



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO
PARANÁ**

**CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

GUILHERME CORREDATO GUERINO

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

Bandeirantes

2018

GUILHERME CORREDATO GUERINO

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

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: Dr^a. Daniela de Freitas
Guilhermino Trindade

Bandeirantes

2018

GUILHERME CORREDATO GUERINO

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

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

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

Prof. Me. Thiago Adriano Coleti
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, __ de _____ de 2018

AGRADECIMENTOS

Foram 4 anos e meio de muito trabalho, estudo, projetos, e principalmente de dedicação. De alguma forma gostaria de agradecer a todos que fizeram parte dessa etapa da minha vida e contribuíram para eu chegar até aqui.

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais Osmar e Andréia, por terem me dado condições de concluir a graduação. Além disso, sou grato por todo amor e paciência que vocês tiveram comigo nesse tempo de aprendizado, erros, acertos e, principalmente, evolução.

À minha irmã Lariane, por todas as vezes que, mesmo do seu jeito único, demonstrou o amor que sente por mim, o qual é recíproco.

À minha orientadora Daniela, por ter depositado confiança no meu trabalho e me ajudado a concluir esta pesquisa.

Ao meu grande irmão de pesquisa e graduação Breno, o qual sempre me ajudou e contribuiu com a minha formação.

Ao professor que se tornou meu pai na faculdade, Merlin, por ter me acolhido desde o primeiro ano da graduação, fazendo com que eu me interessasse ainda mais pela área que escolhi.

À minha namorada Milena, por ter sido paciente e por ter me fornecido amor e carinho mesmo nos momentos de maiores loucuras na minha vida. A ti declaro todo o meu amor.

Aos irmãos que a faculdade me deu e carregarei pra todo sempre em minha memória. Sempre me lembrarei das Repúblicas Manicômio e K-Boca. Tércio, Elfo, Caio, Neto, Igor, Giovanne, Taka, Vitor, Gustavo, Paulinho, Amanda, vocês moram em meu coração, amigos.

À minha segunda mãe D. Leonilda, mulher guerreira e humilde que se eu pudesse levaria comigo para onde eu for.

A todos meus companheiros de graduação, obrigado pela compreensão e pelos anos compartilhados.

A todos os meus professores, por terem se dedicado à vida acadêmica e pelo conhecimento que souberam transmitir.

A todos que de alguma forma interagiram comigo durante a minha graduação e contribuíram para eu me tornar o que sou hoje.

Meu muito obrigado.

RESUMO

O Museu Virtual é um importante instrumento que permite às pessoas aceder a obras muitas vezes inacessíveis devido à localização física dos museus tradicionais. No entanto, muitas vezes, os Museus Virtuais apresentam problemas que afetam diretamente a sua usabilidade. Assim, neste trabalho é proposto o *Framework* Conceitual VWNUI (Virtual Museum with Natural User Interfaces - Museu Virtual com Interfaces Naturais de Usuários), que fornece um modelo conceitual e diretrizes relacionadas às Interfaces Naturais de Usuários e usabilidade para apoiar os desenvolvedores de Museus Virtuais. O modelo conceitual é composto por elementos e subelementos que um Museu Virtual deve conter, enquanto as diretrizes propõem recomendações que o Museu Virtual deve seguir. Para verificar a sua aplicabilidade, o *Framework* foi aplicado em um Museu Virtual desenvolvido pelo Projeto de Extensão “Não Apague Minha Memória” para salvaguardar a história da cidade de Bandeirantes – PR. O Museu Virtual foi disponibilizado a um conjunto de usuários que utilizaram o ambiente e forneceram um feedback sobre a sua experiência. A partir dos relatos, observou-se que, seguindo os eixos e diretrizes propostos pelo VMNUI, foi possível criar um museu virtual que proporcionasse, no geral, uma boa experiência de navegação, interação e comunicação.

Palavras-chave: Museu Virtual, Interface Natural de Usuário, *Framework* Conceitual, usabilidade.

ABSTRACT

The Virtual Museum is an important instrument that allows people to access works that are often inaccessible due to the physical location of traditional museums. However, often, virtual museums present problems that directly affect their usability. Thus, in this work the Conceptual Framework VWNUI (Virtual Museum with Natural User Interfaces) is proposed, which provides a conceptual model and guidelines related to the Natural User Interfaces and usability to help the developers of Virtual Museums. The conceptual model is composed of elements and subelements that a Virtual Museum must contain, while the guidelines propose recommendations that the Virtual Museum should follow. To verify its applicability, the Framework was applied in a Virtual Museum developed by the Extension Project "Do not Erase My Memory" to safeguard the history of the city of Bandeirantes - PR. The virtual museum was made available to a set of users who used the environment and provided feedback on their experience. Based on the reports, it was observed that, following the axes and guidelines proposed by the VMNUI, it was possible to create a Virtual Museum that would provide, in general, a good experience of navigation, interaction and communication.

Keywords: Virtual Museum, Natural User Interface, Conceptual Framework, usability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tecnologia baseada em NUI's na alfabetização de crianças com síndrome de down.....	21
Figura 2. Museu de Entomologia da ESALQ/USP.	23
Figura 3. Museu da Memória Republicana.....	23
Figura 4. Museu da Faculdade de Medicina da UFRJ.	24
Figura 5. Modelo Conceitual do <i>Framework</i> VMNUI.	28
Figura 6. Site do Projeto que redirecionava ao Museu Virtual.....	37
Figura 7. Banco giratório feito com sucata.	38
Figura 8. Opção “Selecionar Idioma” (no canto superior direito) disponível no Museu Virtual.	39
Figura 9. Salas 360° disponíveis no Museu Virtual.	40
Figura 10. Link externo de redirecionamento a um objeto 3D do Museu Virtual.	40
Figura 11. Exibição de um objeto 3D do Museu Virtual.....	41
Figura 12. Exemplo de disponibilização de conteúdo.	41
Figura 13. Questão número 1 do questionário.	43
Figura 14. Questões número 2, 3 e 4 do questionário.	44
Figura 15. Questões número 5, 6 e 7 do questionário.	45
Figura 16. Questão número 8 do questionário.	45
Figura 17. E-mail de convite para a visita ao Museu Virtual e preenchimento do questionário.....	46
Figura 18. Gráfico com as respostas das questões 2, 3 e 4 do questionário.	48
Figura 19. Gráfico com as respostas da questão 5 do questionário.....	49
Figura 20. Gráfico com as respostas da questão 6 do questionário.....	49
Figura 21. Gráfico das respostas da questão 7 do questionário.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Princípios da IHC.....	16
Tabela 2. Características das NUI's.....	18
Tabela 3. Relação das diretrizes do <i>Framework</i> com as características de Usabilidade e das NUI's	36

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	5
ABSTRACT.....	6
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	12
1.3 JUSTIFICATIVA.....	12
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	13
2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR	15
3.2 INTERFACES NATURAIS DE USUÁRIO	16
3.3 MUSEU VIRTUAL.....	21
3.4 FRAMEWORK E FRAMEWORK CONCEITUAL	25
4 VMNUI: FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM INTERFACES NATURAIS	27
4.1 MODELO CONCEITUAL	27
4.1.1 Pessoas.....	27
4.1.2 Componentes	29
4.1.3 Atividades	30
4.2 DIRETRIZES PARA A CRIAÇÃO DE UM MUSEU VIRTUAL	31
4.2.1 Disponibilizar diversos idiomas.....	31
4.2.2 Abranger diferenças físicas	32
4.2.3 Utilizar imagens 360° para uma melhor navegação na sala virtual	32
4.2.4 Utilizar função 3D para que as obras possam ser rotacionadas horizontalmente	33
4.2.5 Utilizar a interação touchscreen do usuário	33
4.2.6 Permitir o comando por voz para realizar alguma ação	34
4.2.7 Dar atenção às questões de fisiologia e cinestesia	34
4.2.8 Atentar para a quantidade de informação e para a sua disposição ...	35

4.3	RELAÇÃO DAS DIRETRIZES COM A USABILIDADE E AS NUI'S	35
4.4	APLICAÇÃO DO FRAMEWORK NA CRIAÇÃO DE UM MUSEU VIRTUAL	36
4.5	VERIFICAÇÃO DO FRAMEWORK	42
4.5.1	Questionário Aplicado	42
4.5.2	Aplicação do Questionário	46
4.5.3	Resultado da aplicação do questionário	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O museu é um importante meio de comunicação, e precisa aproveitar todo o desenvolvimento comunicacional e tecnológico atual, em particular a Internet, a fim de melhorar o processo de interação entre ele e o seu público.

O Museu Virtual é um ambiente simulado computacionalmente que permite preservar informações históricas que muitas vezes são perdidas. Constitui-se como um ambiente, que rompe a barreira de espaço e tempo e que pode, segundo Muchacho (2005), facilitar a recepção informativa, pedagógica e estética proporcionada por museus convencionais.

O Museu Virtual leva pouco tempo para ser construído (comparado a museus físicos) e é uma alternativa para muitos indivíduos que desconhecem a existência de museus físicos, ou não têm a motivação necessária para fazer uma visita, por conta de diversas razões que podem dificultar o seu acesso.

Marty e Twidale (2004) analisaram 36 Museus Virtuais e constataram diversas falhas de usabilidade que afetam diretamente o público que acessa esses museus, desestimulando-o a explorar o conteúdo que eles oferecem. Nesse contexto, a Interface Natural pode se apresentar como uma solução para os problemas de usabilidade, pois, segundo Arrais, Grossi e Martins (2012), por meio dela o usuário pode interagir com conteúdos digitais utilizando movimentos, gestos, sons e toques, os quais são mais intuitivos que o uso de dispositivos de controle artificial.

De acordo com Silveira e Prates (2007), muitos usuários não possuem grande conhecimento e intimidade com sistemas computacionais, o que possibilita que a área de IHC manifeste-se em apoio a esses perfis de usuários.

Sendo assim, é possível que os usuários tirem proveito das habilidades adquiridas durante suas práticas diárias, e isso, por sua vez, contribui para que o tempo de aprendizagem para utilização da interface natural seja menor que aquele necessário para aprendizagem de uma interface tradicional.

Face a este cenário, observa-se a relevância de propor modelos que apoiem os designers de ambientes virtuais na criação de espaços que proporcionem uma melhor interatividade, comunicabilidade e usabilidade.

Segundo Mattsson (1996), *framework* é um modelo que pode ser reutilizado diversas vezes para a criação de novos softwares. Já um *framework* conceitual, de acordo com Lisboa (2000), significa que o produto gerado a partir do uso desse tipo de *framework* não é um software executável, sendo seu principal objetivo propor um esquema conceitual dos dados que será utilizado posteriormente para explicitar os dados específicos da aplicação.

Desta forma, verifica-se que, com estes conceitos, juntamente com as características de Interface Natural e usabilidade é possível que se tenha diretrizes para a criação de Museus Virtuais que proporcionem boas experiências aos usuários.

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 nas interfaces naturais.

Para que se chegue a tal objetivo, foram detalhados os objetivos específicos:

- Diagnóstico dos elementos que devem compor um Museu Virtual;
- Diagnóstico das características de interfaces naturais;
- Proposição de um modelo conceitual que considere os elementos que compõem um Museu Virtual;
- Proposição do *Framework* Conceitual de apoio à criação de Museus Virtuais, a partir do relacionamento dos elementos do modelo conceitual com as diretrizes de usabilidade;
- Validação do *Framework* por meio de sua aplicação em um Museu Virtual para salvaguardar parte do patrimônio de uma cidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

Como é possível observar, existem vários Museus Virtuais disponíveis na internet, porém, a grande maioria tem uma limitação em relação à navegação, não aproveitando de forma significativa as funções que a virtualidade oferece.

Com isso, há uma grande dificuldade em utilizar esses Museus Virtuais, tendo em vista a má usabilidade proposta por seus desenvolvedores, fazendo com que o usuário não tenha motivação suficiente para continuar explorando o ambiente.

Sendo assim, neste trabalho é proposto um *Framework* composto de um modelo conceitual e de recomendações que fornecem suporte aos desenvolvedores desses museus. Por meio do foco nas características das interfaces naturais, pretende-se obter um ambiente com boa usabilidade, fornecendo uma grandiosa experiência aos seus usuários.

