



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

BRENO AUGUSTO GUERRA ZANCAN

**FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO
DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM
ACESSIBILIDADE**

Bandeirantes

2018

BRENO AUGUSTO GUERRA ZANCAN

**FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO
DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM
ACESSIBILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela de Freitas
Guilhermino Trindade

Bandeirantes

2018

BRENO AUGUSTO GUERRA ZANCAN

**FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO
DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM
ACESSIBILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Daniela de Freitas Guilhermino Trindade
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. José Reinaldo Merlin
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. Fabio de Sordi Junior
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, ____ de _____ de 2018.

RESUMO

As grandes mudanças causadas pela chamada Revolução Digital causaram impactos na sociedade como um todo, tanto no que diz respeito aos aspectos econômicos, quanto nos aspectos políticos e culturais. Progressivamente, a Internet se tornou parte importante para a busca e o acesso a informações, bem como para a comunicação entre os indivíduos, especialmente pela utilização da *Web*, que é uma das várias ferramentas de acesso à Internet. Dessa forma, houve um grande aumento no número de *websites*, espaços virtuais que possibilitam a uma grande variedade de usuários, de diferentes locais, visualizar seu conteúdo. Nesse contexto, percebeu-se como os museus, importantes instituições que contribuem para a manutenção e preservação da cultura de uma sociedade, poderiam fazer uso dessa forma de disseminação de informações. Sendo assim, houve o surgimento e um constante crescimento de museus no formato de *websites*, também chamados de museus virtuais, que buscam utilizar a Internet para compartilhar suas experiências. Contudo, ao mesmo tempo em que muitas pessoas puderam se beneficiar com essas facilidades proporcionadas pelos serviços disponibilizados na *Web*, houve uma parcela de indivíduos que acabou ficando excluída desse avanço tecnológico. Essa exclusão se deve ao fato de o aumento na quantidade de museus virtuais não ter sido acompanhada de uma preocupação com a qualidade no acesso a eles. Face a este cenário, este trabalho apresenta um *framework* conceitual, que contém um conjunto de diretrizes de acessibilidade *Web*, para tentar fazer com que um maior número de pessoas consiga aproveitar os recursos e facilidades proporcionados por museus virtuais, independentemente de suas limitações físicas ou funcionais. Algumas das diretrizes que compõem o *framework* desenvolvido foram aplicadas em uma parte de um museu virtual existente, e, posteriormente, duas ferramentas on-line foram utilizadas para verificar se houve alterações quanto à acessibilidade ao museu.

Palavras-chave: Acessibilidade; Acessibilidade *Web*; Ferramentas de Acessibilidade; Museu; Museu Virtual.

ABSTRACT

The great changes brought about by the Digital Revolution have affected society as a whole, bringing about changes in economic, political and cultural aspects. Progressively, the Internet has become an important part of the search and access to information, as well as for communication between individuals, especially through the use of the Web, which is one of several Internet access tools. In this way, there was a great increase in the number of websites, virtual spaces that allow a wide variety of users, from different places, to visualize their content. In this context, it was noticed how museums, important institutions that contribute to the maintenance and preservation of the culture of a society, could make use of this form of dissemination of information. Thus, there was the emergence and a constant growth of museums in the form of websites, also called virtual museums, that seek to use the Internet to share their experiences. However, at the same time that many people benefited from the services offered on the Web, there was a portion of individuals who were excluded from this technological advance. This exclusion is due to the fact that the increase in the number of virtual museums has not been accompanied by a concern with the quality of access to them. In this scenario, this paper presents a conceptual framework, which contains a set of Web accessibility guidelines, to try to make a greater number of people able to take advantage of the resources and facilities provided by virtual museums, regardless of their physical limitations or functional. Some of the guidelines that make up the developed framework were applied in a part of an existing virtual museum, and, later, two online tools were used to verify if there were changes regarding accessibility to the museum.

Keywords: Accessibility; Web Accessibility; Accessibility Tools; Museum; Virtual Museum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de um <i>framework conceitual</i>	22
Figura 2. Exemplo de um museu virtual não acessível para cegos	25
Figura 3. Exemplo de um museu virtual com pouco acessibilidade para surdos.	26
Figura 4. Modelo Conceitual de apoio à criação do <i>framework</i>	29
Figura 5. Página Inicial sugerida para o museu virtual de Bandeirantes.....	39
Figura 6. Menu <i>pull-down</i> , pertencente ao menu principal.....	40
Figura 7. Página sugerida para disponibilizar o acervo referente ao museu virtual.	41
Figura 8. Página inicial do <i>Tour 360º</i> , antes da aplicação de algumas diretrizes.....	42
Figura 9. Página inicial do <i>Tour 360º</i> , após a aplicação de algumas diretrizes.....	43
Figura 10. <i>Tour 360º</i> sem dicas de navegação para os usuários.....	44
Figura 11. <i>Tour 360º</i> com dicas de navegação para os usuários.....	45
Figura 12. <i>Tour 360º</i> em um <i>smartphone</i> , antes e após a aplicação de diretrizes.....	46
Figura 13. <i>Tour 360º</i> em um <i>smartphone</i> , antes e após a aplicação de diretrizes.....	46
Figura 14. Opção para visualização em três dimensões de um objeto	47
Figura 15. Objeto em três dimensões antes da aplicação de diretrizes	48
Figura 16. Objeto em três dimensões após a aplicação de diretrizes	49
Figura 17. Tela inicial do avaliador de acessibilidade <i>AccessMonitor</i>	51
Figura 18. Tela inicial do avaliador de acessibilidade <i>examinator</i>	51
Figura 19. Avaliação pela ferramenta <i>examinator</i> , na página inicial sugerida.....	52
Figura 20. Avaliação pela ferramenta <i>AccessMonitor</i> , na página inicial sugerida.....	52
Figura 21. Avaliação pela ferramenta <i>examinator</i> , na página Acervo	53
Figura 22. Avaliação pela ferramenta <i>AccessMonitor</i> , na página Acervo.....	53
Figura 23. Primeira avaliação feita, no <i>Tour 360º</i> , pela ferramenta <i>examinator</i>	53

Figura 24. Primeira avaliação feita, no Tour 360°, pela ferramenta <i>AccessMonitor</i>	54
Figura 25. Segunda avaliação feita, no Tour 360°, pela ferramenta <i>examinator</i>	54
Figura 26. Segunda avaliação feita, no Tour 360°, pela ferramenta <i>AccessMonitor</i>	54
Figura 27. Primeira avaliação na página objeto 3D, pela ferramenta <i>examinator</i>	55
Figura 28. Primeira avaliação na página objeto 3D, pela ferramenta <i>AccessMonitor</i>	55
Figura 29. Segunda avaliação na página objeto 3D, pela ferramenta <i>examinator</i>	55
Figura 30. Segunda avaliação na página objeto 3D, pela ferramenta <i>AccessMonitor</i> ...	55
Figura 31. Comparação entre os índices de acessibilidades: <i>Tour 360°</i>	56
Figura 32. Comparação entre os índices de acessibilidades: objeto 3D	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	9
1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	10
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	12
2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 MUSEU VIRTUAL	14
3.2 ACESSIBILIDADE WEB	17
3.3 FRAMEWORK E FRAMEWORK CONCEITUAL	20
4 FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM ACESSIBILIDADE	24
4.1 ACESSIBILIDADE EM MUSEUS VIRTUAIS	24
4.2 APRESENTAÇÃO DO MODELO.....	28
4.2.1 EIXO PESSOAS.....	29
4.2.2 EIXO COMPONENTES	31
4.2.3 EIXO ATIVIDADES	32
4.3 DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE	33
4.4 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK AO MUSEU VIRTUAL	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As grandes mudanças causadas pela chamada Revolução Digital causaram impactos na sociedade como um todo, tanto no que diz respeito aos aspectos econômicos, quanto nos aspectos políticos e culturais. De acordo com a Netcraft¹, empresa britânica respeitada no compartilhamento de mercado de servidores *Web* e tecnologias de conteúdo na internet, até janeiro de 2017, o número de *websites* existentes ultrapassava 1,8 bilhão. Nesse contexto, tem-se os museus virtuais, que são museus desenvolvidos para o ambiente da Internet – espaço *Web*.

Porém, se por um lado tem-se o aumento no número de ambientes virtuais e de pessoas que deles se beneficiam, por outro encontram-se indivíduos que, devido a limitações físicas ou funcionais, não conseguem acessar os conteúdos e informações proporcionados por esses ambientes.

Um relatório divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2011, mostrou que mais de 1 (um) bilhão de pessoas no mundo convivem com algum tipo de deficiência; além disso, segundo a OMS (2014), o número de idosos deve dobrar, chegando a 2 bilhões em 2050. Esses números apenas corroboram com a preocupação que se deve ter em tornar os espaços *Web* os mais inclusivos possível.

Pensando nessas dificuldades enfrentadas por muitos usuários, o consórcio internacional *World Wide Web* (W3C – *World Wide Web Consortium*), criou a Iniciativa de Acessibilidade na *Web* (WAI – *Web Accessibility Initiative*). Essa iniciativa busca desenvolver estratégias, diretrizes e recursos que auxiliem a tornar a *Web* acessível às pessoas. Nesse sentido, pode-se definir acessibilidade *Web* como a possibilidade de tornar a *Web* acessível a todos, independentemente de suas características, podendo ser o usuário portador de necessidades especiais, ou até mesmo um idoso, com alguma

¹ <https://www.netcraft.com/>

limitação funcional, quebrando-se assim barreiras e permitindo que um maior número de pessoas tenha acesso aos mesmos conteúdos, materiais e lugares (MARQUES, 2016).

Na literatura é possível encontrar diferentes trabalhos com foco em acessibilidade *Web*. Contudo, normalmente as pesquisas relacionadas a esse tema tratam questões pontuais, as quais envolvem um único tipo de deficiência, ou, ainda, apresentam algumas recomendações de acessibilidade para um tipo de ambiente específico. Esse fato se deve, principalmente, devido ao vasto caminho a percorrer na identificação das especificidades que cada deficiência ou limitação funcional traz, atreladas à cultura e outros aspectos importantes para o uso de determinados ambientes.

Face a este cenário, este trabalho apresenta um *framework* conceitual, que contém um conjunto de diretrizes de acessibilidade *Web* para permitir que um maior número de pessoas consiga aproveitar os recursos e facilidades proporcionados por museus virtuais, independentemente de suas limitações físicas e/ou funcionais.

Entretanto, é preciso ressaltar que não se pretende aqui a apresentação de um guia rígido ou de um passo a passo, mas sim um modelo sugerido, composto de recomendações que representam uma compilação de diferentes pesquisas e que pretende servir de base, ou, pelo menos, oferecer um direcionamento aos desenvolvedores na criação de museus virtuais mais acessíveis.

1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Este trabalho tem como objetivo geral a proposição de um *framework* conceitual de apoio à criação de museus virtuais com foco na acessibilidade. Para alcançar esse propósito, foram detalhados os seguintes objetivos específicos:

- Diagnóstico das características e elementos que compõem os museus virtuais;
- Seleção de trabalhos relacionados à acessibilidade *Web*, de acordo com a relevância (principais recomendações para usuários com diferentes tipos de limitação física ou funcional);
- Seleção de trabalhos relacionados ao uso de interface natural do usuário;

- Compreensão dos conceitos e características de *framework* e *framework* conceitual;
- Compilação de diretrizes de acessibilidade para o apoio à criação de museus virtuais mais acessíveis;
- Proposição de um modelo conceitual preliminar que considerou os elementos necessários à criação de um museu virtual;
- Proposição do *framework* conceitual, a partir do modelo conceitual preliminar, contendo as diretrizes de acessibilidade;
- Aplicação do *framework* conceitual em uma parte de um museu virtual existente;
- Verificação da aplicabilidade do *framework*, por meio da utilização de ferramentas automáticas que avaliaram a acessibilidade antes e depois da aplicação de algumas das diretrizes do *framework*.

1.3 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa tem como justificativa o auxílio na criação de museus virtuais mais acessíveis, que não causem, ou, pelo menos, diminuam a exclusão digital de pessoas com limitações físicas e/ou funcionais. De acordo com a Iniciativa para Acessibilidade *Web* (WAI - *Web Accessibility Initiative*), melhorando-se o acesso *Web* e a seus recursos, permite-se que pessoas com algum tipo de limitação possam participar mais ativamente da sociedade.

Como consequência dessa colaboração, que se pretende fornecer, é possível que haja também um incentivo para a criação desses espaços virtuais, o que, por sua vez, pode contribuir com a preservação da história, cultura e ensino que eles proporcionam.

Para isso, é apresentado um conjunto de diretrizes que compõem um *framework* conceitual. Essas diretrizes resultam de uma seleção de diferentes pesquisas envolvendo acessibilidade *Web*, bem como de alguns dos conceitos de interfaces naturais de usuário e usabilidade *Web*. Dessa forma, ao serem seguidas as indicações do *framework* para criação de museus virtuais, espera-se que o seu conteúdo seja acessado por uma maior

diversidade de usuários, tanto daqueles pertencentes à região do museu, quanto daqueles de outros locais, possibilitando que sejam reduzidas tanto restrições de localidade de acesso quanto limitações de acessibilidade.

Essa divulgação e facilidade de acesso que museus virtuais proporcionam é fundamental para que a sociedade possa perpetuar uma parte de sua cultura. Portanto, conclui-se que uma padronização na forma de criação desses bens culturais, que são os museus, torna-se, igualmente, fundamental.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Apresentou-se, no capítulo 1, as considerações iniciais, com o intuito de contextualizar o trabalho, assim como os objetivos desta pesquisa, a fim de ser mostrado o seu direcionamento, e, por fim, a justificativa, para esclarecer o que motivou o presente trabalho. No capítulo 2, é descrita a metodologia de pesquisa utilizada, bem como os passos seguidos nessa metodologia. A seguir, no capítulo 3, é apresentada a fundamentação teórica, com o objetivo de esclarecer melhor os assuntos relacionados para criação do *framework* conceitual proposto, a saber: museu virtual; acessibilidade em museus *Web*; *framework* e *framework* conceitual. Posteriormente, no capítulo 4, são apresentados os conceitos relacionados à acessibilidade em museus virtuais, além do modelo conceitual que serviu como base para a criação do *framework* conceitual, assim como as diretrizes de acessibilidade que compõem o *framework*, e, por fim a aplicação de algumas dessas diretrizes em museu virtual existente. No capítulo 5, são mostrados os resultados das aplicações de duas ferramentas automáticas, on-line e gratuitas, para verificar se houve mudanças na acessibilidade do museu em que se implementou determinadas diretrizes do *framework*, sendo apresentadas, ainda, considerações sobre os resultados obtidos com o uso das ferramentas de avaliação de acessibilidade. Finalmente, no capítulo 6, são apresentadas as considerações finais com relação à pesquisa desenvolvida para elaboração desta monografia.

2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Do ponto de vista da profundidade e objetivos, esta é uma pesquisa exploratória, a qual busca elaborar um *framework* conceitual, o qual possui um conjunto de diretrizes para criação de museus virtuais com melhor acessibilidade, a partir de pesquisas bibliográficas.

