

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

RODRIGO SOUSA MONTEIRO

**TESTES DE USABILIDADE EM LOUSAS INTERATIVAS: ESTUDO DE CASO
COM A SMART BOARD™**

São Luís

2015

RODRIGO SOUSA MONTEIRO

**TESTES DE USABILIDADE EM LOUSAS INTERATIVAS: ESTUDO DE CASO
COM A SMART BOARD™**

Monografia apresentada ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto

São Luís

2015

Monteiro, Rodrigo Sousa

Testes de usabilidade em lousas interativas: estudo de caso com a smart board / Rodrigo Sousa Monteiro. – São Luís, 2015.
85f.

Monografia (Graduação) – Curso de Ciência da Computação,
Universidade Federal do Maranhão, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto

1. Usabilidade. 2. Lousa interativa. I. Título.

CDU 004.738.5

RODRIGO SOUSA MONTEIRO

**TESTES DE USABILIDADE EM LOUSAS INTERATIVAS: ESTUDO DE CASO
COM A SMART BOARD™**

Monografia apresentada ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em: 7 / 7 / 2015

BANCA EXAMINADORA

Carlos de Salles Soares Neto

Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto (Orientador)
Doutor em Ciência da Computação
Universidade Federal do Maranhão

Portela

Prof. Me. Carlos Eduardo Portela Serra de Castro
Mestre em Ciência da Computação
Universidade Federal do Maranhão

Tiago Bonini Borchardt

Prof. Dr. Tiago Bonini Borchardt
Doutor em Ciência da Computação
Universidade Federal do Maranhão

Allan Kássio Beckman Soares da Cruz

Me. Allan Kássio Beckman Soares da Cruz
Mestre em Design
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus Pai Todo Poderoso, que por sua infinita misericórdia e vontade sempre abençoou, sustentou e me conduziu durante toda essa caminhada, permitindo chegar até o final.

Ao meu orientador Carlos Salles, a quem tenho enorme apreço e admiração, pelo acolhimento, incentivo, paciência, dedicação, confiança, orientação e por ter acreditado desde o início.

Aos professores, a quem devo muito, sempre empenhados em oferecer o melhor para os seus alunos, para mim foi uma honra tê-los como tutores.

Aos meus familiares, de maneira especial, meus avós maternos Raimunda e Raimundo que estão no Céu e que me ensinaram o quanto o estudo é importante na vida de um ser humano. Ao meu pai João da Costa que está junto de Deus também intercedendo por mim e me incentivou muito, educou e aconselhou tão bem. A minha mãe Arlete Maria, que com todo o seu carinho, cuidado e atenção é uma guerreira incansável e com grande alegria dedico esse presente a ela e ao meu irmão Robson por sua valiosa disponibilidade.

Aos meus irmãos da Comunidade Católica Shalom, pelo grande apoio dado e pelo auxílio com suas orações neste tempo.

A minha namorada Jaciara, muito virtuosa, companheira e que me deu muita força sobretudo nas adversidades.

Aos amigos que fiz no decorrer dessa dura jornada, que foi o curso de graduação. Nessa fase da minha vida fiz grandes e valorosos amigos que me apoiaram, me acompanharam e me ensinaram lições que guardarei para sempre.

Aos colegas do laboratório LAWS pelos conselhos e ponderações que contribuíram para a conclusão deste trabalho e pela atenção que foi dada em cada solicitação.

Aos funcionários do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA) que ofereceram as condições necessárias para que o trabalho pudesse ser realizado.

A todos um muito obrigado, serei eternamente grato a vocês.

*“Queres na verdade ser santo? – Cumpre o pequeno dever de cada momento; faz o que deves e está no que fazes.
Fazei tudo por Amor. Assim não há coisas pequenas: tudo é grande. A perseverança nas pequenas coisas, por Amor, é heroísmo.”*

São Josemaría Escrivá

RESUMO

Com o crescente avanço da tecnologia, estão surgindo no mercado diversos aparelhos que permitem aos usuários a interação com apenas um toque na tela (*touchscreen*). A lousa interativa está inserida nesse contexto, funcionando como um dispositivo de entrada de um computador, tornando-o mais acessível aos usuários devido sua área de projeção. Um dos modelos disponíveis é a Smart Board 880ix e que possui uma série de recursos. Para esse modelo adquirido pelo Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA) foi desenvolvida uma aplicação de jogos interativos e que será utilizada pelos visitantes do museu. Então é de fundamental importância verificar a qualidade dessa aplicação afim de proporcionar uma experiência gratificante aos visitantes e um dos principais fatores a ser explorado é a usabilidade. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a usabilidade dessa aplicação a partir do entendimento e da criação de um teste de usabilidade que permite a análise e discussão dos resultados com base nos critérios definidos no objetivo do teste.

Palavras-chave: Teste de Usabilidade; Aplicação de jogos interativos; Lousa Interativa.

ABSTRACT

With the increasing advances in technology, are appearing in the market several devices that allow users to interact with just a touch on the screen (touchscreen). The interativer whiteboard is inserted in this context, working as an input device to a computer, making it more accessible to users due to its area of projection. One of the models available is the Smart Board 880ix and that has a number of features. For this model purchased by the Center for study of Natural History and Archeology of Maranhao (CPHNAMA) was developed an application of interactive games and that will be used by visitors to the museum. Then it is of utmost important to check the quality of the application in order to provide a rewarding experience for visitors, and one of the main factors to be explored is the usability. In this scenario, the present study aimed to evaluate the usability of the application from the understanding and the creation of a test of usability to analyze and discuss the results on the basis of the criteria laid down in the objective of the test.

Keywords: Test of Usability; Application of interactive games; Interactive whiteboard.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais componentes do sistema de lousa interativa.....	17
Figura 2 - A lousa interativa e a bandeja de canetas.....	18
Figura 3 - Projetor UX60 visão frontal e visão do painel onde estão as conexões respectivamente.....	19
Figura 4 - ECP ampliado localizado junto a bandeja de canetas.....	20
Figura 5 - Interface gráfica do software SMART Notebook	25
Figura 6 - Interface inicial da Aplicação.....	26
Figura 7 - Jogo 1: Escavação – Ilustração antes e depois do jogo ter sido iniciado	27
Figura 8 - Jogo 2: Descobrir.....	28
Figura 9 - Jogo 3: Restaurar.....	29
Figura 10 - Construção do Teste de Usabilidade.....	33
Figura 11 - Questões de avaliação de critérios de usabilidade.....	41
Figura 12 - Notas dos participantes para os Jogos Escavação, Descobrir e Restaurar.....	43
Figura 13 - Tela inicial do novo protótipo.....	44
Figura 14 - Jogo Escavação – Nova versão com leiaute mais moderno.....	45
Figura 15 - Jogo Descobrir (Memória) – Nova versão.....	46
Figura 16 - Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça) – Novo visual do jogo.....	46
Figura 17 - Gráfico mostrando o número de participantes nas categorias.....	50
Figura 18 - Gráfico que indica o grau de instrução dos participantes.....	51
Figura 19 - Tempo de uso do Computador em anos.....	52

Figura 20 - Locais de uso do Computador.....	52
Figura 21 - Utilização de Aparelhos Touchscreen.....	53
Figura 22 - Tempo de Experiência com o uso de Aparelhos Touchscreen.....	53
Figura 23 - Tempo gasto pelos participantes no Jogo Escavação	55
Figura 24 - Tempo gasto pelos participantes no Jogo Descobrir (Memória).....	56
Figura 25 - Tempo gasto pelos participantes no Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).....	56
Figura 26 - Avaliação dos participantes sobre a diversão do Jogo Escavação.....	58
Figura 27 - Frequência dos graus de avaliação dadas a diversão do Jogo Escavação.....	59
Figura 28 - Avaliação dos participantes sobre a Facilidade de Uso do Jogo Escavação.....	59
Figura 29 - Frequência dos graus de avaliação dadas a Facilidade de uso do Jogo Escavação.....	60
Figura 30 - Avaliação dos participantes sobre a Aparência do Jogo Escavação.....	60
Figura 31 - Frequência dos graus de avaliação dadas a Aparência do Jogo Escavação.....	61
Figura 32 - Notas dos participantes para o Jogo Escavação.....	61
Figura 33 - Avaliação dos participantes sobre a Aparência do Jogo Descobrir (Memória).....	62
Figura 34 - Frequência dos graus de avaliação dadas a Aparência do Jogo Descobrir (Memória).....	62
Figura 35 - Avaliação dos participantes sobre a Diversão do Jogo Descobrir (Memória).....	63
Figura 36 - Frequência dos graus de avaliação dadas a Diversão do Jogo Descobrir (Memória).....	63

Figura 37 - Avaliação dos participantes sobre a Facilidade de Uso do Jogo da Memória.....	64
Figura 38 - Frequência dos graus de avaliação dadas a Facilidade de Uso do Jogo da Memória.....	64
Figura 39 - Notas dos participantes para o Jogo Descobrir (Memória).....	65
Figura 40 - Avaliação dos participantes sobre a Facilidade de Uso do Jogo Quebra-Cabeça.....	65
Figura 41 - Frequência dos graus de avaliação dadas a Facilidade de Uso do Jogo Quebra-Cabeça.....	66
Figura 42 - Avaliação dos participantes sobre a Aparência do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).....	66
Figura 43 - Frequência dos graus de avaliação da Aparência do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).....	67
Figura 44 - Avaliação dos participantes sobre a Diversão do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).....	68
Figura 45 - Frequência dos graus de avaliação da Diversão do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).....	68
Figura 46 - Notas dos participantes para o Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de conexões do projetor.....	20
Quadro 2 - Funções de idioma, áudio e vídeo.....	23
Quadro 3 - Funções para gerenciar rede e alerta de correio eletrônico.....	23
Quadro 4 - Avaliação de critérios de usabilidade para o Jogo Escavação.....	41
Quadro 5 - Avaliação de critérios de usabilidade para o Jogo Descobrir.....	42
Quadro 6 - Avaliação de critérios de usabilidade para o Jogo Restaurar.....	42
Quadro 7 - Categoria e sua respectiva faixa etária.....	50
Quadro 8 – Média dos Critérios de usabilidade dos jogos da nova aplicação.....	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 MOTIVAÇÃO	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
2 HARDWARE E SOFTWARE DA LOUSA INTERATIVA	17
2.1 COMPONENTES E INFORMAÇÕES DE HARDWARE	17
2.2 FUNCIONAMENTO DA LOUSA INTERATIVA	21
2.3 PRINCIPAIS RECURSOS	21
2.3.1 Áudio e Vídeo	22
2.3.2 Integração com Rede	22
2.3.3 Entrada multitoque	24
2.3.4 Reconhecimento de Objetos	24
2.4 SOFTWARE UTILIZADO	24
3 APLICAÇÃO DE JOGOS INTERATIVOS	26
4 METODOLOGIA	30
4.1 USABILIDADE	30
4.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	31
4.3 TESTE DE USABILIDADE	32
4.3.1 Preparação	33
4.3.2 Coleta de dados	35
4.3.3 Interpretação	35
4.3.4 Consolidação dos Resultados	36
4.3.5 Relato dos Resultados	36
5 TESTE DE USABILIDADE PARA A APLICAÇÃO	37
5.1 AÇÕES DA ETAPA DE PREPARAÇÃO	38
5.1.1 Teste Piloto	40
5.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	47
5.3 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	48

5.4 CONSOLIDAÇÃO E RELATO DOS RESULTADOS	48
6 RESULTADOS.....	49
6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	49
6.2 ARTEFATOS PRODUZIDOS NO EXPERIMENTO	49
7 CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICES	77

1 INTRODUÇÃO

Com o advento das novas tecnologias, uma das principais características presentes e fundamentais nos aparelhos desenvolvidos e lançados é a interatividade.

Um desses novos aparelhos é a lousa interativa que aparece atualmente como novidade nas escolas substituindo na maioria das vezes os tradicionais quadros de giz e de tinta, proporcionando além do recurso original de escrita (tinta digital), um novo meio de apresentação para que possa ser feita utilização de software, navegação em sites, entre outros recursos que antes estavam apenas restritos a um computador ou notebook.

Nesse contexto, percebe-se a importância de se conhecer esse novo ambiente de interatividade, visando poder explorá-lo com todos os recursos disponíveis para propiciar a melhor interação possível entre as aplicações apresentadas na lousa e o usuário.