Além disso, o trabalho pretende estimular a criação de novos Museus Virtuais, os quais são uma alternativa para muitos usuários que não possuem motivação suficiente para fazer uma visita a um museu físico, ou que possuem alguma dificuldade para o acesso, ou então, desconhecem a sua existência.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Neste capítulo foram abordados o contexto, os objetivos e a motivação do trabalho. No Capítulo 2 é apresentada a metodologia para o desenvolvimento da pesquisa. É descrita no Capítulo 3 toda a fundamentação teórica do trabalho, que inclui os principais conceitos e características de Museus Virtuais, interação humano-computador, interface natural de usuário, *framework* e *framework* conceitual. O Capítulo 4 apresenta o modelo conceitual e as diretrizes que compõem o *Framework* proposto, bem como sua aplicação no Museu Virtual e a sua validação. Concluindo, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho busca criar um *Framework* Conceitual que facilite a criação de Museus Virtuais, tendo como foco as interfaces naturais. Sendo assim, esta é uma pesquisa do tipo qualitativa, que realiza alguns diagnósticos para explicitar o problema e assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Os passos metodológicos para o alcance dos objetivos foram os seguintes:

- a) Analisar e elencar os elementos que devem compor um Museu Virtual: por meio da literatura, foram analisados os Museus Virtuais e trabalhos relacionados já existentes e, dessa forma, pode-se aproveitar o avanço feito até o momento e elencar os elementos que devem compor os museus, permitindo também, acrescentar novos elementos.
- b) Investigar e elencar as características de Interfaces Naturais: foram analisadas as características de Interfaces Naturais de Usuário, bem como suas vantagens e seus desafios.
- c) Elaborar e apresentar o *Framework* Conceitual de apoio à criação de Museus Virtuais: primeiramente foi elaborado o modelo conceitual que contém os elementos que compõem os Museus Virtuais e na sequência foram propostas as diretrizes com foco nas interfaces naturais de usuário e usabilidade.
- d) Verificar a aplicabilidade do *Framework*: o *Framework* proposto foi implementado em um Museu Virtual para salvaguardar parte do patrimônio de uma cidade buscando preservar a sua história.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados alguns temas relevantes à contextualização e desenvolvimento desta pesquisa. Buscando compreender os aspectos que contribuem para uma boa usabilidade, comunicabilidade, interatividade e intuitividade, são abordados os conceitos de Interação Humano-Computador e Interfaces Naturais de Usuário. Após, é abordado o tema Museu Virtual, assunto central deste trabalho, a fim de explicitar os seus elementos e as suas características. Por fim, para apoiar o desenvolvimento de um modelo de suporte à construção de Museus Virtuais são apresentados os conceitos de *framework* e *framework* conceitual

3.1 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

Com o aumento gradativo de perfis de usuários, ocorre sincronicamente o surgimento dos mais variados tipos de tecnologias em todos os setores. Sendo assim, surge a necessidade de se obter formas mais eficientes e eficazes de interação com os sistemas. Por conta disso, ocorre a criação da Interação Humano Computador (IHC) (Preece et al., 1994).

De acordo com Carvalho (2003), para que o usuário se sinta confortável em utilizar o sistema, é preciso que os desenvolvedores de softwares utilizem de estratégias apropriadas na hora de desenvolver esses sistemas. Segundo Silveira e Prates (2007), a maioria desses novos usuários citados por Preece, não possuem grande familiaridade com os sistemas computacionais, o que faz com que a IHC apoie os usuários que se encaixam nesses novos perfis, de modo que os mesmos tenham a possibilidade de utilizar os sistemas computacionais de uma forma mais acessível.

Tendo em vista essas afirmações, a IHC auxilia de forma direta os desenvolvedores na hora da programação de suas aplicações, fornecendo fundamentos úteis para que o software seja produzido com uma boa interface (Hewett et al., 1992).

Segundo Souza et al. (1999), a IHC segue três princípios fundamentais, interface e interação, usabilidade e comunicabilidade, os quais são explicados na Tabela 1.

Tabela 1. Princípios da IHC.

Princípio	Componentes	O que é
Interface e interação	Hardware (mouse, teclado e tela)	Meio de interação entre o homem e o computador, ou uma ferramenta que apoia a interação.
	Software (regra de negócio que ajuda no controle dos dispositivos de hardware)	
Usabilidade	Facilidade de aprendizado do sistema	Tempo levado pelos usuários para atingir um alto nível de desempenho.
	Facilidade de uso	Facilidade de interação do usuário através da número de erros ocorridos durante a realização de uma tarefa.
	Satisfação do usuário	Satisfação do usuário em utilizar o sistema.
	Flexibilidade	Oportunidade de o usuário realizar alterações no sistema conforme suas necessidades.
	Produtividade	Sistema torna o usuário mais produtivo
Comunicabilidade	Interação e Usabilidade	Mostrar ao usuário as intenções e premissas tomadas pelo designer na hora de fazer o software.

Fonte: Desenvolvida a partir do trabalho de Souza et al. (1999).

É possível perceber, após a observação da Tabela 1, que a IHC fornece técnicas e princípios para desenvolvedores trabalharem, de forma que o sistema feito atinja de maneira positiva e traga maior satisfação em seu uso ao maior número de usuários possíveis. Nesta pesquisa, pretende-se aplicar esses conceitos para que os Museus Virtuais melhorem a experiência dos usuários por meio do *Framework* Conceitual proposto.

3.2 INTERFACES NATURAIS DE USUÁRIO

A Interação Humano Computador, junto com diversas outras tecnologias, sofreu uma evolução ao longo dos anos que refletiu conseqüentemente na aprimoração das interfaces. No começo de tudo, mais precisamente nos anos de 1970, as interfaces eram manuseadas por linha do comando, onde eram utilizada digitações de comandos para realizar determinada tarefa na interface (Garbin, 2010).

Conforme foram passando os anos, as necessidades foram aumentando e surgiu a Interface Gráfica de Usuário. Nesse tipo de interface, é realizada uma interação direta com o sistema de modo que, usando um mouse ou qualquer tipo de cursor, é possível manipular objetos que são vistos na tela. Esse tipo de interface foi tão bem planejada e aceita que é utilizada até nos dias atuais (Garbin, 2010).

Seguindo a evolução, surge a Interface Natural de Usuário onde, segundo Garbin (2010), a interação ocorre por meio de entradas de dispositivos intuitivos, como por exemplo toque, gesto ou fala, em um ambiente que o usuário possua experiências que remetem ao mundo real.

Há autores que estendem as definições e por conta disso, definem e esquematizam novos tipos de interface. Nesses casos, podem ser citadas:

- Interface Natural de Usuário Contínua (Peterson e Stricker, 2009): extensão da Interface Natural de Usuário, fazendo com que ocorra uma ligação direta e intuitiva entre o mundo real e virtual por meio da interface.
- Interface Tangível de Usuário (Ishii, 2008): interface manipulada pelo usuário por meio de objetos físicos, ferramentas ou superfícies.
- Interface Orgânica de Usuário (Holman e Vertegaal, 2008): interface de computador que utiliza o mesmo display como dispositivo de entrada e saída. Quando manipulado, as informações são expostas nesse display por meio de gráficos baseados em física.
- Computação Ubíqua (Araújo, 2003): capacidade de um dispositivo computacional poder manipular ambientes reais e configurar seus serviços dependendo da sua necessidade.
- Interface Cérebro-computador (Vallabhaneni, Wang e He, 2005): enviam a atividade neural do usuário em sequência de comandos para dispositivos computacionais e próteses de acordo com o cérebro do usuário.

Wigdor e Wixan (2011), mostram que a expressão natural está diretamente ligada com a forma que os usuários utilizam e qual o sentimento deles durante o uso dessas aplicações. Sendo assim, a Interface Natural de Usuário (NUI) é definida como uma interface inteiramente invisível, que, mesmo assim, faz com que o usuário consiga utilizá-la de forma prática e cada vez melhor. Ainda, Wigdor e Wixan (2011), afirmam que as NUI's são uma tendência para a atualidade, assim como as Interfaces Gráficas foram nos anos 80.

Segundo Blake (2011), as NUI's surgiram,

com o objetivo de utilizar habilidades diárias do usuário para a interação com o conteúdo. Dessa forma, é possível que os usuários tirem proveito das habilidades adquiridas no seu cotidiano e isso, por sua vez, contribui para que o tempo de aprendizagem para utilização da interface natural seja menor que aquele necessário para aprendizagem de uma interface tradicional.

Liu (2010) define as sete principais características das Interfaces Naturais de Usuário, as quais são listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características das NUI's.

Característica	Definição
Centrada no usuário	Através da interface e mecanismos internos, deve atender as necessidades de diferentes perfis de usuários.
Interface <i>Multi-channel</i>	Utiliza canais sensoriais e motores para obter atributos adicionais das intenções dos usuários e, com isso, aumentar a naturalidade da interação.
Inexata	O sistema com interface natural deve estar apto a compreender as demandas dos usuários e corrigir possíveis erros realizados por elas devido a inexatidão do pensamento desses usuários.
Grande largura de banda	Consumem alta banda para processar a grande quantidade de informações das entradas, tais como voz e imagem.
Interação baseada em voz	Um forma de interação que estuda como usuários utilizam o sistema por meio de voz, seja ela natural ou sintetizada.
Interação baseada em imagem	Forma de interação que ocorre quando o sistema utiliza comportamento humano, para compreender a imagem passada e então tomar alguma decisão.
Interação baseada em comportamento	Forma de interação que utiliza o comportamento do usuário por meio da posição, movimento e características de expressão de partes do corpo humano para compreender a ação e tomar decisão.

Fonte: adaptado de Liu (2010).

Já Sant'Anna e Ferronato (2015) resumem as características das Interfaces Naturais de Usuário em apenas três:

- Naturalidade, que é a forma com que o usuários interagem com as interfaces, de modo que seja mais natural conforme eles utilizem práticas usadas no dia a dia;

- Objetividade, pois há uma relação mais direta entre o usuário e a interface, de modo que torne a interação a mais simples e objetiva possível;
- Entradas e saídas do sistema, que diz respeito a como o usuário vai passar informação ao sistema, e como as NUI's contribuirão para isso.

Diversos tipos de dispositivos podem auxiliar para a captação de movimentos e sons e contribuem de forma direta com a Interface Natural de Usuário, como sensores 3D, microfones, câmeras e dispositivos com sensibilidade ao toque. Sendo assim, qualquer tipo de movimento ou atividade humana pode servir de entrada para sistemas que interagem com interfaces naturais, como por exemplo gestos, manipulação de objetos físicos e virtuais, movimentos corporais, expressões faciais, entrada por voz e língua de sinais (Jain, Land e Wixon, 2011).

Blake (2011) apresenta quatro eixos para o desenvolvimento de interações naturais que podem ser concatenadas com qualquer tipo de NUI. São elas:

- Experiência Instantânea (Instant Expertise): são as interações que reutilizam o conhecimento já existente. Uma das partes mais complicadas em qualquer tipo de interação é o processo de aprendizagem. A partir do momento em que a interação utiliza algo que o usuário já costuma fazer, automaticamente cria-se um especialista instantâneo, pois ele já está acostumado a exercer tal habilidade em seu cotidiano.
- Carga Cognitiva (CognitiveLoad): mostra que as interações têm de ser simples e utilizar habilidades descomplicadas. Com isso, o usuário levará menos tempo para aprender sobre a interface e, além disso, será mais fácil de usar.
- Aprendizagem Progressiva (Progressive Learning): indica que o usuário deve primeiro ter contato com atividades mais simples, para depois aprender atividades mais complexas.
- Interação Direta (DirectInteraction): as interfaces devem ser planejada para receber interações diretas, de alta frequência e relacionadas ao contexto. Como no mundo real as nossas relações possuem essas características, nas interfaces naturais não pode ser diferente, de forma que essas qualidades trabalhem da maneira mais simples possível.

Sendo assim, através das definições dadas sobre IHC e NUI's, é possível compreender que a apresentação da interface e interação está diretamente ligada ao modo de reação do usuário ao utilizar a tecnologia, seja ela positiva ou negativa. Interfaces de interação, segundo Lopes et al. (2015), influenciam positivamente quando se utilizam de fontes diferentes, cores bem combinadas, elementos gráficos e a forma como estão dispostos.

De acordo com Tractinsky, Shoval-Katz e Ikar (2000) esses tipos de interfaces ajudam a tranquilizar o usuário, e, mais pacientes, eles podem aguardar um tempo a mais de carregamento do site, por exemplo. Porém, de acordo com Sharp, Preece e Roger (2002), quando a interface é confusa ou não funciona direito, os usuários podem se sentir ofendidos, e na maioria das vezes se irritam com a aplicação. Essas definições englobam o âmbito computacional por completo, inclusive os Museus Virtuais, ambiente tecnológico o qual é discutido neste trabalho.

Sendo assim, a Interface Natural de Usuário se apresenta como uma forma de facilitar a interação com usuário por meio de suas técnicas e características. Diversos estudos comprovaram essa facilitação, como é mostrado por Rodrigues et al. (2014) na Figura 1, onde crianças com síndrome de down são alfabetizadas utilizando tecnologias baseadas em Interface Natural de Usuário.