Já com relação à abordagem do problema, esta é uma pesquisa qualitativa, que busca o necessário para criação do *framework*, com diferentes dados coletados e analisados qualitativamente. Para isso, uma pesquisa documental foi realizada, o que significa, de acordo com Godoy (1995), que se buscou novas interpretações ou informações de diferentes materiais, tais como livros, artigos e publicações em geral. Os passos metodológicos para o alcance dos objetivos da pesquisa são os seguintes:

- Revisão da literatura: tem como objetivo analisar e tomar por base trabalhos anteriores relativos ao tema de criação de *framework* conceitual para criação de museu e ambientes virtuais, no geral. Dessa maneira, pode-se aproveitar o avanço feito até o momento, verificar os pontos que podem ser melhorados e o que pode ser acrescentado, a fim de se criar o *framework* proposto pelo presente trabalho;
- Criação do *framework* conceitual: a partir da coleta dos dados obtidos da revisão da literatura, foi elaborado um modelo conceitual que serviu como base para criação de um *framework* conceitual, o qual é formado por um conjunto de diretrizes que pode auxiliar a criação de museus virtuais com melhor acessibilidade;
- Implementação do *framework* conceitual: algumas diretrizes, do *framework* conceitual proposto, foram aplicadas em um museu virtual, o qual busca preservar a história do município de Bandeirantes, localizado no Norte Pioneiro do estado do Paraná;
- Utilização de ferramentas automáticas para avaliar a implementação do *framework* conceitual: utilizou-se duas ferramentas automáticas para avaliar a acessibilidade de uma parte de um museu virtual, antes e depois de serem implementadas algumas diretrizes do *framework* conceitual desenvolvido.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta Seção tem como objetivo apresentar alguns temas que serviram como base e que contextualizam a construção do *framework* conceitual proposto pela presente pesquisa. Para isso, em um primeiro momento, são apresentados os conceitos relacionados à museus, tanto na sua forma tradicional (física) quanto na sua forma virtual. Isso para que se possa ressaltar a importância desses bens culturais. Posteriormente, são expostos os conceitos relacionados à acessibilidade, e, mais especificamente, acessibilidade *Web*, a fim de que seja mostrada sua importância na criação de um museu virtual mais inclusivo. Contribuindo também para a criação de museus virtuais, tem-se o conceito de interfaces naturais de usuário, as quais facilitam a interação entre os usuários e os sistemas de tecnologia, possibilitando assim uma interação mais eficiente e aumentando a diversidade de perfis de usuário. Por fim, é apresentada a definição de *framework*, bem como suas principais características, assim como o conceito de *framework* conceitual, o qual é a ferramenta que a presente monografia se propõe a desenvolver.

3.1 MUSEU VIRTUAL

De acordo com a Costa (2006), museus são bens culturais de uso público que precisam ser mantidos, organizados e preservados em ação conjunta com a sociedade e o governo.

Além disso, em um museu podem ocorrer eventos, exposições, palestras, etc. Também, é um local de pesquisa e estudos, podendo ter salas específicas para o desenvolvimento de atividades técnicas, artísticas ou educativas, desde que se consiga projetar ou adaptar um edifício destinado a esse uso.

O Conselho Internacional de Museus (ICOM - *International Council of Museums*), que é uma organização não-governamental internacional, sem fins lucrativos e que se empenha para garantir a conservação e proteção de bens culturais, define museu como “uma instituição permanente sem fins lucrativos a serviço da sociedade e seu desenvolvimento, aberta ao público, que adquire, conserva, pesquisa, comunica e exhibe

o patrimônio tangível e intangível da humanidade e do meio ambiente para fins de educação, estudo e prazer”.

Dada essa introdução, é possível perceber a importância e contribuição dos museus para a manutenção e preservação da cultura de uma sociedade. No caso de museus tradicionais, tem-se o modelo que, de acordo com Bottallo (1995), inclui: uma coleção existente; a apresentação dessa coleção, de maneira pública; a presença de pessoas no espaço de exposição da coleção.

Contudo, embora esse formato de museu tenha tido (e continue tendo) sua importância para comunidade, Muchacho (2005) destaca como esse tipo de espaço fechado tem enfrentado um grande desafio, que é a comunicação com seu público.

Essa sociedade foi fortemente influenciada pela chamada Revolução Digital, a qual teve início no final da década de 1960 e início da década de 1970, intensificando-se a partir da comercialização da Internet em meados dos anos 1990 e provocando significativas mudanças nas mais diversas atividades humanas (ABREU e NICOLACI-DA-COSTA, 2006). Como consequência dessa revolução, Conforto e Santarosa (2002), destacam que novos espaços e tempos foram modelados, além de terem sido estruturados novos conceitos culturais e sociais.

Nesse contexto, progressivamente a grande rede, Internet, se tornou parte importante para a busca e o acesso a informações, bem como para a comunicação entre os indivíduos, especialmente pela utilização da *Web*, que é uma das várias ferramentas de acesso à Internet. Consequentemente, cada vez mais percebeu-se que os museus precisavam se adaptar às necessidades da sociedade contemporânea, a qual se encontra em constante mutação.

Muchacho (2005), chama a atenção para o fato de que, com as alterações que a instituição museológica vem sofrendo ao longo dos anos, percebeu-se como é necessário que seu espaço tradicional e limitado seja liberado, para se tornar acessível ao grande público. Isso porque, o público deste século, segundo Cardoso et al. (2013), está mais heterogêneo e exigente, exigindo dos museus não apenas a acumulação de história, mas também uma atitude ativa em busca da satisfação e necessidades de seus visitantes.

Dessa forma, observa-se um constante crescimento de museus que buscam utilizar a Internet para compartilhar suas experiências.

Conseqüentemente, começaram a ser desenvolvidos museus no ambiente da Internet – espaço *Web* – os quais receberam a denominação de Museus Virtuais. Lima (2009), destaca que esses museus podem tanto estar relacionados a sítios virtuais, sem espaço e acervo físicos correspondentes, quanto para ambientes on-line que existem no mundo real (mundo físico) e têm suas coleções e acervos digitalizados, podendo existir, ainda, museus virtuais sem correspondente tangível, mas que, contudo, tiveram origem de um acervo físico digitalizado. Também, de acordo com Lima (2009), um museu virtual possui termos correlatos comuns, tais como *Cibermuseu* (por se tratar de um museu no ciberespaço) e *Webmuseu* (significando um museu localizado na *Web*), além de termos menos utilizados, como museu on-line, museu eletrônico, *hipermuseu* e museu digital.

Dentre as alterações que os museus virtuais produzem, Lima (2009) destaca: exposição virtual, a qual facilita a recepção informativa, pedagógica e estética do objeto museu; transformação do visitante de um sujeito passivo, que apenas reage à mensagem transmitida, passando a ser incentivado a participar e interagir com o espaço.

Destaca-se também que, em um museu virtual, é possível que cada visitante crie seu próprio percurso de interesse, de acordo com a sua experiência, gostos pessoais e nível cultural. Além disso, como Marçal et al (2005) salientam, museus virtuais viabilizam que usuários de diferentes locais conheçam e aprendam sobre as mais variadas culturas, sem a necessidade de deslocamento, como ocorreria na visita a um museu físico. Dessa forma, de acordo com Carvalho (2012), é possível que os visitantes desses museus consigam, em um mesmo dia, conhecer museus que podem estar localizados fisicamente em diferentes continentes.

A partir disso, é possível imaginar que os museus virtuais poderiam prejudicar a utilidade e a conseqüente existência de museus físicos. Porém, Schweibenz (2004), não enxerga dessa forma, afirmando que um museu no espaço *Web* não representa perigo ou competição a um tradicional museu (definido por ele como museu de “tijolo e argamassa”), pois, na visão do autor, a natureza digital desse museu não pode oferecer objetos reais aos seus visitantes. O autor também reconhece que um museu virtual

possibilita, por outro lado, alcançar visitantes que não conseguiriam visitar um determinado museu pessoalmente.

3.2 ACESSIBILIDADE WEB

O conceito de acessibilidade é muito amplo, podendo, segundo Cardoso et al. (2013), envolver fatores físico-espaciais, tais como distância, deslocamento e conforto, assim como aspecto políticos, sociais e culturais.

O artigo 3º da lei brasileira 13.146, de 6 de Julho de 2015, conceitua acessibilidade como a “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”.

Portanto, como afirmam Cardoso et al. (2013), o conceito de acessibilidade envolve a prática da inclusão social dos cidadãos, pois está relacionado à possibilidade da participação deles na sociedade, de modo que haja condições de igualdade. Nesse contexto, Marques (2016), define o objetivo de acessibilidade como sendo a garantia de uma melhor qualidade de vida às pessoas, e, em especial, às pessoas portadoras de deficiência, às quais passam mais dificuldades.

Castro Neto (1998), afirma que as debilidades funcionais consideradas características de indivíduos com necessidades especiais, podem ser divididas nas seguintes categorias gerais:

- Deficiências visuais: pessoas com dificuldades de leitura de textos muito pequenos ou de uma cor particular, podendo, ainda, necessitar ou podem que uma informação visual seja convertida para discurso oral ou Braille;
- Deficiências de audição: pessoas com dificuldades de ouvir ou reconhecer sinais audíveis como sinais acústicos de aviso (*beep*);

- Deficiências de movimentação: pessoas com dificuldades que as impeçam de utilizar o teclado ou o mouse;
- Deficiências cognitivas: pessoas com diferenças de percepção ou deficiências de linguagem.

No que diz respeito à acessibilidade *Web*, pode-se concluir que surge de um processo natural da Revolução Digital. Isso porque a *Web* é um recurso que aumentou sua importância em muitos aspectos da vida da sociedade, tais como educação, serviços, governo, comércio e lazer. De acordo com a Netcraft, empresa britânica respeitada no compartilhamento de mercado de servidores *Web* e tecnologias de conteúdo na internet, até janeiro de 2017, o número de *websites* existentes ultrapassava 1,8 bilhão.

Contudo, ao mesmo tempo em que muitas pessoas puderam se beneficiar com essa as facilidades proporcionadas pelos serviços disponibilizados na *Web*, houve uma parcela de indivíduos que acabou ficando excluída desse avanço tecnológico, seja por algum tipo de deficiência, seja por desconhecimento ou falta de habilidade para com as novas tecnologias. Dessa forma, Camargo Filho e Bica (2008) salientam que a impossibilidade de acesso ou utilização da tecnologia possivelmente leve prejuízos consideráveis ao indivíduo, limitando sua capacidade produtiva e mesmo sua cidadania.

Pensando nessa dificuldade de acessibilidade aos recursos e facilidades proporcionados pela Internet, o consórcio internacional *World Wide Web* (W3C – *World Wide Web Consortium*), que tem como missão oferecer recomendações para conduzir a *World Wide Web* a atingir todo seu potencial, criou a Iniciativa de Acessibilidade na *Web* (WAI - *Web Accessibility Initiative*).

Essa iniciativa busca desenvolver estratégias, diretrizes e recursos que auxiliem a tornar a *Web* mais acessível às pessoas. De acordo com a WAI, a acessibilidade *Web* possibilita que pessoas com deficiência, assim como aquelas que podem ter tido alguma perda em suas habilidades (como no caso de pessoas idosas), consigam perceber, entender, navegar e interagir com a *Web*, podendo ainda contribuir com a ela. Dessa forma, como coloca Marques (2016), é possível que barreiras sejam derrubadas, permitindo que todas as pessoas possam acessar os mesmos conteúdos, materiais e lugares, sem restrições causadas por eventuais dificuldades.

Pupo, Melo e Ferrés (2006), ainda enumeram outros fatores que podem motivar a busca de conteúdos *Web* mais acessíveis:

- Promover o direito básico de acesso à informação, tendo em vista uma sociedade mais justa e solidária, que busca a qualidade de vida para todos;
- Atender à legislação, como é o caso do Brasil que, no Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, exige que os sistemas *web* da administração pública sejam acessíveis às pessoas com deficiência visual;
- Ampliar o número de consumidores, uma vez que existem no mundo mais de 1 bilhão de pessoas com algum tipo de deficiência, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (2011).

Além disso, o W3C, com o auxílio de pessoas e organizações em todo o mundo, desenvolveu as Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da *Web* (WCAG, do inglês *Web Content Accessibility Guidelines*). Esse conjunto de diretrizes fornece recomendações que buscam padronizar a acessibilidade do conteúdo da *Web*.

Dessa forma, ao se seguir essas orientações, o conteúdo da *Web* se torna acessível para uma gama mais ampla de pessoas com deficiência, incluindo cegueira e baixa visão, surdez e perda de audição, dificuldades de aprendizagem, limitações cognitivas, movimentos limitados, deficiências de fala, fotosensibilidade, além de indivíduos com combinações dessas características e usuários que não apresentam qualquer um desses aspectos. O W3C deixa claro que as diretrizes criadas se preocupam com a acessibilidade do conteúdo da *Web* tanto em computadores desktops quanto em dispositivos móveis em geral.

Também relacionado às contribuições do W3C, o consórcio possui um Grupo de Trabalho de Acessibilidade na *Web* (GT Acessibilidade na *Web*), o qual teve sua criação em março de 2012 e que se reúne periodicamente para planejar ações a serem realizadas no Brasil. O GT de Acessibilidade na *Web* do W3C Brasil destaca que as pessoas com deficiência são as maiores beneficiadas com uma *Web* mais acessível, porque um ambiente virtual com baixa acessibilidade pode prejudicar esses usuários ou, até mesmo, impedir o seu acesso. Por outro lado, uma boa acessibilidade permite às pessoas com deficiência usufruir de todas as informações e serviços disponíveis na *web*.

Ainda com relação à acessibilidade *Web*, pode-se citar o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG), criado pelo governo federal brasileiro. O eMAG auxilia profissionais no desenvolvimento, alteração e/ou adequação de páginas, sites e portais, a fim de torná-los acessíveis a um maior número de indivíduos, aumentando assim a inclusão digital e, conseqüentemente, a inclusão social. Para sua concepção, contribuíram especialistas e considerou-se as mais recentes pesquisas relacionadas à área de acessibilidade *Web*, além das recomendações do WCAG 2.0, do W3C.

No que diz respeito aos conhecimentos disponibilizados na *Web*, Conforto e Santarosa (2002), chamam a atenção para o fato de que seu acesso deve permitir levar benefícios para uma grande variedade de usuários, sem, contudo, ocasionar prejuízos nas características gráficas ou funcionais desses conhecimentos.

Para Torres e Mazzoni (2004), a acessibilidade em ambientes digitais pode ser alcançada por meio da combinação da apresentação da informação de formas múltiplas, com o auxílio uso de ajudas técnicas (tais como sistemas de leitura de tela, sistemas de reconhecimento da fala, simuladores de teclado etc.), possibilitando, dessa maneira, que sejam superadas ou reduzidas as possíveis limitações dos diferentes tipos de usuários.

3.3 FRAMEWORK E FRAMEWORK CONCEITUAL

Antes de ser definido o conceito de *framework* conceitual, o qual compõe um dos assuntos centrais deste trabalho, é preciso que seja entendido o conceito de *framework*. Souza (1998), em sua tese de mestrado, define um *framework* como “um projeto genérico em um domínio que pode ser adaptado a aplicações específicas, servindo como um molde para a construção de aplicações”. Dessa forma, de acordo com Barros Filho (2005), um *framework* tem como ideia principal, possibilitar o reaproveitamento de um conjunto de recursos comuns, permitindo sua reutilização no desenvolvimento de novas aplicações. Conseqüentemente, é possível que uma das situações frequentes enfrentadas por desenvolvedores de sistemas, que é a necessidade de utilização de recursos semelhantes para o desenvolvimento de novos programas, seja facilitada.

À vista disso, Souza (1998) destaca que a reutilização proporcionada por um *framework* se torna uma condição necessária para que seja alcançado um ganho de

produtividade, para o desenvolvimento de software. Complementando esse conceito, Taligent (1997) afirma que programadores compram ou reutilizam *frameworks* com a finalidade de obter uma já conhecida experiência de resolução de problemas sem a necessidade de haver um desenvolvimento independente para isso.

Além disso, Silva (2000), aponta como fundamental que a estrutura produzida por um *framework* seja flexível, necessitando, para isso, apresentar duas características fundamentais: alterabilidade e extensibilidade. Quanto à alterabilidade, o autor define como sendo a capacidade do *framework* de alterar suas funcionalidades, para adequar-se, então, à necessidade de uma aplicação específica; a extensibilidade, por sua vez, está relacionada à capacidade do *framework* de ser reutilizado permitindo que sejam incorporados recursos e funcionalidades, contribuindo assim para a criação de arquiteturas flexíveis. Ainda, Gamma et al. (1994), explicam que um *framework* define a estrutura geral de uma aplicação, tal como seu particionamento em classes e objetos, bem como as responsabilidades dessas partes e como elas poderão colaborar para auxiliar no desenvolvimento da aplicação. Isso permite, então, que o designer/implementador do sistema consiga se concentrar nas especificidades do sistema. Segundo os autores, o desenvolvimento de programas não apenas torna-se mais eficiente ao se utilizar um *framework*, como também se tem, como resultado, aplicativos com estruturas similares, o que facilita sua manutenção. Como desvantagem desse processo, é possível que haja alguma perda de autonomia criativa, causada pela pré-padronização dos módulos que compõem o *framework*.

