

# Uma Análise de Critérios de Acessibilidade em Interfaces web de Jogos de Segurança Computacional

Vítor Augusto Ueno Otto  
IFC Campus Blumenau  
Blumenau, Santa Catarina  
vitoruenootto@gmail.com

Ricardo de la Rocha Ladeira  
IFC Campus Blumenau  
Blumenau, Santa Catarina  
ricardo.ladeira@ifc.edu.br

## ABSTRACT

The expressive amount of people with disabilities makes the accessibility theme increasingly important. However, this relevance contrasts with the significant inaccessibility in the world. On the web this is no different, despite the existence of solid accessibility guidelines, such as WCAG. The same thing happens in Computer Security game interfaces, which can be used as pedagogical tools for teaching this area with increasing demand for professionals. Therefore, this paper aimed to analyze web interfaces of Computer Security games, among them *TreasureHunt*, object of the authors research work; thereby It was possible to identify which WCAG guidelines were followed in those interfaces and improve the accessibility of *TreasureHunt*. For such, manual validations of the WCAG's 87 accessibility guidelines in version 2.1 and drafts of version 2.2 were used, as well as automatic validations of HTML, CSS and accessibility. As a result, the *TreasureHunt* interface met 78% of the accessibility guidelines and passed the three automatic validators, while the other tools had an average of approximately 30% of the guidelines met and didn't pass the HTML validator.

## KEYWORDS

Acessibilidade, Jogos Educacionais, Segurança Computacional, WCAG

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) realizada em 2013 [1], estimou-se que 6,5% dos brasileiros, o que corresponde a cerca de 12 milhões de pessoas, possuíam algum tipo de deficiência temporária ou permanente, seja ela visual, auditiva, física ou intelectual. Diante disso é de se esperar que a internet esteja preparada para o acesso dessas pessoas, entretanto essa não é a realidade.

Nesse sentido, Ahn et al. [2] destaca que apenas 25% das páginas web possuem imagens com textos alternativos, recurso importante não apenas para mecanismos de busca como também para a descrição auditiva de seu conteúdo quando se usa um leitor de tela. Consequentemente, essas e outras barreiras dificultam o acesso das informações que a web dispõe, apesar da existência de diretrizes sólidas de acessibilidade, tanto no âmbito internacional, tal como a WCAG [3] (*Web Content Accessibility Guidelines*, Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo web) que foi criada pela W3C (*World Wide Web Consortium*, consórcio da *World Wide Web*) [4], quanto nacionais, a exemplo do eMAG (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico)[5].

Acerca da acessibilidade em jogos, existem algumas pesquisas a respeito, tal como a de Yuan et al.[6] que analisa seu estado atual e aponta áreas para pesquisas futuras, como jogos de estratégia,

esportes e *RPG* (Role-Playing Game, *Jogo de Interpretação de Papéis*). Outro exemplo é o trabalho de Escarrone, Kelm e Cheiran, que descreve o processo de recriação de um jogo de tabuleiro que tem o intuito de ensinar conceitos e princípios da eMAG [7].

No caso das interfaces dos jogos de Segurança Computacional — ferramentas utilizadas como recursos pedagógicas que facilitam o processo de ensino e aprendizagem ao aplicar os conteúdos vistos em cursos Tecnologia da Informação de forma prática —, ainda que se relacionem com as pesquisas supracitadas, estudos mais específicos ao tema poderiam ser realizados para evidenciar o estado atual de acessibilidade das interfaces desse tipo de jogo, tendo em vista o fato de servirem de instrumentos de ensino de uma área com demanda crescente de profissionais [8].

## 1.1 Objetivos

Como objetivo geral pretende-se analisar os critérios da WCAG cumpridos pela interface dos jogos de Segurança Computacional *Capture The Flag* [9], *Google CTF* [10] e *TreasureHunt*, objeto do trabalho de pesquisa dos autores. O *Capture The Flag* e o *Google CTF* foram escolhidas pois são dois jogos de Segurança Computacional ativos no momento da pesquisa. Assim pretende-se aferir o nível de acessibilidade da interface dessas ferramentas, com foco especial às diretrizes da WCAG, a fim de melhorar a interface do *TreasureHunt* continuamente.