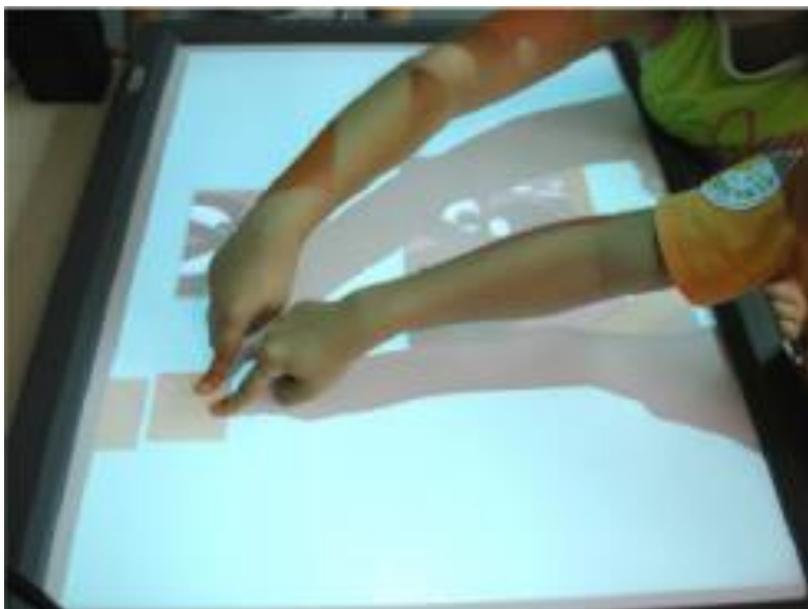


Figura 1. Tecnologia baseada em NUI's na alfabetização de crianças com síndrome de down.

Visto que as NUI's são grandes apoiadoras em qualquer tipo de aplicação e ajudam na comunicação com o usuário, este trabalho visa mostrar que isso se estende a Museus Virtuais, independente do tema ou assunto tratado por eles.

3.3 MUSEU VIRTUAL

Segundo Schneider (2012), um ambiente virtual pode ser definido como um ambiente gráfico que simula a presença do usuário neste ambiente, por meio de um computador e dos elementos que compõem essa virtualização.

Sem a intenção de substituir os museus físicos, mas sim de complementar a sua contribuição, apresenta-se a proposta do Museu Virtual, que na definição de Andrews and Schweibenz (1998) é um acervo de objetos digitais composto de vários suportes que proporciona o acesso de variados pontos, em função de sua conectividade. Assim, a coleção virtual pode ser disseminada e acessada por todo o mundo através da internet. Sendo assim, Lima (2009) classifica os Museus Virtuais em três grupos:

- Grupo 1: coleções e acervos existentes somente no meio virtual, sem referentes no mundo físico;
- Grupo 2: coleções e acervos com referentes ao mundo físico, sendo o Museu Virtual uma apresentação digital do que já existe; e

- Grupo 3: não há referente físico, mas o acervo existe fisicamente e foi digitalizada e disponibilizada em um ambiente virtual.

Segundo Moura, Mendes Neto e Sousa (2012), um Museu Virtual pode ser definido como um acervo de conteúdo digital que são disponibilizados na web. Uma das vantagens desse tipo de tecnologia, para Guidi et al. (2010), é a possibilidade de se verificar obras que estão presentes em locais físicos que muitas vezes são inacessíveis para seus usuários. Já para Chengwei et al. (2011), a vantagem principal é o enriquecimento do ambiente através de multimídias virtuais como textos, gráficos, animações, vídeos, entre outros.

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. Nesse cenário, é importante que o ambiente seja acessível o suficiente para incluir usuários inexperientes ou com algum grau de deficiência que os limitam utilizar ambientes que não possuam acessibilidade.

Quando se fala em desenvolvimento, pode-se dizer que há três tipos de Museus Virtuais: os bidimensionais, os tridimensionais e os modelados digitalmente. Os museus bidimensionais, como mostra a Figura 2, apresentam apenas textos e fotografias, onde o usuário seleciona alguma informação que necessita ver e é aberto uma figura proveniente do acervo.



Figura 2. Museu de Entomologia da ESALQ/USP.

Já os museus tridimensionais, como mostra a Figura 3, proporciona ao usuário uma rica interação, tendo em vista que ele pode navegar pelo museu como se estivesse andando em um museu físico.

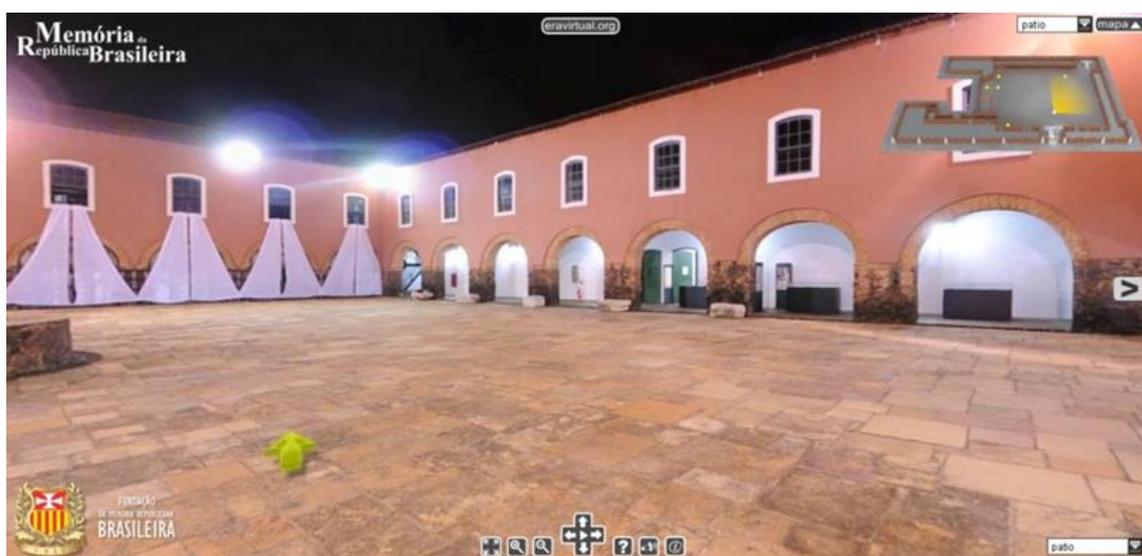


Figura 3. Museu da Memória Republicana.

Já os museus modelados digitalmente, modelo apresentado na Figura 4, são ambientes desenvolvidos inteiramente com formas digitais, ou seja, não possui base fotos ou filmes que existem no mundo real.



Figura 4. Museu da Faculdade de Medicina da UFRJ.

Neste trabalho, é proposto um *Framework* que apoia a construção de museus tridimensionais e que fornece uma boa usabilidade para o usuário de forma amigável e interativa. Segundo Marty e Twidale (2004), a usabilidade em Museus Virtuais pode ser estabelecida de acordo com cinco características:

- Museus Virtuais possuem grandes quantidades de conteúdo: muito conteúdo pode irritar os usuários, que irão gastar menos tempo com o site. Além disso, os usuários podem fazer seleções sem considerar todas as opções. Sendo assim, muitas explicações sobre o mesmo conteúdo podem confundir usuários que querem informações sobre um tópico específico.
- Museus Virtuais utilizam interfaces de usuário gráficas projetadas artisticamente: esse tipo de layout pode causar desorientação e distração para os usuários que desejam realizar alguma ação. Além disso, os elementos deste tipo de interface podem ser confusos e sem sentido para os usuários.
- Museus Virtuais possuem interfaces que incentivam a exploração: esse tipo de interface estimulam a navegação, além de exigir que os usuários façam escolhas sem entender as suas consequências.
- Museus Virtuais são projetados por profissionais de museus: quando os Museus Virtuais são desenvolvidos por pessoas que trabalham com museus, são usados vocabulários e esquemas organizacionais específicos que não são familiares para pessoas que não trabalham com museus.
- Museus Virtuais destinam-se a complementar museus físicos: os usuários têm acesso a informação que querem tanto antes quanto depois da visita física. A visita virtual é um complemento à visita física.

A partir dos diagnósticos efetuados e com base nos principais fatores do design de sistemas interativos proposto por Barbosa e Silva (2010), observa-se então que as pessoas (as quais têm os seus papéis na utilização do Museu Virtual, e suas especificidades), os componentes (que são as formas com que os conteúdos estarão dispostos no Museu Virtual, como por exemplo objetos 3D, imagens e vídeos) e as

atividades (que estão atreladas às funções que cada papel exerce), são fatores importantes no desenvolvimento de um Museu Virtual e serão explicados no capítulo 4 deste trabalho.

3.4 FRAMEWORK E FRAMEWORK CONCEITUAL

Comumente, em desenvolvimento de software, percebe-se que os desenvolvedores utilizam os mesmos recursos para desenvolver novos programas. Nesse sentido, *framework* nada mais é do que um modelo que pode ser reutilizado diversas vezes para a criação de novos softwares (Mattsson, 1996). Sendo assim, Taligent (1997) mostra que além de ser um modelo padrão, um *framework* tem características adaptáveis às necessidades dos desenvolvedores, de forma que suas classes sejam personalizadas conforme houver conveniência. Segundo Silva (2000), um *framework* possui duas características indispensáveis:

- alterabilidade: diz respeito à capacidade de variar suas funções de acordo com a necessidade do desenvolvimento;
- extensibilidade: se refere no poder do *framework* de estender suas funções, sem que isso impacte na estrutura dos sistemas.

Gamma et al. (1994) destacam que um *framework* determina a arquitetura de uma aplicação, definindo sua estrutura geral e suas principais responsabilidades. Conseqüentemente, o designer/implementador da aplicação que utilizará o *framework* pode se concentrar nos detalhes específicos dela. Os autores também ressaltam que um *framework* possibilita a construção de aplicativos de uma forma mais rápida, ficando eles com estruturas semelhantes e fáceis de manter. Contudo, é possível que alguma liberdade criativa seja perdida, na medida em que muitas decisões de design já tenham sido feitas.

Já um *framework* conceitual, que é a proposta deste trabalho, é uma representação abstrata que forma padrões do mundo real, de modo a relacionar essa abstração com o software em desenvolvimento (Rocha e Edelweiss, 2001). Para Lisboa (2000), um *framework* conceitual significa que o produto gerado a partir do uso do *framework* não é um software executável, sendo seu principal objetivo propor um esquema conceitual dos dados que será utilizado posteriormente para explicitar os dados específicos da aplicação.

Esse esquema conceitual, de acordo com Tamene (2016), representa um sistema interligado, ou uma relação de suposições, expectativas e/ou crenças, resultando em uma teoria provisória que orienta a pesquisa. Nesse sentido, o elemento central e essencial do design da pesquisa é o que guia tanto o pesquisador que desenvolve o *framework*, para o que está acontecendo, quanto o leitor, para o que e como foi feito.

4 VMNUI: FRAMEWORK CONCEITUAL DE APOIO À CRIAÇÃO DE MUSEUS VIRTUAIS COM FOCO EM INTERFACES NATURAIS

A partir dos diagnósticos efetuados e com base nos principais fatores do design de sistemas interativos propostos por Barbosa e Silva (2010), é proposto o modelo conceitual, que compõe o *Framework* Conceitual VMNUI (*Virtual Museums with Natural User Interface*). Além do modelo conceitual, o *Framework* é composto também pelas diretrizes propostas, com ênfase nas interfaces naturais e usabilidade, buscando apoiar a criação de Museus Virtuais.

4.1 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual mostrado na Figura 5, que considera os aspectos inerentes a um Museu Virtual, apresenta três eixos:

1. Pessoas, as quais têm os seus papéis na utilização do Museu Virtual e suas especificidades, como idiomas específicos e diferenças físicas ou psicológicas;
2. Componentes, que são as formas com que os conteúdos serão disponibilizados no Museu Virtual, e
3. Atividades, que estão atreladas às funções que cada pessoa exerce.

O modelo conceitual proposto é um trabalho do grupo de IHC, o qual desenvolve duas pesquisas complementares, uma focando acessibilidade e esta com foco em interfaces naturais e nos princípios da usabilidade, interatividade e comunicabilidade.

4.1.1 Pessoas

Pode-se dizer que é impossível a existência de um Museu Virtual sem a colaboração de pessoas que contribuam para o crescimento desse museu. Sendo assim, no modelo são propostos alguns papéis para as pessoas. São eles:

- Administrador: responsável por manter (cadastrar, alterar, excluir) os curadores, especialistas e o conteúdo do museu.
- Curador: responsável por selecionar o conteúdo que será disponibilizado no museu.

- Especialista em design gráfico: responsável pelo tratamento gráfico do conteúdo que será disponibilizado.
- Visitante: qualquer pessoa que acessa o museu.