Apresentados os principais conceitos relacionados a *framework*, é possível que sejam expostas as definições relativas a *framework* conceitual. Jabareen (2009), define *framework* conceitual como uma rede de conceitos interligados que, por estarem em conjunto, fornecem uma compreensão abrangente de um ou mais fenômenos. O autor também esclarece que, ao invés de oferecer uma explicação teórica, assim como os modelos quantitativos, um *framework* conceitual fornece entendimento, podendo ele ser desenvolvido e construído por meio de um processo de análise qualitativa.

Adicionalmente, Santos e Vega (2016) afirmam que os conceitos e relações contidos em um *framework* conceitual não devem ser interpretados como explicações

que se baseiam na utilização de lógica formal, porém devem ser úteis para resolver determinados problemas. Rocha e Edelweiss (2001) destacam que o objetivo de um *framework* conceitual é “[...] fornecer um diagrama de classes que pode ser usado como base para a modelagem das classes do domínio da aplicação”. As autoras também afirmam que um *framework* conceitual não se trata de um software executável, mas de um esquema conceitual de dados que necessitará ser traduzido para um esquema de dados específico.

Além disso, um *framework* conceitual, de acordo com Miles, Huberman e Saldana (2013), pode ser representado na forma gráfica ou textual, apresentando, independentemente da maneira escolhida de representação, os principais itens a serem estudados, tais como os fatores-chave, as variáveis ou construções, bem como relações entre eles existente.

Como exemplo dos conceitos de *framework* conceitual, é apresentado, na Figura 1, uma proposta de *framework* conceitual, elaborada em forma gráfica por Canciglieri et al. (2012), baseado nos conceitos de Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) e Sustentabilidade, tendo como objetivo o desenvolvimento de um produto ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente aceito.

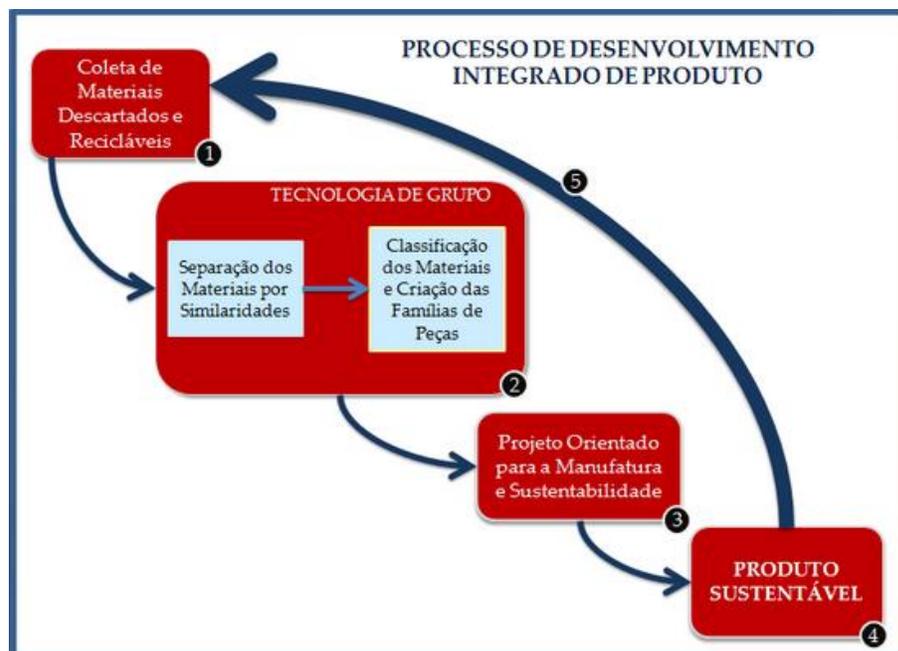


Figura 1. Exemplo de um *framework* conceitual. Canciglieri et al., 2012

Nota-se como um *framework* conceitual é usado para ilustrar o que se espera encontrar como resultado de uma pesquisa, o que inclui como as variáveis que foram consideradas no escopo da pesquisa podem se relacionar entre si.

4 FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM ACESSIBILIDADE

Neste capítulo, primeiramente é apresentada uma discussão a respeito da Acessibilidade em Museus Virtuais, a fim de apontar alguns conceitos e algumas recomendações que podem contribuir para criação de museus virtuais mais acessíveis. Serão também mostrados exemplos de museus que não são considerados acessíveis, a partir das recomendações sugeridas.

Na sequência é apresentado o modelo conceitual que é a base para a criação do *framework* conceitual, assim como uma breve descrição dos eixos que o compõe. Serão apresentadas, na sequência, as recomendações de acessibilidade para a criação de museus virtuais.

4.1 ACESSIBILIDADE EM MUSEUS VIRTUAIS

Museus virtuais podem ser considerados um tipo de ambiente *Web* que apresenta algumas características específicas. Dessa forma, muitas das recomendações de acessibilidade para ambientes virtuais, de uma forma geral, podem ser aplicadas na criação de museus virtuais e, conseqüentemente, no *framework* proposto para a presente pesquisa.

Por exemplo, Marques (2016), caracteriza como fundamental que todas as funcionalidades e atalhos de uma página *Web* fiquem disponíveis a partir do teclado, para facilitar o trabalho dos leitores de tela. Na Figura 2, tem-se um exemplo de um museu virtual que não atende esse requisito, tornando-o não acessível a usuários cegos.

The screenshot shows the website for Museu Imperial. At the top, there is a navigation bar with links: SOBRE, INFORMAÇÕES IMPORTANTES, PERGUNTAS FREQUENTES, SOCIEDADE DE AMIGOS, HISTÓRICO & PERSONAGENS, FALE CONOSCO, and CONTATOS. A search bar labeled 'Buscar...' is on the right. Below this is the Museu Imperial logo and a main navigation menu with links: INÍCIO, COMPLEXO PALÁCIO IMPERIAL, SERVIÇOS ONLINE, EVENTOS, IMPRENSA, CASA DE CLÁUDIO DE SOUZA, and CASA GEYER. A breadcrumb trail shows 'Home > Sobre'. There are social media sharing buttons for Facebook (Curtir 15), Twitter (Tweetar), and Google+. The main content area has a heading 'BEM-VINDOS AO MUSEU IMPERIAL' followed by a paragraph about the museum's collection. Below that is a paragraph about the website's content and a note about phone numbers. A section titled 'FUNCIONAMENTO:' lists visiting hours for the museum, gardens, and ticket office. On the right side, there is a sidebar with a heading 'Navegue Pelo Museu' and two sub-sections: 'Complexo Palácio Imperial' with a list of services like Arquivo Histórico, Assessoria de Imprensa, Biblioteca, etc., and 'Serviços Online' with links for Janela do Professor, Áudios & Vídeos, and Acervo Digital.

BEM-VINDOS AO MUSEU IMPERIAL

O Museu Imperial possui o principal acervo do país relativo ao império brasileiro, em especial o chamado Segundo Reinado, período governado por d. Pedro II. São cerca de 300 mil itens museológicos, arquivísticos e bibliográficos à disposição de pesquisadores e demais interessados em conhecer um pouco mais sobre o tema, além de constantes eventos, exposições e projetos educativos preparados pela nossa equipe.

Passeando pelas páginas do nosso portal, você terá acesso a parte dessa história. Seja bem-vindo, navegue e descubra as novidades que preparamos para você!

Museu Imperial: NOSSO MUSEU, NOSSA HISTÓRIA!

Atenção: os telefones do Museu Imperial mudaram! Clique aqui para conhecer os novos números.

FUNCIONAMENTO:

Visitação: de terça a domingo, das 11h às 18h (Fechamento dos portões: 17h30)
 Jardins: de terça a domingo, das 8h às 18h (Fechamento dos portões: 17h30)
 Bilheteria: de terça a domingo, das 11h às 17h30

Navegue Pelo Museu

Complexo Palácio Imperial

- Arquivo Histórico
- Assessoria de Imprensa
- Biblioteca
- Conservação e Restauração
- Educação
- Museologia
- Promoção
- Cafeteria
- Loja
- Biblioteca Rocamble
- Patrimônio da Humanidade
- Novas Aquisições

Serviços Online

- Janela do Professor
- Áudios & Vídeos
- Acervo Digital

Figura 2. Exemplo de um museu virtual não acessível para cegos.

Para Cardoso (2015), textos alternativos em imagens e elementos em *websites* são recomendados para auxiliar a acessibilidade de surdos, pois esses usuários precisam de legendas para identificar as imagens. Na Figura 3, é possível verificar um museu virtual que não segue essa sugestão.



Figura 3. Exemplo de um museu virtual com pouca acessibilidade para surdos.

Além dos exemplos de recomendações já citados, é possível destacar como o uso de Interface Natural de Usuário (NUI – *Natural User Interface*), que é uma forma de interação Homem-Computador (IHC), pode contribuir para a acessibilidade de museus virtuais.

De acordo com Liu (2010), NUI foca nas habilidades naturais do ser humano, tais como tato, visão, voz, movimento e funções cognitivas como expressão, percepção e recordação. Dessa forma, Arrais, Martins e Grossi (2012) justificam o termo “natural” pelo fato de o usuário conseguir interagir com conteúdos digitais utilizando movimentos, gestos, sons e toques, os quais são mais intuitivos que o uso de dispositivos de controle artificial, tais como teclado e mouse, para realizar o processo de interação.

Conseqüentemente, usuários com dificuldades motoras, ou com algum tipo de deficiência, podem ser beneficiados, ao serem criados museus virtuais que valorizem alguma de suas habilidades naturais que se sobressai. Por exemplo, se uma pessoa tiver algum problema que a impeça de utilizar o mouse e o teclado, uma interação por meio

de comandos de voz poderia permitir que ela tivesse acesso a um museu virtual com suporte a esse recurso.

Um ponto que merece ser citado, é a relação entre usabilidade e acessibilidade. De acordo com o W3C, a usabilidade e a experiência do usuário permitem projetar produtos para serem eficazes, eficientes e satisfatórios. Adicionalmente, de acordo com a norma ISO 9241-11, usabilidade pode ser conceituada com a extensão na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico. Nielsen e Loranger (2007) definem usabilidade como sendo a rapidez com a qual usuários podem aprender a usar algo, bem como a eficiência deles ao utilizá-lo, além do quanto conseguem lembrar e gostam de utilizá-lo.

Vechiato e Vidotti (2012), apresentam os seguintes princípios de usabilidade: Prevenção e tratamento de erros; Consistência; *Feedback*; Controle; Eficiência e Eficácia; Fácil Aprendizado; Flexibilidade; Visibilidade; Compatibilidade; Fácil Memorização; Priorização da Funcionalidade e da Informação; Uso Equitativo; *Affordance*; Ajuda; Atalhos; Baixo Esforço Físico; Restrições; Reversão de Ações; Satisfação Subjetiva; e Segurança.

O conceito de usabilidade pode ser relacionado ao de acessibilidade, de acordo com o W3C, pois a acessibilidade básica é um pré-requisito para a usabilidade. Dessa forma, a acessibilidade pode ser considerada um subconjunto de usabilidade. Portanto, é possível que, atendendo-se alguns dos princípios de usabilidade de um museu virtual, algumas características relacionadas à acessibilidade sejam satisfeitas. Além disso, um ambiente virtual com melhor usabilidade, possivelmente contribuirá para que seus usuários naveguem com maior satisfação e desejem retornar àquela página *Web*.

Por exemplo, Marty e Twidale (2004), analisaram 36 sites de museus virtuais, desde os mais complexos baseados em banco de dados até sites HTML simples e estáticos, com a finalidade de desenvolverem um *framework* conceitual para analisar as falhas de usabilidade nesses ambientes. Alguns problemas encontrados pelos autores, por exemplo, foram: páginas com grande quantidade de conteúdo, que, por mais informativo que fossem, confundiam muitos usuários com o grande número de opções

que lhes são apresentadas, levando-os a tomar decisões erradas, ficarem frustrados e incapacitados de usarem o site do museu para completar tarefas simples; também, em outros caso, havia sites de museu atraentes e artísticos, porém confusos e difíceis de navegar, resultando em um insucesso do visitante em realizar alguma tarefa.

Assim sendo, o acesso aos museus pode ser prejudicado, pois, usuários com algum tipo de deficiência, ou os menos experientes, podem se sentir intimidados, frustrados ou incapazes de buscar informações e conhecimento nesses locais.

4.2 APRESENTAÇÃO DO MODELO

Após terem sido realizadas as pesquisas que envolveram os museus virtuais, bem como as principais dificuldades encontradas por seus usuários e, baseando-se nos principais fatores do design de sistemas interativos proposto por Barbosa (2010) e, ainda, a partir das contribuições de Schneider (2011), foi proposto um modelo conceitual preliminar, o qual serviu de apoio à criação do *framework* conceitual.

Este modelo conceitual preliminar, é um trabalho do grupo de pesquisa de IHC que desenvolve duas pesquisas em paralelo, uma com foco nas interfaces naturais e nos princípios de usabilidade, interatividade e comunicabilidade e outra com foco na acessibilidade.

Como pode ser visto na Figura 4, o modelo conceitual preliminar apresenta três eixos principais em sua estrutura: (i) Pessoas; (ii) Componentes; e (iii) Atividades. Destaca-se que cada um desses eixos é composto por subeixos, os quais, por sua vez, também podem ter seus próprios subeixos. Dessa maneira, é possível que se tenha um melhor entendimento do modelo conceitual, e, conseqüentemente, torne esse modelo uma referência mais proveitosa para a definição de diretrizes de acessibilidade.

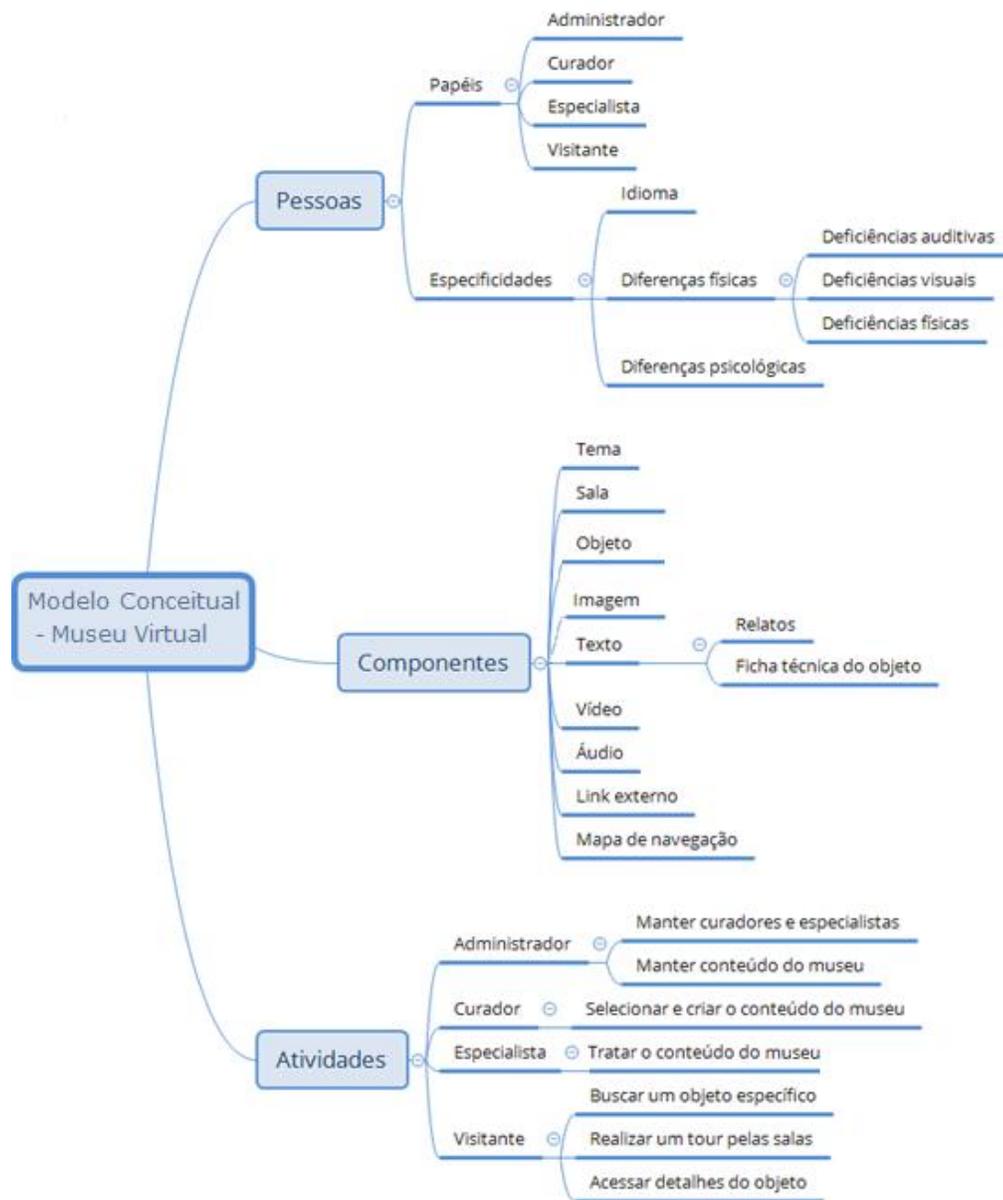


Figura 4. Modelo Conceitual de apoio à criação do *framework*.