Ao longo deste trabalho, apresenta-se um modelo de lousa: a *Smart Board*, mostrando o seu hardware e software, uma vez que nela a aplicação de jogos interativos estarão disponíveis para os usuários em um espaço de visitação do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA) que faz parte de um projeto denominado “Lugar de Memória”.

Daí surge a necessidade de verificar a qualidade da interação entre os visitantes do museu e a aplicação propriamente dita. Por isso, é preciso realizar uma avaliação afim de analisar a qualidade do produto.

O principal critério de qualidade a ser analisado neste trabalho é a usabilidade que consiste na capacidade de um produto de software ser compreendido, seu funcionamento aprendido e ser atraente ao usuário (Norma ISO/IEC 25000, 2014).

Sendo assim, este trabalho busca mostrar a avaliação da aplicação a partir das observações dos visitantes ao interagir com a interface dos jogos por meio do método mais eficiente de análise de fatores de usabilidade, neste caso específico, o teste de Usabilidade.

1.1 Motivação

A principal motivação deste trabalho é realizar o estudo e avaliação da usabilidade de jogos em uma tecnologia tão recente que é a lousa Interativa e para um público alvo de perfil tão heterogêneo que são os visitantes do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA), identificando como se dá a interação do usuário com a aplicação e medir grau de satisfação atingido.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal contribuir para a melhor usabilidade dos jogos desenvolvidos para a lousa interativa disponível no Centro de Pesquisa através da análise e discussão dos resultados obtidos com o teste de usabilidade realizado com os participantes recrutados durante a sua visitação.

Os objetivos específicos são listados:

- a) Apresentar e contextualizar o meio que será utilizado para realizar a interação com a aplicação (lousa interativa);
- b) Desenvolver e aplicar um teste de usabilidade para avaliar a usabilidade dos jogos interativos;
- c) Interpretar e discutir os resultados com objetivo de propor melhorias aos jogos existentes, e propor bases para criação de novas aplicações para a lousa.

1.3 Organização do Trabalho

O **Capítulo 1** apresenta a introdução deste trabalho.

O **Capítulo 2** inicia-se com a apresentação da lousa interativa Smart Board, expondo os componentes e informações de hardware. É explanado o seu funcionamento e são mostrados os principais recursos de hardware bem como os de software que são necessários para o seu manuseio.

Uma breve introdução do contexto da criação e do ambiente em que os jogos interativos estão é relatada no **Capítulo 3**, dando enfoque na interface, forma de movimentar e objetivo de cada jogo.

O **Capítulo 4** propõe a discussão do conceito de usabilidade e logo após são tratados os métodos de avaliação, destacando o método que é destinado para a averiguação dos jogos. É apresentado também o detalhamento dessa metodologia, contendo suas etapas e a maneira de proceder em cada uma dessas.

Em seguida, o **Capítulo 5** apresenta como a metodologia foi empregada no desenvolvimento do teste que analisou os jogos interativos tendo a participação dos visitantes, definindo os objetivos da avaliação, apresentando o teste piloto e as alterações efetivadas tendo como base os resultados obtidos, descrevendo as ações tomadas em todas as etapas.

Por fim, o **Capítulo 6** indica todos os resultados obtidos no teste, exibindo todos os produtos obtidos através da interpretação individual e coletiva dos dados dos visitantes que foram submetidos ao teste, além do parecer acerca das informações produzidas para os materiais utilizados no teste, ressaltando os objetivos estabelecidos no Capítulo 5.

2 HARDWARE E SOFTWARE DA LOUSA INTERATIVA

Este capítulo visa descrever a tecnologia na qual é desenvolvido o objeto de estudo deste trabalho: a lousa Interativa. O mesmo está organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 apresenta os componentes da lousa Interativa bem como suas especificações de hardware; a Seção 2.2 descreve o funcionamento do sistema de lousa interativa; a Seção 2.3, por sua vez, apresenta os principais recursos que o hardware da lousa permite ao usuário; a Seção 2.4 mostra todo o pacote de software que é necessária para utilização da lousa e os recursos que são oferecidos.

2.1 COMPONENTES E INFORMAÇÕES DE HARDWARE

O sistema de lousa interativa Smart Board 880ix é composto dos seguintes componentes: a lousa interativa Smart Board 880; o projetor SMART UX60; e o painel de controle estendido (ECP) além de outros equipamentos e acessórios, conforme podem ser vistos na Figura 1.



- 1 Painel de Controle Estendido (ECP).
- 2 Projetor SMART UX60.
- 3 Quadro interativo SMART BOARD 880.
- 4 Bandeja de Canetas Modular.

Figura 1 - Principais componentes do sistema de lousa interativa. Fonte: Adaptado de SMART Technologies ULC.

O painel de controle estendido (ECP) oferece controle centralizado para gerenciar a tecnologia de sala de aula. O projetor SMART Ux60 apresenta alcance muito curto, WXGA (1200 x 800), HDTV (720p e 1080p), HDMI e alto falante integrado. A lousa interativa SMART BOARD 880 possibilita que quatro usuários escrevam, apaguem e manipulem conteúdo simultaneamente. A bandeja de canetas modular detecta automaticamente os modos de ferramenta e é expansível, permitindo a adição de acessórios (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012a).

A lousa interativa Smart Board 880 apresenta uma projeção frontal sensível ao toque de forma intuitiva, possui uma superfície com revestimento rígido bastante durável que é otimizado para a projeção, contém a bandeja de canetas modular, como pode ser vista na Figura 2, que detecta quando o usuário pega uma caneta ou apagador da bandeja, também é composta de botões que ativam a utilização de uma determinada cor para a caneta e uma função de proteção de segurança que possibilita o bloqueio da lousa (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012a).

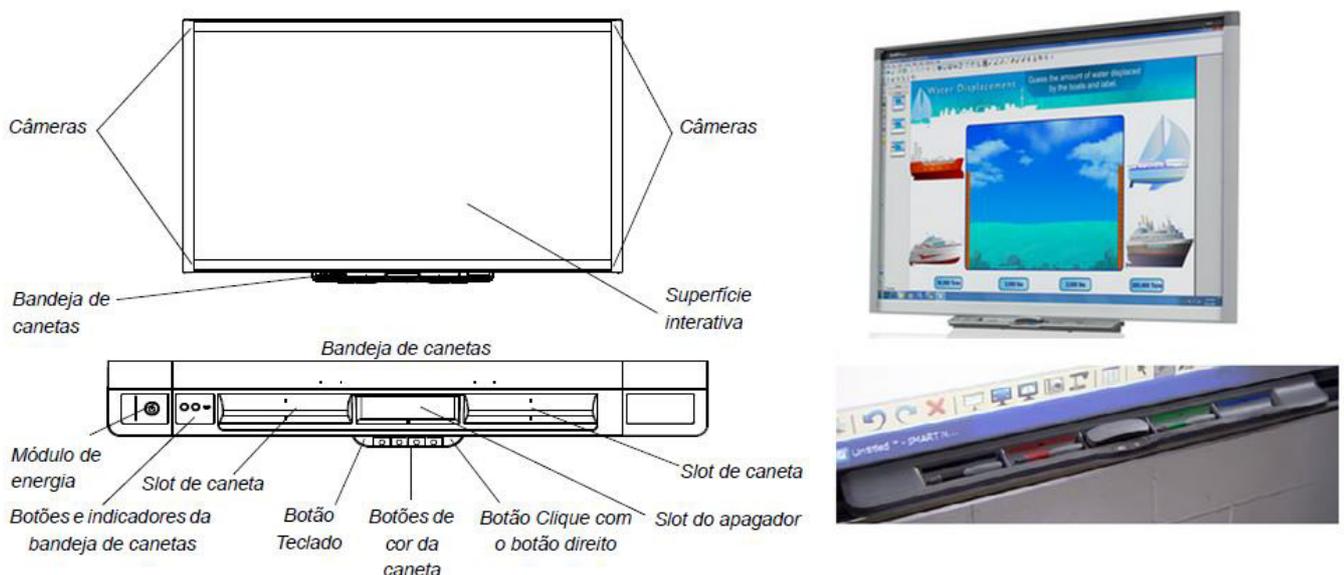


Figura 2 - A lousa interativa e a bandeja de canetas. Fonte: Adaptado de SMART Technologies ULC.

O projetor SMART UX60 possui um alcance muito curto para uso com a lousa e um sistema ideal com suporte robusto apropriado para ambientes corporativos e de salas de aula.

As principais características deste projetor são o motor de projetor de alta taxa de compensação, a correção Gama 2.1 com os modos Apresentação SMART, Sala clara, Sala escura, sRGB e utilizador. Ele dá suporte também a resolução de vídeo WXGA (2.200 lumens) para salas de aula; sendo compatível com os sistemas de vídeo PAL, PAL-N, PAL-M, SECAM, NTSC, NTSC 4.43, SDTV (480i/p e 576i/p); HDTV (720p e 1080i); possui resolução de 1280 × 800 e o gerenciamento remoto através de interface série RS-232. O painel do projetor UX60 suporta as seguintes conexões conforme demonstrado na Figura 3 e no Quadro 1 (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012a).

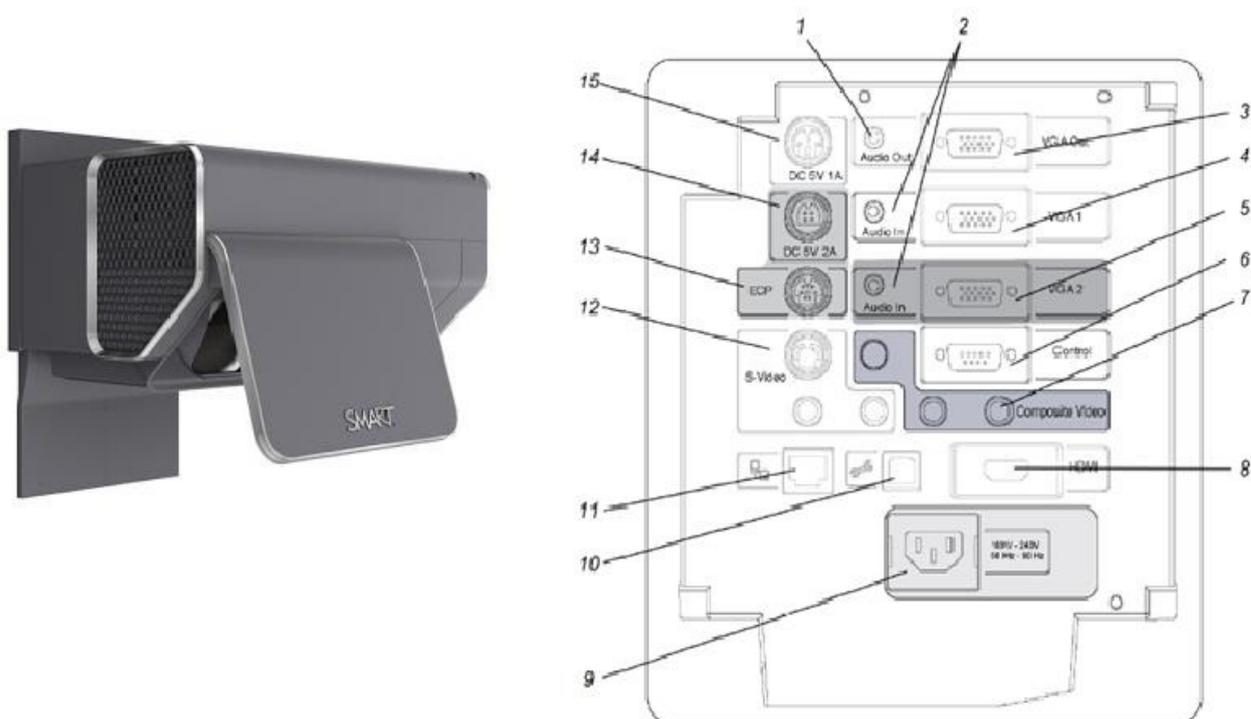


Figura 3 - Projetor UX60 visão frontal e visão do painel onde estão as conexões respectivamente.
 Fonte: SMART Technologies ULC.

Quadro 1 – Lista de conexões do projetor.