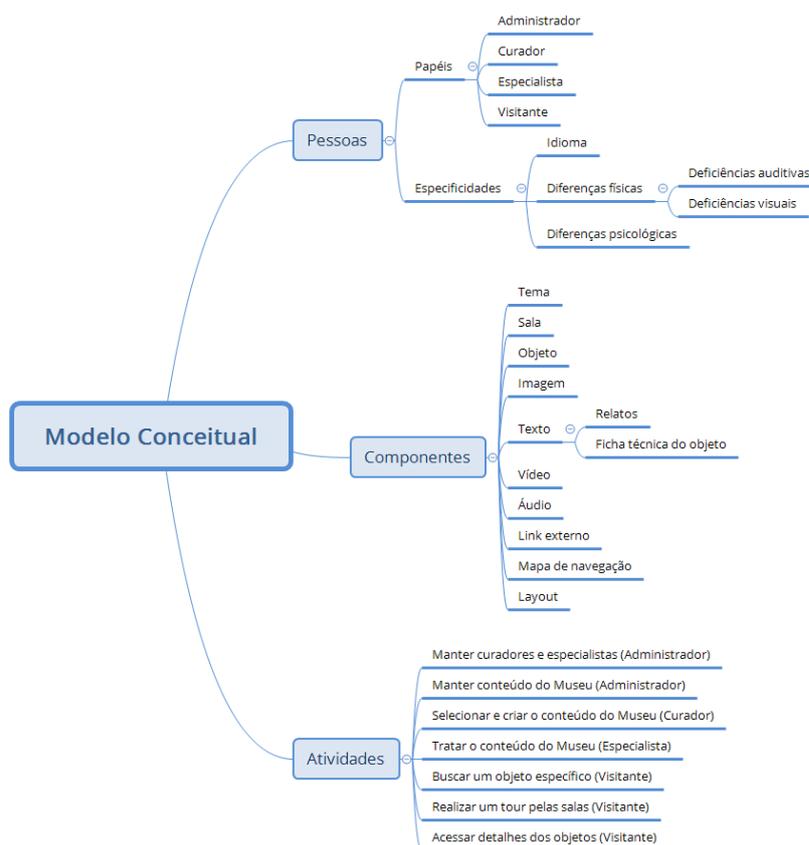


Figura 5. Modelo Conceitual do *Framework* VMNUI.

Tendo em vista que o museu pode ser acessado por qualquer pessoa, de diferentes países e com diferentes limitações, o modelo contém algumas recomendações para essas especificidades. São elas:

- Idiomas: o Museu Virtual deve conter traduções para vários idiomas, abrangendo o maior público possível, independente da língua falada pelo visitante.
- Diferenças físicas: busca viabilizar que qualquer pessoa, independentemente de suas limitações, tenha condições de utilizar o sistema de maneira a alcançar seus objetivos.

- Deficiências auditivas: deve-se pensar na criação de um ambiente de fácil entendimento por esses usuários, que têm o idioma de sinais como primeira língua.
- Deficiências visuais: se o usuário interagir com o sistema por meio de um comando de voz, isso deve ser feito de maneira que não seja necessária a memorização excessiva de palavras.
- Diferenças psicológicas: caminho intuitivo, boa sinalização, instruções claras, entre outros. Pelo fato de cada vez ser maior a diversidade de perfis de usuário com acesso à Internet, surge a necessidade de se obter formas mais eficientes e fáceis de interação com os sistemas de tecnologia.

4.1.2 Componentes

Os componentes fazem parte do conteúdo que será mostrado no museu. Sendo assim, não é obrigatório a existência de todos os componentes propostos pelo modelo, podendo adaptar-se para cada situação. Porém, quanto mais diversificado e atrativo for a exposição do conteúdo, mais interativo o museu será. Os componentes são:

- Tema: diz respeito ao tema do museu que estará sendo virtualizado, podendo ser de qualquer tipo de arte ou exposição.
- Sala: ambiente que contém diversos elementos relacionados a um assunto específico.
- Objeto: ícone disponível ao clique do usuário, exibindo o objeto que ele deseja observar.
- Imagem: apenas uma foto do objeto, podendo ser aproximada com zoom.
- Texto: informações disponíveis ao usuário sobre alguma arte ou exposição.
 - Relatos: relatos históricos.
 - Ficha técnica do objeto: informações técnicas sobre o objeto, como por exemplo sua data de fabricação, dono, entre outros.
- Vídeo: disponível ao usuário quando clicar sobre um ícone, mostrando um vídeo explicativo sobre uma arte ou exposição.

- **Áudio:** disponível ao usuário quando ele entrar na exposição, ou quando clicar sobre algum ícone, sendo sempre um áudio explicativo.
- **Link:** link externo quando o usuário clicar no ícone, podendo ser uma notícia do objeto ou exposição, localização do museu físico, dentre outros.
- **Mapa de navegação:** “planta” do Museu Virtual, onde o visitante poderá se localizar dentro da navegação.
- **Layout:** organização do conteúdo para acesso do usuário, e visualização dos elementos.

4.1.3 Atividades

Tendo em vista os diferentes papéis das pessoas nos Museus Virtuais, cada uma pode desempenhar uma ou mais atividades. Essas atividades estão diretamente relacionadas ao sucesso do museu, sendo que ele depende da dedicação das pessoas para populá-lo com informações interessantes e acessíveis. As atividades estão dispostas de acordo com cada papel:

- **Administrador:**
 - **Manter curadores e especialistas:** responsável por incluir, alterar ou excluir curadores e especialistas do museu.
 - **Manter conteúdo do museu:** responsável por aprovar (incluir) ou excluir o conteúdo enviado pelo curador.
- **Curador**
 - **Selecionar o conteúdo do museu:** pessoa responsável por entender sobre o tema do museu. Ele quem seleciona as artes e exposições importantes que o Museu Virtual terá.
- **Especialista em design gráfico**
 - **Tratar o conteúdo do museu:** responsável por tratar os conteúdos do museu, disponibilizando apenas imagens, vídeos e áudios com boa resolução.
- **Visitante**
 - **Buscar e acessar um objeto específico:** pesquisar diretamente um objeto de seu interesse pessoal, sem navegar pelas outras salas e acessar objetos que não sejam do seu interesse.

- Realizar um tour pelas salas: realizar uma visita como se estivesse em museu físico, acessando diferentes objetos e navegando pelas salas.
- Acessar detalhes do objeto: acessar informações de diferentes objetos, como data de fabricação, dono, local que foi resgatado, etc.

4.2 DIRETRIZES PARA A CRIAÇÃO DE UM MUSEU VIRTUAL

Como dito anteriormente, o *Framework* Conceitual é composto também por algumas diretrizes que tem como função auxiliar os desenvolvedores de Museus Virtuais na construção de ambientes mais intuitivos e agradáveis.

Considerando que pelo fato de ser independente de localização geográfica os Museus Virtuais podem alcançar uma maior abrangência e que pessoas com diferenças físicas podem ser um perfil de usuário que acessa o Museu, é preciso atentar para alguns aspectos importantes relacionados à diversidade das Pessoas. Além disso, é importante facilitar o aprendizado e o uso do sistema, e para isso são criadas diretrizes focadas nas características de usabilidade e Interfaces Naturais de Usuário descritas nas Tabelas 1 e 2, que são mostradas na sequência.

4.2.1 Disponibilizar diversos idiomas

Buscando atender a variedade dos locais de acesso do Museu, essa diretriz atinge diretamente a satisfação do usuário e a flexibilidade descritas na Tabela 1 na seção usabilidade, isso porque o usuário poderá alterar o idioma do sistema de acordo com as suas necessidades, e com essa abrangência linguística, aumentará a satisfação dos usuários em utilizar o Museu. Por conta da flexibilidade também gerada, o usuário poderá fazer a mudança de idioma de acordo com sua aptidão e isso garante uma facilidade na hora do aprendizado do sistema. Além disso, o Museu torna-se “Centrado no Usuário”, o qual é descrito na Tabela 2, justamente por atender diversos perfis e tipos de usuários.

Como dito, o Museu Virtual pode ter acesso de qualquer país do mundo, pois está disponível na internet. Com isso, é necessário ter a opção de tradução para vários idiomas, para que abranja o maior público possível, independente da língua falada

pelo visitante, de forma que o usuário se sinta confortável e satisfeito em usar o sistema.

4.2.2 Abranger diferenças físicas

Buscando facilitar o uso para usuários que possuam diferenças físicas e com isso aumentar a satisfação desse perfil de usuários, essa diretriz está totalmente ligada à acessibilidade do Museu Virtual. Para satisfazer esse tipo de necessidade, ela possui foco no usuário e na interação baseada por voz descrita na Tabela 2.

É preciso atentar para os diferentes tipos de deficiências (auditiva, visual, física, psicológica, dentre outras) e às limitações que elas podem impor ao acesso a um ambiente virtual. Algumas decisões de projeto importantes podem minimizar estas limitações, como a interação por meio do uso de comando de voz, no caso dos deficientes visuais e o uso de caminhos mais intuitivos e de boa sinalização no caso das limitações cognitivas. Como já mencionado anteriormente, um trabalho complementar a esta pesquisa discute a fundo as questões relacionadas à acessibilidade nos Museus Virtuais.

4.2.3 Utilizar imagens 360º para uma melhor navegação na sala virtual

Visto que uma boa usabilidade pretende aumentar a produção do usuário, essa diretriz está diretamente ligada à produtividade descrita na Tabela 1. Então, é gerada uma maior eficiência do usuário a partir do momento que ele aprende a utilizar o sistema, o que aumenta também a satisfação do visitante pois ele não possui dificuldade em manipular o ambiente que está percorrendo. Além disso, conforme mostrado nas características das NUI's exibidas na Tabela 2, esse tipo de interação aumenta a naturalidade da utilização do Museu, além de torná-la uma Interface Multi-channel, onde o objetivo é tornar o acesso através das Interface Naturais o mais inerente possível.

Essa diretriz faz com que o usuário possa rotacionar em todos os ângulos possíveis e andar pelo museu, como se estivesse visitando um museu físico. Arelada ao subelemento SALA, essa diretriz diz respeito ao modo de navegação do usuário durante sua visita virtual.

O desenvolvimento de Museus Virtuais pode ter variados caminhos que dependem da escolha da dimensão do museu. Os Museus Virtuais podem ser

bidimensionais, tridimensionais ou modelados digitalmente. Para que essa diretriz seja abrangida no desenvolvimento, é necessário que o museu seja tridimensional. Sendo assim, através da sala 360°, feita por meio de fotos equiretangulares é possível que o usuário gire horizontalmente 360° e verticalmente 180°, tendo a impressão de estar realmente dentro da sala, facilitando a navegação do usuário.

4.2.4 Utilizar função 3D para que as obras possam ser rotacionadas horizontalmente

Assim como a diretriz acima, essa diretriz pretende aumentar a produtividade do usuário descrita na Tabela 1, fazendo com que ele explore cada detalhe da exposição. Além disso, envolve também as questões de satisfação do usuário, pois este, além de entender o sistema que está percorrendo através da diretriz acima, compreenderá também as relações dele com seus componentes e objetos de interação. Sendo assim, é necessário que se disponibilize as obras no formato 3D, para que os usuários possam rotacioná-las e através de diversos ângulos observar todos os detalhes do objeto. Atrelada ao subelemento OBJETO, essa diretriz fornece uma interação com ótima usabilidade ao usuário.

4.2.5 Utilizar a interação touchscreen do usuário

De acordo com os princípios de IHC descritos na Tabela 1, essa diretriz atinge diretamente a usabilidade do Museu Virtual, o tornando mais fácil de ser compreendido. Com isso, a partir do momento que o usuário compreende a maneira correta de manipular o sistema, é ocasionada uma facilidade no uso também. Além disso, essa diretriz torna a interface Multi-Channel, visando deixar a navegação a mais inerente possível. A interação touchscreen é um exemplo de interface natural de usuário, a qual segundo Blake (2011) tem como objetivo utilizar habilidades diárias do usuário para facilitar a interação. No caso, o touchscreen será usado na manipulação da sala 360° e dos objetos 3D. Atrelada ao subelemento LAYOUT, essa diretriz fornece a possibilidade de que apenas com o toque o usuário possa navegar pelo Museu Virtual e ter experiências como se estivesse em um ambiente real.

4.2.6 Permitir o comando por voz para realizar alguma ação

Essa diretriz, conforme as características das NUI's exibidas na Tabela 2, atende diretamente a definição de que a Interface Natural deve possuir interações realizadas por comando de voz, no qual o usuário utiliza o sistema por meio de voz seja ela natural ou sintetizada. Com o uso do comando por voz o Museu torna-se mais acessível, garantindo também uma maior flexibilidade para a navegação do usuário, que é uma característica importante da Usabilidade (conforme descrito na Tabela 1) que faz com que o usuário navegue da forma que julgar mais agradável e necessária. Além disso, o usuário que possuir apenas a voz para manipular o sistema, ficará mais satisfeito em conseguir usar o ambiente virtual, e através desse mecanismo facilitará o uso desse perfil de visitante.

Atrelada ao subelemento ESPECIFICIDADES, essa diretriz se encaixa em questões de deficiência e acessibilidade. O reconhecimento por voz é um mecanismo significativo das Interfaces Naturais, sendo assim, é necessário que o Museu Virtual possua formas de captação de voz para a execução de uma ação. Caso o usuário possua alguma deficiência física que o impeça de navegar de forma simples por meio do *touchscreen*, o reconhecimento por voz garantirá a navegabilidade ao usuário.