De forma secundária será possível estipular a situação atual desse tipo de interface web, verificando a viabilidade de se adotar tais critérios. Consequentemente esse trabalho poderá servir de base para novos estudos nessa área.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram levados em consideração para a análise todos os critérios do WCAG na versão 2.1 somado aos esboços da versão 2.2, para que seja possível verificar se esses já estão sendo seguidos, totalizando 87 diretrizes. Além do uso da documentação oficial da WCAG, foram utilizados *cards* do site Guia Fácil WCAG [11] para consultá-los e visualizá-los de forma agrupada, resumida e com exemplos.

Quanto a sua categorização, as diretrizes são separadas em três níveis de conformidade: A, AA e AAA. O nível A é o mais simples de ser adotado e o que mais afeta o uso do site caso não seja cumprido. O AA é o nível intermediário, e o AAA contém os critérios mais difíceis de serem adotados e trazem um benefício de acessibilidade menos imediato. Além disso, eles também são divididos em quatro grupos distintos, de acordo com a área do site que afetam: perceptível, operável, compreensível e robusto [3].

A Figura 1 mostra exemplos de critérios da WCAG, que possuem as características supracitadas, apresentados através das *cards* do site Guia Fácil WCAG [11].

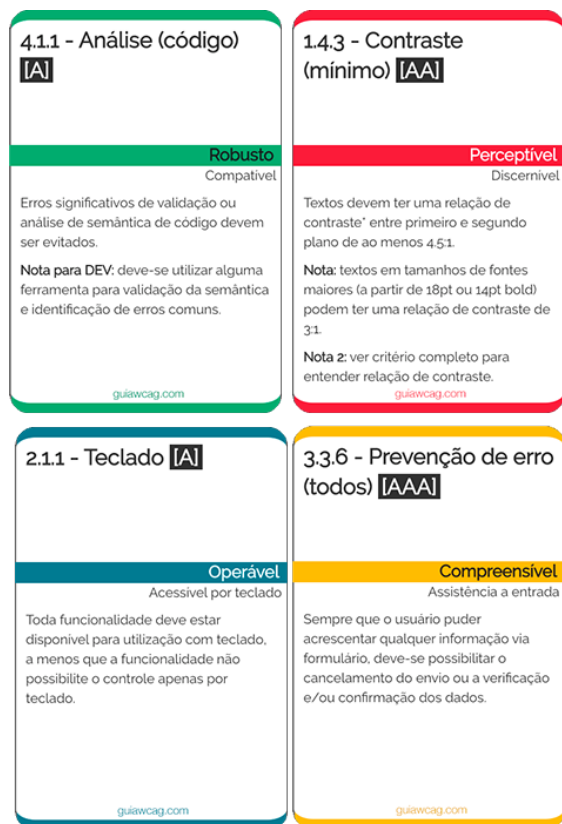


Figura 1: Exemplos de critérios da WCAG em forma de card [11]

Para todas as interfaces *web* investigadas os critérios foram testados manualmente, considerando, para cada, três valores possíveis: sim (cumprido), não (não cumprido) e não se aplica (quando o caso não pode ser averiguado). Tais testes foram realizados em quatro navegadores diferentes (*Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Opera* e *Microsoft Edge*), bem como em diferentes resoluções, que variam desde a versão *Desktop Full Hd* até a versão *mobile*, a fim de verificar a responsividade dos mesmos.

Também foram aplicados validadores automáticos de código HTML (*HyperText Markup Language*, linguagem de marcação de Hipertexto)<sup>1</sup> e CSS (*Cascading Style Sheets*, folhas de estilo em cascata)<sup>2</sup>, ambos da W3C, o validador de acessibilidade da Achecker<sup>3</sup> e ferramentas *online* que auxiliam no julgamento das diretrizes, tais como sites que mostram a razão de contraste entre elementos<sup>4</sup> ou a legibilidade das páginas<sup>5</sup> nos índices Flesch, Gunning-Fog e Flesch-Kincaid [12].

<sup>1</sup><https://validator.w3.org>

<sup>2</sup><https://jigsaw.w3.org/css-validator>

<sup>3</sup><https://achecker.ca/checker/index.php>

<sup>4</sup><https://contrast-ratio.com/>

<sup>5</sup><https://juicystudio.com/services/readability.php>

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção, uma breve descrição acerca do *TreasureHunt* e das alterações que visam melhorar sua acessibilidade estão presentes na subseção 3.1. Os dados obtidos pelo estudo a respeito da acessibilidade das interfaces selecionadas, bem como a análise do significado deles estão descritos na subseção 3.2.