Número	Conector	Ligado a:
1	Saída de áudio estéreo de 3,5 mm	Alto-falantes (não incluso)
2	Entrada de áudio estéreo de 3,5 mm (x2)	Fontes de áudio associados com computadores primários e secundários
3	Saída de vídeo DB15F RGB (saída VGA)	Monitor secundário (não incluso)
4	Entrada de vídeo DB15F RGB (VGA1)	Computador principal (não incluso)
5	Entrada de vídeo DB15F RGB (VGA2)	Computador secundário (não incluso) através de kit de conexão VGA
6	DB9 RS- 232F	Cabo chicote ECP
7	Entrada de vídeo composto RCA (e entrada de áudio RCA esquerda e direita)	Origem de vídeo (não inclusa) através do conjunto de ligações RCA
8	Entrada HDMI	Origem de vídeo de alta definição (não inclusa)
9	Ligar/ Desligar	Fonte de Alimentação
10	USB B	Computador (para acesso de serviço)
11	RJ45	Rede (para gestão da página Web e acesso SNMP)
12	Entrada S-vídeo mini DIN de 4 pinos (e entrada de áudio RCA esquerda e direita)	Origem de vídeo (não inclusa)
13	Mini DIN de 7 pinos	Cabo chicote ECP
14	Saída de Alimentação mini DIN 5V/2 de 4 pinos	Cabo chicote ECP
15	Saída de alimentação mini DIN 5V/1de 3 pinos	Não usada

Fonte: SMART Technologies ULC.

O painel de controle (ECP) é fixado junto a bandeja de canetas, sendo responsável por regular a energia, escolha da fonte e ajuste de volume (Figura 4) (SMART TECHNOLOGIES, 2012a).

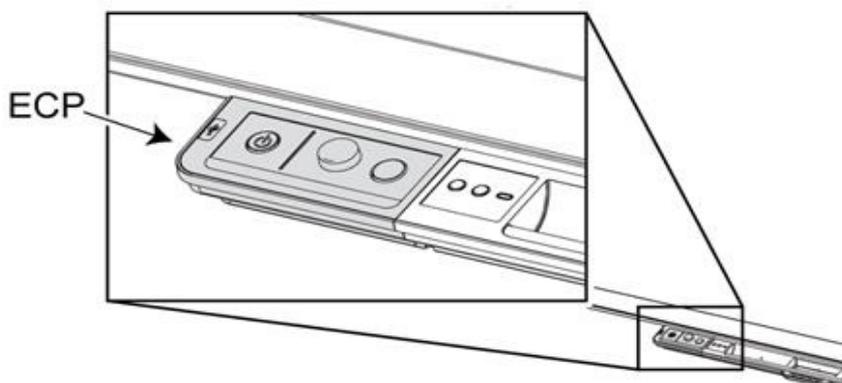


Figura 4 – ECP ampliado localizado junto a bandeja de canetas. Fonte: SMART Technologies ULC.

Existem outros acessórios inclusos com o sistema de lousa interativa, são eles: um controle remoto que permite ao usuário controlar o sistema e configurar o projetor; duas canetas para escrever na lousa e um apagador.

2.2 FUNCIONAMENTO DA LOUSA INTERATIVA

A lousa interativa funciona como um dispositivo de entrada para o seu computador, assim como um mouse, permitindo que você trabalhe em qualquer aplicativo no computador (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012a).

Quando o usuário toca na área da lousa, quatro câmeras (Figura 2) localizadas nos cantos da lousa detectam as coordenadas horizontal e vertical (ou x, y) desse contato, o computador interpreta essas coordenadas e move o ponteiro para o local correspondente na superfície da mesma (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012a).

Para sua utilização são necessários dois outros componentes: um computador e um projetor digital. Estes componentes trabalham juntos, o computador executa um aplicativo e envia a imagem para o projetor enquanto que o projetor lança a imagem na lousa (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012a).

Dessa maneira, a lousa trabalhará como o monitor do computador e seus respectivos dispositivos de entrada, ou seja, mouse e teclado, permitindo iniciar qualquer aplicativo apenas através de um toque. Para tanto, é preciso fazer a instalação dos drivers para poder usar essa tecnologia que também possibilitará o uso da tinta digital na área de trabalho ou em alguma aplicação aberta.

2.3 PRINCIPAIS RECURSOS

Dentre os principais recursos existentes na lousa Interativa Smart Board estão: o áudio e vídeo, integração com rede, entrada multitoque e reconhecimentos de objetos. Esses recursos são descritos a seguir:

2.3.1 Áudio e Vídeo

O projetor SMART UX60 produz altos níveis de brilho e contraste. Possui 2.200 lumens que possibilitam o uso em ambientes claros, permitindo que os arquivos de vídeo, dados e aulas pareçam de maneira nítida. O projetor também suporta conexões de áudio e vídeo através de uma variedade de dispositivos, incluindo dvd e leitores blu-ray, câmeras de documentos e outras fontes de alta definição (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2013).

2.3.2 Integração com Rede

O projetor pode ser conectado a uma rede IP para enviar e receber comandos do servidor da Web ou do cliente SNMP. Como um sistema de lousa interativo interligado em rede, o 880ix possui recursos de gerenciamento de ativos que permitem controlar e gerenciar o projetor remotamente utilizando qualquer computador ligado à sua intranet (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2013).

As configurações que podem ser acessadas remotamente são agrupadas em menus que possibilitam o usuário alterar o idioma, gerir o estado de áudio e vídeo do projetor, definir as configurações de rede, receber alertas por correio automático e habilitação de senha para restringir acesso. Algumas dessas funções são mostradas nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2 – Funções de idioma, áudio e vídeo.

Definição do submenu	Descrição
Idioma	Apresenta as opções de idioma
Informações do projector	Apresenta as informações sobre o projector corrente
Controlo de volume	Permite controlar o volume no PCE. Seleccione Activar para permitir a regulação do volume e seleccione Desactivar para desactivar a regulação do volume se preferir utilizar os controlos do seu sistema de áudio ou dos altifalantes (não incluídos).
Legendagem de áudio	Activa ou desactiva a função de legendagem de áudio.
Idioma	Define o idioma da legendagem de áudio para CC1 ou CC2 . Geralmente, o CC1 apresenta legendas em inglês americano, ao passo que o CC2 apresenta outros idiomas regionais, como francês ou espanhol, dependendo do canal de televisão ou da configuração do suporte multimédia.
Modo de visualização	Ajusta a visualização para os modos SMART Apresentação , Sala clara , Sala escura , sRGB e Utilizador para que possa projectar imagens a partir de várias entradas, com uma paleta de cores consistente: <ul style="list-style-type: none"> • SMART Apresentação é recomendado para obter fidelidade da cor. • Sala clara e Sala escura são recomendados para os locais nestas condições. • sRGB oferece uma cor precisa e padronizada. • Utilizador permite-lhe aplicar as suas próprias definições.
Brilho	Ajusta o brilho do projector entre 0 e 100.

Fonte: SMART Technologies ULC.

Quadro 3 – Funções para gerenciar rede e alerta de correio eletrónico.

Definição do submenu	Descrição
DHCP	Activa ou desactiva o DHCP da rede. <ul style="list-style-type: none"> • Activado atribui automaticamente o endereço IP do servidor DHCP ao projector. • Desactivado permite-lhe atribuir um endereço IP manualmente.
Endereço IP	Apresenta o endereço IP do projector em valores entre 0.0.0.0 e 255.255.255.255.
Máscara de sub-rede	Apresenta o número da máscara de trabalho da sub-rede do projector em valores entre 0.0.0.0 e 255.255.255.255.
Gateway	Apresenta a gateway de rede predefinida do projector em valores entre 0.0.0.0 e 255.255.255.255.
DNS	Apresenta o número do nome de domínio principal do projector em valores entre 0.0.0.0 e 255.255.255.255.
Nome do grupo	Apresenta o nome do grupo de trabalho do projector (máximo de 12 caracteres).
Nome do projector	Apresenta o nome do projector (máximo de 12 caracteres).
Localização	Apresenta a localização do projector (máximo de 16 caracteres).
Contacto	Apresenta o nome ou número de contacto do suporte do projector (máximo de 16 caracteres).
SNMP	Activa ou desactiva a função MIB do SNMP.
Alerta por correio electrónico	Seleccione Activar para ligar ou Desactivar para desligar a função de Alerta por correio electrónico.
Para	Define o endereço de correio electrónico do destinatário do alerta por correio electrónico.
CC	Define o endereço de correio electrónico do destinatário "com conhecimento" do alerta por correio electrónico.

Fonte: SMART Technologies ULC.

2.3.3 Entrada multitoque

Quatro usuários podem simultaneamente escrever, executar funções do mouse, apagar, manipular e mover objetos na superfície do quadro interativo. Não são necessárias ferramentas especiais (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2013).

2.3.4 Reconhecimento de Objetos

O sistema 880ix usa câmeras para identificar quando um usuário alterna entre o uso do dedo, da caneta ou do apagador. O usuário também pode escrever com uma caneta, apagar com a palma da mão e mover objetos com o dedo, sem precisar pressionar botões, acessar menus na tela ou substituir ferramentas na bandeja de canetas. Esse sistema possui suporte integrado para sistemas operacionais de multitoque, como Microsoft Windows 7 e Mac Snow Leopard (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2013).

2.4 SOFTWARE UTILIZADO

O pacote de software utilizado é composto dos seguintes softwares: Smart Drivers, SMART Notebook Tools e o SMART Notebook.

O Smart Drivers é o software responsável por realizar a tradução das informações obtidas a partir do contato com a lousa interativa em cliques de mouse, permitindo que o usuário acesse o computador conectado a lousa, com a utilização dos dedos (tecnologia *touchscreen*) ou com a caneta (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012b).

Já o Smart Notebook Tools é composto por um conjunto de ferramentas que podem ser adicionadas como recursos extras ao software SMART Notebook. Dentre essas ferramentas, estão o Math Tools que disponibiliza recursos matemáticos como edição de equações, reconhecimento de escrita para termos de matemática e geração de gráficos, além do 3D tools e Documento Câmera que possibilitam representações visuais que podem ser manipulados em três dimensões e a exibição

de documentos impressos e lâminas de microscópio, respectivamente (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012b).

Por último, o software Smart Notebook é utilizado na criação de lições ou apresentações que poderão ser salvas no computador com a extensão **.notebook** e executadas em qualquer outro computador desde que tenha o software instalado e um sistema operacional compatível (Windows, Mac ou Linux). Cada apresentação permite aos usuários acessarem vários recursos que estão disponíveis tais como adição de objetos a mão livre, formas geométricas, linhas, textos e imagens (Figura 5) (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012b).

Outra característica também muito interessante presente nesse software é a de poder configurá-lo para exportar uma lição ou apresentação em formato **.notebook** para outras extensões que podem ser páginas da Web (HTML), formatos de imagem (.bmp, .gif, .jpeg e .png), pdf, cff e powerpoint (SMART TECHNOLOGIES ULC, 2012b).