A seguir, são apresentadas algumas explicações sobre cada um dos eixos do modelo conceitual, assim como de seus subeixos associados.

4.2.1 Eixo Pessoas

O eixo Pessoas é dividido em: Papéis, subeixo que representa as diferentes pessoas que podem interagir com o museu; e Especificidades, subeixo que considera o

Idioma em que o museu será criado, assim como as diferenças físicas e psicológicas dos diversos usuários que podem acessar o museu.

- **Subeixo Papéis:** esse subeixo representa os tipos de pessoas que irão interagir com o museu virtual, por meio de diferentes formas. Os tipos de pessoas que integram o modelo são: administrador, curador, especialista em *design* gráfico e visitante. O administrador é o responsável por determinar quais informações serão disponibilizadas no museu, por meio da seleção e solicitação de conteúdos que podem ser criados e/ou adaptados por um curador e/ou um especialista em *design* gráfico. Curador, de acordo com Cury (2009), é todo aquele que participa de um processo curatorial, o qual inclui a formação de acervo, pesquisa, salvaguarda (conservação e documentação museológica) e comunicação (exposição e educação). Um especialista em *design* gráfico, por sua vez, é uma definição genérica para a pessoa encarregada por tarefas que envolvam a utilização de tecnologia para disponibilizar os conteúdos determinados por um curador para posterior exibição no museu virtual. Por fim, um visitante é todo aquele indivíduo que acessa o museu virtual à procura de informações, conhecimento e aprendizado.
- **Subeixo Especificidades:** esse subeixo possui o Idioma em que o museu será criado, assim como as diferenças físicas e psicológicas dos diversos usuários que podem acessar o museu. No que diz respeito a museus virtuais, é necessário ressaltar que seu acesso pode ser realizado a partir de qualquer cidade, país ou continente. Dessa forma, pessoas de diferentes idiomas nativos podem visitar esses ambientes virtuais. Por essa razão, é importante que, para criação de museus virtuais, haja uma preocupação quanto à exibição de seu idioma, tanto na interface quanto na codificação das páginas que compõem que o compõe, facilitando o trabalho de leitores de tela e transcritores de áudio, para que possam interpretar adequadamente as informações do museu. Quanto às diferenças físicas entre os diversos visitantes de um museu virtual, o W3C diz que a *Web* deve ser acessível para proporcionar igualdade de oportunidades a pessoas com habilidades diversas, o que inclui desde usuários sem limitações físicas até aqueles que possam apresentar algum tipo de deficiência. Essas deficiências

podem afetar uma pessoa desde seu nascimento ou serem adquiridas ou desenvolvidas durante sua vida, no caso de acidentes, doenças e até mesmo pelo avanço da idade. Ainda, é necessário que sejam consideradas possíveis diferenças psicológicas entre os diferentes usuários, o que inclui diferentes capacidades cognitivas. Por exemplo, de acordo com o W3C, um usuário idoso pode ter sua capacidade cognitiva reduzida, afetando sua memória de curto prazo e sua capacidade de concentração e, conseqüentemente, prejudicando sua navegação na *Web*.

4.2.2 Eixo Componentes

No eixo Componentes, tem-se um conjunto de elementos, os quais poderão fazer parte do museu virtual. No modelo conceitual apresentado, tem-se os seguintes componentes:

- Tema: está relacionado ao assunto que irá ser apresentado pelo museu, tal como história, arte, etnologia, ciência ou algum outro assunto;
- Sala: ambiente virtual que simula uma sala de museu, contendo elementos categorizados, relacionados ao tema do museu virtual;
- Objeto: tipo de elemento de uma sala, que pode ser acessado por um visitante, seja por meio de um clique de mouse, seja por meio do teclado ou diretamente pelo toque do visitante em seu dispositivo eletrônico, permitindo que o indivíduo possa visualizar melhor o item, sendo que o item pode ser tridimensional;
- Imagem: elemento que pode estar em uma sala ou em alguma parte do museu virtual, podendo ser utilizada alguma forma (tal como zoom) para visualizar seus detalhes;
- Texto: diz respeito às informações textuais que ficam disponíveis ao visitante, podendo ser relacionadas aos detalhes de um objeto, à forma de utilização do museu, assim como dados sobre os autores das obras, entre outros;
- Relatos: relatos históricos de pessoas que participaram, de alguma forma, do tema abordado pelo museu, bem como relatos de especialistas e estudiosos sobre os conteúdos do ambiente virtual;

- Ficha técnica do objeto: ficha contendo informações técnicas referentes a um determinado objeto, como, por exemplo, data de concepção, tipo de material que o constitui, tamanho, peso etc.;
- Vídeo: material que pode servir para explicar sobre determinado conteúdo presente no museu, podendo conter legendas ou estar também disponível em uma determinada língua que auxilie visitantes surdos, contribuindo, dessa forma, para melhoria da acessibilidade;
- Áudio: áudio explicativo, sobre determinado conteúdo presente no museu, podendo ter um vídeo explicando esse áudio e, com isso, auxiliando na acessibilidade do assunto relacionado;
- Link externo: utilizado para acessar informações provenientes de outras páginas, fora do museu virtual, como notícias ou informações adicionais relacionadas ao tema ou a algum objeto do museu;
- Mapa de navegação: funciona como se fosse uma planta do museu virtual, servindo de referência para que o visitante possa se localizar dentro do museu e entender melhor como o ambiente está organizado.

É preciso destacar que, para criação de um museu virtual, não é necessário que todos os componentes apresentados façam parte do espaço criado. Contudo, quanto mais elementos forem utilizados, mais diversificado, atrativo, interativo e acessível o ambiente tende a ficar.

4.2.3 Eixo Atividades

O eixo Atividades está relacionado com o que cada um dos papéis, já mencionados, poderá exercer durante suas interações com o museu virtual. Dessa forma, tem-se as seguintes atividades:

- Administrador: responsável pelas atividades de inclusão, alteração e exclusão de um curador e de um especialista em *design* gráfico. Além disso, o administrador também pode ter como tarefa aprovar/recusar e incluir/excluir o conteúdo disponibilizado por um curador;

- Curador: profissional que entende, mais profundamente, sobre o tema do museu e é responsável por organizar e validar o conteúdo relacionado ao tema do museu virtual;
- Especialista em *design* gráfico: pessoa responsável por tarefas como digitalizar materiais que serão disponibilizados pelo museu, transformar um determinado objeto em um modelo multidimensional, criar espaços virtuais que simulem salas, editar e disponibilizar vídeos e/ou áudios ou, ainda, realizar alguma outra tarefa que envolva a utilização de recursos computacionais; ele trabalha em parceria com o curador, a fim de diversificar o conteúdo disponibilizado por um museu virtual;
- Visitante: qualquer pessoa que possa visitar o museu virtual, buscando e acessando um objeto específico, realizando visitas pelas salas ou acessando detalhes sobre um objeto.

4.3 DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE PARA MUSEUS VIRTUAIS

Nesta seção, serão apresentadas as recomendações de acessibilidade, as quais estão associadas aos eixos do modelo conceitual apresentado, com o objetivo de contribuir para diminuição das diferenças dos usuários que poderão acessar museus virtuais.

A fim de associar as recomendações de acessibilidade com o modelo proposto, procurou-se utilizar pesquisas que tiveram como base os quatro princípios de acessibilidade que constituem as recomendações propostas pelas WCAG 2.0: percebível, operável, compreensível e robusto. Além disso, algumas das recomendações apresentadas são provenientes de pesquisas que tiveram como base trabalhos de diferentes estudiosos sobre acessibilidade, assim como recomendações que integram o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) ou que estejam alinhadas a alguns dos princípios de usabilidade já apresentados. Dessa forma, criou-se duas listas de recomendações de acessibilidade, sendo a primeira delas apresentada no Quadro 1 e a segunda no Quadro 2.

O Quadro 1 está relacionado com a melhoria de acessibilidade a usuários cegos ou com baixa visão, referidos no quadro pela letra “A”, assim como a melhoria de acesso a usuários surdos ou com baixa audição, referidos no quadro pela letra “B”. Para elaboração do Quadro 1, utilizou-se as pesquisas realizadas por Cardoso (2015), que tiveram como objetivo avaliar a acessibilidade de surdos em *websites*, levando-se em consideração a visão de diferentes autores. Também para criação do Quadro 1, utilizou-se como base o trabalho de Marques (2016), que avaliou a acessibilidade de deficientes visuais em comunidades de prática virtuais, mostrando uma série de aspectos relevantes na criação desses ambientes, sendo alguns deles muito importantes para criação de museus virtuais.

Quadro 1. Recomendações de Acessibilidade para usuários cegos ou com baixa visão e para usuários surdos ou com baixa audição.

Aspectos		Recomendações	Usuários Beneficiados
Criação de Conteúdo	A Linguagem dos Conteúdos	- Sempre titular a página de uma forma simples e clara;	A
		- Todos os cabeçalhos e etiquetas devem descrever o tópico ou sua finalidade;	
		- Posicionar os rótulos apropriadamente, deixando claro a que elementos se referem.	
	Idioma	- Identifique o idioma principal do documento, tanto na interface quanto na codificação.	A e B
	Representação Visual	- Separar o primeiro plano do plano de fundo, de forma a facilitar a navegação via teclado.	A
Mediação da Comunicação	Mediação de Intérpretes	- Fornecer um intérprete de língua para mediação de Linguagem de Sinais.	B
Navegação do Usuário	Texto Alternativo para Links, Imagens e Elementos	- Fornecer alternativa textual para links, imagens ou qualquer tipo de elemento não textual, por meio do atributo ‘alt’.	A
		- Fornecer uma descrição simples das imagens, de forma a facilitar a compreensão dos usuários.	A e B
	Utilização do Teclado	- Fazer com que todas as funcionalidades e atalhos fiquem disponíveis a partir do teclado, facilitando o trabalho dos leitores de tela;	

		- Fornecer ajuda sobre o ambiente <i>Web</i> , disponibilizar teclas de atalho para funcionalidades do site.	
	Destino dos Links	- Os links devem indicar, de maneira clara e sucinta, para onde apontam.	
Tecnologias e Alternativas para Mídias com Base no Tempo	Tecnologias Utilizadas nos Vídeos	- Para deficientes de baixa visão, fazer com que o vídeo atenda, ao máximo, a taxa de compreensão, contendo assim uma boa detecção visual de movimentos; - Para deficientes visuais portadores de cegueira, todas as informações possíveis devem ser passadas por meio de áudio.	A
		- O atraso da imagem deve ser menor do que 1,2 segundos para a utilização do recurso de vídeo em língua de sinais; - Assegurar taxa de compreensão do surdo, para detecção visual de movimentos das mãos e expressões faciais.	B
	Tempo de Mídias	- Fornecer ao usuário controle sobre as execuções das mídias como: parar, continuar, iniciar, retroceder, avançar e outros. Esses controles devem ser acessados por meio do teclado.	A
		- Fornecer descrição em vídeo da informação de áudio e permitir ao usuário controlar a velocidade dos conteúdos que “se movem”.	B

Fonte: Adaptado de Cardoso (2015) e Marques (2016).

Completando as recomendações de acessibilidade, tem-se o Quadro 2, elaborado com recomendações provenientes dos estudos realizados por Vechiato e Vidotti (2012). Esses estudos envolveram pesquisas feitas a partir de trabalhos de diferentes autores, resultando em um quadro que relaciona alguns dos princípios de usabilidade, já apresentados, com recomendações que possam auxiliar tanto a usabilidade quanto à acessibilidade no desenvolvimento de ambientes informações digitais para idosos.

Quadro 2. Recomendações de Usabilidade e Acessibilidade imprescindíveis para ambientes informacionais digitais para idosos.

Princípios	Recomendações	Autores
Prevenção e tratamento de erros	- Disponibilizar mensagens claras ao usuário idoso quanto a um erro dele próprio no desenvolvimento de determinada tarefa ou mesmo quanto a um erro do sistema.	- Nielsen (2002); - Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007).
Consistência	- Layout, navegação e rotulação/terminologia devem ser simples, claros e consistentes.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007).
	- Apresentar informações (ex: mensagens, ícones, rótulos etc.) e objetos de interação (campo de edição, botão de comando etc.), que ocorrem repetidos nas diferentes páginas do site, em posições e formas consistentes.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007); - Sales e Cybis (2009).
<i>Feedback</i>	- Fornecer confirmação para tarefas realizadas pelo usuário.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007).
Controle	- Não utilizar menus <i>pull-down</i>	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007); - Sales e Cybis (2009).
	- Não fornecer opções que precisem de duplo clique.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007).
	- Promover tempo suficiente para leitura das informações.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007); - Sales e Cybis (2009).
	- Evitar o recurso de rolagem automática de texto, ao menos que seja disponibilizada uma forma simples de desativá-lo; - Fornecer links com rótulos legíveis (ex: “página anterior” e “próxima página”) no site para permitir que o usuário retorne ou siga em frente.	- Sales e Cybis (2009).
	- Links do tipo “clique aqui” e “leia mais” têm grande acessibilidade por esse público, visto que os direcionam a ações que talvez não consigam visualizar.	- Vechiato (2007); - Vechiato e Vidotti (2008).
Eficiência e Eficácia	- Propiciar ao usuário idoso facilidades no desenvolvimento de suas tarefas com o site.	- Vechiato (2012).
Fácil Aprendizado	- Utilizar distinção de cores para links visitados e não visitados.	- Nielsen (2002); - Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007).
	- Os ícones devem ser simples e significativos.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007); - Sales e Cybis (2009).
	- Reduzir o consumo da memória de trabalho do usuário, por meio de uma interface que possibilite acesso intuitivo.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007)

Visibilidade	- Utilizar letras maiúsculas e minúsculas; evitar o uso de trechos longos em caixa alta.	- Echt (2002); - Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007). - Sales e Cybis (2009).
	- Fornecer descrições (por extenso, em legenda etc.) de abreviaturas ou siglas e realça-las quando da sua primeira ocorrência em cada página.	- Sales e Cybis (2009).
Priorização da funcionalidade	- Destaque para as informações mais importantes.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007); - Sales e Cybis (2009).
	- As informações devem ser concentradas no centro da página.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007).
<i>Affordance</i>	- Fornecer pistas aos usuários sobre onde estão localizados em uma página <i>Web</i> no momento de acesso.	- Zaphiris, Kurniawan e Ghiawadwala (2007); - Sales e Cybis (2009).
Baixo esforço físico	- Proporcionar ao usuário facilidades na interação com a página, impedindo ações repetitivas.	- Sales e Cybis (2009).