#### 3.1 TreasureHunt

O *TreasureHunt* se trata de um jogo de competição de Segurança Computacional no estilo *CTF – Capture The Flag* (capturar a bandeira), em que se deve procurar pela palavra secreta (*flag*) nos arquivos do desafio, através do uso de técnicas de decodificação, criptografia, dentre outras. Um dos diferenciais em relação aos outros jogos de *CTF* está no fato do *TreasureHunt* gerar as competições e os problemas de forma automatizada, o que soluciona alguns dos problemas comuns desses jogos: dificuldade de geração de problemas e compartilhamento de respostas [13].

Dessa forma, dar continuidade ao *TreasureHunt* é o propósito do trabalho de pesquisa dos autores, e um dos focos desse projeto é a adição de acessibilidade na interface *web* do jogo. Dentre as ações realizadas para melhorar sua interface, acordo com as sugestões da WCAG, podem ser citadas:

- Substituição de recursos que faziam uso exclusivo de *JavaScript* por soluções em *HTML* e *CSS*, como nas transições de página e no *noscript* que avisa quando ele está desativado;
- Adição do modo de alto contraste (Figura 2), que é acionado quando o botão do canto superior direito é ativo por *mouse*, teclado ou *touch*;
- Aperfeiçoamento da navegação por teclado por meio de teclas de ativação, atalhos e foco visível (Figura 3);
- Revisão da hierarquia dos cabeçalhos;
- Responsividade no modo *desktop* e *mobile* da aplicação;
- Inclusão de mensagens de erro e sugestões de correções em formulários;
- Indicação de termos em língua estrangeira;
- Uso de validadores automáticos e leitores de tela;

Além dessas alterações, também foi adicionado a conformidade com a LGPD (Lei nº 13.709/2018), por meio do uso de *cookies* apenas mediante autorização do usuário. É de se imaginar que antes de tais alterações, o *TreasureHunt* falhava em ter uma interface acessível, o que pode ser observado na comparação da sua primeira versão com a mais recente (Figura 4). Observa-se uma relação de contraste inadequada na primeira versão (amarelo, preto, cinza e roxo), bem como elementos com pouco espaçamento entre si, que foram corrigidos na nova versão. Apesar das correções visuais, ressalta-se que tornar a interface acessível envolveu também as partes não visíveis do site, que são percebidas e fazem diferença para usuários de tecnologias assistivas.

#### 3.2 Análise da Acessibilidade das Interfaces

Os resultados da análise dos critérios da WCAG entre o *TreasureHunt*, *Capture The Flag* e *Google CTF* podem ser observados na Tabela 1. Ressalta-se que na tabela não constam todas as diretrizes de acessibilidade da WCAG que foram lavadas em consideração, pois foram omitidos aqueles que não se aplicam em nenhuma das



Figura 2: Visualização da interface com o recurso de alto contraste ativado



Figura 3: Foco Visual

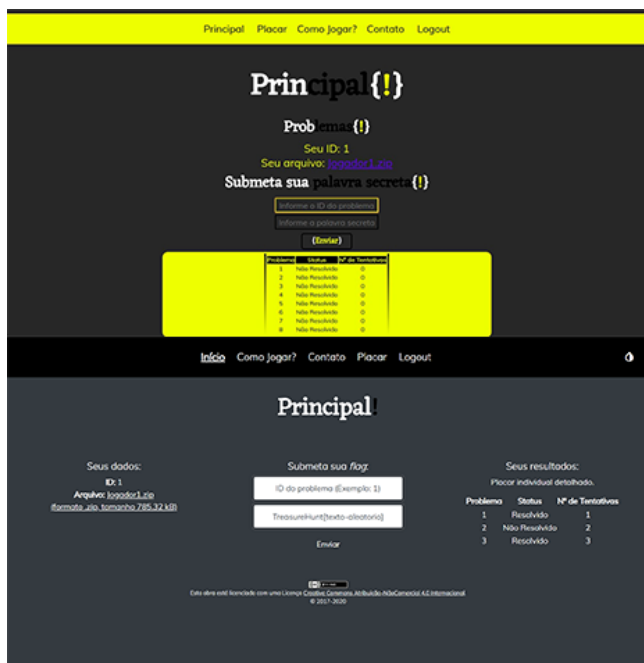


Figura 4: Comparação das Interfaces do *TreasureHunt* — acima a primeira interface e abaixo a versão atualizada

interfaces. Ademais, a Tabela 2 apresenta o resultado das validações automáticas descritas na seção 2 para os mesmos sites.

