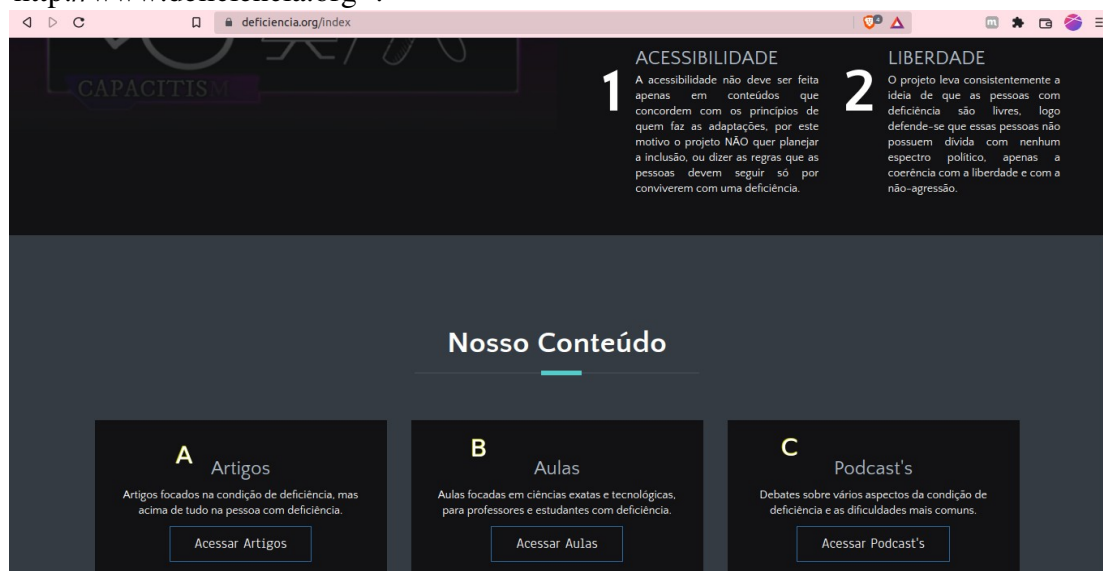


Figura 4. Exemplos dos conteúdos do site <<http://deficiencia.org>>

Na figura 4 podemos ver uma parte do site <<http://www.deficiencia.org>>, onde aparece uma parte da estruturação em conteúdos do mesmo: a parte de artigos relativos ao tema deficiência e pessoas com deficiências, sobreposta com a letra A; a parte reservada para as aulas, focadas em ciências exatas e tecnológicas, cujo público-alvo são os professores e estudantes com deficiência, marcado com a letra B; e finalizando

pelos podcast's com a predominância de discussões sobre aspectos relativos a condição da deficiência e suas dificuldades mais comuns, marcado com a letra C.

A Figura 5 mostra a forma de divisão das aulas, que podem ser observadas ao clicarmos no link aulas, da Figura 4. Atualmente o site possui 4 categorias de aulas, também marcados na figura por letra, são elas: A. informática básica, que ajudam os alunos deficientes visuais a configurarem o sistema operacional windows para quem tem baixa visão, e aprenderem a usar o programa leitor de tela NVDA [NVDA 2022], livre e gratuito para Windows; B. Linux-Visão, que apresenta a interface gráfica Gnome utilizada com o sistema operacional Ubuntu versão 20.04, ensinando seu uso básico; C. Linux-com Orca, que mostra como utilizar o programa leitor de tela ORCA (nativo do Gnome) no Ubuntu; e D. Linux-Terminal, que explica o que são e como usar o Bash e Shell, consoles do Linux, para usar com o leitor de tela ORCA.