Fonte: Adaptado de Vecchiato e Vidotti (2012).

Espera-se que, ao desenvolver um museu virtual, levando-se em conta o maior número possível dos aspectos de acessibilidade e princípios de usabilidade apresentados nas diretrizes, seja possível a criação de um ambiente on-line que permita que seu conteúdo seja usufruído de maneira satisfatória por uma grande variedade de usuários.

4.4 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK AO MUSEU VIRTUAL

Nesta seção, é apresentada a aplicação das diretrizes de acessibilidade do *framework* conceitual, no museu virtual de Bandeirantes e no *Tour 360°*, o qual representa o museu físico Professora Calil Zambon, o qual está localizado na cidade de Bandeirantes, com o objetivo de contribuir para melhoria da acessibilidade desses espaços virtuais.

No que se refere ao museu virtual de Bandeirantes, trata-se de um ambiente on-line que resultou de um projeto ligado ao Programa Universidade Sem Fronteiras, elaborado e desenvolvido pela Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná, e que contou com a participação de docentes e discentes da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), no ano de 2017. Ele foi desenvolvido

como um espaço virtual de utilidade pública, tendo como objetivo resgatar e preservar a memória do município de Bandeirantes e municípios próximos, todos localizados ao norte do estado do Paraná, em uma região conhecida como Norte Pioneiro.

Ao navegar por esse Museu Virtual, o visitante tem acesso a fotografias, documentos, relatos e entrevistas com alguns dos pioneiros da região Norte do Estado do Paraná, a fim de contar um pouco mais da história dessa região. Além disso, é possível realizar visitas, por três locais históricos do município de Bandeirantes: Museu Professora Maria Calil Zambon, Hotel Yara e Santuário São Miguel Arcanjo.

No museu Virtual em questão, cada uma dessas visitas é chamada de *Tour 360°*, e permite que se tenha uma visão completa dos locais disponibilizados para a visita. Em um *Tour 360°*, é possível encontrar, além de algumas informações dos locais visitados, objetos em três dimensões que podem ser rotacionados, permitindo que sejam observados mais detalhadamente.

Com o objetivo de aplicar o *framework* conceitual apresentado nesta pesquisa, algumas de suas diretrizes foram utilizadas para criar e modificar algumas páginas relacionadas ao museu virtual de Bandeirantes e ao *Tour 360°* do museu físico Professora Calil Zambon.

A primeira alteração realizada foi a criação de uma página inicial no Museu Virtual de Bandeirantes, apresentando o conteúdo desse museu, conforme pode ser visto na Figura 5. Dessa forma, o usuário pode ter uma ideia do que poderá ter acesso, ao navegar pelas páginas do museu.

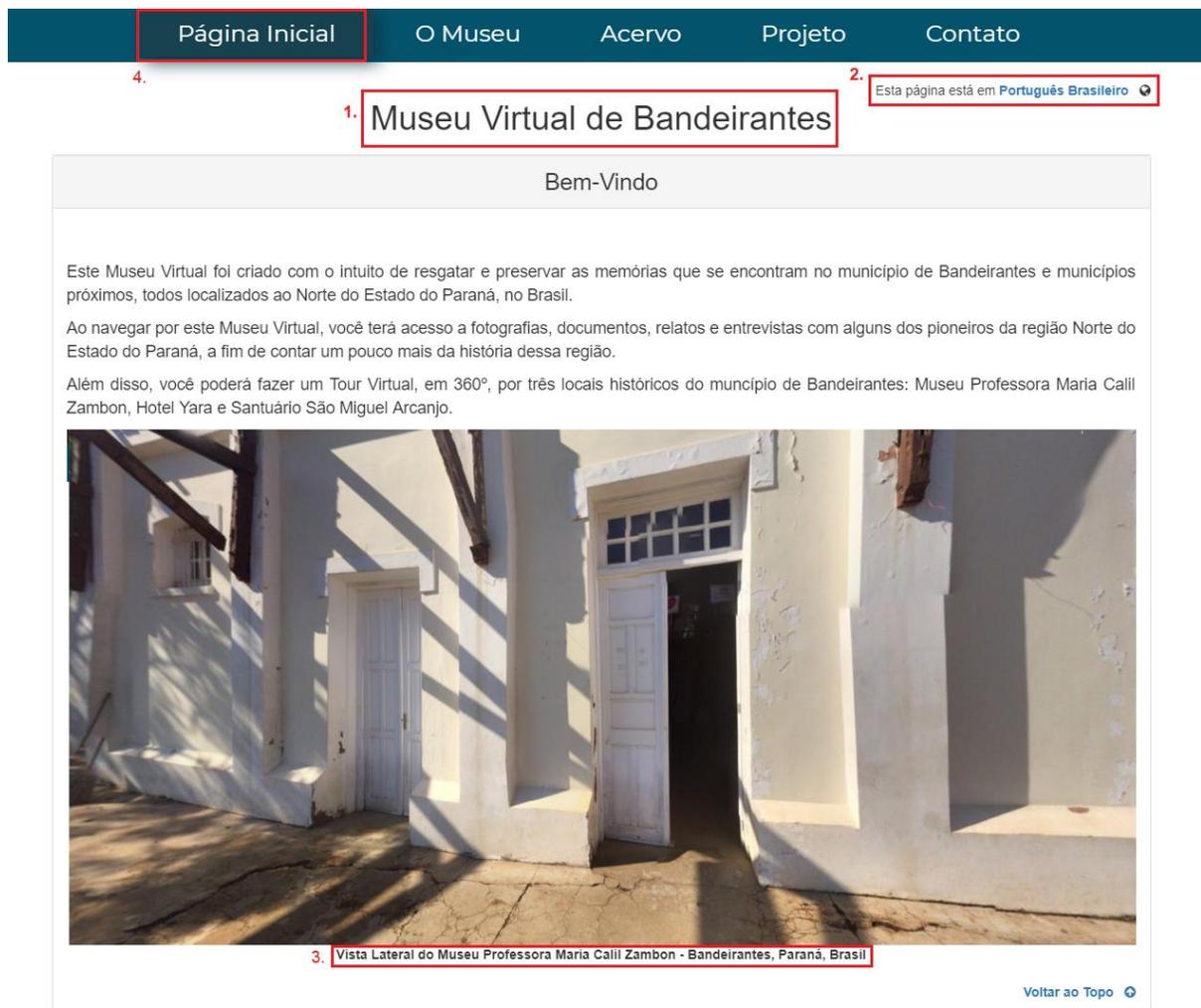


Figura 5. Página inicial sugerida para o Museu Virtual de Bandeirantes.

Procurou-se elaborar uma página simples e, ao mesmo tempo, informativa. Essa página inicial utilizou as seguintes recomendações de acessibilidade, propostas pelo *framework* conceitual:

- Titulação de forma simples e clara (item 1 da Figura 5) e indicação do idioma do museu (item 2 da Figura 5), contribuindo para melhoria da criação do conteúdo da página;
- Descrição simples da imagem apresentada (item 3 da Figura 5), a fim de informar o seu significado ao visitante; descrição no código da página da imagem apresentada, por meio do atributo 'alt'; texto alternativo para links, imagens e elementos;

É possível citar, ainda, que o princípio de *Affordance*, relacionado às recomendações de usabilidade, também foi seguido, fornecendo aos usuários pistas sobre onde estão localizados no momento de acesso ao museu virtual, conforme destaca o item 4 da Figura 5.

Como sugestão para a página criada, assim como para as seções do museu que contam com um conteúdo textual, pode ser citada a criação de vídeos na Língua Brasileira de Sinais (Libras), com o objetivo de facilitar o acesso à usuários surdos que têm a Libras como língua materna.

Já a segunda alteração realizada, se refere ao menu superior da página inicial do museu virtual. Na página original, como pode ser visto na Figura 6 (item 1), havia um menu *pull-down*, referente ao item Acervo, do menu principal.



Figura 6. Menu *pull-down*, pertencente ao menu principal.

Na Figura 7, verifica-se que o item Acervo, do menu principal, passou a não apresentar as seções relacionadas (Fotografias, Tour 360°, Depoimentos, Documentos), na forma de lista de subitens, como é o caso do menu *pull-down*. Dessa forma, uma das recomendações de usabilidade, relacionada ao princípio de controle, foi implementada no museu virtual.



Figura 7. Página sugerida para disponibilizar o acervo referente ao museu virtual.

Ainda no que diz respeito à seção Acervo, é possível visualizar, também na Figura 7, como os itens que estavam presentes no menu *pull-down* anterior ficaram disponíveis aos visitantes. Uma lista de *links* para diferentes seções foi criada, com uma breve explicação relacionada, sobre cada uma das seções. Sendo assim, seguiu-se mais uma das recomendações do *framework* conceitual, informando-se o destino de cada um dos links.

Caso o usuário escolha a opção Seção *Tour 360°*, ele poderá optar por realizar um *tour* no Museu Maria Calil Zambon. Nas páginas relacionadas a esse *tour*, serão apresentadas mais algumas aplicações das recomendações do *framework* conceitual da presente pesquisa.

Na Figura 8, a versão anterior à aplicação das recomendações é apresentada. Nota-se que há poucas informações que situam o usuário sobre onde ele se encontra, bem como qual pode ser seu próximo passo.

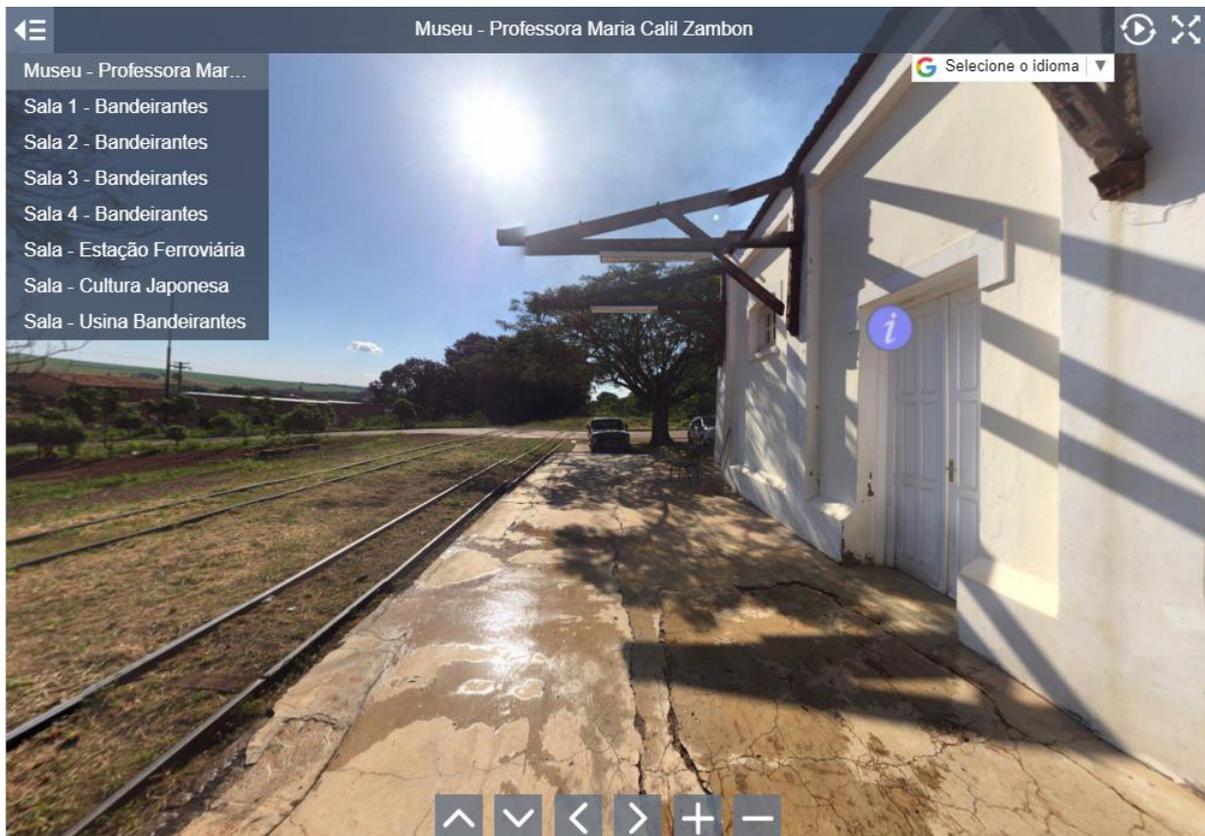


Figura 8. Página inicial do Tour 360º, antes da aplicação de algumas diretrizes.

Com o objetivo de melhorar a situação apresentada, algumas modificações foram realizadas. A primeira alteração diz respeito ao tamanho do título da página inicial, conforme pode ser observado no item 1 da Figura 9. Buscou-se, com essa alteração, dar mais destaque e clareza à seção em que o usuário se encontra, seguindo-se, dessa forma, um dos itens relacionados ao princípio de consistência, relativo à usabilidade.

Também referente à usabilidade, o princípio de controle encontra-se presente na nova versão da página, ao utilizar-se *links* do tipo “clique aqui”, conforme pode ser visto no item 2, da Figura 9, facilitando o entendimento do ambiente, por parte dos usuários.



Figura 9. Página inicial do Tour 360°, após a aplicação de algumas diretrizes.

Já no que se refere ao aspecto de navegação do usuário, os seguintes aspectos do *framework* conceitual foram implementados:

- Criação de conteúdo, sendo possível identificar o idioma da página, como indica o item 3 da Figura 9, além de ter sido criado um título para descrever a função do menu que contém os links para acessar as outras salas do museu e que está indicado no item 4, da Figura 9, melhorando assim a linguagem dos conteúdos da página;
- Utilização do teclado, tornando todas as funcionalidades e atalhos disponíveis a partir do teclado. É importante informar que, na versão inicial do *tour* virtual, não era possível girar a visualização do museu, nem acessar as diferentes salas do museu, por meio do teclado. Outro ponto a destacar é a criação de uma opção de ajuda, que pode ser vista no item 5 da Figura 9, que não foi implementada, mas sim sugerida, criada para mostrar a lista de atalhos disponíveis no teclado, além de como um visitante pode visualizar os diferentes objetos encontrados nas salas

do museu virtual. Finalmente, pequenas ajudas são fornecidas durante a navegação, como destacado nos itens 6 e 7, onde há a presença das ações permitidas com a utilização do teclado.

Observa-se também que houve a retirada de dois botões, disponíveis na parte de baixo da página, visto que não havia funções definidas para elas. Nas Figuras 10 e 11, pode-se verificar como as implementações alteraram outras partes do *Tour 360°*.