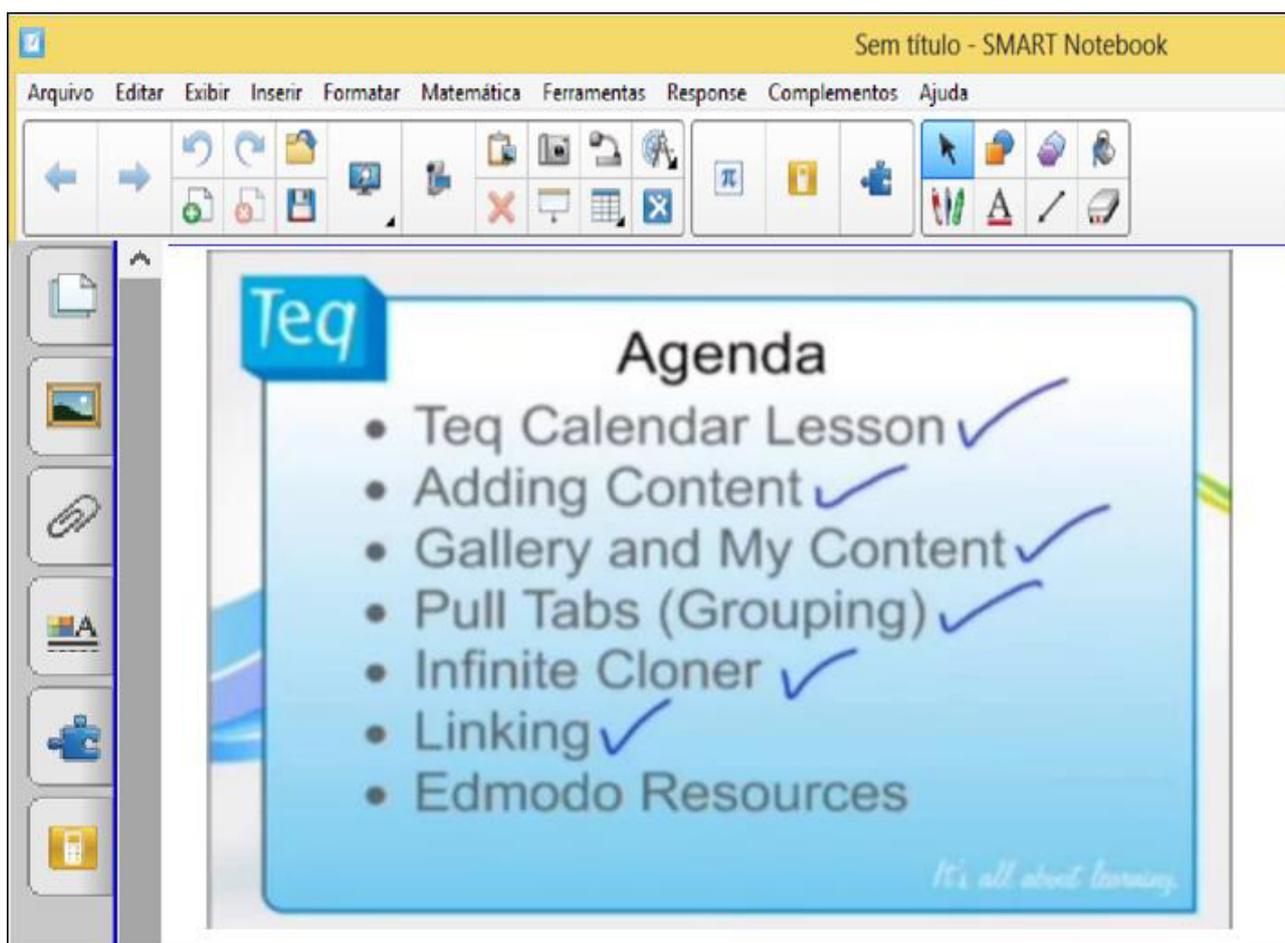


Figura 5 – Interface gráfica do software SMART Notebook

3 APLICAÇÃO DE JOGOS INTERATIVOS

Neste capítulo é apresentada a aplicação desenvolvida que estará disponível para os visitantes interagirem através da lousa interativa Smart Board (descrita no capítulo anterior) em um novo espaço de visitação do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA) que faz parte de um projeto denominado “Lugar de Memória”.

Esta aplicação é constituída de três pequenos jogos que contém elementos e partes representativas do museu e que tem como objetivo proporcionar uma experiência virtual dos visitantes com os aspectos arqueológicos e históricos do Centro de Pesquisa.

Primeiramente, tem-se a interface inicial, como pode ser vista na Figura 6, que retrata o mapa do Maranhão mostrando os profissionais que atuam em diversas atividades dentro do contexto do Centro de Pesquisa.

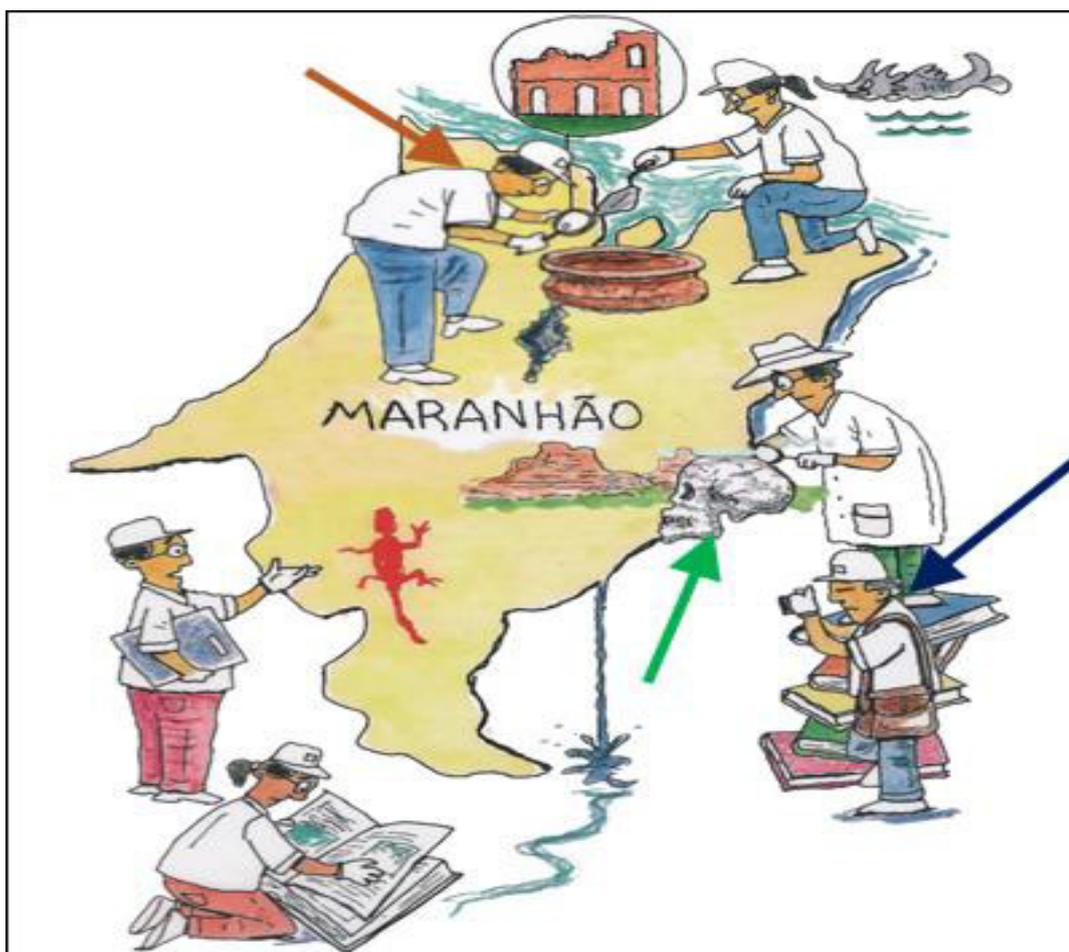


Figura 6 – Interface inicial da Aplicação.

O usuário poderá acessar através dessa tela cada um dos jogos interativos, clicando em uma das três partes que se apresentam de forma dinâmica (animadas), indicadas pelas setas mostradas na figura anterior, sendo que cada parte é responsável por carregar um jogo.

O primeiro jogo destacado é o **Escavação**, que retrata um cenário com vários arqueólogos recolhendo restos mortais de pessoas. O objetivo do jogo é realizar a escavação apenas deslizando a mão sobre a ilustração na lousa.

Percebe-se que a medida que o usuário vai realizando essa movimentação, aparecerá uma nova cena conforme pode ser vista na Figura 7, recriando o possível cenário original contendo a paisagem e os habitantes daquela região e finalizando o jogo quando este tiver sido completado.

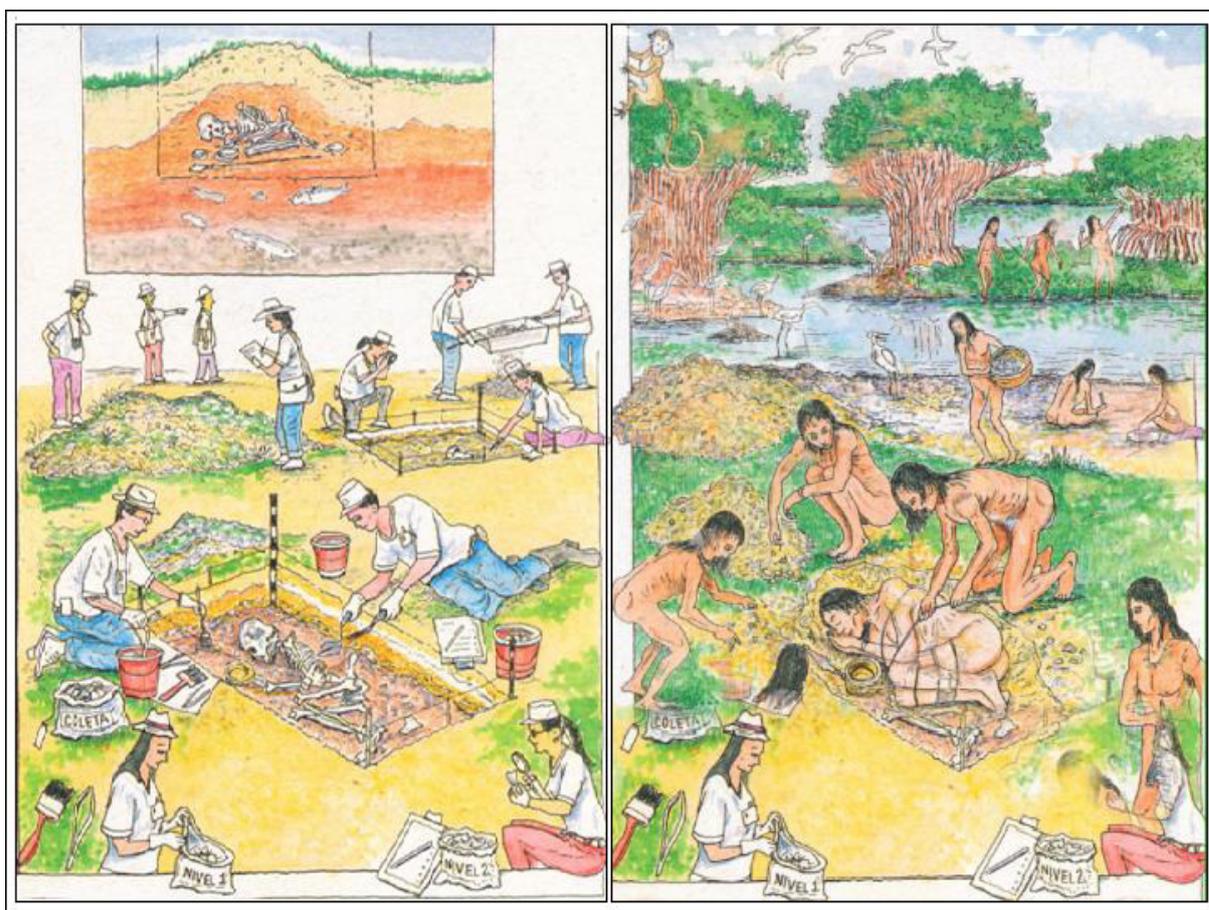


Figura 7 – Jogo 1: Escavação – Ilustração antes e depois do jogo ter sido iniciado.

O segundo jogo que mostraremos é o **Descobrir** que consiste em encontrar objetos arqueológicos escondidos em uma porção de terra, levando ao jogador a sensação de atuar como pesquisador em um verdadeiro sítio arqueológico. A forma de jogar é semelhante ao anterior (Figura 8).