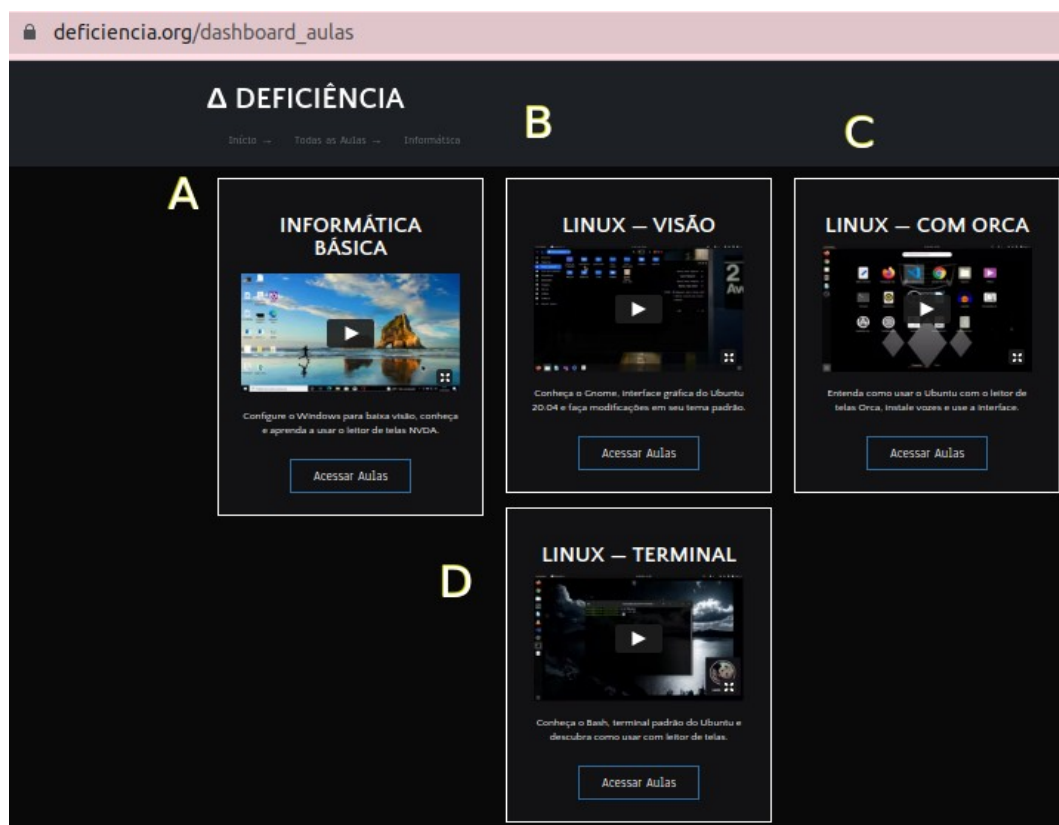


Figura 5. Categorização das aulas disponíveis no site <<http://deficiencia.org>>

#### 4.1. WCAG

O site foi desenvolvido priorizando um público formado de pessoas com deficiência visual, mas também espera-se alcançar professores que tenham que ministrar aulas para alunos com deficiência. Assim sendo, podemos observar que este é um site visualmente atrativo, ou seja, a desenvolvedora teve atenção ao *front-end* deste.

Reforçando o já foi dito anteriormente, para um site alcançar o público com deficiência visual, cegos ou baixa visão, ele precisa ser otimizado para programas leitores de tela. Mas como garantir isso? Isso pode ser feito, de forma simples, seguindo-se as recomendações do WCAG – Web Content Accessibility Guidelines [WCAG 2022], que fornecem um conjunto de diretrizes e técnicas padronizadas internacionalmente, para prover acessibilidade nos sites, preservando a semântica do HTML<sup>2</sup> 5 (última versão do *Hyper Text Markup Language*) [HTML 2022], ambos