Observa-se que dos 87 critérios analisados, o *TreasureHunt* cumpriu 68, o que corresponde a 78,16% do total. Dos demais critérios, 13

Tabela 1: Critérios da WCAG adotados por interfaces de jogos de Segurança Computacional

Nº	Critério	TH <sup>6</sup>	GCTF <sup>7</sup>	HCTF <sup>8</sup>
1	Conteúdo não textual	Sim	Não	Sim
2	Apenas áudio ou apenas vídeo (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
3	Legendas (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
4	Audiodescrição ou mídia alternativa (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
5	Legendas (ao vivo)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
6	Audiodescrição (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
7	Língua de sinais (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
8	Audiodescrição estendida (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
9	Mídia alternativa (pré-gravado)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
10	Apenas áudio (ao vivo)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
11	Informações e Relações	Sim	Não	Não
12	Sequência com significado	Sim	Não	Sim
13	Características sensoriais	Sim	Não	Sim
14	Orientação	Sim	Não	Não
15	Identificar o objetivo de entrada	Sim	Sim	Sim
16	Identificar o objetivo	Não	Não	Não
17	Utilização de cores	Sim	Não	Não
18	Refluxo	Sim	Não	Não
19	Contraste Não-Textual	Sim	Não	Não
20	Espaçamento de texto	Não	Não	Sim
21	Conteúdo em foco por mouse ou teclado	Sim	Não	Sim
22	Controle de áudio	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
23	Contraste (mínimo)	Sim	Não	Não
24	Redimensionar texto	Sim	Sim	Sim
25	Imagens de texto	Sim	Não	Não se aplica
26	Contraste (melhorado)	Sim	Não	Não
27	Som baixo ou sem som de fundo	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
28	Apresentação visual	Sim	Não	Não
29	Imagens de texto (sem exceção)	Sim	Não	Não se aplica
30	Teclado	Sim	Não	Não
31	Sem bloqueio de teclado	Sim	Sim	Não
32	Teclado (sem exceção)	Sim	Não	Não
33	Atalhos de teclado por caractere	Sim	Não se aplica	Não se aplica
34	Ajustável por limite de tempo	Sim	Sim	Não
35	Colocar em pausa, parar ou ocultar	Sim	Não	Não
36	Sem limite de tempo	Sim	Sim	Não
37	Interrupções	Sim	Sim	Não
38	Nova autenticação	Sim	Sim	Sim
39	Limites de tempo	Sim	Sim	Sim
40	Três flashes ou abaixo do limite	Sim	Sim	Sim
41	Três flashes	Sim	Sim	Não
42	Animações de interações	Não	Não	Não
43	Ignorar blocos	Sim	Não	Não
44	Cabeçalhos da seção	Sim	Não	Não
45	Aparência do foco (mínimo)	Sim	Não	Não
46	Aparência do foco (melhorado)	Sim	Não	Não
47	Pontos de referências fixos	Não se aplica	Não	Não
48	Página com título	Sim	Não	Não
49	Ordem do foco	Sim	Não	Sim
50	Finalidade do link (em contexto)	Sim	Não	Não
51	Várias formas	Sim	Sim	Não
52	Cabeçalhos e rótulos	Sim	Não	Não
53	Foco visual	Sim	Não	Não
54	Localização	Sim	Sim	Não
55	Finalidade do link (apenas link)	Sim	Não	Não
56	Gestos de acionamento	Sim	Não	Sim
57	Cancelamento de acionamento	Sim	Sim	Sim
58	Rótulo no nome acessível	Sim	Sim	Sim
59	Atuação em movimento	Não se aplica	Sim	Não se aplica
60	Tamanho da área clicável	Sim	Não	Não
61	Mecanismos de entrada simultâneos	Sim	Sim	Sim
62	Arrastando (Dragging)	Sim	Não	Sim
63	Espaçamento da área clicável	Não	Não	Não
64	Idioma da página	Sim	Sim	Sim
65	Idioma das partes	Sim	Sim	Não
66	Palavras incomuns	Sim	Não	Não
67	Abreviações	Sim	Não	Não
68	Nível de leitura	Sim	Sim	Sim
69	Pronúncia	Sim	Não	Não
70	Em foco	Sim	Sim	Sim
71	Em entrada	Sim	Sim	Sim
72	Navegação consistente	Sim	Não	Não
73	Identificação consistente	Sim	Sim	Não
74	Alteração a pedido	Sim	Não	Sim
75	Ajuda localizável	Sim	Não	Não
76	Controles ocultos	Sim	Sim	Sim
77	Identificação do erro	Sim	Não	Sim
78	Rótulos e instruções	Sim	Não	Não
79	Sugestão de erro	Sim	Não	Não
80	Prevenção de erro (legal, financeiro, dados)	Sim	Sim	Sim
81	Ajuda	Não	Não	Não
82	Prevenção de erro (todos)	Não	Não	Não
83	Autenticação acessível	Sim	Sim	Sim
84	Entrada redundante	Sim	Sim	Sim
85	Análise (código)	Sim	Não	Não
86	Nome, função, valor	Sim	Não	Não
87	Mensagens de status	Sim	Não	Não