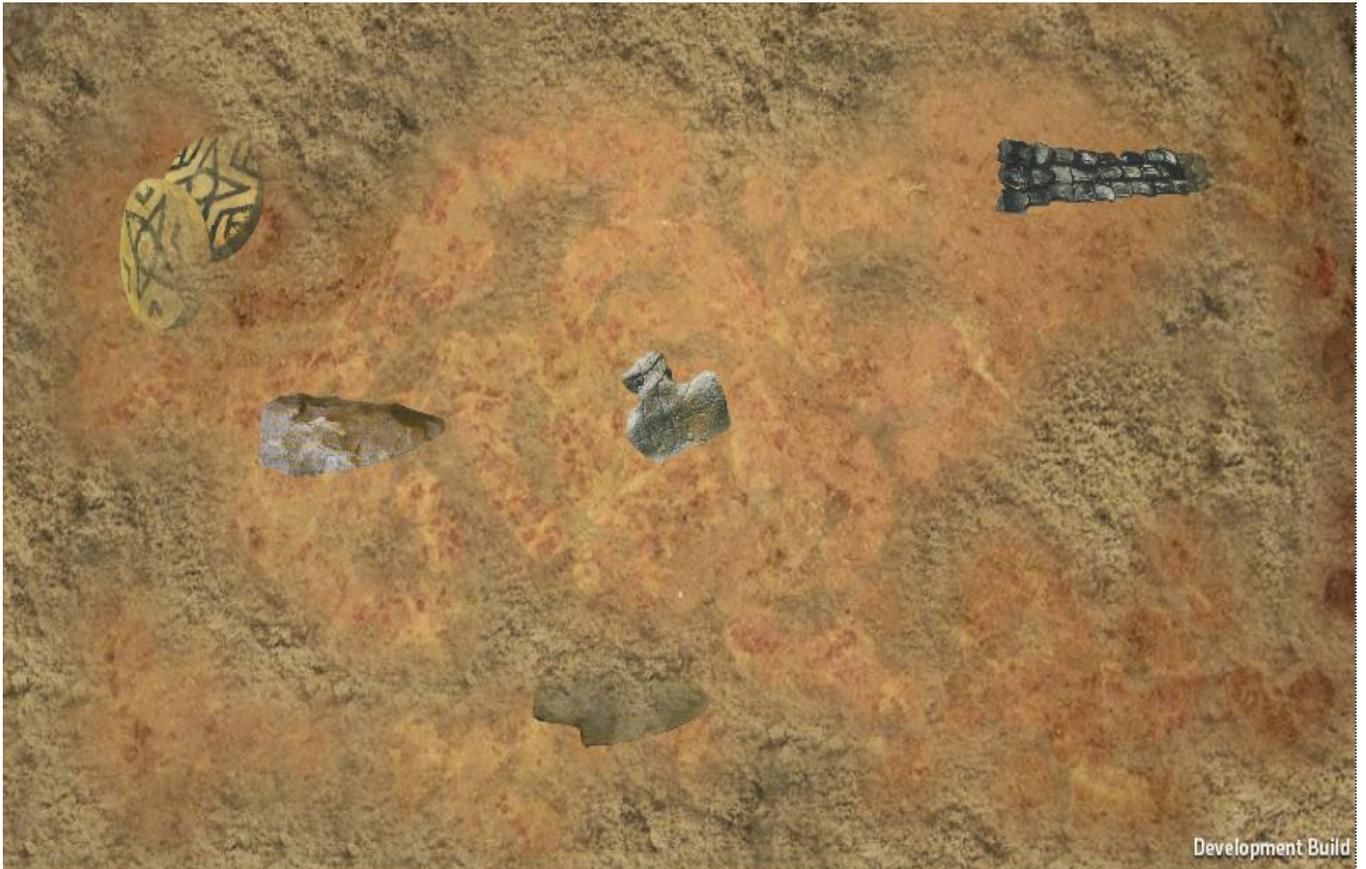


Figura 8 – Jogo 2: Descobrir.

E o terceiro jogo é o **Restaurar**, que apresenta uma peça do museu a ser restaurada. O jogador precisa colocar cada parte na sua posição correta, assim como um quebra-cabeça termina com a montagem completa da peça (restauração) (Figura 9).

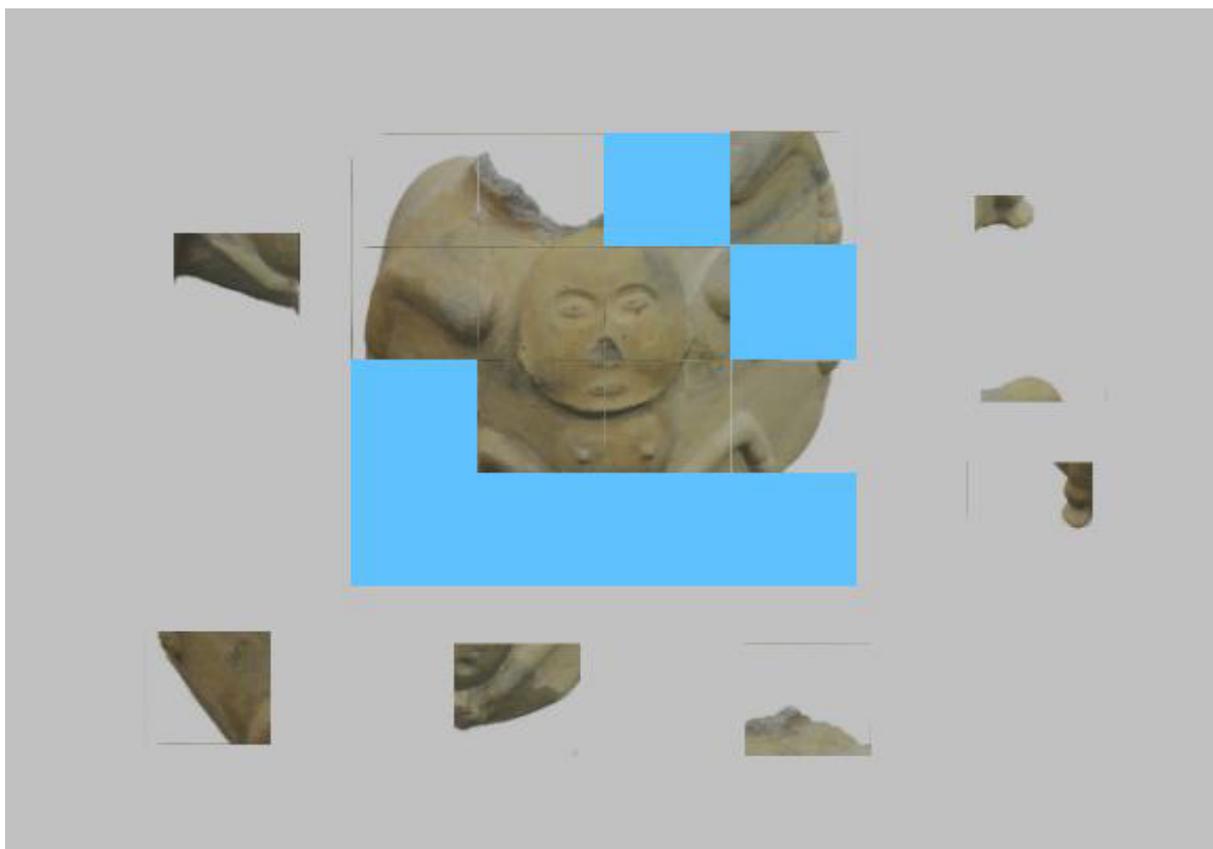


Figura 9 – Jogo 3: Restaurar.

A aplicação foi implementada pelos alunos de iniciação científica do LAWS (Laboratório de Sistemas Avançados da Web) em parceria com o Centro de Pesquisa. Foi utilizada a Engine Unity em sua versão 4.9, na linguagem de programação C#, além do pacote ex2D para manipulação de sprites somente no jogo Escavação.

A mesma foi inicialmente desenvolvida para interação com o mouse e considera a posição central do toque na tela para determinar a posição do clique do cursor na interface. Pode-se dizer que a tela simula um mouse, desconsiderando assim a área e extensão da superfície de contato durante o toque. Além disso, vale destacar que a aplicação também funciona fora da lousa (computador, *tablet*, *smartphone*) e não precisa da internet para sua execução.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo é discutido o conceito de usabilidade e são abordados os principais métodos de avaliação de Interação Humano-Computador (IHC) com principal enfoque no método escolhido neste trabalho para avaliar a aplicação de jogos eletrônicos descrita anteriormente. Em seguida, são mostrados os procedimentos (etapas) dessa metodologia e o seu funcionamento com o intuito de efetuar a avaliação.

4.1 USABILIDADE

A usabilidade é um atributo de qualidade de um software no que diz respeito a facilidade de uso e a capacidade de aprendizado do usuário durante a interação com uma interface. Existem várias outras definições para a usabilidade cada uma com sua particularidade e que explora diferentes aspectos da Interação Humano-computador (IHC).

Segundo Eason (1984), a usabilidade é apresentada como um conceito que pode limitar o grau em que um utilizador pode perceber a potencial utilidade de um sistema de computador. Para Ravden & Johnson (1989), corresponde à medida na qual um usuário final é capaz de executar as suas tarefas com êxito e sem dificuldade ao usar um determinado sistema, ao passo que para Rocha et al. (2001), “refere-se ao esforço necessário para usar um produto de software, bem como o julgamento individual de tal uso por um conjunto explícito ou implícito de usuários”.

A usabilidade é o termo empregado para descrever a qualidade da interação dos usuários com uma determinada interface (BEVAN, 1995). Ela está diretamente associada, segundo Nielsen (1993), aos seguintes princípios: facilidade de aprendizado; eficiência; memorização; baixa taxa de erros e a satisfação subjetiva do usuário.

De acordo com a Norma ISO/IEC 25000 (2014), a usabilidade é definida como a capacidade do produto de software ser compreendido, seu funcionamento aprendido e ser atraente ao usuário, sendo composto por sub-características que são a inteligibilidade, apreensibilidade, operacionalidade e a atratividade.

A inteligibilidade representa a facilidade com que o usuário pode compreender as suas funcionalidades e avaliar se o mesmo pode ser usado para satisfazer as suas necessidades específicas. A apreensibilidade identifica a facilidade de aprendizado do sistema para os seus potenciais usuários.

Já a operacionalidade refere-se como o produto facilita a sua operação por parte do usuário, incluindo a maneira como ele tolera erros de operação, enquanto que a atratividade envolve características que possam atrair um potencial usuário para o sistema, o que pode incluir desde a adequação das informações prestadas pelo sistema até os requintes visuais utilizados na interface gráfica.

4.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Existem vários métodos para avaliar a qualidade de uso de um sistema. De acordo com o objetivo da avaliação definido e o critério de qualidade que se deseja analisar, há um método mais adequado do que os outros disponíveis. Todos esses podem ser classificados em três tipos: métodos de inspeção, de investigação e de observação de uso.

Os métodos de inspeção permitem ao avaliador examinar uma solução de interface para antever as possíveis consequências de certas decisões de design e não envolvem diretamente os usuários. Os métodos de investigação envolvem o uso de questionários, realizar entrevistas e estudos de campo propiciando ao avaliador analisar e interpretar opiniões, expectativas e comportamentos dos mesmos a respeito do sistema. Por último, os métodos de observação possibilitam ao avaliador coletar dados sobre situações em que os participantes realizam suas atividades, com ou sem apoio de tecnologia computacional (BARBOSA; SILVA, 2010).

Como neste trabalho pretende-se realizar a avaliação a partir da interação dos usuários com os jogos na execução de determinadas atividades, a opção mais adequada foi procurar algum método que estivesse inserido dentre os métodos de observação, que pudesse melhor atender aos objetivos dessa avaliação.

Uma vez que, o objetivo deste trabalho tem como principal característica mensurar os critérios de usabilidade do sistema, feita a análise dos métodos de observação existentes definiu-se que o teste de usabilidade é o mais apropriado e

que será utilizado para fazer a avaliação dos jogos. Este é descrito na próxima seção.

4.3 TESTE DE USABILIDADE

O teste de usabilidade é um processo no qual participantes representativos avaliam o grau que um produto se encontra em relação a critérios específicos de usabilidade (RUBIN,1994).

O teste é uma forma sistemática de observar usuários reais experimentando um produto e coletando informação sobre as maneiras específicas nas quais o produto lhes apresenta facilidades ou dificuldades de uso (SANTOS, 2000).

Para Rogers et al. (2013), “ele envolve avaliar o desempenho de usuários típicos na realização de tarefas típicas, em condições controladas em laboratório”, tendo como principal objetivo medir quantitativamente o valor alcançado pelo sistema em cada um dos fatores de usabilidade de interesse (DE SOUZA ,1999).

Esses fornecem a um avaliador de forma direta as informações sobre como as pessoas usam os computadores e alguns dos problemas que possui a interface que está sendo testada. No decorrer do teste, os participantes usam o sistema ou um protótipo para completar um predeterminado conjunto de tarefas ao mesmo tempo em que o avaliador registra os resultados dos participantes (IVORY; HEARST, 2001).

Para a realização do teste é necessário primeiramente, definir os objetivos da avaliação, pois a partir deles são propostos os critérios de usabilidade que serão medidos.

Em seguida, inicia-se as etapas de construção do teste de usabilidade que são: Preparação; Coleta de dados; Interpretação; Consolidação e Relato dos resultados (Figura 10).