4.2.7 Dar atenção às questões de fisiologia e cinestesia

Essa diretriz também explora o princípios de usabilidade descritos na Tabela 1. Para que o usuário aprenda rapidamente a utilizar o Museu e utilize-o facilmente, deve-se evitar movimentos difíceis e ações muito repetitivas, reduzindo a inexatidão das escolhas feitas pelos usuários. Com isso, o usuário que aprender a utilizar o sistema de forma correta aumentará a sua produtividade, ocasionando então em uma maior satisfação em usar o ambiente.

De acordo com Marty e Twidale (2004), os Museus Virtuais devem conter interfaces que estimulem a exploração do usuário. Porém, deve-se tomar cuidado com a dificuldade e repetição das ações. Atrelada ao subelemento LAYOUT, essa diretriz diz respeito à interface disposta ao usuário, que necessita ser de caráter exploratório, fazendo com que os usuários se sintam a vontade tanto para buscar um conteúdo específico quanto para navegar sem direção. Além disso, é necessário que os

usuários entendam de forma clara as consequências de suas escolhas e localizem rapidamente caso esteja buscando um item específico.

4.2.8 Atentar para a quantidade de informação e para a sua disposição

Conforme os princípios expostos na Tabela 1, essa diretriz também faz com que o usuário aprenda e use mais facilmente o Museu, reduzindo os erros ao tentar realizar determinada tarefa e aumentando sua produtividade. Como a Interface Natural de Usuário é inexata, essa diretriz também busca diminuir os erros do usuário por causa dessa inexatidão, além de promover boa visibilidade de todos elementos da interface.

Ainda de acordo com Marty e Twidale (2004), os Museus Virtuais devem possuir uma quantidade correta de informações e conteúdo. Atrelada ao subelemento LAYOUT, essa diretriz busca orientar para o cuidado de não inserir no ambiente informações excessivas que sufoquem o usuário. Muito conteúdo pode irritar os usuários, que se sentirão desmotivados e sairão do Museu Virtual. Além disso, o excesso de conteúdo pode fazer com o que o usuário não saiba o que está acessando e foque apenas em uma área, sem saber a existência de outras. Além disso, para quem busca conteúdo específico, muita informação sobre o mesmo pode confundir usuários que realiza uma simples busca.

4.3 RELAÇÃO DAS DIRETRIZES COM A USABILIDADE E AS NUI'S

As diretrizes apresentadas apoiam o desenvolvimento de Museus Virtuais para que tenham uma boa usabilidade e interatividade, de modo a agradar o seu usuário final independente do tema do conteúdo exposto no museu.

Para facilitar a compreensão e analisar a ligação das diretrizes com as características da Usabilidade e das NUI's, a Tabela 3 mostra todas as associações e correlações que foram mencionadas na seção anterior. Além disso, as diretrizes foram aplicadas no desenvolvimento de um Museu Virtual que buscou contribuir para o resgate histórico de uma pequena cidade do interior do Paraná - Brasil.

Tabela 3. Relação das diretrizes do *Framework* com as características de Usabilidade e das NUI's

Diretriz	Características da Usabilidade	Características das NUI's
Disponibilizar Idiomas	Facilidade de aprendizado do sistemas, satisfação do usuário e flexibilidade	Centrada no usuário
Abranger Diferenças físicas	Facilidade de uso e satisfação do usuário, flexibilidade	Centrada no usuário Interação baseada por voz
Utilizar imagens 360°	Satisfação do usuário, produtividade	Interface Multi-Channel
Utilizar função 3D	Satisfação do usuário, produtividade	Interface Multi-Channel
Utilizar a interação <i>touchscreen</i> do usuário	Facilidade de aprendizado do sistema, facilidade de uso	Interface Multi-Channel
Permitir o comando por voz	Facilidade de uso, satisfação do usuário, flexibilidade	Interação baseada em voz
Dar atenção às questões de fisiologia e cinestesia	Facilidade de uso, satisfação do usuário, produtividade	Inexata
Atentar para a quantidade de informação e para a sua disposição	Facilidade de aprendizado do sistema e facilidade de uso, produtividade	Inexata

Como é possível observar na Tabela 3, as diretrizes propostas para o design de Museus Virtuais estão diretamente ligadas às questões de usabilidade definidas por Souza (1999) e as características de Interfaces Naturais definidas por Liu (2010). Sendo assim, pretende-se com estas diretrizes apoiar a melhoria da usabilidade e interatividade dos Museus Virtuais, o que poderá refletir numa melhor satisfação de seu público alvo, atendendo a qualquer tipo de perfil, e isso poderá aumentar a produtividade de seus visitantes, e facilitar o aprendizado e uso do Museu.

4.4 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK NA CRIAÇÃO DE UM MUSEU VIRTUAL

Este trabalho possui parceria com o Projeto de Extensão da Universidade Estadual do Norte do Paraná “Não apague minha memória”, o qual, o presente autor desta pesquisa era integrante, e possuía o objetivo de desenvolver ambientes virtuais

que armazenasse conteúdos históricos referentes à cidade de Bandeirantes/PR e região. Buscando cumprir os objetivos do projeto, primeiramente foi desenvolvido o Museu Virtual, que permitiu reunir todas as informações coletadas pela equipe que eram relevantes para a história da cidade. Após o desenvolvimento preliminar do Museu, foram implementadas as recomendações do *Framework* proposto neste estudo.

Paralelamente ao desenvolvimento do Museu Virtual foi elaborado um site onde todas as informações do Projeto – inclusive as do Museu – foram reunidas. Além disso, esse site direciona seus usuários aos Ambientes Virtuais produzidos, como é mostrado na Figura 6, fornecendo dicas de como utilizar corretamente as virtualizações realizadas pelo Projeto.



Figura 6. Site do Projeto que redirecionava ao Museu Virtual.

Para a obtenção do conteúdo necessário para alimentar o Museu Virtual, foram necessários contatos com pessoas que estavam diretamente ligadas ao museu físico da cidade. Sendo assim, houve um diálogo com órgãos municipais para que se tornasse possível o desenvolvimento, e, por meio do Departamento de Educação e Cultura da cidade de Bandeirantes, os materiais coletados foram legalmente supervisionados e disponibilizados.

A partir da anuência do Departamento, os trabalhos de virtualização do Museu foram iniciados. Foram realizadas diversas visitas ao local físico para que fosse possível realizar com perfeição o ambiente virtual.

Primeiramente, foram realizadas fotos equiretangulares do ambiente, e, a partir delas e por meio do software Marzipano, foram construídas as salas 360°. Após a construção das salas, o objetivo foi construir os objetos 3D. Para isso, foram separados todos os objetos que iriam fazer parte da virtualização – vale ressaltar que nem todos objetos reais foram disponibilizados virtualmente devido a quantidade de informação que o Museu Virtual iria carregar.

Feito isso, foram realizadas inúmeras gravações dos objetos, rotacionando sobre um banco giratório feito com sucata e criado pelos participantes do projeto, o qual é mostrado na Figura 7.

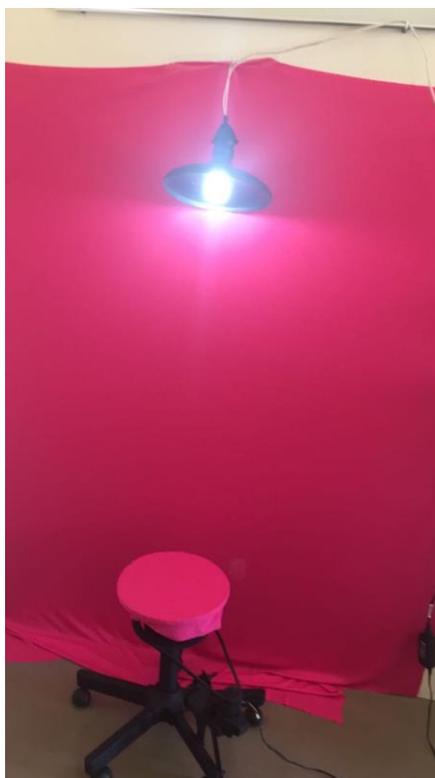


Figura 7. Banco giratório feito com sucata.

Após a criação dos filmes, *scripts* e programação foi necessário separar os vídeos em frames, e em seguida, disponibilizar os objetos 3D no ambiente juntamente com o as salas 360°.

Com o Museu Virtual pronto, foi necessário então inserir as diretrizes que este trabalho recomenda.

Desta forma, destaca-se a primeira diretriz que é possível observar na Figura 8, em que há uma opção na qual o usuário pode selecionar um idioma para a navegação

no museu. Essa funcionalidade pretende aumentar a satisfação do usuário que poderá navegar com idioma que lhe for mais conveniente.

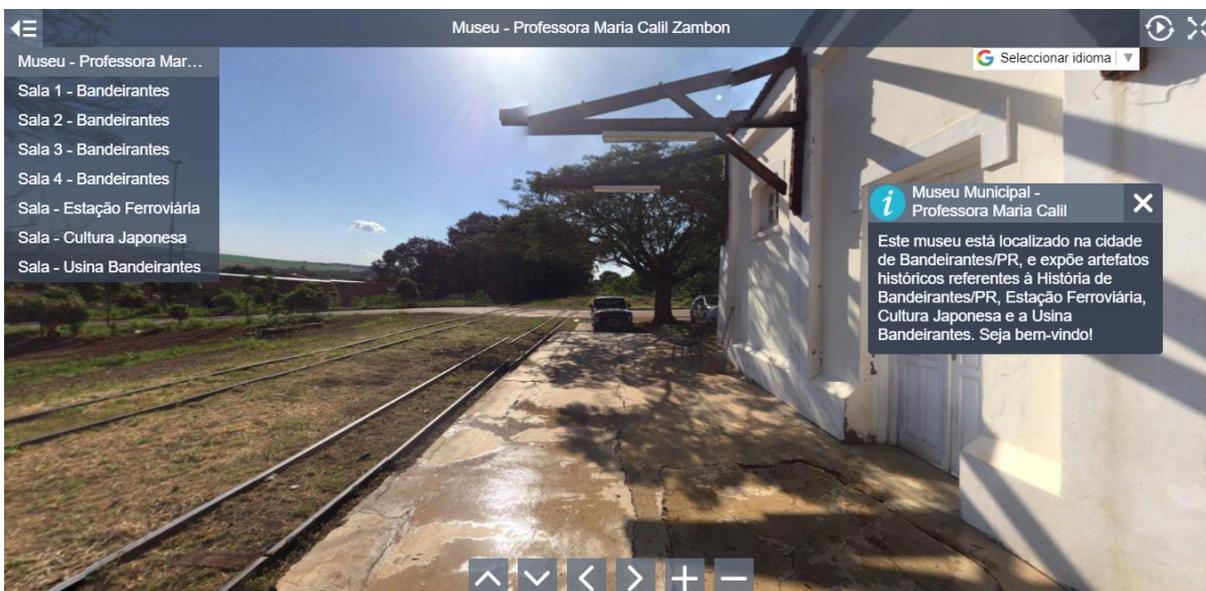


Figura 8. Opção “Selecionar Idioma” (no canto superior direito) disponível no Museu Virtual.

Como pode ser observado na Figura 9, foram criadas Salas 360° relacionadas a acervos relevantes do Museu, nas quais o usuário pode rotacionar para todos os ângulos. Essa diretriz apresentada pelo *Framework* busca aumentar a capacidade de interação do usuário, fornecendo-o a impressão de estar visitando um ambiente real.

Já na Figura 10, pode-se observar o link de redirecionamento para o objeto 3D. Quando o usuário clica em algum objeto, o link é disponibilizado e após o clique, o usuário é redirecionado à uma página onde é mostrado o objeto em formato 3D, como é exposto na Figura 11. Então, o usuário pode rotacioná-lo horizontalmente, observando todos os detalhes da obra.