2 Linguagem de Marcação de Hipertexto. Resumindo, o HTML é uma linguagem usada para a

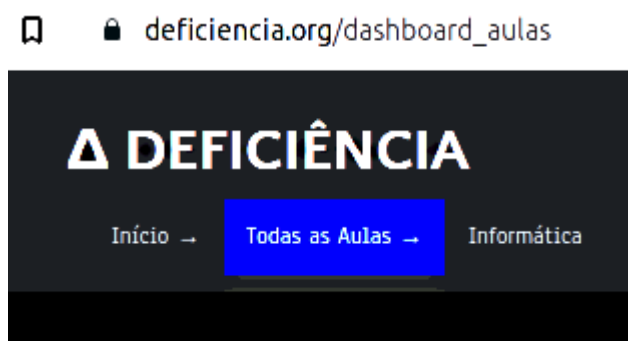
estruturados pelo W3C - World Wide Web Consortium [W3C 2022], que é a principal organização de padronização da World Wide Web - WWW. Esta consiste em um consórcio internacional com mais de 450 membros, agregando empresas, órgãos governamentais e organizações independentes com a finalidade de estabelecer padrões para a criação e a interpretação de conteúdos para a internet.

A primeira versão do WCAG foi lançada em 5 de maio de 1999, 23 anos atrás, e mesmo assim é comum encontrarmos desenvolvedores web que alegam seu desconhecimento. A prova disso é a enorme quantidade de sites desenvolvidos não pensados para serem lidos por programas leitores de tela, ignorando o conceito de acessibilidade, ou seja, não são acessíveis, repelindo as tecnologias acessíveis. A versão atual do WCAG é a 2.2, datada de maio de 2021.

O site <<http://www.deficiencia.org>>, foi desenvolvido seguindo as premissas do WCAG, por isso é lido corretamente por programas leitores de tela. Mas mesmo não conhecendo as regras do WCAG na íntegra, algumas práticas podem ser adotadas fácil e rapidamente, objetivando a forma de trabalhar dos programas leitores de tela, a primeira e, talvez, a mais importante: respeitar as recomendações de uso das tags do HTML, usando o elemento de marcação apropriado ao contexto!

As diretrizes e recomendações para a escrita de um código semanticamente inteligível são fáceis de seguir, por exemplo, simplesmente use os marcadores de cabeçalhos (<h1> - <h6>) para marcar diferentes níveis de cabeçalhos, use marcadores de parágrafo <p> para identificar textos, e usar os atributos <title> e <alt> para dar conteúdo textual para as imagens, pois o leitor de tela somente lê e identifica o nome do arquivo.

Algumas outras dicas são muito valiosas, como repetir textualmente o conteúdo das informações contidas em mídias como som, vídeos e imagens; ou assegurar-se de que toda informação comunicada com cores também esteja disponível sem cores. Continuando, que botões e links precisam realmente ter a aparência evidente de botões e links, por exemplo, links do tipo "clique aqui" não são esclarecedores para quem ouve apenas a informação, do mesmo modo, se usar várias vezes o mesmo texto para compor links diferentes gera ambiguidade, os links devem ser legendados com texto alternativo para evitar ambiguidades. É importante dizer que imagens decorativas (tipo uma linha separadora) deveriam ser ignoradas, para tanto a equivalência textual deve existir vazia em conteúdo, com espaço, para que a pessoa cega não tenha de ouvir mais que o necessário para entender a página.



**Figura 6. Recorte do site <<http://deficiencia.org>>, exemplificando uma boa prática no desenvolvimento de páginas web: sempre colar links específicos no topo, facilitando que o programa leitor de tela os encontre**

Na Figura 6 podemos ver uma outra boa dica, que é colocar links específicos e mais utilizados no topo, facilitando seu acesso pelo leitor de tela, que lê a mesma de cima para baixo; a figura é um recorte do site <<http://www.deficiencia.org>>, onde a navegação pelos componentes do site é facilitada justamente com os links específicos

---

publicação de conteúdo (texto, imagens, vídeos, áudio etc.) na web



no topo. E como última dica aqui, permitir a navegação via teclado, pois pessoas com destreza reduzida ou com incapacidade de ver o cursor, têm dificuldade em usar um dispositivo apontador, assim sendo, o teclado pode ser a única alternativa, que então permita a ativação dos elementos da página via teclado.