<sup>6</sup>TreasureHunt

<sup>7</sup>Google CTF

<sup>8</sup>HackerSec Capture The Flag

**Tabela 2: Validadores automáticos aplicados nas interfaces dos Jogos de Segurança Computacional**

Validador	TH <sup>6</sup>	GCTF <sup>7</sup>	HCTF <sup>8</sup>
HTML	Sim	Não	Não
CSS	Sim	Não	Não
Acessibilidade	Sim	Sim	Não

foram classificados como "não se aplicam" por abrangerem a acessibilidade de conteúdos audiovisuais ou ao vivo que não estão presentes nela. Assim, 6 critérios não foram cumpridos. Os principais motivos foram o espaçamento entre os elementos clicáveis, a impossibilidade de desativar animações não essenciais e a inexistência de um mecanismo de confirmação de submissão de *flags*.

As demais ferramentas cumpriram 26 critérios cada, o que corresponde a 29,88% do total, entretanto o Capture The Flag apresentou um número maior de critérios que não se aplicam, resultando em menos ocorrências de critérios não cumpridos quando comparado com o Google CTF: 46 (52,87%) para o Capture The Flag contra 49 (56,32%) critérios não cumpridos no Google CTF.

Quanto às validações automáticas, apenas o *TreasureHunt* foi bem sucedido nas três (*HTML*, *CSS* e *Acessibilidade*). Em contrapartida, o Capture The flag da HackerSec não passou em nenhum dos validadores, enquanto o Google CTF satisfaz apenas o de acessibilidade.

Nota-se que apesar de passar no validador automático de acessibilidade, o Google CTF foi a ferramenta com maior quantidade de critérios não cumpridos, muito em decorrência do uso de uma interface não intuitiva que utiliza imagens de texto no lugar de cabeçalhos e *labels*, além de não possuir um foco visível satisfatório e não ser responsivo para dispositivos móveis.

O Capture The Flag, por sua vez, mesmo cumprindo a mesma quantidade de critérios que o Google CTF, apresentou erros em todos os validadores automáticos, isso porque não só faz uso de *tags* obsoletas de *HTML* e atributos que não são compreendidos pelo *CSS*, como também apresenta vídeos de fundo e animações de rolagem automática que ocorrem por mais de 5 segundos e não podem ser pausados, além de armadilhas de teclado (quando o foco fica preso em um elemento) e recursos que não podem ser acessados sem o *mouse*. Outros erros da ferramenta são o uso de redirecionamentos automáticos que não podem ser postergados nem cancelados, bem como limitações de orientação e responsividade que impossibilitam o uso do site em telas com resolução baixa ou celulares.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente trabalho, cumpriu-se o objetivo de analisar os critérios de acessibilidade da WCAG em três interfaces de jogos de Segurança Computacional. Em adição, notou-se que a situação atual desse tipo de interface não é o ideal, posto que, com exceção do *TreasureHunt*, cuja interface foi otimizada visando a acessibilidade, as demais interfaces não ultrapassaram a marca de 30% de cumprimento dos critérios da WCAG, menos de um terço dos pontos avaliados.