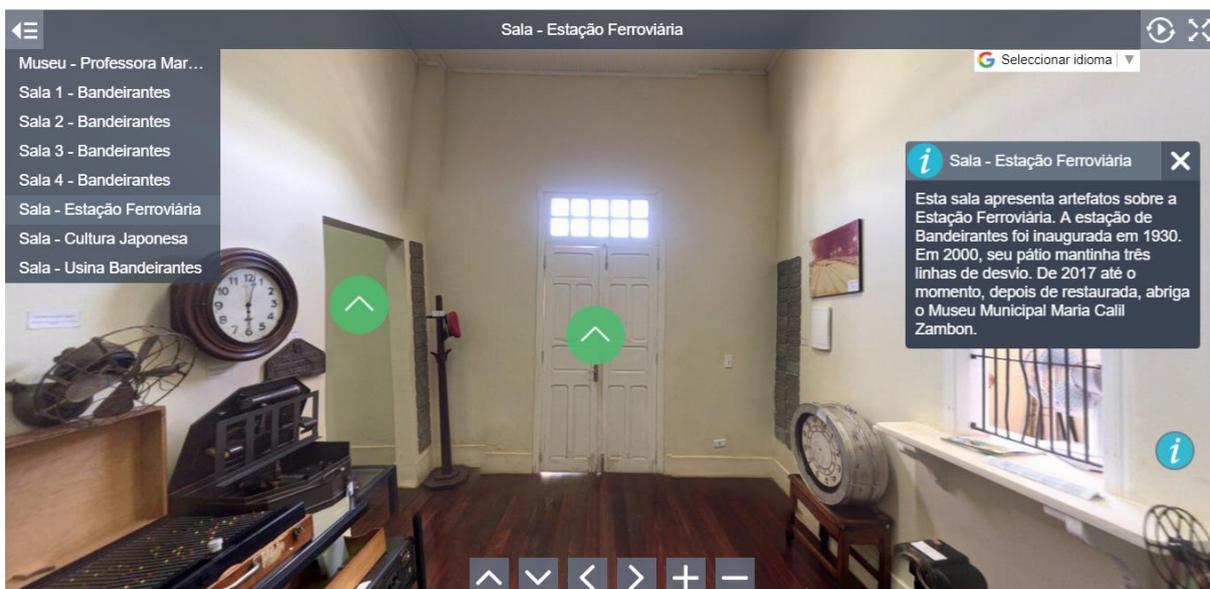


Figura 9. Salas 360° disponíveis no Museu Virtual.

Buscando desenvolver a diretriz relacionada à interação *touchscreen*, e atingindo os usuários que navegam por *smartphones* e similares, o Museu Virtual é totalmente manipulável pelo toque. Além do usuário poder girar a sala em todos os ângulos com o dedo, ele pode também manipular os objetos 3D utilizando o *touch* de seu aparelho. Além de girar 360° horizontalmente, ele pode aproximar a imagem por meio do zoom, para captar o melhor ângulo.

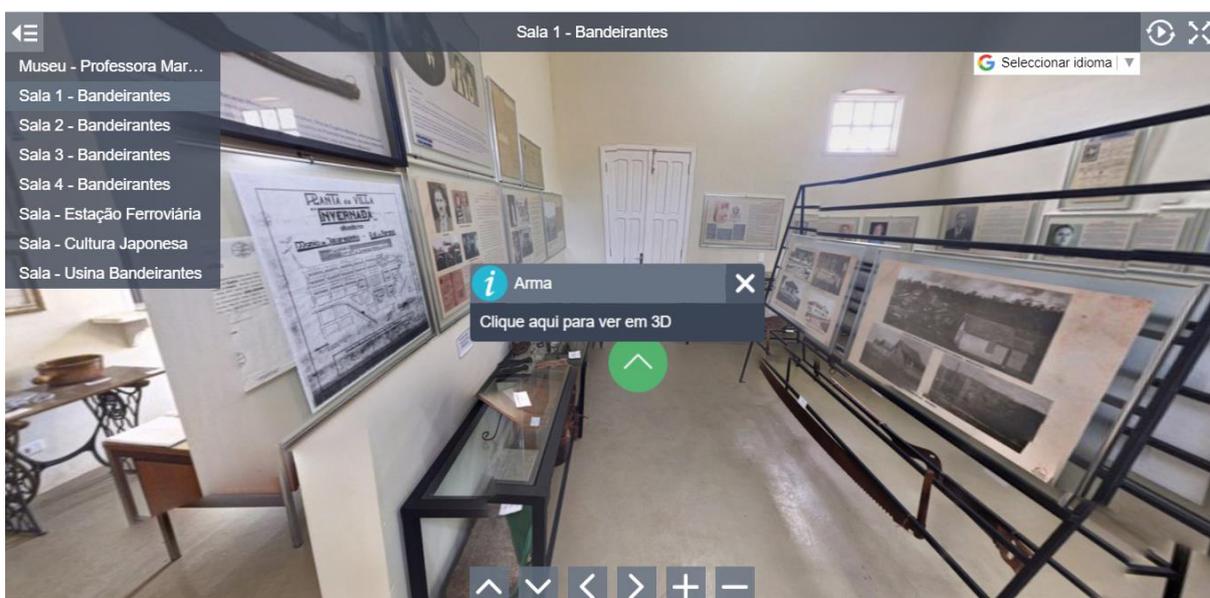


Figura 10. Link externo de redirecionamento a um objeto 3D do Museu Virtual.



Figura 11. Exibição de um objeto 3D do Museu Virtual.

Ainda se destaca, a diretriz relacionada à cinestesia e fisiologia, a fim de fornecer uma navegação mais fácil e intuitiva ao usuário. Assim que o visitante entra no Museu, ele compreende facilmente como manipular a sala 360°. Após conhecida essa etapa e tido a primeira experiência, a manipulação do objeto 3D será praticamente semelhante à da sala, tornando a visita agradável e totalmente descomplicada.

Como pode ser observado na Figura 12, a quantidade de conteúdo e elementos disponibilizados no Museu também foi selecionada buscando seguir a última diretriz fornecida.

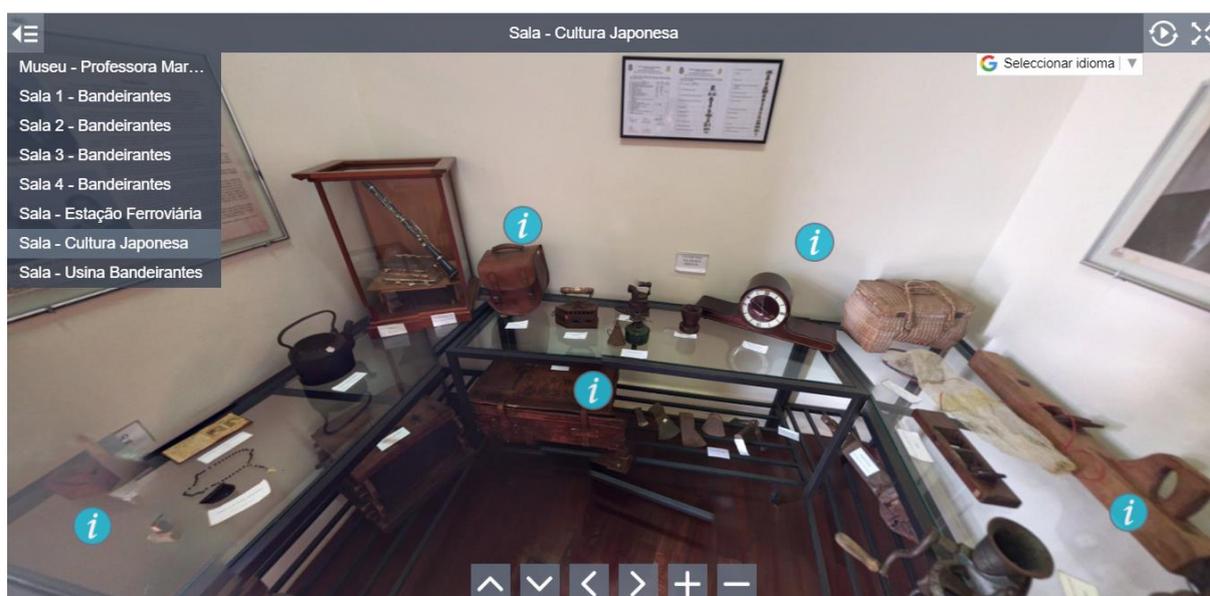


Figura 12. Exemplo de disponibilização de conteúdo.

Sendo assim, o Museu apresenta uma interface mais limpa para dar melhor visibilidade ao usuário, buscando proporcionar acesso facilitado à todas as

informações disponíveis. Na imagem apresentada na Figura 12, cada ícone azul é um objeto 3D, desta forma, eles estão devidamente distribuídos na tela do usuário para que não causem nenhum tipo de confusão e ambiguidade.

As diretrizes que se referem à utilização de reconhecimento por voz e aspectos de acessibilidade foram tratadas, conforme já mencionado, em um trabalho paralelo por este grupo de pesquisa, tendo em vista a complexidade e amplitude de suas implicações.

Assim, com base nas constatações de Marty e Twidale (2004), e considerando a utilização das diretrizes propostas pelo *Framework* VMNUI, é possível observar que o Museu Virtual apresenta: uma quantidade de conteúdo não excessiva; um ambiente real (que não foi criado artisticamente) buscando trazer mais sentido ao usuário; uma interface limpa a fim de facilitar e incentivar a sua exploração e a possibilidade de tradução para o usuário que deseja alterar o idioma do Museu.

4.5 VERIFICAÇÃO DO FRAMEWORK

A fim de verificar a aplicabilidade do *Framework* Conceitual proposto na presente pesquisa, foi elaborado um questionário, que foi apresentado por meio de um questionário on-line para um grupo de pessoas. Inicialmente, o Museu Virtual, adaptado com as diretrizes propostas no *Framework*, foi disponibilizado de forma on-line em um servidor oferecido pela Universidade Estadual do Norte do Paraná, e na sequência, o questionário foi aplicado aos visitantes do museu convidados a participar da avaliação.

4.5.1 Questionário Aplicado

O questionário elaborado contém 8 questões que verificam se o museu virtual, com o uso das interfaces naturais, conseguir atingir o seu objetivo na disseminação de informações. A questão número 1, mostrada na Figura 13, foi aplicada com o intuito de verificar o quão íntimo o usuário era com as tecnologias, a fim de verificar se este fator influenciaria no resultado, pois, independentemente dessa resposta, o usuário deveria utilizar facilmente o Museu Virtual.

1 - Qual o seu nível de intimidade com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's)?

Alto

Médio

Baixo

Figura 13. Questão número 1 do questionário.

Já as questões 2, 3 e 4, exibidas na Figura 14, foram aplicadas com objetivo de entender o quão fluída e informativa foi a navegação do usuário no Museu Virtual. Como o Museu possui textos históricos, objetos e imagens sobre a cidade de Bandeirantes, a cultura japonesa presente na cidade, a usina de açúcar e álcool e a ferrovia que passa pelo município, essas questões avaliaram se o Museu cumpriu o seu papel de disseminar a informação sobre esses temas relacionados à história da cidade.

2 - Acessando o Museu Virtual você pôde conhecer um pouco da história da cidade de Bandeirantes, por meio da visualização: *

- da história da formação da cidade de Bandeirantes
- dos artefatos pertencentes aos pioneiros da cidade
- das imagens dos pioneiros da cidade
- não obtive informação sobre a história de Bandeirantes

3 - O Museu Virtual te permitiu conhecer um pouco da memória da criação da estação ferroviária por meio da visualização: *

- da história da criação da estação ferroviária de Bandeirantes
- dos artefatos pertencentes à estação ferroviária
- das imagens da ferrovia de Bandeirantes
- não obtive informação sobre a Estação Ferroviária

4 - O Museu Virtual te permitiu conhecer um pouco da memória da criação da Usina de Açúcar e Álcool e da cultura japonesa na cidade de Bandeirantes por meio da visualização: *

- da história da criação da Usina Bandeirantes
- dos artefatos pertencentes da Usina Bandeirantes
- dos artefatos pertencentes à cultura japonesa
- das imagens da Usina Bandeirantes

Figura 14. Questões número 2, 3 e 4 do questionário.

A questão 5, em específico, faz relação aos objetos 3D e a forma como eles são apresentados e a questão 6 faz referência à facilidade que as salas 360° fornecem ao usuário que deseja pesquisar ou navegar pelo Museu. Já a questão 7, também mostrada na Figura 15, foi utilizada para validar a aplicação e funcionalidade do tradutor de idiomas disponibilizado no Museu. Vale ressaltar aqui, que o questionário não avaliou a concordância na tradução das palavras, mas sim a possibilidade de fornecer ao usuário uma ferramenta que disponibiliza uma versão do Museu no idioma escolhido.

5 - Você conseguiu explorar os detalhes dos artefatos disponibilizados no museu? *

Sim

Parcialmente

Não consegui

Não tentei

6 - Você conseguiu procurar por algum conteúdo de seu interesse? *

Sim

Parcialmente

Não consegui

Não tentei

7 - Você utilizou o tradutor disponibilizado no Museu Virtual? *

Sim, traduzi para Inglês

Sim, traduzi para Espanhol

Não percebi a possibilidade de tradução

Percebi que podia traduzir, mas não utilizei

Figura 15. Questões número 5, 6 e 7 do questionário.

Já a questão 8, exibida na Figura 16, não era obrigatória responder, e foi utilizada apenas para o usuário inserir alguma crítica ou sugestão sobre o Museu Virtual.

8 - Gostaria de deixar alguma crítica ou sugestão com relação à forma como o Museu é apresentado?

Texto de resposta longa

.....

Figura 16. Questão número 8 do questionário.