## 4.2. Ferramentas para a Criação do Site

Durante todo o desenvolvimento do site <<http://www.deficiencia.org>>, tanto da parte de estruturação deste, quanto na fase de construção de conteúdos, foi utilizado o Sistema Operacional Ubuntu<sup>3</sup> [Ubuntu 2022] 20.04 LTS, com o ambiente de desenvolvimento Visual Studio Code – VS-Code [VS Code 2022], que apesar de ser desenvolvido pela empresa Microsoft, é um software multiplataforma, podendo ser utilizado com consoles, como o Bash, utilizado nesse projeto. Uma vantagem deste é já vir com um servidor embutido.

O site <<http://www.deficiencia.org>> foi desenvolvido utilizando-se a framework para criação de softwares Ruby on Rails - RoR [RoR 2022], visando o máximo reaproveitamento dos componentes do código. RoR foi apresentado ao público em 2003, pelo seu criador David Heinemeier Hansson. É projeto de código aberto escrito na linguagem de programação Ruby<sup>4</sup>.

Também foi utilizado o “tripé” comumente utilizado em desenvolvimento web: HTML5 [HTML 2022], CSS<sup>5</sup> - Cascading Style Sheets [CSS 2022] e JavaScript – JS <sup>6</sup> [JS 2022]. Essas são as três principais ferramentas computacionais utilizadas no front-end da maioria das aplicações web, ou seja, são utilizadas do lado do cliente (client-side) no próprio navegador.

Para os componentes front-end do site, utilizou-se o Bootstrap [Bootstrap 2022], uma ferramenta gratuita para desenvolvimento conjunto com HTML, CSS e JS, para a criação de sites e aplicações responsivas. Para ser considerado responsivo, um website de se adequar as necessidades do do usuário, por exemplo, se adequando aos diversos dispositivos e resoluções de tela disponíveis.

Uma última ferramenta computacional empregada para a criação do site propriamente dito, é o WAI-ARIA (Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications) [WAI-ARIA 2022]. Esta foi utilizada para atribuir semântica para componentes que não têm semântica nativa no HTML5, ferramenta utilizada especificamente visando melhorar a acessibilidade do site.

## 4.3. Ferramentas para a Criação dos Conteúdos do Site

Para a criação dos conteúdos audio-visuais do site <<http://www.deficiencia.org>>, foi utilizado um conjunto de ferramentas gratuitas, e que rodam em sistemas operacionais de alguma distribuição Linux, e passam a ser descritas a baixo.

Para a criação das animações que aparecem no vídeo sobre o capacitismo, disponibilizado na página inicial do site, foi o utilizado o SVG - Scalable Vector Graphics [SVG 2011], que é uma linguagem de *mark-up* baseada na linguagem XML (eXtensible Markup Language) [XML 2022], desenvolvida e mantida pelo consórcio W3C, para descrever imagens de complexidade arbitrária a partir da composição de

3 Sistema operacional operativo de código aberto, gratuito, construído a partir do núcleo Linux, baseado no Debian e utiliza GNOME como ambiente de desktop de sua mais recente versão com suporte de longo prazo. É desenvolvido pela Canonical Ltd.