Em contrapartida, o *TreasureHunt* apresentou resultados sólidos de acessibilidade, em decorrência não apenas das melhorias

visualmente perceptíveis, como a relação de contraste e disposição de elementos, como também de aperfeiçoamentos determinados de forma programática, que consistem em informações acessadas diretamente por tecnologias assistivas. Dessa forma, considera-se viável a adoção dos critérios da WCAG nesse tipo de interface, servindo de exemplo para as demais ferramentas. Como futuras correções, pretende-se corrigir o espaçamento entre os elementos clicáveis, adicionar um botão de confirmação de submissão de *flags* e proporcionar uma forma de desativar as animações do *site*.

Ainda nesse sentido, dentre os principais pontos insuficientes que poderiam ser melhorados tanto no Capture The Flag quanto no Google CTF estão a responsividade das interfaces para telas com baixa resolução, o uso adequado de cabeçalhos seguindo a hierarquia correta, o foco visível com acionamento por teclado para todas as funcionalidades, a identificação de erros com sugestões de correção nos formulários, a finalidade dos *links* mesmo sem contexto, as relações de contraste e a explicação de termos incomuns e siglas quando são apresentadas pela primeira vez.

Isto posto, pretende-se utilizar o presente trabalho como base para dar continuidade aos trabalhos do *TreasureHunt*. Como trabalhos futuros pretende-se fazer com que não apenas a interface seja acessível, como também os exercícios de Segurança Computacional que compõem a competição, além de realizar testes da interface com usuários portadores de deficiência visual por meio do uso de leitores de tela e comparar um número maior de ferramentas de Segurança Computacional, a fim de formar uma base mais consistente de dados a respeito da acessibilidade delas e verificar se as que já foram analisadas sofreram modificações positivas.

#### REFERENCES

- [1] Coordenação de Trabalho e Rendimento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde, 2013: ciclos de vida. brasil e grandes regiões. 2015. URL <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>.
- [2] Luis Von Ahn, Shiry Ginosar, Mihir Kedia, Ruoran Liu, and Manuel Blum. Improving accessibility of the web with a computer game. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pages 79–82, 2006. URL <https://www.cs.cmu.edu/~biglou/Phetch.pdf>.
- [3] Alastair Campbell Michael Cooper Andrew Kirkpatrick, Joshue O Connor. Diretrizes de acessibilidade para conteúdo web (wcag) 2.1, 2018. URL <https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR>.
- [4] W3C. World wide web consortium (w3c), 2020. URL <https://www.w3.org/>.
- [5] Departamento de Governo Eletrônico. emag - modelo de acessibilidade em governo eletrônico, 2014. URL <http://emag.governoeletronico.gov.br/>.
- [6] Bei Yuan, Eelke Folmer, and Frederick C Harris. Game accessibility: a survey. *Universal Access in the information Society*, 10(1):81–100, 2011. URL <https://www.cse.unr.edu/~fredh/papers/journal/29-gaas/paper.pdf>.
- [7] Anne Lize L Escarrone, Wolleson Kevin Kelm, and Jean Felipe P Cheiran. Inaccessible accessibility game?! redesigning the emags digital accessibility game. *XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital SBGames*, 2016.
- [8] William Crumpler and James A Lewis. *Cybersecurity Workforce Gap*. Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2019. URL [https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/190129\\_Crumpler\\_Cybersecurity\\_FINAL.pdf](https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/190129_Crumpler_Cybersecurity_FINAL.pdf).
- [9] HACKERSEC. Capture the flag, 2020. URL <https://capturetheflag.com.br>.
- [10] GOOGLE. Google ctf, 2020. URL <https://capturetheflag.withgoogle.com/>.
- [11] Marcelo Sales. Guia wcag: Wcag 2.1 de forma simples!, 2020. URL <https://guia-wcag.com/>.
- [12] Maria José Bocorny Finatto Gabriel Luciano Ponomarenko. Índices para cálculo de legibilidade. URL <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>.
- [13] Ricardo de la Rocha Ladeira, Rafael Rodrigues Obelheiro, Richard Custódio, and Vinicius Martins. Treasurehunt: um gerador automático de competições de segurança computacional. *Revista de Sistemas e Computação-RSC*, 9(2), 2020.