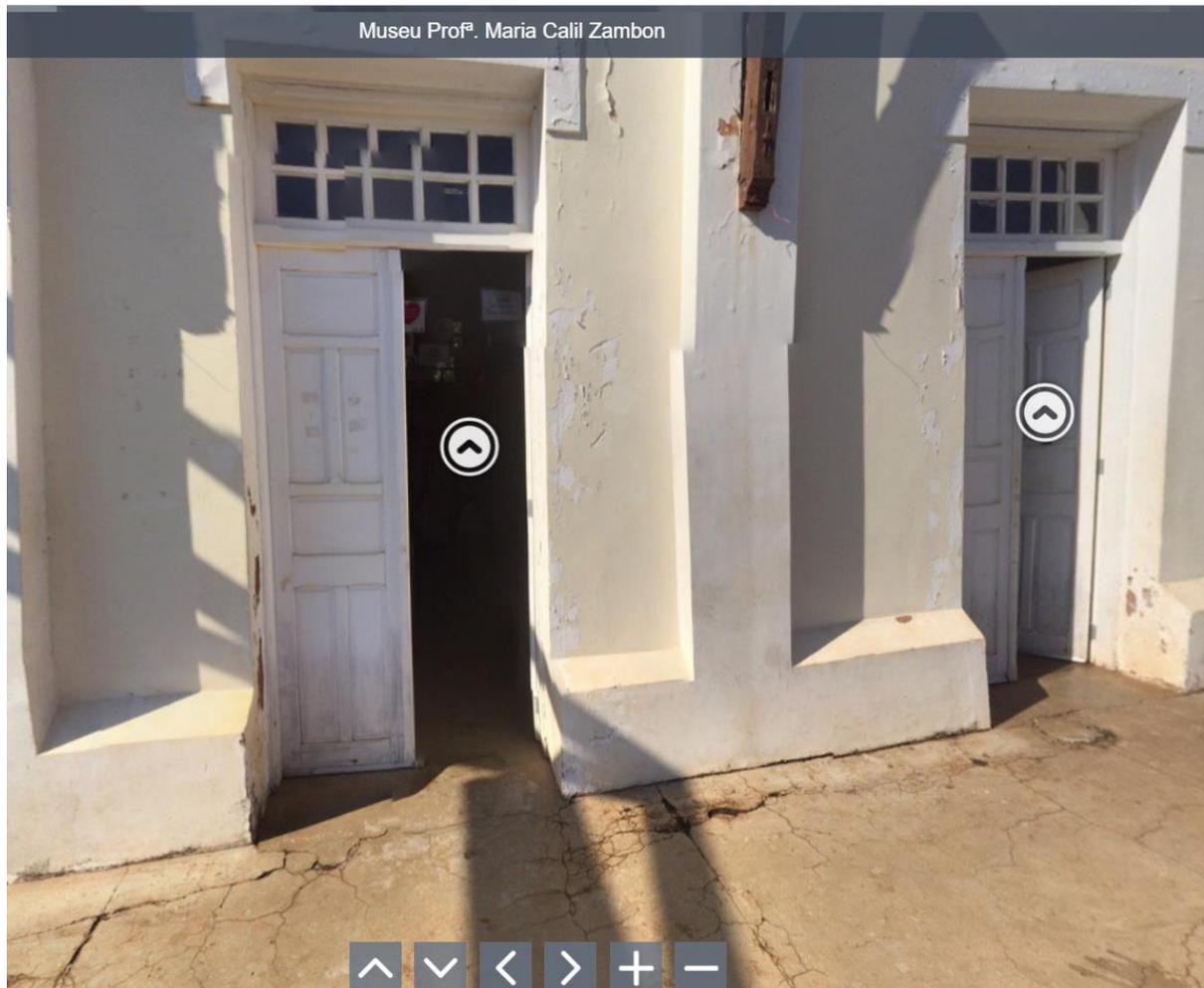


Figura 10. Tour 360° sem dicas de navegação para os usuários.

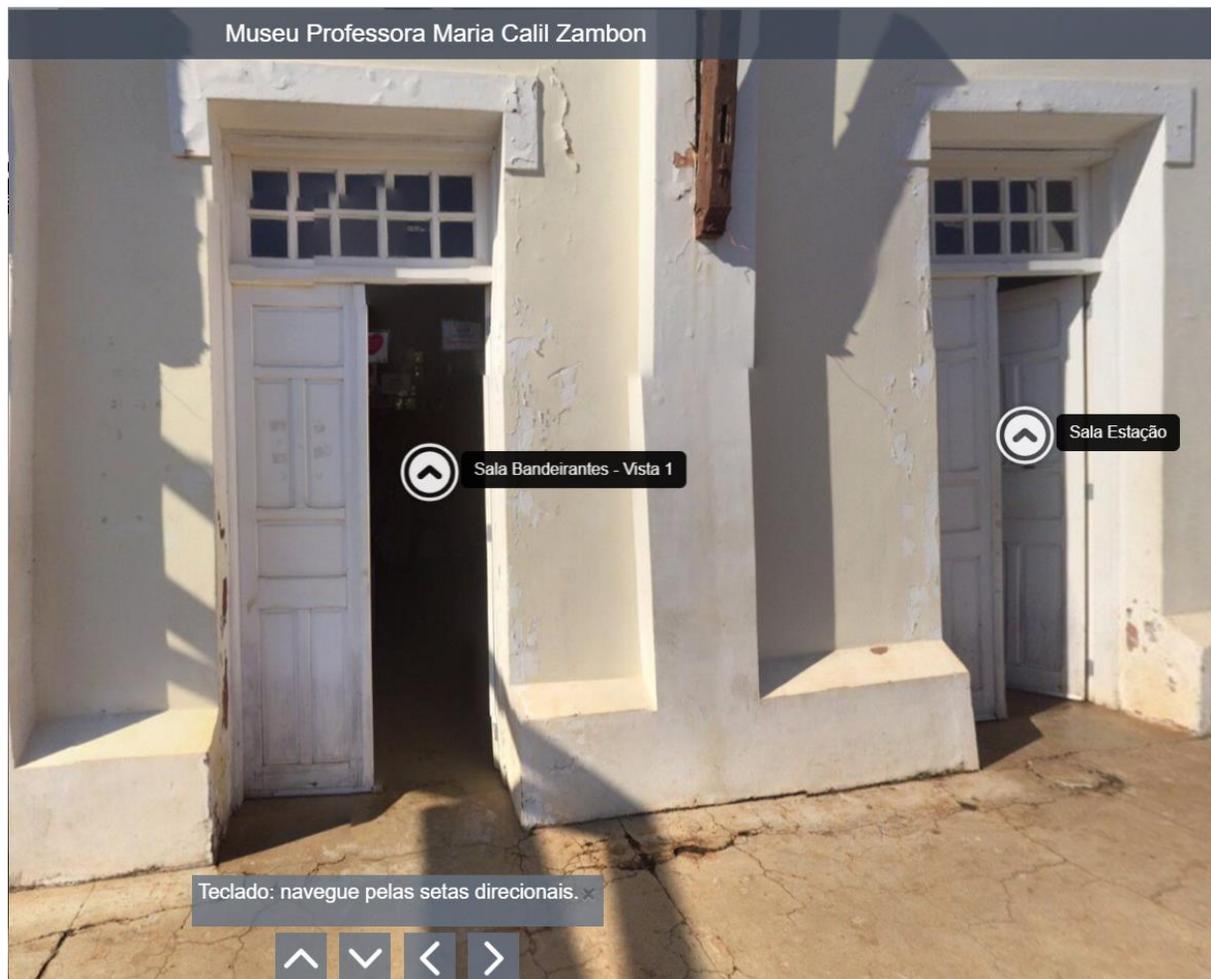


Figura 11. Tour 360° com dicas de navegação para os usuários.

Já as Figuras 12 e 13 mostram como as diretrizes do *framework*, que foram aplicadas no *Tour 360°*, impactaram na visualização em dispositivos com telas pequenas, como *smartphones*.

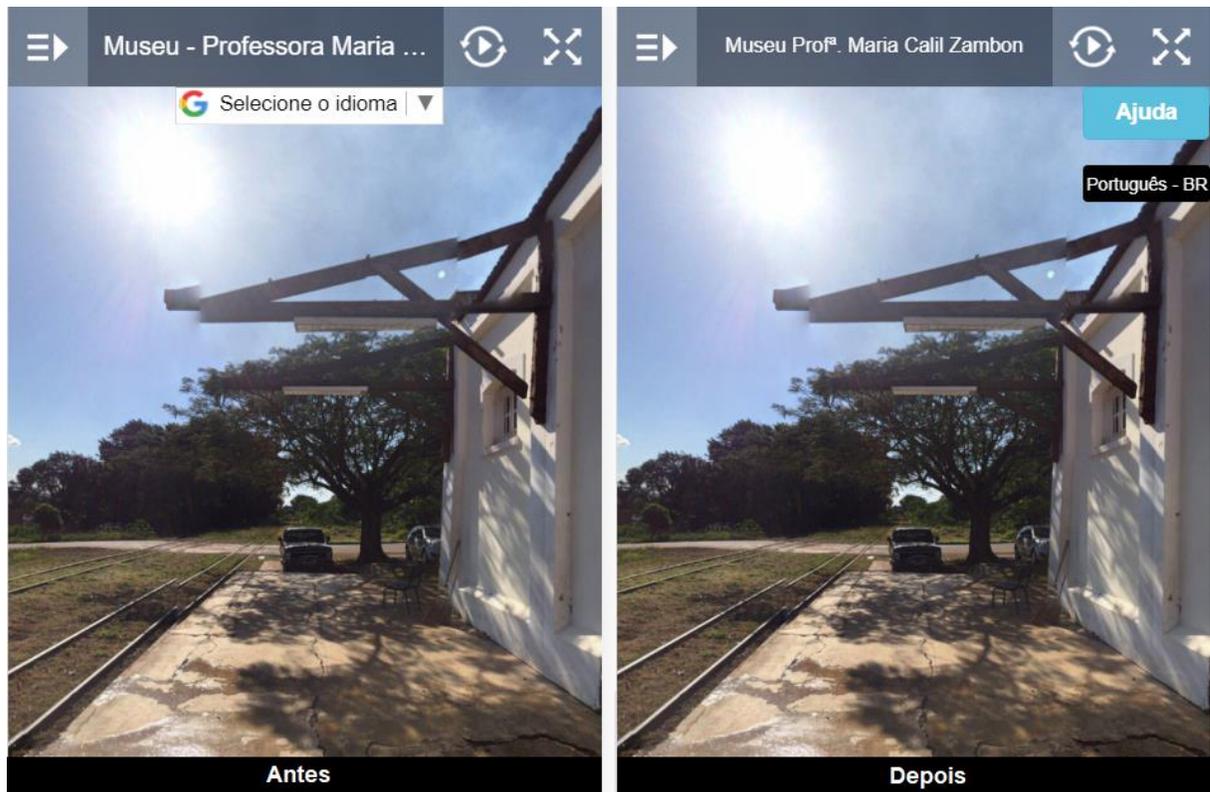


Figura 12. *Tour 360°* em um *smartphone*, antes e após aplicação de diretrizes.

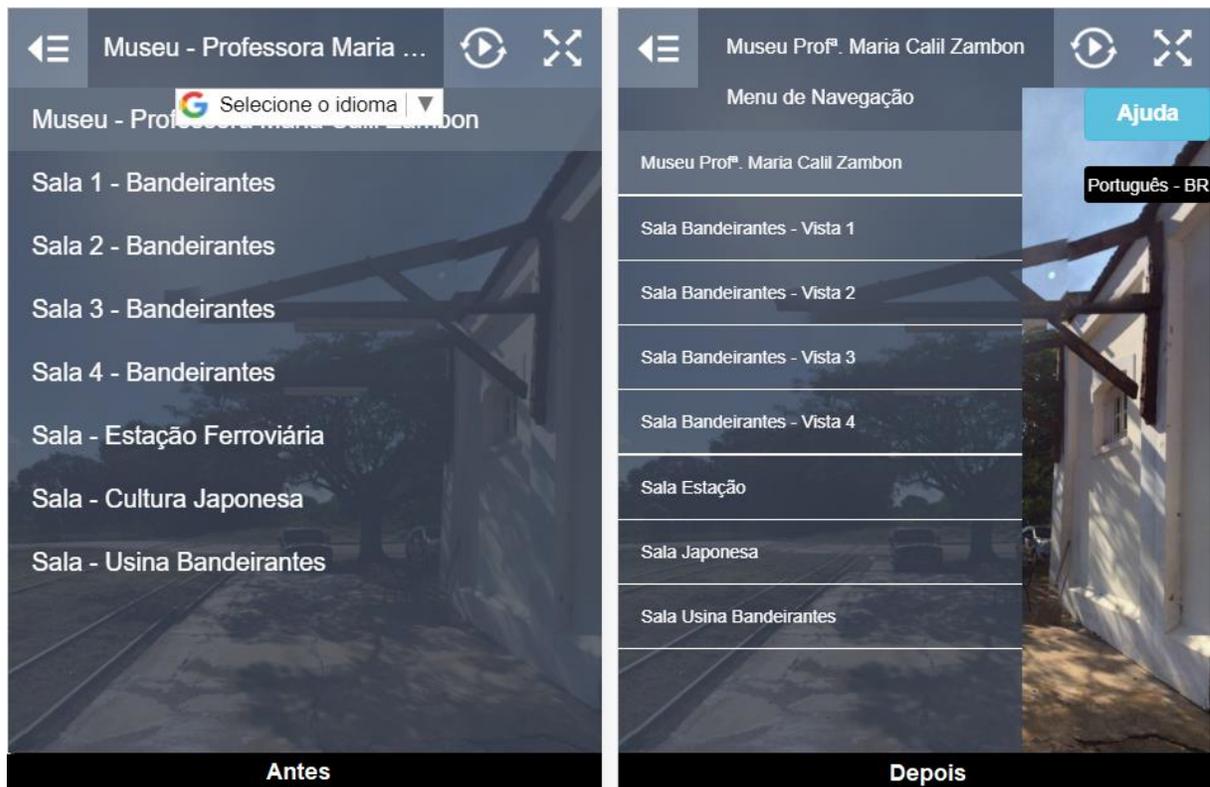


Figura 13. *Tour 360°* em um *smartphone*, antes e após aplicação de diretrizes.

Tanto na Figura 12 quanto na Figura 13, é possível perceber que a titulação da página, antes da aplicação das diretrizes, encontra-se incompleta, não sendo possível identificar o nome completo do ambiente em que o usuário se encontra. Pode-se também notar como o idioma ficou explicitamente informado e como há um botão de ajuda à disposição.

Outra aplicação de diretrizes do *framework* conceitual, teve como objetivo melhorar a forma de visualização dos objetos em três dimensões disponíveis no *Tour*. No *tour*, um objeto de interesse pode ser explorado ao ser escolhida a opção “Clique aqui para ver em 3D”, conforme destaca a imagem 14.



Figura 14. Opção para visualização em três dimensões de um objeto.

Ao ser escolhida a referida opção, é possível visualizar de forma detalhada o objeto escolhido. A Figura 15 mostra como estava sendo exibido o objeto, antes da aplicação de diretrizes do *framework* proposto.

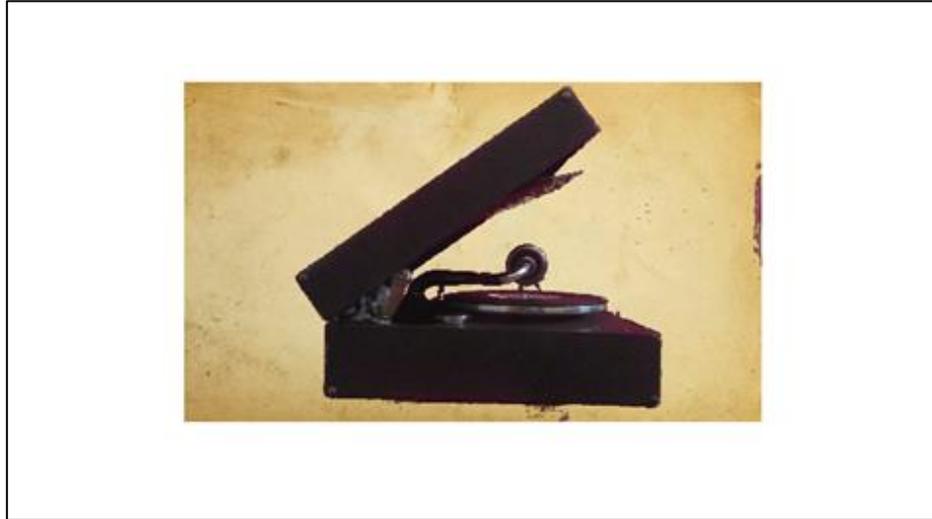


Figura 15. Objeto em três dimensões antes da aplicação de diretrizes.