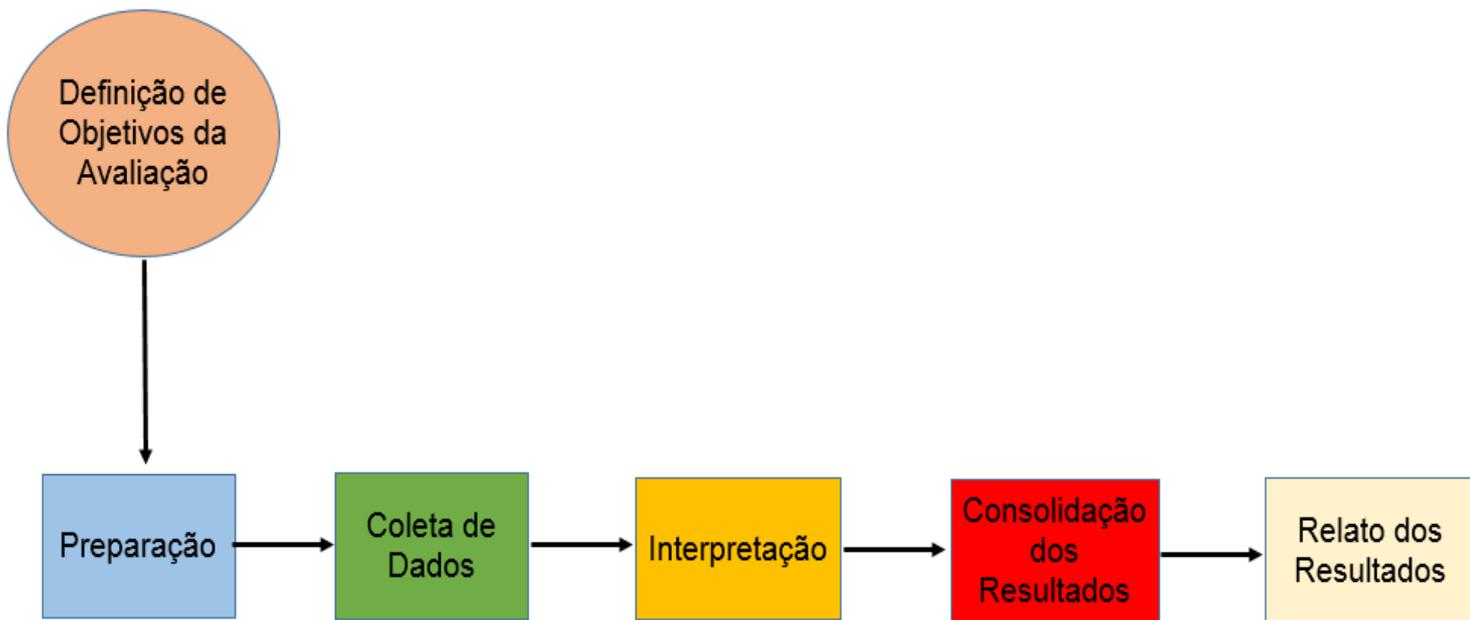


Figura 10 – Construção do Teste de Usabilidade.

4.3.1 Preparação

Na etapa de preparação são realizadas tarefas comuns aos métodos de avaliação por observação.

A primeira consiste na definição de uma lista de tarefas para os participantes executarem usando a aplicação a ser avaliada. Estas tarefas devem ser desenvolvidas tendo como base os requisitos de usabilidade da aplicação, podendo ser apresentadas ao participante de forma escrita ou oral, geralmente se usa a forma escrita nas mais específicas. Também é preciso assegurar que a aplicação ofereça suporte afim de que possam de fato ser realizadas as tarefas com sucesso.

Depois é feita definição do perfil dos participantes e o seu recrutamento. Para escolher o perfil, o avaliador deve levar em conta alguns fatores tais como: nível de habilidade, conhecimento da aplicação e do domínio do problema, experiência na realização das atividades, idade, sexo e formação acadêmica. Os avaliadores devem buscar usuários bastante representativos, ou seja, que são semelhantes aos usuários típicos aos quais essa aplicação foi construída. Outros dois aspectos importantes a serem levados em consideração dizem respeito à quantidade de usuários e o equilíbrio entre o número de homens e mulheres.

Em relação ao número de participantes (usuários) existem vários estudos de especialistas em usabilidade afim de definir uma quantidade mínima necessária para que o teste possa fornecer resultados confiáveis.

Virzi (1990,1992), relata que 3 participantes são necessários para descobrir 65% dos problemas, 5 participantes são precisos para revelar 80% e 9 participantes para descobrir 95% dos problemas de usabilidade das aplicações, em média. Este estudo foi confirmado por Nielsen (1993), que relata que um aumento no número de participantes para além de cinco raramente leva a novas descobertas.

Dumas e Redish (1999), recomendam pelo menos de 6 a 12 participantes por teste de usabilidade. Lewis (1994), declara que 5 a 10 participantes não são suficientes para revelar a maioria dos problemas de usabilidade, especialmente para grandes aplicações.

Após ter sido feita a definição do perfil e o recrutamento, é realizada a preparação do material para a observação e registro do uso. O avaliador deve alocar pessoal, recursos e equipamentos que auxiliem na coleta, análise e divulgação dos resultados. Máquinas fotográficas, câmeras, gravadores de áudio, softwares de captura de tela são alguns dos materiais largamente utilizados para coleta das informações. Outro material imprescindível inclui uma série de documentos necessários para a avaliação dentre os quais temos o termo de consentimento, questionário pré-teste (para extrair informações dos participantes), instruções e cenários para orientar sobre as tarefas e o roteiro de acompanhamento da observação para captura de dados (BARBOSA; SILVA, 2010).

Por fim, após ter sido realizada toda a preparação do ambiente, material e dos demais procedimentos, efetua-se um teste piloto para garantir que todo o planejamento foi bem-sucedido e que a aplicação esteja pronta ou então detectar possíveis falhas que podem vir a surgir.

4.3.2 Coleta de dados

Na etapa de coleta de dados são registradas todas as experiências vivenciadas pelos usuários durante a interação com a aplicação que está sendo avaliada. A principal dificuldade encontra-se na questão de como poder reunir tantas informações devido a rapidez do teste em tão pouco tempo para poder colher as anotações, por isso é fundamental recolher apenas as informações mais relevantes. Nela podem ser retiradas em cada tarefa executada por um participante a quantidade de erros e quais os seus tipos, o tempo necessário para sua conclusão, as consultas a alguma documentação de ajuda presente no sistema, a opinião que denota o grau de satisfação sobre o sistema. Todas essas anotações coletadas pelos meios que foram destinados para realiza-las são armazenadas para serem utilizadas na etapa posterior e servirão para validação do teste de usabilidade (BARBOSA; SILVA, 2010).

4.3.3 Interpretação

Tendo reunido as informações referentes aos testes com os usuários, nessa etapa de interpretação, o material é analisado pelo avaliador segundo os critérios de usabilidade que é o foco de estudo do teste, ou seja, o avaliador se concentrará em explorar a partir de cada dado coletado individualmente as respostas que diz respeito a avaliação da usabilidade dessa aplicação.

A interpretação poderá ser feita de forma automática ou manual de acordo com o tipo de dado. Alguns programas computacionais permitem acelerar e automatizar essa análise, em ambiente web, por exemplo, alguns softwares têm sido utilizados para mensurar a acessibilidade da aplicação. Apesar disso, um programa não tem a mesma condição de analisar tal como o avaliador com toda a sua capacidade de perceber todas as possíveis variações diante de problemas que apareçam no teste (BARBOSA; SILVA, 2010).

As dificuldades encontradas nas aplicações e suas respectivas soluções além das melhorias sugeridas, são averiguadas a fim de serem repassadas para os projetistas ou desenvolvedores.

4.3.4 Consolidação dos Resultados

Após a realização da interpretação individual, os dados individuais são consolidados e passam a serem analisados de forma conjunta. Nesta etapa, os avaliadores procuram recorrências que expõem os resultados comuns entre os participantes do teste, tanto podendo diferenciá-los entre alguns grupos com características semelhantes que venham a apresentar (BARBOSA; SILVA, 2010).

Os resultados da avaliação são influenciados por alguns fatores tais como o conhecimento e a experiência que os avaliadores possuem, a quantidade e qualidade dos dados disponíveis, o tempo disponível para averiguação entre outros.

4.3.5 Relato dos Resultados

Nesta etapa os avaliadores relatam os resultados que incluem os objetivos e o escopo do experimento; uma breve descrição do método de teste de usabilidade; o número e o perfil deles e dos participantes; as tarefas realizadas pelos participantes; as tabelas e gráficos que demonstram as medições realizadas e também uma lista dos problemas encontrados, detalhando-os e dando sugestões de solução.

5 TESTE DE USABILIDADE PARA A APLICAÇÃO

Neste capítulo é apresentado como a metodologia do teste de usabilidade foi empregada na realização do teste da aplicação de jogos interativos descritas no Capítulo 2.

É detalhado todo o desenvolvimento do teste dando destaque as suas etapas e mostrando os artefatos resultantes delas.

O primeiro passo é definir os objetivos da avaliação e conseqüentemente determinar os aspectos de usabilidade que são medidos.

Inicialmente, é importante ressaltar que essas aplicações se diferenciam dos softwares de trabalho que têm como principal meta alcançar uma alta produtividade e os fatores de usabilidade contribuem para torná-lo o mais fácil possível de se utilizar e que o usuário tenha o menor esforço. Contudo, os jogos não foram feitos para esta finalidade pois visam o entretenimento (GURGEL et al., 2006).

Um jogo precisa proporcionar a quem o utiliza (jogador) a experiência de poder se divertir ao aprender a jogar, de apreciá-lo, fazer descobertas, solucionar problemas, vencer desafios e estar bastante satisfeito em ter jogado. A usabilidade é de fundamental importância para que essa experiência ocorra da melhor maneira.

Assim, surge uma questão interessante a ser solucionada: Quais seriam os principais aspectos de usabilidade essenciais no caso de aplicações de jogos?

A aparência da interface é um desses aspectos. Ela precisa ser atrativa, tem que estar de acordo com a história do jogo e possuir alto nível de jogabilidade (BATTAIOLA et al., 2002).

Outro atributo expresso de forma subjetiva que deve estar presente nos jogos é a satisfação que representa o quão agradável deve ser a interação do usuário com o sistema, sendo medida através da aplicação de questionários individuais, devendo ser levado em consideração a média das respostas obtidas de um determinado grupo de usuários.

Um item que é indispensável para uma boa usabilidade do jogo é a diversão uma vez que se torna muitas vezes mais importante até mesmo do que a velocidade de resposta de uma aplicação às solicitações requeridas desde que o jogador tenha tempo para se entreter.

Não podendo também deixar de enfatizar que independentemente das diferentes finalidades, as recomendações tradicionais de usabilidade de softwares podem ser usadas para avaliar um jogo (GURGEL et al., 2006).

Após realizar essa análise para selecionar os elementos de usabilidade que seriam incorporados, conseguiu-se finalmente concluir os objetivos da avaliação.

O objetivo do teste é avaliar os seguintes fatores de usabilidade da aplicação:

- Facilidade de uso (Intuitividade);
- Atratividade;
- Eficiência;
- Satisfação subjetiva do usuário;
- Baixa taxa de erros;
- Grau de diversão dos jogos da aplicação;
- Experiência interativa com o uso dessa tecnologia.

5.1 AÇÕES DA ETAPA DE PREPARAÇÃO

Para planejar e criar um esboço da lista de tarefas a serem executadas, foram efetuadas simulações no protótipo dos jogos, visando conhecer o seu funcionamento bem como o tempo necessário para a conclusão dos mesmos e assim limitar o tempo para as tarefas.

Já para a seleção dos participantes não houve o estabelecimento de apenas um perfil específico para definir um usuário típico que representasse a média dos usuários finais devido a heterogeneidade desses, tendo em vista que o público ao qual se destina a aplicação é constituído pelos visitantes do Centro de Pesquisa.

Em relação ao número de participantes, quantidade de mulheres e homens e os diferentes perfis extraídos no teste, todos serão apresentados e detalhados na seção que relata os resultados da avaliação.

Logo depois, ocorreu a preparação do material de observação e registro de uso. Desses materiais foram alocados: um cronômetro para medir o tempo de cada tarefa, uma câmera para filmar alguns testes e um gravador de áudio para utilização na entrevista que encerra o teste. Além disso, um material de apoio adicional foi todo

desenvolvido para subsidiar esse teste e complementar na obtenção das informações. Nos quais, temos o termo de consentimento, o questionário de perfil do participante, o formulário de coleta de dados, o questionário pós-teste e a entrevista (Apêndices A, B , C , D, E, F e G).