Por meio das respostas das questões mostradas neste tópico, foi possível chegar a algumas conclusões sobre a aplicabilidade do *Framework* Conceitual, bem como a proposição de possíveis mudanças e alterações que poderão ser feitas como trabalhos futuros.

4.5.2 Aplicação do Questionário

Para a resolução do questionário, o Museu Virtual foi disponibilizado para acadêmicos e professores da Universidade Estadual do Norte do Paraná, dos cursos de Enfermagem, Medicina Veterinária, Sistemas de Informação e Ciência da Computação. Sendo assim, o Museu Virtual foi exposto à usuários que possuíam ou não relação aprofundada com tecnologia.

Primeiramente, foi encaminhado um e-mail à 55 pessoas com os perfis citados acima, o qual convidava o destinatário a utilizar o Museu Virtual e responder ao questionário. Neste e-mail, conforme mostrado na Figura 17, estavam explicitados todos os passos que deviam ser seguidos para ajudar a pesquisa.



Figura 17. E-mail de convite para a visita ao Museu Virtual e preenchimento do questionário.

Como é possível observar, foi recomendado que o usuário utilizasse o Museu Virtual antes de responder as questões. Sendo assim, os resultados obtidos na validação serão exibidos na seção a seguir.

4.5.3 Resultado da aplicação do questionário

Como dito na seção anterior, o e-mail com o convite para utilizar o Museu Virtual e responder o questionário foi enviado para as pessoas com os perfis descritos na seção, e, sendo assim, foram obtidas 34 respostas.

Após a análise inicial dos dados, foi possível observar que os usuários que utilizaram o Museu e responderam o questionário realmente podiam ou não ter intimidade com a tecnologia. Quanto à essa questão, 41,2% (14 usuários)

responderam que possuíam uma alta relação com as tecnologias de informação e comunicação, porém 32,4% (11 usuários) e 26,5% (9 usuários) responderam que tinham média e baixa intimidade, respectivamente.

As respostas das questões 2, 3 e 4 foram exibidas no gráfico da Figura 18. Como é possível observar na figura, quando indagados sobre a história de Bandeirantes, 61,8% (21 usuários) responderam que obtiveram informação sobre o assunto. Já em relação à estação de ferro e à Usina Bandeirantes, apenas 47,1% (16 usuários) responderam que adquiriram informação sobre tais assuntos. Essas opções tiveram uma porcentagem relativamente baixa (comparadas com as outras formas de disponibilização de conteúdo) pelo fato da carência de textos sobre a história desses temas, visto que foi disponibilizado no Museu Virtual apenas uma introdução desses assuntos. Porém, mesmo com pouca informação, é possível perceber que quase a maioria dos usuário obtiveram conhecimentos sobre a história e formação do temas existentes no Museu Virtual.

Em relação aos artefatos (objetos 3D) disponibilizados no Museu Virtual, as respostas são muito positivas em todos os assuntos. No gráfico apresentado na Figura 18, é possível observar que 88,2% (30 usuários) visualizaram os artefatos dos pioneiros da cidade de Bandeirantes. Sobre a estação ferroviária, 82,4% (28 usuários) puderam observar seus elementos. Em relação à Usina Bandeirantes, 79,4% (27 usuários) observaram o objetos 3D disponíveis no Museu Virtual. Já sobre a cultura japonesa, 67,6% (23 usuários) verificaram a disponibilidade do artefatos. Essas respostas mostram que os objetos 3D foram bem explorados no Museu Virtual e que os usuários conseguiram “transitar” pelas diferentes salas, visualizando e interagindo com os artefatos.

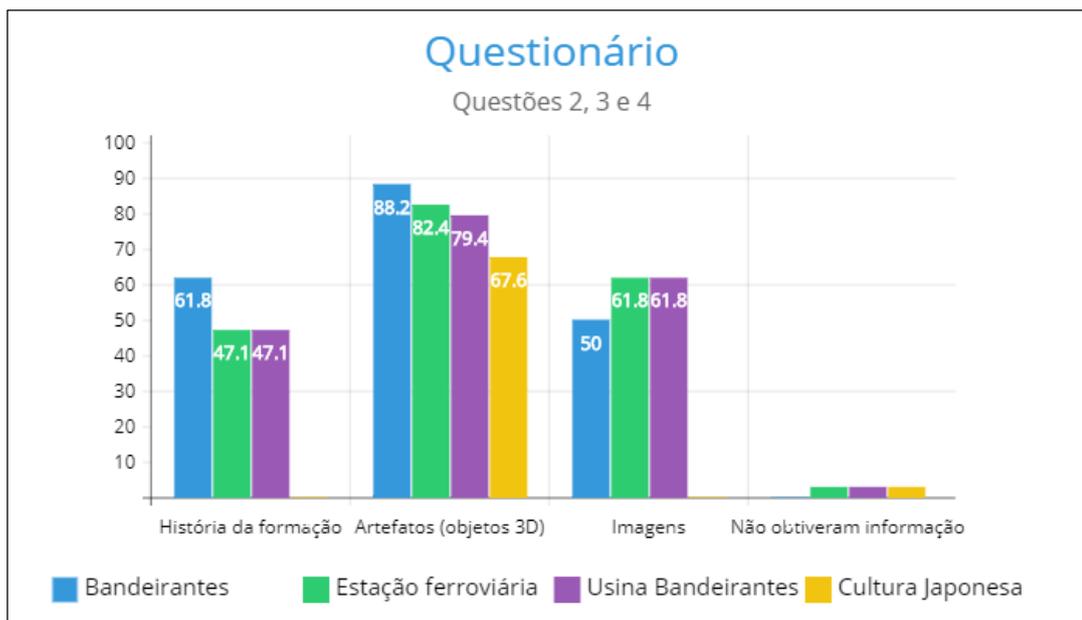


Figura 18. Gráfico com as respostas das questões 2, 3 e 4 do questionário.

Em relação às imagens disponibilizadas no Museu Virtual, as respostas também foram favoráveis. De acordo com o gráfico da Figura 18, é possível observar que 50% (17 usuários) visualizaram imagens dos pioneiros de Bandeirantes. Em relação às imagens da estação ferroviária e da Usina Bandeirantes, 61,8% (21 usuários) observaram-nas no Museu Virtual. Sendo assim, obteve-se então uma resposta satisfatória quanto à visualização das imagens que continham fotografias e conteúdos sobre os temas disponibilizados no Museu.

Ainda de acordo com o gráfico da Figura 18, é possível observar que poucos usuários não conseguiram obter informação sobre alguns dos temas do Museu. No caso da estação ferroviária, da Usina Bandeirantes e da cultura japonesa, 2,9% (1 usuário) apenas não conseguiu obter nenhum tipo de informação. Já em relação à história de Bandeirantes, todos os usuários obtiveram pelo menos um tipo de informação.

As respostas da questão 5, mostradas na Figura 19 foram positivas. De acordo com o gráfico, 76,5% (26 usuários) conseguiram explorar os detalhes dos objetos 3D do Museu Virtual, enquanto 20,6% (7 usuários) exploraram parcialmente e 2,9% (1 usuário) não tentou. Com isso, é possível observar que a interação e a usabilidade com os objetos 3D foram satisfatórias, pois nenhum usuário informou não ter conseguido utilizar os artefatos disponibilizados no Museu.

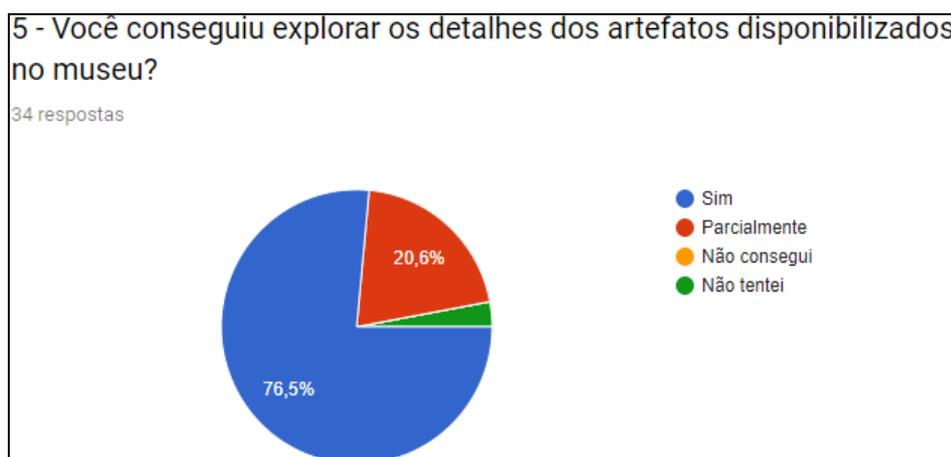


Figura 19. Gráfico com as respostas da questão 5 do questionário.

As respostas da questão 6, mostradas na Figura 20, demonstram que 61,8% (21 usuários) conseguiram procurar por algum assunto de seu interesse, enquanto 20,6% (7 usuários) conseguiram parcialmente e 17,6% (6 usuários) não tentaram. É possível observar então, que a maioria dos usuários conseguiu de maneira intuitiva utilizar a navegação das salas 360° propostas no *Framework* Conceitual. Ainda, pode-se constatar que esse componente obteve aceitação, visto que nenhum usuário possuiu complicações ao tentar utilizá-lo.

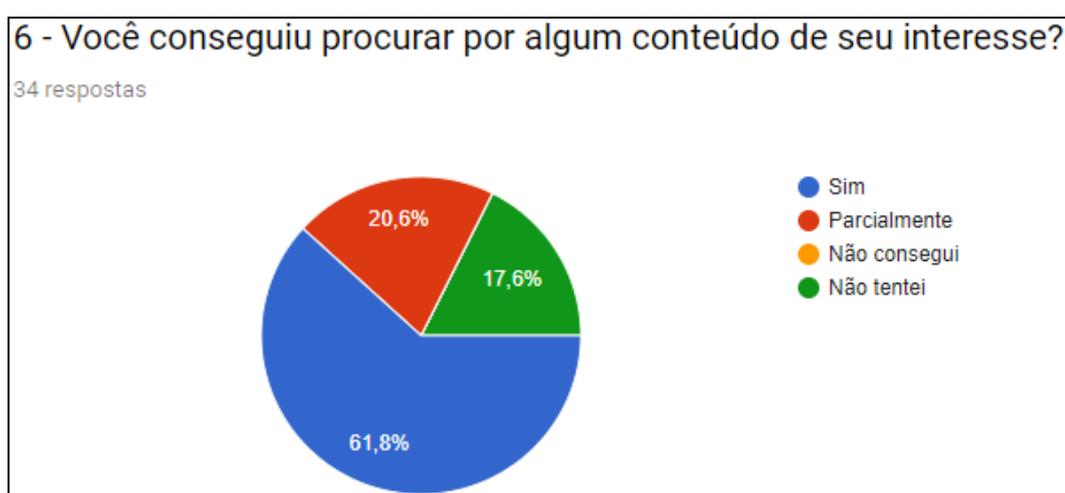


Figura 20. Gráfico com as respostas da questão 6 do questionário.

Já na Figura 21, são mostradas as respostas da questão 7. Essa questão possui uma característica particular porque, como observado na seção 4.5.1, ela não avalia a concordância da tradução em si, mas sim a disponibilidade de uma ferramenta para

traduzir para outros idiomas. Em outras palavras, ela validou a forma como a ferramenta foi disposta, não a gramática dos idiomas disponíveis. Sendo assim, como é possível observar, 76,5% (26 usuários) perceberam a possibilidade de tradução, porém optaram em não traduzir. Ainda, 8,8% (3 usuários) perceberam e utilizaram a ferramenta, porém 14,7% (5 usuários) não notaram a capacidade de tradução. Com isso, 85,3% (29 usuários) observaram a ferramenta, e os 3 participantes que usaram este instrumento conseguiram navegar pelo museu de maneira satisfatória, o que foi possível perceber combinando esta resposta com as respostas das outras questões.



Figura 21. Gráfico das respostas da questão 7 do questionário.

A questão número 8, como dito na seção 4.5.1, não era obrigatório responder. Porém, alguns usuários fizeram comentários e recomendações por meio dela. São elas:

- **“Poderia apresentar mais informações sobre a cultura japonesa”.** Essa recomendação é muito válida, porém, como dito no início desta seção, o conteúdo histórico disponibilizado no Museu Virtual foi apenas uma introdução sobre os assuntos. Com relação ao teor das informações disponibilizadas, cabe ao curador de cada Museu fornecer as informações completas.
- **Usuário 1: “A informação proposta no museu é de muito fácil acesso e entendimento, principalmente a visualização dos elementos 3D. Porém poderia ter um botão para voltar ao início do site a partir do TOUR 360”.** Usuário 2: **“Eu não encontrei o botão alterar, ou o botão**

sair, para trocar de tour, por exemplo, na hora que estava no primeiro tour do museu e depois queria sair dele e ir para o próximo tour que era o do hotel Yara, eu precisei fechar a pagina, e voltar para a página do formulário para encontrar novamente o link”. Como pode-se observar, a usabilidade e os objetos 3D do Museu Virtual foram aprovados pelo usuário. Em relação à sua recomendação, é uma alteração válida que pode ser incluída melhorar a navegação do visitante.