4 Originalmente planejada e desenvolvida no Japão em 1995, por Yukihiro "Matz" Matsumoto <https://www.ruby-lang.org/pt/>

5 O CSS é hoje uma das principais linguagens de estilo, usada para descrever apresentação de um documento escrito em HTML ou em XML e é padronizada em navegadores web de acordo com as especificação da W3C

6 Linguagem de programação de uso geral, aplicada principalmente para desenvolvimento web e desenvolvimento de software.

vetores bidimensionais. Uma imagem SVG é apenas um arquivo texto contendo objetos compostos por tais vetores, acompanhados de declarações estilísticas como cores, espessuras de traços, fontes, etc. Em si mesma, uma imagem SVG não possui resolução; tal conceito surge apenas quando a imagem é renderizada em um dispositivo de visualização qualquer. Com estas características, as imagens SVGs (e seus arquivos) são facilmente lidas por programas leitores de tela. [Costa 2017]. A Figura 7 mostra uma das imagens vetoriais desenvolvidas com o SVG, pela primeira autora deste trabalho.



**Figura 7. Exemplo de gráfico vetorial criado com SW SVG, e posteriormente animado com SW LibreOffice, para um dos vídeos do site <<http://www.deficiencia.org>>**

Depois de criadas as imagens com SVG, o próximo passo é animá-las, para tal finalidade foi utilizado o software LibreOffice Impress [LibreOffice 2022], que é um componente de uma suíte de aplicativos livres e de código aberto para escritório, multiplataforma e gratuito. Para o vídeo sobre capacitismo, ele foi utilizado para fazer os frames, um a um, como o exemplo apresentado na Figura 8.

Os áudios das narrações foram gravados e tratados com o software pra edição digital de áudios Audacity [Audacity 2022], ferramenta multiplataforma, de código aberto e gratuito. Após a gravação, o Audacity também foi utilizado para a edição dos áudios das narrações, como aplicação de alguns filtros e remoção de ruídos.

As vídeo aulas foram gravadas com o software OBS Studio (Open Broadcaster Software Studio) [OBS Studio], programa para gravação de streaming, de código aberto, multiplataforma e gratuito. E após as gravações, os vídeos eram editados com o software Kdenlive – KDE Non-Linear Video Editor [Kdenlive 2022], editor de vídeos de código aberto, gratuito e multiplataforma. Seu emprego foi principalmente para efetuar cortes nos vídeos anteriormente gravados.

Com esse conjunto de ferramentas, a primeira autora do trabalho conseguiu autonomia para a criação dos conteúdos do site. Ferramentas gratuitas e de código aberto, projetadas, também, para distribuições Linux, com interfaces desenvolvidas de

forma a serem lidas pelos programas leitores de tela.



**Figura 8.** Exemplo de frame criado no SW LibreOffice, para o vídeo sobre capacitismo do <<http://www.deficiencia.org>>, com a imagem vetorial apresentada na Figura 7.

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Apresentamos o site <<http://www.deficiencia.org>>, um site desenvolvido por uma aluna cega do curso de ciência da computação, durante a pandemia de COVID-19, quando seus estudos, que até então eram presenciais, foram obrigatoriamente migrados para o ensino remoto. Vendo-se obrigada a minimizar suas atividades acadêmicas, por falta de metodologias e ferramentas para fazer a adaptação de seus materiais de estudo, para outros formatos que não o visual, resolveu desviar seus esforços para que situações como esta, tivessem maior suporte.

O que começou como uma tentativa de ajudar pessoas com deficiência com alguma proximidade a ela, a utilizarem as tecnologias disponíveis, “comuns” a outros alunos durante a pandemia, cresceu e virou um projeto maior, um site para armazenar e disponibilizar os conteúdos já criados sobre a temática, com outros conteúdos criados especialmente para o site, com conteúdos futuros mais focados no ensino de matemática propriamente dita e conteúdos de práticas de computação. Tendo como público-alvo, alunos com deficiências, professores de alunos com deficiências, e qualquer um com interesse no tema, a nível nacional, ou de qualquer cultura com língua portuguesa.

Os trabalhos futuros almejam abranger cada vez mais a construção e divulgação de conteúdo orientado a ciência da computação, entende-se que a oferta de materiais de informática básica são por si só escassos em formato acessível e por isso receberam prioridade inicial. No entanto, o objetivo é a posteriori elaborar nos termos das diretrizes disponibilizadas pela W3C materiais referentes a programação, desde a lógica, passando pela interação de ferramentas específicas para desenvolvimento em trabalho conjunto com softwares leitores de tela e suas particularidades.