O termo de consentimento contém uma breve contextualização, descrição e apresentação do objetivo da realização do teste de usabilidade, informando todos os direitos assegurados ao participante e expressando o que será efetuado com o resultado coletado. O usuário, por sua vez, assinará esse termo, autorizando sua participação no teste (Apêndice A).

O questionário de perfil do participante aborda alguns aspectos como o nível de formação escolar, a experiência computacional e de uso de novas tecnologias para descobrir os perfis que representam a população de visitantes do museu (Apêndice B).

O formulário de coleta de dados tem como finalidade registrar os acontecimentos ocorridos no teste. Esse formulário contém dados sobre a performance dos participantes (dificuldades, tempo de execução, dúvidas) que foram registrados pelo avaliador (Apêndice C).

O questionário pós-teste e a entrevista buscam extrair os aspectos que dificilmente podem ser detectados pela observação tais como opiniões, sentimentos e sugestões de melhoria. Para esse questionário, foram feitas cinco perguntas para cada jogo e que possuem respostas simples e breves, algumas em formato de escala com valores entre de 1 a 5, tornando-as mais objetivas e facilitando a apuração dos resultados obtidos (Apêndices D, E, F). Já a entrevista continha perguntas citadas no questionário pós-teste mais de caráter geral afim de ratificá-las e também abordava questões que dizem respeito a satisfação subjetiva (sugestões e críticas) e a experiência de usar a lousa interativa (Apêndice G).

Nesses documentos, principalmente no formulário de coleta de dados e nos documentos após o uso da aplicação observam-se que os requisitos de usabilidade foram todos englobados afim de se obter os dados fornecidos pelos usuários que são necessários para poder fazer sua verificação.

E por último, para certificar todo planejamento, foi realizado um teste piloto para averiguar se os procedimentos e o material de avaliação produziam os dados

necessários que atendam aos objetivos do teste. Para esse, foram recrutadas quatro pessoas que foram escolhidas tendo a sugestão de um dos membros responsável pelo museu.

5.1.1 Teste Piloto

O teste foi organizado da seguinte maneira. Primeiramente, foram entregues aos participantes o termo de consentimento (em 02 vias) e o questionário de definição do perfil, logo em seguida, o participante era orientado a utilizar a aplicação que estava disponível na lousa interativa Smart Board, acessando um jogo de cada vez sempre após a autorização do avaliador que realizava as anotações de acordo com suas observações no formulário de coleta de dados.

Depois disso, o avaliador lhe entregava o questionário pós-teste para que o usuário realizasse a sua avaliação e, por último, foi realizada a entrevista de maneira bem breve.

A partir do material coletado, foram feitas análises dos resultados de forma individual e de forma conjunta com o objetivo de avaliar se o protótipo estava pronto. Os aspectos mais importantes que foram destacados neste teste piloto, consistiram no perfil encontrado e sua avaliação extraída do questionário pós-teste.

Dentre os participantes do teste pôde-se extrair um único perfil. Eles têm, em média, 25 anos, são graduados dos cursos de Desenho Industrial ou Design, possuem experiência no uso do computador de mais de 04 anos, utilizam aparelhos *touchscreen* (sensível ao toque): *notebook*, *tablet* e *smartphone*, há mais de 2 anos.

No que diz respeito a avaliação, são apresentados os resultados atingidos para três critérios de usabilidade composto das respostas dadas pelos participantes com base nas questões que podem ser vistas na Figura 11.

A aparência (aspectos gráficos e imagens) do jogo é agradável.	Pouco						Muito
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1	2	3	4	5	
O jogo foi fácil de se utilizar?	Diffícil						Fácil
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1	2	3	4	5	
Você se divertiu com o jogo?	Pouco						Muito
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1	2	3	4	5	

Figura 11 - Questões de avaliação de critérios de usabilidade.

Para esses três aspectos, a análise individual dos participantes referente aos jogos e a média final foram agrupados para facilitar a compreensão e interpretação desses dados, conforme podem ser observados nos Quadros 4, 5 e 6.

Quadro 4 – Avaliação de critérios de usabilidade para o Jogo Escavação.

JOGO ESCAVAÇÃO			
Participante	APARÊNCIA	FACILIDADE DE USO	DIVERSÃO
1	4	2	1
2	4	2	1
3	4	2	1
4	4	2	1
Média	4	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5 – Avaliação de critérios de usabilidade para o Jogo Descobrir.

JOGO DESCOBRIR			
Participante	APARÊNCIA	FACILIDADE DE USO	DIVERSÃO
1	2	3	2
2	2	3	2
3	4	4	4
4	3	4	3
Média	2,75	3,5	2,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 6 – Avaliação de critérios de usabilidade para o Jogo Restaurar.

JOGO RESTAURAR			
Participante	APARÊNCIA	FACILIDADE DE USO	DIVERSÃO
1	1	5	1
2	1	5	1
3	1	4	1
4	1	3	1
Média	1	4,25	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificando a aparência, facilidade de uso e a diversão dos jogos de forma conjunta podem-se fazer algumas considerações.

O critério que apresentou os melhores resultados foi a facilidade de uso que apesar de apresentar uma média bem baixa no jogo Escavação, nos demais obteve as melhores médias, chegando a alcançar inclusive a maior média no geral e foi o único a atingir nota máxima na avaliação (duas notas 5 no jogo Restaurar).

Enquanto que o item diversão foi o aspecto que apresentou os piores resultados, tendo a menor média possível nos dois jogos (Escavação e Restaurar), além de oito notas mínimas, sendo quatro notas 1 no jogo Escavação e as restantes no jogo Restaurar.

De acordo com as médias desses três fatores, o jogo que obteve o melhor desempenho foi o Descobrir que também foi considerado o mais divertido.

Mais um fator de fundamental importância e que merece destaque é a satisfação subjetiva dos usuários. Para realizar a sua medição foi indagado aos participantes que expusessem sua nota de 1 a 10 para cada parte da aplicação (Figura 12).

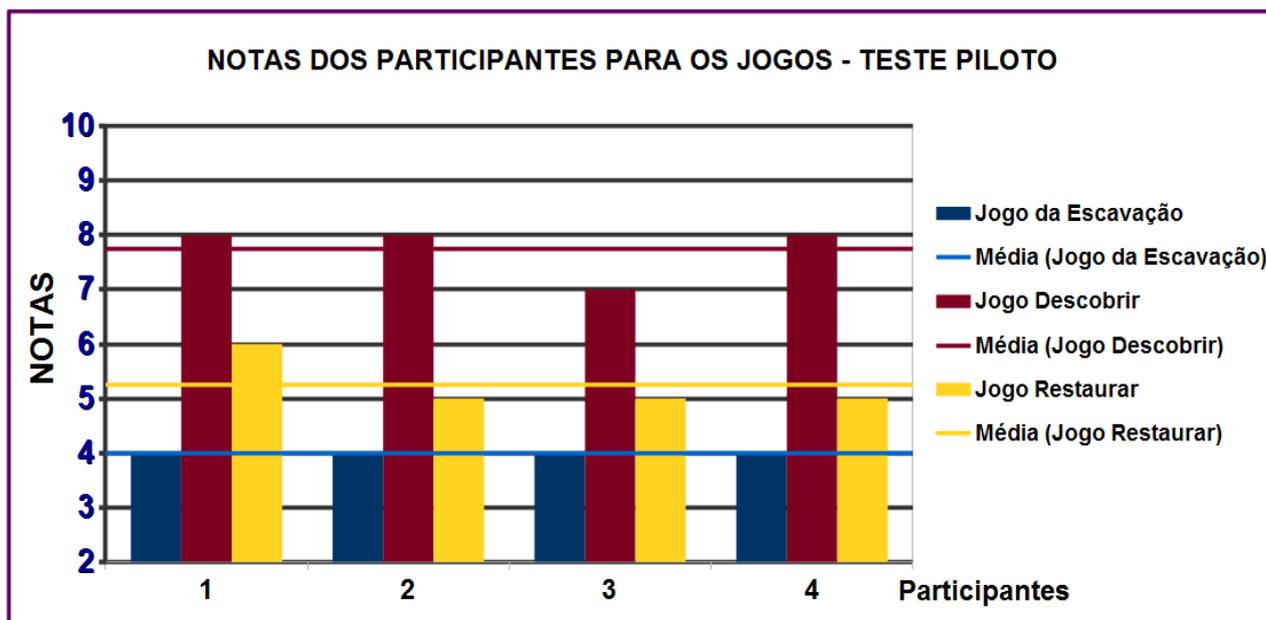


Figura 12 – Notas dos participantes para os Jogos Escavação, Descobrir e Restaurar.

Com base no gráfico acima, constata-se que o único jogo a chegar a uma média satisfatória (acima de 7) foi o Descobrir cujo o valor ficou em 7,75. Já os demais obtiveram médias abaixo de 6, tendo o Escavação apresentado as piores notas, todas com valor 4.

Analisando todos esses resultados e os dados complementares restantes fornecidos no teste piloto pode-se identificar que o material de avaliação e os procedimentos estavam bastante adequados e apenas precisariam de uma determinada adaptação para ficarem ainda melhor. O tempo de duração do teste é uma questão importante que necessitava ser modificada para que não se tornasse muito prolongado para os visitantes.

Ainda assim, para que se pudesse realizar o teste definitivo concluiu-se que o protótipo deveria ser refeito por causa dos baixíssimos índices de usabilidade

apresentados. Esse processo de desenvolvimento contou com o auxílio dos participantes que contribuíram na criação das novas interfaces.

Dessa forma, a aplicação possui um novo protótipo cuja a tela inicial pode ser vista na Figura 13.



Figura 13 – Tela inicial do novo protótipo.

Vale ressaltar que os jogos estão mais evidenciados neste menu inicial como atividades pertinentes a um explorador e tem um guia, assim como no museu, que se chama “Seu Ananias”, uma pessoa muito conhecida da região e que foi devidamente homenageado.

O participante dessa vez, poderia acessar com mais facilidade qualquer uma das atividades bastando apenas clicar no ícone correspondente e em seguida é carregado o jogo.

A primeira atividade a ser explorada é a de escavar que permite ao usuário fazer o uso do jogo Escavação, após ser selecionada. Esse jogo foi totalmente reconstruído e substituído por um novo leiaute baseado no jogo Descobrir (mostrado

anteriormente na Figura 8) em virtude da semelhança da forma de jogar e por esse ter sido o mais bem avaliado no teste piloto.

As principais mudanças foram o aperfeiçoamento gráfico, a alteração dos objetos a serem encontrados e a inclusão de legendas, informando ao usuário qual o nome do objeto encontrado naquele momento, conforme mostra a Figura 14.



Figura 14 – Jogo Escavação – Nova versão com leiaute mais moderno.

A segunda atividade refere-se ao jogo Descobrir que também foi todo remodelado, porém passou a ter outro objetivo, transformando-se num verdadeiro jogo da memória, nome pelo qual passou a ser mencionado no questionário pós-teste, em que as peças são elementos representativos do Centro de pesquisa (Figura 15).