- **Usuário 1: “Ofertar alguma possibilidade para ler as placas expostas.”** **Usuário 2: “Zoom nas imagens.”** **Usuário 3: “Alguns quadros que estão nas paredes poderiam ter uma visão mais detalhada assim como os artefatos em 3d, e o 360 está cortando e sobrepondo em algumas partes, mas nada que atrapalhe a experiência”.** Nestas recomendações, os usuários fazem alusão às imagens disponibilizadas no Museu. Mesmo que elas sejam de fácil visualização, as mesmas não foram tratadas para que os usuários pudessem ter acesso ao texto das imagens de maneira satisfatória. Sendo assim, o tratamento correto das imagens, utilizando uma ferramenta de reconhecimento óptico de caracteres, seria útil neste caso. Esse aspecto é visto como um trabalho futuro para incrementar os conteúdos disponíveis no Museu Virtual.
- **“Pude apreciar as informações como se estive no local!”**
- **“Achei muito interessante e acessível!”**

O questionário aplicado permitiu verificar os aspectos positivos e os aspectos que ainda precisam ser melhorados no Museu Virtual. Estes aspectos permitiram perceber a necessidade de incorporação de mais diretriz importante no *Framework* Conceitual VMNUI, que é o tratamento das imagens com textos para permitir a leitura de maneira satisfatória.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Museu Virtual é um importante meio de comunicação que permite preservar informações históricas que muitas vezes são perdidas e é uma alternativa para muitos indivíduos que desconhecem a existência de museus físicos, ou não têm a motivação necessária para fazer uma visita, por conta de diversas razões que podem dificultar o seu acesso.

Analisando os Museus Virtuais existentes, percebeu-se a necessidade de propor diretrizes para apoiar os designers de ambientes virtuais na criação de espaços que proporcionem boa interatividade, intuitividade e usabilidade.

Neste sentido, neste trabalho foi proposto um Framework Conceitual para apoiar a criação de Museus Virtuais com foco em Interfaces Naturais como forma de fornecer uma boa experiência aos usuários neste tipo de sistema.

Nesse contexto, buscou-se identificar as características da usabilidade e das NUI's. Então, foi criado um modelo conceitual contendo os componentes que um Museu Virtual deve possuir, e as diretrizes que podem apoiar os desenvolvedores na criação desse tipo de ambiente. A junção dessas duas partes compreende o Framework Conceitual VMNUI.

O Framework VMNUI apresenta três eixos: (i) Pessoas, as quais têm os seus papéis na utilização do Museu Virtual, e suas especificidades, como idiomas específicos e diferenças físicas ou psicológicas; (ii) Componentes, que são as formas com que os conteúdos estarão dispostos no Museu Virtual e (iii) Atividades, que estão atreladas às funções que cada papel exerce.

Atrelando o uso da interface natural aos eixos do VMNUI, são oferecidas pelo framework algumas diretrizes para o desenvolvimento de museus virtuais, como: utilizar imagens 360° para uma melhor navegação na sala virtual; utilizar função 3D para que as obras possam ser rotacionadas, explorando cada detalhe da exposição; dar atenção às questões de fisiologia e cinestesia, evitando movimentos difíceis e ações muito repetitivas; atentar para a quantidade de informação e para a sua disposição, buscando promover boa visibilidade de todos elementos da interface, dentre outras.

Sendo assim, o VMNUI foi aplicado em um Museu Virtual desenvolvido pelo Projeto de Extensão “Não Apague Minha Memória”. Tanto os componentes quanto as

diretrizes foram implementados no Museu com o intuito de validar a pesquisa realizada.

Com o intuito de verificar sua aplicabilidade, o Museu Virtual foi disponibilizado para um conjunto de usuários (acadêmicos e professores da Universidade Estadual do Norte do Paraná, de diferentes cursos) que utilizaram o ambiente e forneceram um feedback sobre a sua experiência.

Algumas questões foram apontadas, dentre elas a possibilidade de acesso aos textos das imagens e a necessidade de inclusão de alguns botões para melhorar a navegação. Contudo, a partir dos relatos, observou-se que, seguindo os eixos e diretrizes propostos pelo VMNUI, foi possível criar um Museu Virtual que proporcionasse, no geral, uma boa experiência de navegação.

Como trabalho futuro, pretende-se investir no tratamento das imagens dispostas virtualmente, bem como na melhoria da resolução das salas 360° e dos objetos 3D, para aumentar a satisfação do usuário em utilizar os Museus Virtuais.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, J.; SCHWEIBENZ, W. A New Medium for Old Masters: The Kress Study Collection Virtual Museum Project. *Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America*, vol. 17, nº 1, p. 19 – 27, 1998.
- ARAÚJO, R. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios. In: XIII Simpósio Brasileiro de Redes e Computadores, 2003, Natal. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Redes e Computadores*. Natal: Editora Índice, 2003. P. 45 – 115.
- ARRAIS, M.; GROSSI, M. G. R.; MARTINS, A. R. G. Interface Natural do Usuário: Aplicações para a Inovação do Ensino a Distância com o Uso do Microsoft Kinect®. In: 18º Congresso Internacional de Educação a Distância, 2012, São Luís. *Anais do 18º Congresso Internacional de Educação a Distância*. São Paulo: ABED, 2012.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. *Interação Humano-Computador*. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- BLAKE, J. *Natural User Interfaces in .Net*. Nova Iorque: Manning Publications Company, 2011.
- CARVALHO, J. O. F. O Papel da Interação Humano-Computador na Inclusão Digital. *Transinformação*, Campinas, v. 15, n.3, p. 75-89, set.- dez. 2003.
- CHENGWEI, Y.; CHENGLE, Y.; SHIJUN, L.; XIANGXU, M.; RUI, W. An Approach of Personalized 3D Scene Customization Based on Multimedia Resource. In: International Conference on Multimedia and Signal Processing (CMSP), 2011, Guilin. *Proceedings of the International Conference on Multimedia and Signal Processing (CMSP)*. Guilin: IEEE, 2011. p. 131-135.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Nova Iorque: Addison-Wesley, 1994.
- GARBIN, S. M. *Estudo da evolução das Interfaces Humano-Computador*. 2010. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia Elétrica com Ênfase em Eletrônica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.
- GUIDI, G.; TROCCHIANESI, R.; PILS, G.; MORLANDO, G.; SEASSARO, A. A. Virtual Museum for Design: New forms of interactive fruition. In: 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM), 2010, Seul. *Proceeding of the 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM)*. Seul: IEEE, 2010. p. 242-249.
- HEWETT, T. T.; BAECKER, R.; CARD, S.; CAREY, T.; GASEN, J.; MANTEI, M.; PERLMAN, G.; STRONG, G.; VERPLANK, W. *Curricula for human-computer interaction*. Nova Iorque: ACM, 1992.

- HOLMAN, D.; VERTEGAAL, R. Designing computer in any way, shape, or form. *Communication of the ACM – Organic User Interfaces*, Nova Iorque, v. 51, nº 6, p. 48 – 55. 2008.
- ISHII, H. The tangible user interface and its evolution. *Communications of the ACM – Organic User Interfaces*, Nova Iorque, v. 51, nº 6, p. 32 – 36, jun. 2008.
- JAIN, J.; LUND, A.; WIXON, D. The Future of natural user interfaces. In: *Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2011*, Nova Iorque. *Proceedings of the Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Nova Iorque: ACM, 2011. p. 211 - 214.
- LIMA, D. O que se pode denominar como Museu Virtual segundo os museus que assim se apresentam. In: *10º Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2009*, João Pessoa. *Anais do 10º Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*. João Pessoa: Ideia, 2009, p. 2451-2468.
- LISBOA, J. F. Projeto Conceitual de Banco de Dados Geográficos através da Reutilização de Esquemas, utilizando Padrões de Análise e um Framework Conceitual. 2000. 212 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2000.
- LIU, W. Natural User Interface: Next Mainstream Product User Interface. In: *IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, 2010*, Yiwu. *Proceedings of the IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design*. Yiwu: IEEE, 2010. p. 203-205.
- LOPES, L. A.; GUILHERMINO, D. F.; COLETI, T. A.; ELERO JUNIOR, R.; SGARBI, E. M.; GUERINO, G. C.; ANASTACIO, P. R.; RIBEIRO, C. E. An Analysis of a Heuristic to Assist Sociability Evaluation in Online Communities. In: *18th International Conference HCI International, 2016*, Toronto. *Proceedings of 18th International Conference HCI International*. Toronto: Springer, 2016. p. 257-267.
- 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 - 6, set. 2004.
- MATTSSON, M. Object-oriented Frameworks: A Survey of Methodological Issues. 1996. 128 f. Tese de licenciatura (Graduação em Ciência da Computação) – Departamento de Ciência da Computação e Administração Empresarial, Universidade de Karlskrona/Ronneby, Suécia, 1996.
- MOURA, Í. B. G.; MENDES NETO, F. M.; SOUSA, P. S. M. Utilização do Framework Jade no Desenvolvimento de um Museu Virtual 3D com Recomendação Personalizada de Conteúdo. *Revista E-xacta*. Belo Horizonte, v. 5, nº 2, p. 83-97, 2012.

- MUCHACHO, R. Museus virtuais: A importância da usabilidade na mediação entre o público e o objecto museológico. In: 4º Congresso da Associação Portuguesa de Ciências da Comunicação, 2005, Portugal. Anais do 4º Congresso da Associação Portuguesa de Ciências da Comunicação. Portugal: Comissão Editorial da Universidade de Aveiro, 2005. p. 1540-1547.
- PETERSEN, N.; STRICKER, D. Continuous Natural User Interface: Reducing the gap between real and digital world. In: 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2009, Orlando. Proceedings of the 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality. Orlando: IEEE, 2009. p. 23-26.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, E.; BENYON, D.; HOLLAND, S.; CAREY, T. Human-Computer Interaction. Inglaterra: Addison-Wesley, 1994.
- ROCHA, L. V.; EDELWEISS, N. GeoFrame-T: A Temporal Conceptual Framework for Data Modeling. In: 9th ACM International Symposium on Advances in Geographical Information Systems, 2001, Atlanta. Proceedings of the 9th ACM International Symposium on Advances in Geographical Information Systems. Atlanta: ACM, 2001.
- RODRIGUES, M. S.; FELIX, Z. C.; SIQUEIRA, V. J.; ALMEIDA FILHO, P. C.; SOBREIRA, F. B. C. Utilização de Interface Natural com o Usuário no processo de alfabetização e desenvolvimento cognitivo de crianças com Síndrome de Down. In: XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2007, Resende. Anais do XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro: AEDB, 2014.
- SANT'ANNA, A. C.; FERRONATO, A. C. C. Interfaces Naturais e Interfaces Tangíveis. Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, 2015.
- SCHNEIDER, E. I. Uma contribuição aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) suportados pela Teoria da Cognição Situada (TCS) para pessoas com deficiência auditiva. 2012. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.
- SHARP, H.; PREECE, J.; ROGERS, Y. Interaction design: beyond human-computer interaction. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- SILVA, R. P. Suporte ao Desenvolvimento e uso de Frameworks e Componentes. 2000. 212 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2000.
- SILVEIRA, M. S.; PRATES, R. O. Uma Proposta da Comunidade para o Ensino de IHC no Brasil. In: XIV Workshop sobre Educação em Computação (WEI2007), 2007, Rio de Janeiro. Anais do XIV Workshop sobre Educação em Computação (WEI2007). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2007. p. 76- 84.

- SOUZA, C. S.; LEITE, J. C.; PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Projeto de Interfaces de Usuário: Perspectivas Cognitivas e Semióticas. In: Jornadas de Atualização em Informática, 1999, Rio de Janeiro. Anais das Jornadas de Atualização em Informática. Rio de Janeiro: Edições EntreLugar, 1999. p. 420-470.
- TALIGENT, Inc. Building Object-Oriented Frameworks. Disponível em: <http://lhcb-comp.web.cern.ch/lhcb-comp/Components/postscript/buildingoo.pdf>. Acesso em: 09 Out. 2017.
- TAMENE, E. H. Theorizing Conceptual Framework. Asian Journal of Educacional Research, Jinhua, vol. 4, nº 2, p. 50 – 56, 2016.
- TRACTINSKY, N.; SHOVAL-KATZ, A.; IKAR, D. What is beautiful is usable. Interacting with computers. Bersebá, v. 13, p. 127 – 145, mar. 2000.
- VALLABHANENI, A.; WANG, T.; HE, B. Brain-Computer Interface. In: HE, B. (Eds.). Neural Engineering. 1 ed. Boston: Springer, 2005. cap 3.
- WIDGOR, D.; WIXON, D. Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture. Burlington: Morgan Kaufmann, 2011.