Compreende-se que a longo prazo a oferta de conteúdos no âmbito de computação disponibilizados em formato acessível pode, de forma significativa, colaborar para que estudantes com necessidades educacionais específicas tenham maior entendimento acerca desta ciência e possam atuar enquanto protagonistas e desenvolvedores de suas ferramentas como ocorrido no site <<http://deficiencia.org>>. Integrando também as perspectivas futuras a possibilidade de elaboração de materiais

para desenvolvedores sobre procedimentos que colaboram com a acessibilidade no front-end de aplicações e que podem facilitar a interação de pessoas com deficiência.

## Referências

- Audacity (2022). “Free, open source, cross-platform audio software” <https://www.audacityteam.org/>
- Bootstrap (2022). “Build fast and responsive sites” <https://getbootstrap.com.br/>
- Brasil (2008). “Decreto Legislativo nº 186 de 9 julho de 2008” - Diário Oficial da União, Brasília DF, 10 jul. 2008. Seção 1, Edição 131, p. 1
- Casa Civil (1990) Lei Federal Nº 8.112, DE 11 DE DEZEMBRO DE 1990 [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8112compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8112compilado.htm)
- Costa, P. S. da, Guterres, L. M., Silva, V. C. Da (2017) “Animação de Imagens Vetoriais” XVII Escola Regional de Computação Bahia/Alagoas/Sergipe - ERBASE 2017, 30 de agosto a 01 de setembro 2017
- CSS (2022). “Cascading Style Sheets” <https://www.w3schools.com/css/>
- HTML (2022). “*Hypertext Markup Language*” <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>
- IBGE (2022). “Censo 2010” <http://www.ibge.gov.br/home/>
- JS (2022). JavaScript” <https://www.javascript.com/>
- Kdenlive (2022). “KDE Non-Linear Video Editor” <https://kdenlive.org/>
- LibreOffice (2022) “The Document Foundation” <https://www.libreoffice.org/>
- NVDA (2022). “Non-visual Access” <https://www.nvaccess.org/>
- OBS Studio (2022). “Open Broadcaster Software Studio” <https://obsproject.com/pt-br>
- ONU-Brasil (2022). <http://www.onu-brasil.org.br/>
- Queiroz, Marco Antonio de. (2008). “Acessibilidade Legal” <http://www.acessibilidadelegal.com/40-faq.php#a5>
- Queiroz, Marco Antonio de. (2012). “Bengala Legal”. <http://www.bengalalegal.com/>
- Reis, Louise S. A. e Silva, Vânia C. (2019) “Linguagens de Programação Enquanto Tecnologias Assistivas no Ensino/Aprendizagem de Cálculo”, XIX Escola Regional de Computação Bahia/Alagoas/Sergipe - ERBASE 2019, maio 2019
- RoR (2022). “Ruby on Rails” <https://rubyonrails.org/>
- Sasaki, R. K. (2005). Como chamar as pessoas que têm deficiência. Revista da Sociedade Brasileira de Ostromizados, 1 (1), 8 -11
- SVG (2011). “Scalable Vector Graphics 1.1”, 2a ed. <http://www.w3.org/TR/2011/REC-SVG11-20110816/>, maio 2017.
- Ubuntu (2022). “Sistema Operacional” <https://ubuntu.com/>
- VS Code (2022). “Visual Studio Code” <https://code.visualstudio.com/>
- W3C (2022). “Consórcio World Wide Web” <https://w3c.br/>
- WAI-ARIA (2022). “Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications” <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/>
- WCAG (2022). “Web Content Accessibility Guidelines” <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>
- XML (2022). “Extensible Markup Language” <https://www.w3.org/TR/REC-xml/>