Tanto na versão para dispositivos computacionais com telas maiores (como computadores *desktop*), quanto para menores (como *smartphones*), a visualização do objeto contava apenas com sua imagem, sem qualquer outra informação. Era possível, na versão *desktop* por exemplo, utilizar o mouse para girar o objeto. Já na versão para uma tela como a de um *smartphone*, para a ação de girar o objeto, utilizava-se o toque.

Com o objetivo de situar os visitantes durante o *Tour 360°*, as seguintes alterações foram realizadas:

- Inseriu-se o nome da sala em que o usuário se encontra, seguindo-se a recomendação de usabilidade relacionada ao princípio de *affordance*, fornecendo pistas sobre onde o usuário está localizado;
- Inseriu-se o nome do objeto que está sendo visualizado, a fim de informar o seu significado ao visitante, sendo, ainda, fornecida uma alternativa textual para imagem do objeto, por meio do atributo 'alt';
- Adicionou-se uma breve dica do que o usuário deve fazer, para girar a objeto, com o objetivo de seguir uma recomendação de usabilidade relacionada ao princípio de facilidade de aprendizado;

- Disponibilizou-se a opção de utilizar o teclado para girar o objeto, na versão para telas maiores, seguindo-se a recomendação de acessibilidade relacionada ao uso do teclado para facilitar a navegação do usuário; ou de pressionar botões em forma de setas,
- Colocou-se um botão de voltar, permitindo ao visitante voltar para a sala em que o objeto está exposto, seguindo-se uma recomendação de usabilidade relacionada ao princípio de controle e seguindo-se uma recomendação de acessibilidade, permitindo que o referido botão possa ser utilizado por meio do teclado;
- Deslocou-se o conteúdo para o centro da página, seguindo-se uma recomendação de usabilidade relacionada ao princípio da priorização da funcionalidade.

A figura 16 exemplifica as formas de visualização em diferentes tipos de dispositivos computacionais.



Figura 16. Objeto em três dimensões após a aplicação de diretrizes.

É possível notar, ao observar a Figura 16, que as alterações realizadas foram visualmente simples, mas contribuem para que os visitantes tenham mais informações a respeito do objeto que está sendo visualizado, sendo possível, também, que possam retornar facilmente para a sala em que o objeto se encontra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são mostrados os resultados da aplicação, no Museu Virtual, de duas ferramentas automáticas de verificação da acessibilidade, on-line e gratuitas, assim como uma breve discussão dos resultados obtidos.

As ferramentas foram utilizadas em algumas páginas do museu virtual, tanto antes quanto depois da aplicação de determinadas diretrizes do *framework* conceitual. O objetivo da utilização dessas ferramentas foi verificar se as atualizações realizadas nas páginas obtiveram algum resultado relevante, no que se refere à acessibilidade.

A seguir, uma breve explicação sobre cada uma das ferramentas, utilizada para as avaliações, é apresentada:

- *AccessMonitor*: presente na lista, criada pelo W3C, de ferramentas de avaliação de acessibilidade da *Web*, possibilita a obtenção de um relatório de avaliação da acessibilidade de páginas da *Web*, apresentado uma nota que varia de 1 a 10. Suporta os formatos CSS, HTML, XHTML. Essa ferramenta foi criada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), que é uma agência pública nacional de apoio à investigação em ciência, tecnologia e inovação, em todas as áreas do conhecimento, tutelada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Portugal. Permite que seja avaliado um endereço específico de um *website*, assim como um arquivo, referente à página a ser analisada, ou, ainda, seu código-fonte relacionado. Para a avaliação da acessibilidade, é verificado se a página de interesse segue as recomendações das WCAG 2.0. Uma imagem da página inicial dessa ferramenta pode ser vista na Figura 17;
- *Examinator*: outra ferramenta presente na lista de ferramentas de avaliação de acessibilidade da *Web*, do W3C. Criada por Carlos Benavidez, sua utilização é similar à ferramenta *AccessMonitor*, sendo possível avaliar um endereço, um código-fonte ou um arquivo relacionado à uma página da *Web*. Suporta os formatos CSS, HTML, XHTML e, após realizar a avaliação, mostra uma nota, que varia de 1 a 10, para mostrar o nível de acessibilidade do *website*. Uma imagem da página inicial dessa ferramenta pode ser vista na Figura 18.



Figura 17. Tela inicial do avaliador de acessibilidade *AccessMonitor*.



Figura 18. Tela inicial do avaliador de acessibilidade *examinator*.

Primeiramente, as ferramentas foram utilizadas para avaliar duas páginas que ainda não existiam: a página inicial de apresentação do Museu Virtual de Bandeirantes e uma página contendo o acervo disponibilizado por esse museu.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

I) Página inicial do Museu

O Índice de acessibilidade apresentado pela ferramenta *examinator* foi 9,6, e pela ferramenta *AccessMonitor* foi 10, conforme é possível observar nas Figuras 19 e 20, respectivamente.

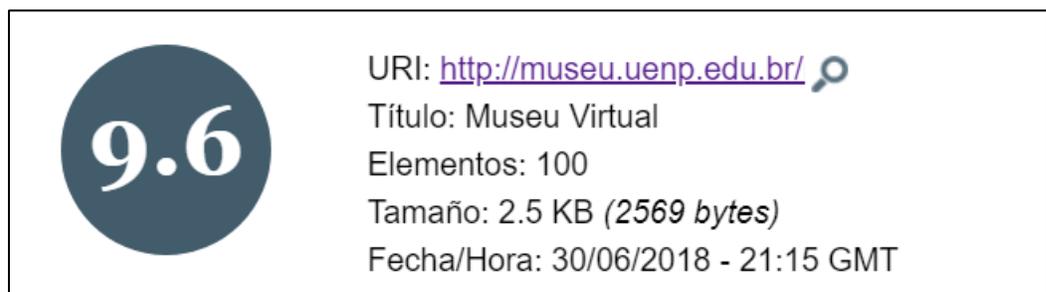


Figura 19. Avaliação feita pela ferramenta *examinator*, na página inicial sugerida.

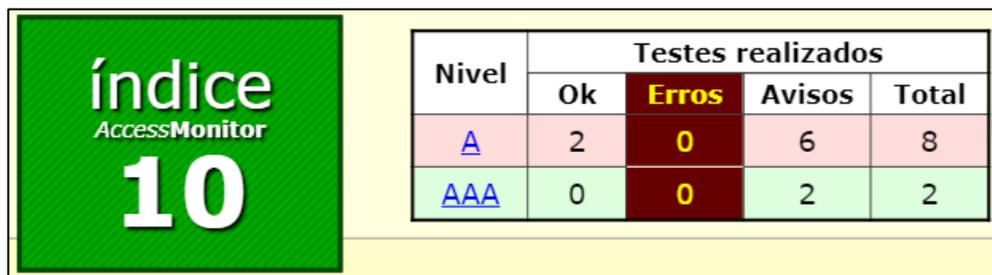


Figura 20. avaliação feita pela ferramenta *AccessMonitor*, na página inicial sugerida.

II) Página com o acervo disponibilizado no museu

O Índice de acessibilidade apresentado pela ferramenta *examinator* foi 9,7, e pela ferramenta *AccessMonitor* foi 10, conforme é possível observar nas Figuras 21 e 22, respectivamente.

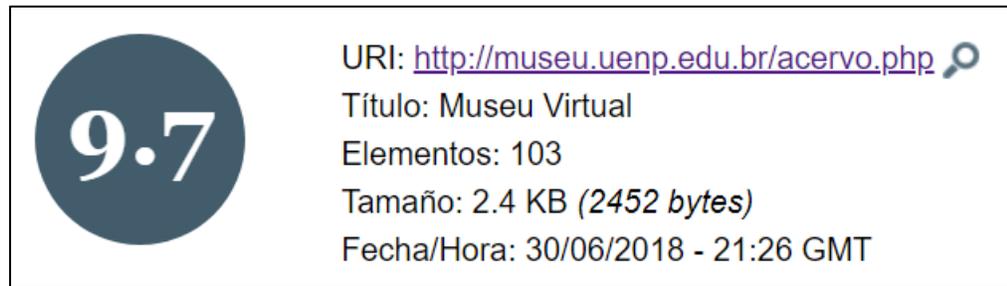


Figura 21. Avaliação feita pela ferramenta *examinator*, na página Acervo.



Figura 22. Avaliação feita pela ferramenta *AccessMonitor*, na página Acervo.

Posteriormente, as mesmas ferramentas foram utilizadas para avaliar as mudanças realizadas na página do Tour 360° e nas páginas que mostram uma visão em três dimensões dos objetos disponíveis nesse Tour.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

I) *Tour 360°*, antes da aplicação de diretrizes de acessibilidade

O índice de acessibilidade apresentado pela ferramenta *examinator* foi 4,1, e pela ferramenta *AccessMonitor* foi 4,4, conforme é possível observar nas Figuras 23 e 24, respectivamente.



Figura 23. Primeira avaliação feita, no *Tour 360°*, pela ferramenta *examinator*.

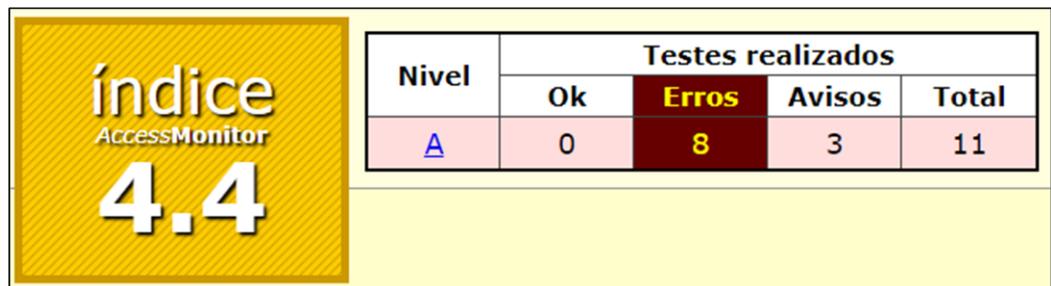


Figura 24. Primeira avaliação feita, no *Tour 360°*, pela ferramenta *AccessMonitor*.

II) *Tour 360°*, após a aplicação de diretrizes de acessibilidade

O índice de acessibilidade apresentado pela ferramenta *examinator* foi 7,8, e pela ferramenta *AccessMonitor* foi 8, conforme é possível observar nas Figuras 25 e 26, respectivamente.

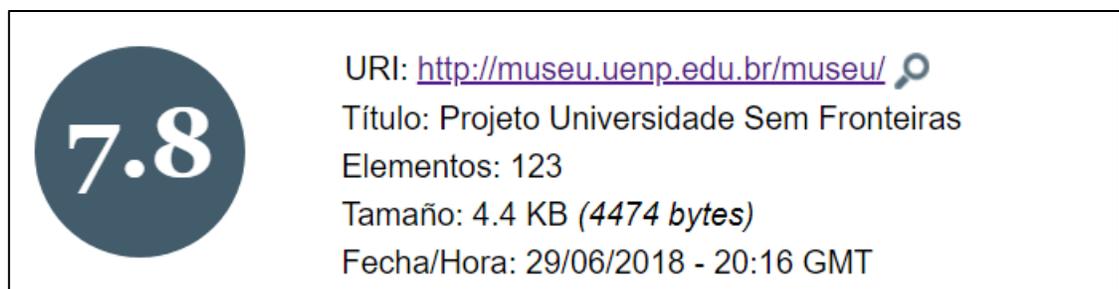


Figura 25. Segunda avaliação feita, no *Tour 360°*, pela ferramenta *examinator*.

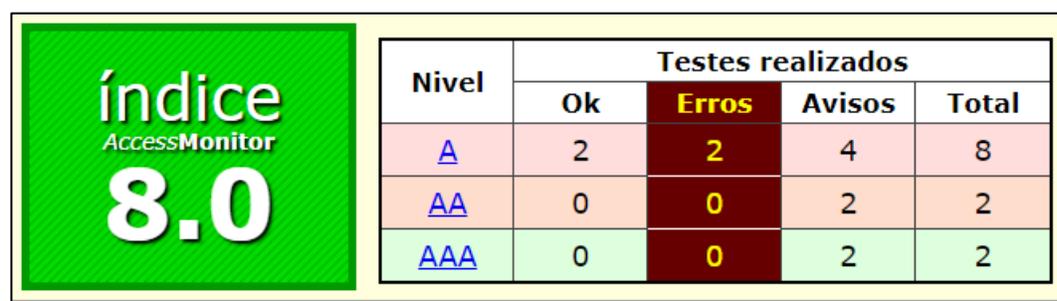


Figura 26. Segunda avaliação feita, no *Tour 360°*, pela ferramenta *AccessMonitor*.

III) Objeto em três dimensões, antes da aplicação de diretrizes de acessibilidade

O índice de acessibilidade apresentado pela ferramenta *examinator* foi 5,1, e pela ferramenta *AccessMonitor* foi 6,2, conforme é possível observar nas Figuras 27 e 28.

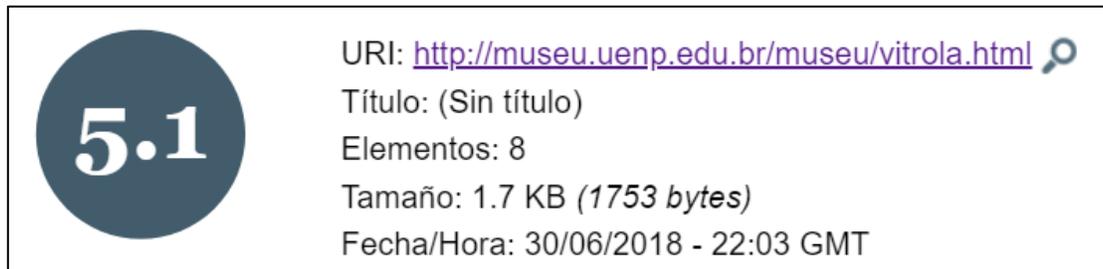


Figura 27. Primeira avaliação na página objeto 3D, pela ferramenta *examinator*.



Figura 28. Primeira avaliação na página objeto 3D, pela ferramenta *AccessMonitor*.

IV) Objeto em três dimensões, após a aplicação de diretrizes de acessibilidade

O índice de acessibilidade apresentado pela ferramenta *examinator* foi 8.1, e pela ferramenta *AccessMonitor* foi 9,3, conforme é possível observar nas Figuras 29 e 30.

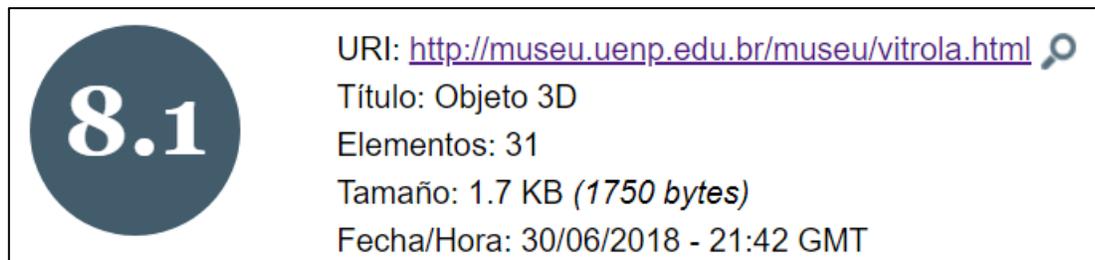


Figura 29. Segunda avaliação feita, página objeto 3D, pela ferramenta *examinator*.



Figura 30. Segunda avaliação feita, página objeto 3D, pela ferramenta *AccessMonitor*.

Os resultados obtidos são também apresentados na Tabela 1. Além disso, uma comparação entre os índices de acessibilidade obtidos antes e após a aplicação de determinadas diretrizes do *framework* conceitual são mostradas por meio de gráficos, como pode ser observado nas Figuras 31 e 32.

Local de Aplicação do <i>Framework</i>	Índices de Acessibilidade			
	Antes		Depois	
	<i>AccessMonitor</i>	<i>Examinator</i>	<i>AccessMonitor</i>	<i>Examinator</i>
Página Inicial	-	-	10,0	9,6
Página Acervo	-	-	10,0	9,7
<i>Tour 360º</i>	4,4	4,1	8,0	7,8
Objeto 3D	6,2	5,1	9,3	8,1

Tabela 1. Resultados obtidos pelas avaliações de acessibilidade feitas por ferramentas on-line.

É possível perceber, ao analisar os valores dos índices gerados pelas ferramentas de acessibilidade, no que diz respeito às páginas que já existiam, que a aplicação de determinadas diretrizes do *framework* conceitual pode contribuir para que houvesse alguma mudança nos resultados apresentados. Quanto às páginas novas sugeridas e criadas, nota-se um alto índice de acessibilidade, pelo fato de não haver a necessidade de uma grande interação entre essas páginas e os visitantes do museu.

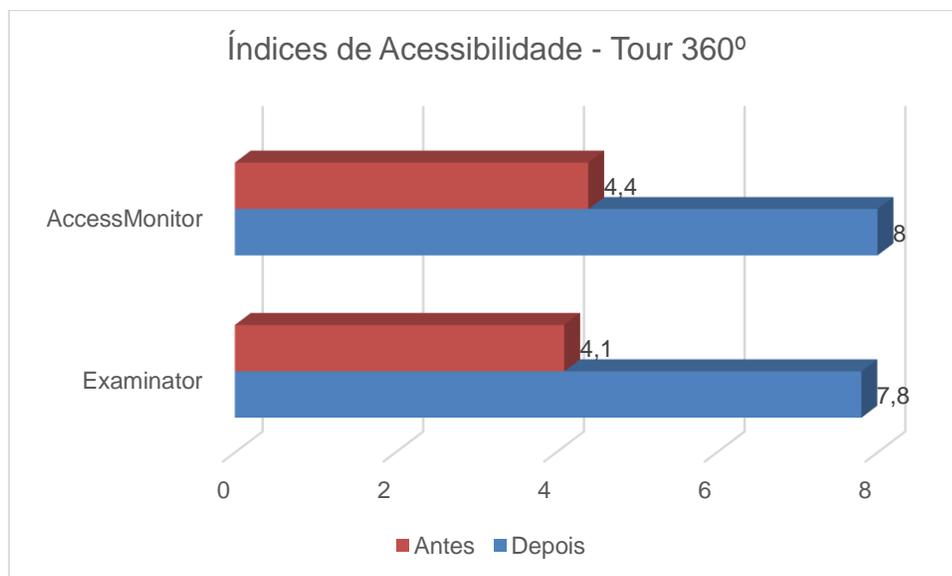


Figura 31. Comparação entre os índices de acessibilidade: *Tour 360º*.

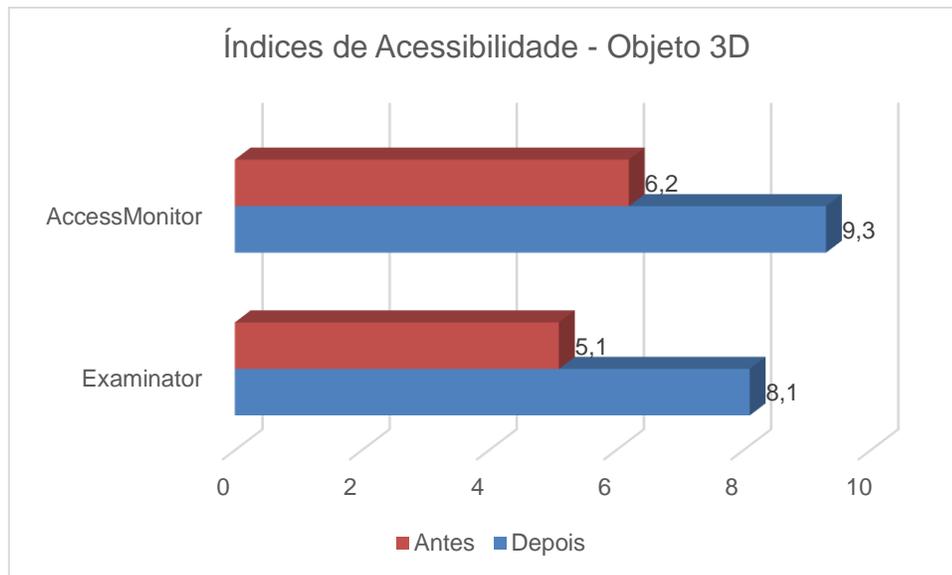


Figura 32. Comparação entre os índices de acessibilidade: objeto 3D.

Quanto aos resultados obtidos, por meio da utilização das ferramentas que avaliam a acessibilidade, é preciso que algumas considerações sejam feitas. De acordo com o W3C, a validação de documentos da *Web* representa um importante passo que pode auxiliar na melhoria e na garantia da qualidade do conteúdo apresentado, sendo que, o termo validade, se refere ao ato de verificar um documento com relação às especificações técnicas impostas.

Entretanto, o W3C deixa claro que uma página da *Web* que passa uma validação, não é necessariamente uma boa página da *Web*; mas, uma página da *Web* inválida, possivelmente terá chances ainda mais reduzidas de ser uma boa página.

No caso das ferramentas *examinator* e *AccessMonitor*, após realizarem a avaliação de acessibilidade em um *Web Site*, apresentam resultados simples de interpretar e que podem auxiliar para um entendimento das ações mais imediatas a serem tomadas, para melhoria da acessibilidade em uma página da *Web*. O auxílio fornecido por essas ferramentas se dá pela apresentação de um índice de acessibilidade que varia entre 1 e 10, e é resultante da avaliação de conformidade entre o *website*, que está sendo verificado, com as recomendações das WCAG 2.0, as quais são as especificações técnicas impostas.

Além disso, com a utilização dessas duas ferramentas, quando são encontrados erros na análise de uma página da *Web*, é possível saber o que há de errado e qual a

recomendação das WCAG 2.0 poderia ser seguida, para corrigir o problema e melhorar a acessibilidade.

Uma observação importante, sobre essas duas ferramentas para avaliação de acessibilidade, é que suas revisões automáticas não podem cobrir todos os critérios de conformidade das WCAG 2.0. Todavia, podem fornecer um direcionamento inicial para que se as recomendações consideradas mais essenciais das WCAG 2.0 sejam seguidas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente aumento no número de museus virtuais auxilia a manutenção e preservação da cultura de uma sociedade. Além disso, o fato de serem ambientes on-line, permite que uma variedade de pessoas, de diferentes locais, tenha a possibilidade de acessar o conteúdo disponibilizado por esses *websites*, podendo os visitantes encontrar informações que contribuam para seu conhecimento, educação e prazer.

Para que esses possíveis benefícios, proporcionados pelos museus virtuais, consigam chegar a um público ainda mais abrangente, é necessário que sejam levadas em consideração questões relacionadas à acessibilidade *Web*. Por meio das pesquisas relacionadas a esse tipo de acessibilidade, feitas para elaboração desta monografia, percebeu-se como são escassos os estudos que buscam direcionar o desenvolvimento de museus virtuais mais acessíveis. Dessa forma, muitos visitantes desses espaços culturais on-line não podem perceber e entender, com segurança e autonomia, o conteúdo apresentado.

Para auxiliar na elaboração de museus virtuais com melhor acessibilidade, um modelo conceitual preliminar foi criado contendo os elementos que devem compor um museu virtual. Esses elementos foram agrupados em três eixos: Pessoas, Componentes e Atividades. A partir da criação do modelo preliminar e com o auxílio de trabalhos relacionados à melhoria de acessibilidade *Web*, foram propostas diretrizes que formam o *framework* conceitual proposto, o qual visa contribuir para melhoria da acessibilidade de museus virtuais.

Após definidas as diretrizes de acessibilidade, algumas delas foram aplicadas em uma parte de um museu virtual existente. Ainda, utilizou-se duas ferramentas, on-line, antes e após à aplicação das diretrizes, para verificar se houve alterações quanto à acessibilidade nos locais modificados. Ressalta-se, no entanto, que os resultados obtidos pelas ferramentas, apesar de mostrarem mudanças significativas quanto à acessibilidade, não devem ser interpretados como uma validação do *framework* apresentado.

O objetivo da aplicação das ferramentas foi verificar se o *framework* conceitual pode auxiliar a desenvolver e modificar museus virtuais, pensando-se na acessibilidade.

Dessa maneira, espera-se que a presente monografia possa ser utilizada como estímulo para futuras pesquisas, as quais tenham como ideia contribuir para melhoria da acessibilidade a museus virtuais, podendo então aperfeiçoar o *framework* conceitual proposto ou, ainda, criar um modelo completamente distinto.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. d. A. d. S.; NICOLACI-DA-COSTA, A. M. Mudanças geradas pela internet no cotidiano escolar: as reações dos professores. *Revista Paidéia*, v. 16, p. 193-203, 2006.

ACCESSMONITOR. Disponível em: < <http://www.acessibilidade.gov.pt/accessmonitor>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

ARRAIS, M.; MARTINS, A. R. G.; GROSSI, M. G. R. Interface Natural do Usuário: Aplicações para a Inovação do Ensino a Distância com o Uso do Microsoft Kinect®. 2012.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. Interação Humano-Computador. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

BARROS FILHO, E. M. Um Framework para o Desenvolvimento de Treinamentos em Dispositivos Móveis Utilizando Realidade Virtual. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, Tese de Mestrado em Ciências da Computação. 2005.

BOTTALLO, M. Os museus tradicionais na sociedade contemporânea: uma revisão. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia*. São Paulo, 5: 283-287, 1995.

CAMARGO FILHO, S.; BICA, F. Acessibilidade digital para cegos: Um modelo de interface para utilização do mouse. XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, 2008.

CANCIGLIERI, M. B.; CASTRO, P. D. L.; OKUMURA, M. L. M.; CANCIGLIERI JUNIOR, O. Uma Proposta de Framework Conceitual para o Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012, Curitiba. Anais do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012.

CARDOSO, M. E. A. A Acessibilidade em Web Sites: Uma Análise sob a Ótica da Inclusão dos Surdos. Bandeirantes, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Trabalho de Conclusão de Curso em Sistemas de Informação, 2015.

CARDOSO, E.; SANTOS, S. L. D.; SILVA, F. P. D.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, T. L. K. D. Tecnologias Tridimensionais para Acessibilidade em Museus. In: XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics SIGraDi: Knowledgebased Design, 2014, Valparaiso. Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGraDi: Knowledge-based Design. São Paulo: Editora Edgard Blücher. p. 444-448.

CARVALHO, R. M. R. Comunicação e Informação de Museus na Internet e o visitante virtual. In: XIII ENANCIB, 2012, Rio de Janeiro. Anais do XIII ENANCIB. Rio de Janeiro: ANCIB, 2012.

- CASTRO NETO, M. Ergonomia de Interfaces WWW para Cidadãos com necessidades Especiais. Disponível em: <<http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/ergoweb/>>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- CURY, M. X. Novas perspectivas para a comunicação museológica e os desafios da pesquisa de recepção em museus. Anais. Porto: [s.n.], 2009.
- CONFORTO, D.; SANTAROSA, L. M. C. Acessibilidade à Web: Internet para Todos. Informática na Educação (Online), Porto Alegre - RS, v. 5, p. 87-102, 2002.
- COSTA, E. P. Princípios básicos da museologia. Curitiba: Coordenação do Sistema Estadual de Museus/ Secretaria de Estado da Cultura, 2006. 100p.
- E-MAG, MODELO DE ACESSIBILIDADE EM GOVERNO ELETRÔNICO. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2018.
- EXAMINATOR. Disponível em: < <http://examinator.ws>>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software. Pearson Education, 1994.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: Revista de Administração de Empresas – RAE, v.35, n.2, mar. /abr., 1995, p.57-63.
- ICOM, INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUM. Museum Definition. Disponível em: <<http://icom.museum/the-vision/museum-definition>>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- JABAREEN, Y. Building a Conceptual Framework: Philosophy, Definitions, and Procedure International Journal of Qualitative Methods 8(4), pp 49-62, 2009.
- LIMA, D. F. C. O que se pode denominar como Museu Virtual segundo os museus que assim se apresentam.... In: UFPB; ANCIB. (Org.). FREIRE, G. H. A. (Org.). A responsabilidade social da Ciência da Informação - ENANCIB 2009 (10) Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. 1 ed, João Pessoa: Ideia; ANCIB, 2009, v., p. 2451-2468.
- LIU, W. Natural User Interface- Next Mainstream Product User Interface. *IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design*, Yiwu, v. 1, p. 203-205, nov. 2010.
- MARÇAL, E.; ANDRADE, R.; SANTOS, R.; VIDAL, C.; RIOS, R. MuseuM: Uma Aplicação de m-Learning com Realidade Virtual. In: Seminário Integrado de Hardware e Software - SEMISH, 2005, São Leopoldo - RS. A Universalidade da Computação, 2005.

MARQUES, L. F. C. Acessibilidade em Comunidades de Prática Virtuais sob a Ótica de Inclusão do Deficiente Visual. Bandeirantes, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Trabalho de Conclusão de Curso em Sistemas de Informação, 2016.

MARTY, P. F.; Twidale, M. B. Lost in gallery space: A conceptual framework for analyzing the usability flaws of museum Web sites. *First Monday*, v. 9, nº 9, set. 2004.

MILES, M. B.; HUBERMAN A. M.; SALDANA, J. *Qualitative Data Analysis*. 3ª edição. 381 p. 2013. Sage Publications (CA).

MUCHACHO, R. A Importância da Usabilidade na Medição entre o Público e o Objeto Museológico. In: SOPCOM, 2005, Aveiro. Livro de Actas. Portugal: Comissão Editorial da Universidade de Aveiro, 2005. p. 1540 - 1547.

NIELSEN, J.; LORANGER H. *Usabilidade na web*. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2007. 406 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Relatório mundial sobre a deficiência / World Health Organization, The World Bank; tradução Lexicus Serviços Lingüísticos. - São Paulo: SEDPcD, 2012. 334 p.

PUPO, D. T.; MELO, A. M.; FERRÉS, S. P. *Acessibilidade: discurso e prática no cotidiano das bibliotecas*. Campinas: Unicamp, 2006.

ROCHA, L. V.; EDELWEISS, N. O Framework Conceitual Temporal GeoFrame-T na Prática. In: III Workshop Brasileiro de Geoinformática, 2001, Rio de Janeiro. *GeoInfo2001 - III Workshop Brasileiro de Geoinformática*. Fortaleza: SBC, 2001. v. 3. p. 41-48.

SCHNEIDER, C. A. SAMVC – Sistema de Autoria de Museus Virtuais Colaborativos. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Tese de Mestrado em Engenharia Elétrica. 2011.

SCHWEIBENZ, W. O desenvolvimento dos museus virtuais. *Icom News (Newsletter of the International Council of Museums) dedicated to Virtual Museums*, v. 57, n. 3, 2004, p. 3.

SILVA, R. P. Suporte ao Desenvolvimento e uso de Frameworks e Componentes. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado em Ciência da Computação. 2000.

SOUZA, C. R. B. Um framework para editores de diagramas cooperativos baseados em anotações. Unicamp, 1998. Dissertação de Mestrado.

TORRES, E. F.; MAZZONI, A. A. Conteúdos digitais multimídia: o foco na usabilidade e acessibilidade. *Ciência da Informação*, Brasília, v. v. 33, p. 152-160, 2004.

TALIGENT, Inc. Building Object-Oriented Frameworks. 1997. Disponível em: <<http://lhcb-comp.web.cern.ch/lhcb-comp/Components/postscript/buildingoo.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

VECHIATO, F. L.; VIDOTTI, S. A. B. G. Recomendações de usabilidade e de acessibilidade em projetos de ambientes informacionais digitais para idosos. In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Anais digitais do XIII ENANCIB. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2012. p. 1-21.

WAI, WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE. WAI Guidelines and Techniques. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/guid-tech.html>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

W3C, WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Disponível em <<http://www.w3.org>>. Acesso em: 30 jun. 2018.