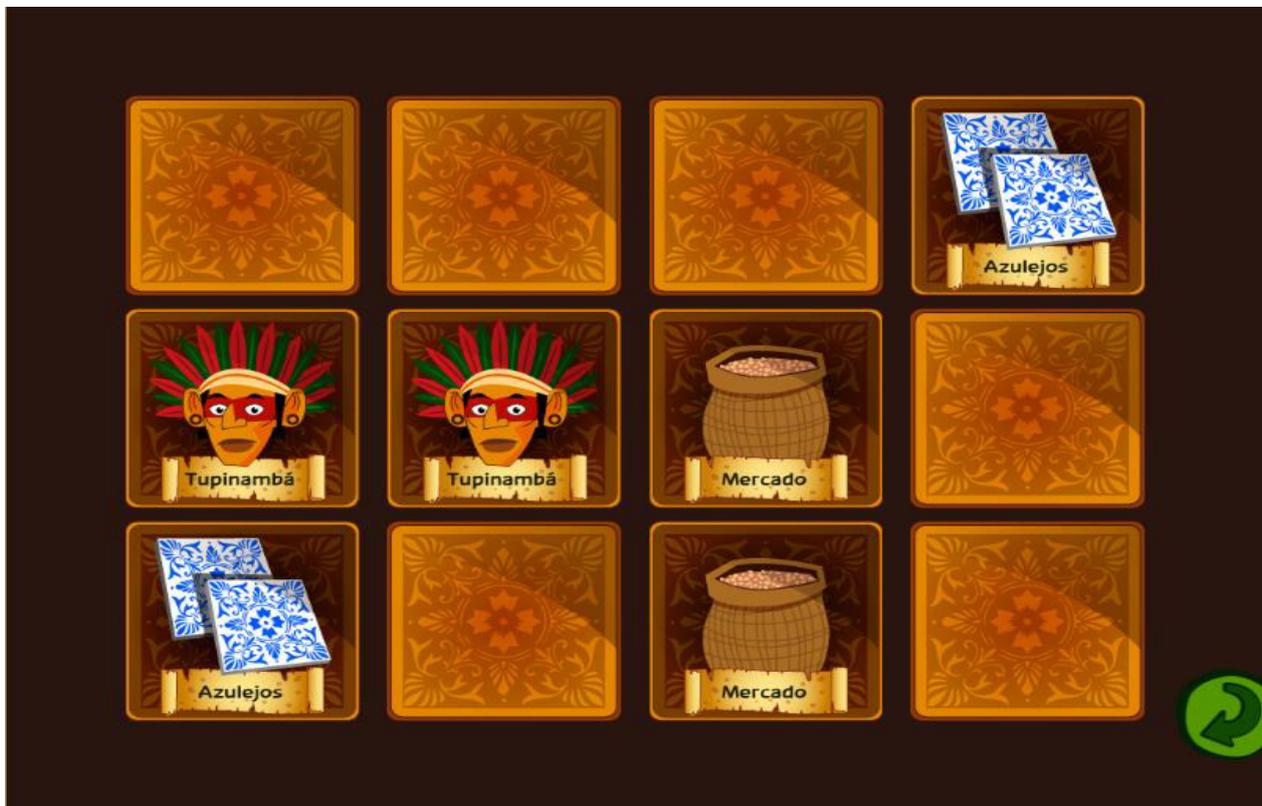


Figura 15 – Jogo Descobrir (Memória) – Nova versão.

A terceira atividade reporta-se ao jogo Restaurar ou Quebra-cabeça que foi reformado, melhorando o aspecto visual, efetuando a troca da peça a ser montada (azulejo colonial) e passou a exibir o quadro completo montado para o jogador (Figura 16).

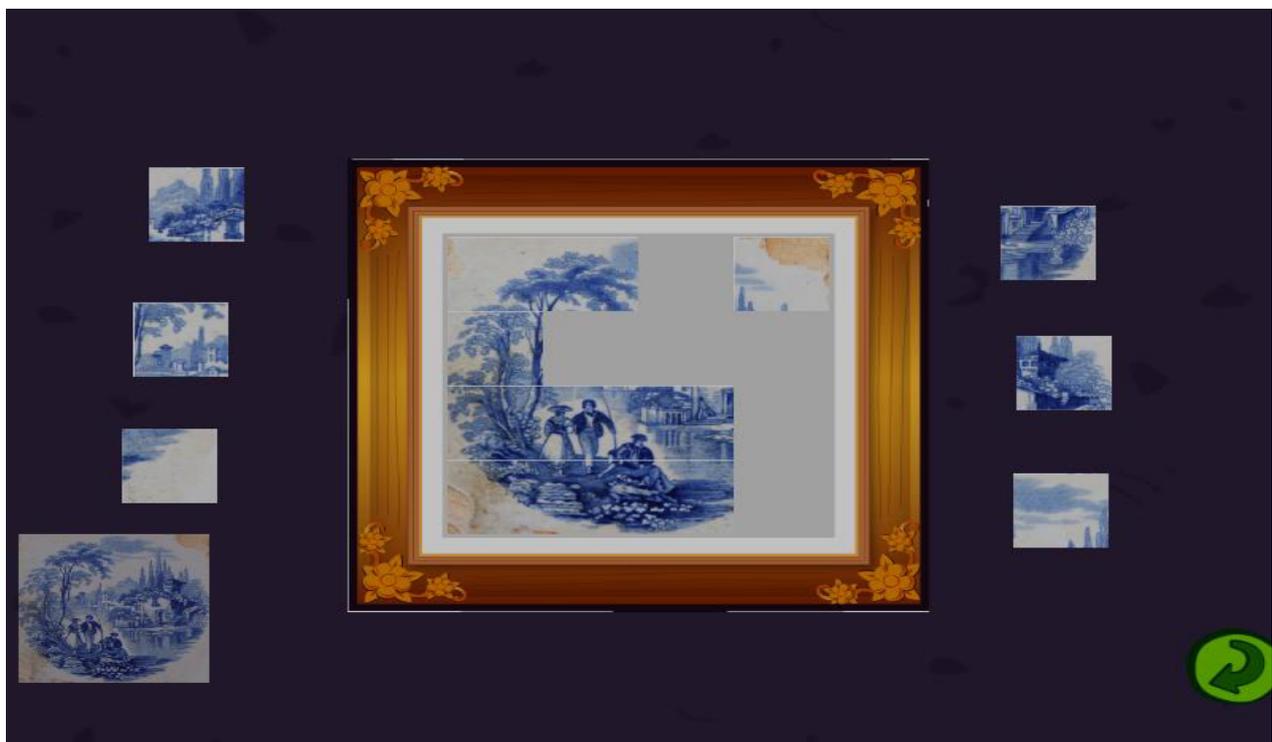


Figura 16 – Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça) – Novo visual do jogo.

5.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

A coleta de dados iniciou-se primeiramente com uma breve conversa, explicando ao visitante (participante) a finalidade do teste, buscando deixá-lo bem tranquilo e acostumado com o ambiente.

Em seguida, foram entregues o termo de consentimento para assinatura e o questionário pré-teste (definição do perfil) para que fosse respondido, seguindo o mesmo roteiro utilizado no teste piloto. Enquanto isso, eram checados os últimos detalhes referentes aos materiais que iriam ser usados na seção de observação (cronômetro, formulário de coleta de dados e a aplicação na lousa interativa).

Após o término desta etapa, aconteceu a sessão de observação. No começo da sessão, o avaliador orientou o participante a maneira de manusear na lousa e o modo de acesso para cada atividade, além de recomendar que uma vez terminada determinada atividade, o visitante aguardasse o comando do avaliador com o propósito de permitir que esse pudesse finalizar suas anotações e zerar o cronômetro que seria utilizado na próxima atividade. Juntamente com essas instruções eram esclarecidas algumas dúvidas que vissem a surgir.

A partir do momento em que o participante iniciou o teste, o avaliador evitou ao máximo fazer alguma intervenção a não ser nos momentos em que era consultado ou quando um jogo era finalizado, autorizando o prosseguimento do teste.

Durante essa sessão eram registrados (no formulário de coleta de dados) em cada jogo: as principais dificuldades, o tempo total gasto, as principais dúvidas, a descrição e a quantidade de erros e se o mesmo pôde ser terminado.

Posteriormente a observação, foi entregue o questionário pós-teste e feita a entrevista com o auxílio de um gravador (captar o áudio), visando recolher a opinião dos visitantes sobre a experiência de uso.

5.3 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A interpretação foi realizada de forma manual e concentrou-se basicamente na análise individual de todos os participantes, procurando mensurar, de acordo com os dados extraídos, os fatores de usabilidade que são o foco do teste.

Depois de cada verificação individual, as informações eram inseridas em planilhas, preparando para a apreciação na etapa seguinte.

5.4 CONSOLIDAÇÃO E RELATO DOS RESULTADOS

Nesses estágios finais do teste, os dados foram explorados de forma conjunta, buscando encontrar recorrências que auxiliarão o avaliador a descobrir os diferentes grupos (perfis) de visitantes, suas características e desempenho, permitindo identificar as evidências entre eles que serviram para determinar se a aplicação atingiu as metas de usabilidade.

O avaliador dispunha de pouquíssima experiência, porém a qualidade e quantidade dos dados disponíveis e o tempo disponível contribuíram bastante para que se pudesse chegar a um bom resultado final.

Por último, o avaliador fez um relatório final do teste descrevendo os resultados já consolidados contendo uma breve descrição do teste e os artefatos produzidos que são abordados e detalhados nos capítulos subsequentes.

6 RESULTADOS

Este capítulo detalha o relatório final elaborado pelo avaliador que tem como principal propósito indicar se a aplicação atingiu as metas de usabilidade e o grau em que foram alcançadas.

É demonstrada uma breve contextualização do teste final, destacando a quantidade e o perfil dos visitantes envolvidos e em seguida são exibidos os gráficos e tabelas provenientes dos materiais de registro e observação construídos no decorrer da análise (interpretação), além da discussão dos resultados do teste.

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O teste de usabilidade foi projetado para avaliar os critérios de usabilidade da aplicação conforme especificado no Capítulo 5.

Os perfis dos participantes eram compostos de visitantes que não conheciam a aplicação e foram selecionados de forma aleatória devido a heterogeneidade do público alvo que frequenta o museu. Foram recrutados 20 visitantes, dentro os quais temos 12 mulheres e 08 homens.

Todos os participantes eram orientados pelo avaliador e a avaliação acontecia conforme o roteiro retratado no teste piloto. Desse modo, todos os três jogos puderam ser investigados.

6.2 ARTEFATOS PRODUZIDOS NO EXPERIMENTO

Inicialmente, temos os produtos extraídos no questionário de identificação do perfil do participante (Apêndice B).

A primeira questão aborda sobre a idade dos participantes que foram classificados em categorias de acordo com a faixa etária correspondente definida com base em um modelo adotado em alguns institutos de pesquisa, conforme pode ser vista no Quadro 7.

Quadro 7 – Categoria e sua respectiva faixa etária.

CATEGORIA	FAIXA ETÁRIA
Criança	05 - 12 Anos
Adolescente	13 - 19 Anos
Adulto	20 – 59 Anos
Idoso	60 anos ou mais

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com as respostas encontradas no questionário pôde-se identificar a quantidade de categorias existentes e o número de participantes em cada uma delas (Figura 17).

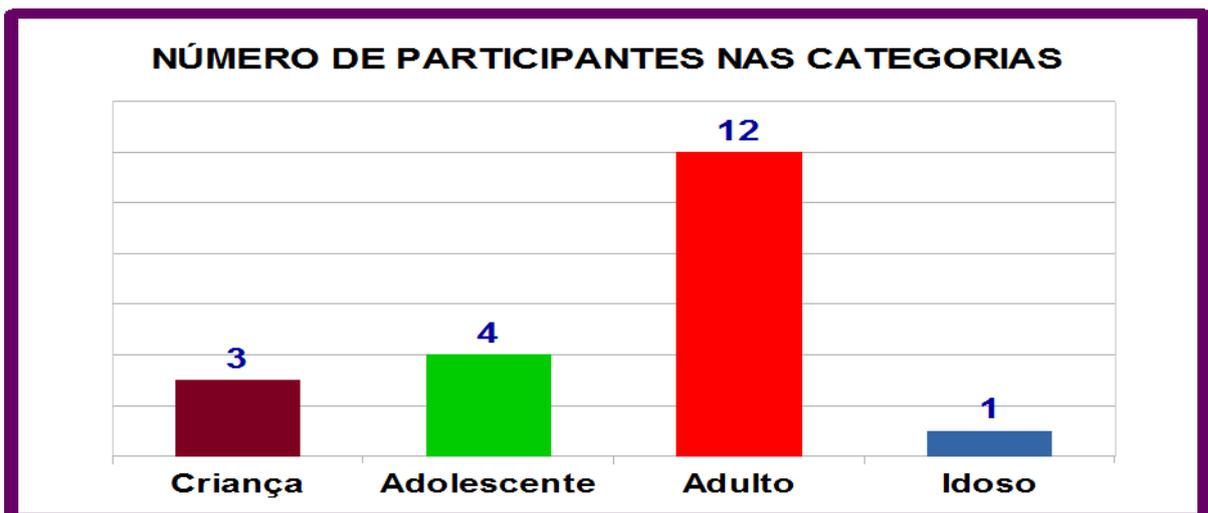


Figura 17 – Gráfico mostrando o número de participantes nas categorias.

Dentre as categorias encontradas todas têm ao menos um representante, com destaque para a categoria Adulto que contém 12 pessoas (60% do número de indivíduos) e a categoria Idoso com apenas um representante (5%).

O segundo tópico se refere ao nível de formação escolar em que se pretendia saber o grau de instrução dos visitantes recrutados (Figura 18) e se os mesmos estavam fazendo ou concluíram algum curso.

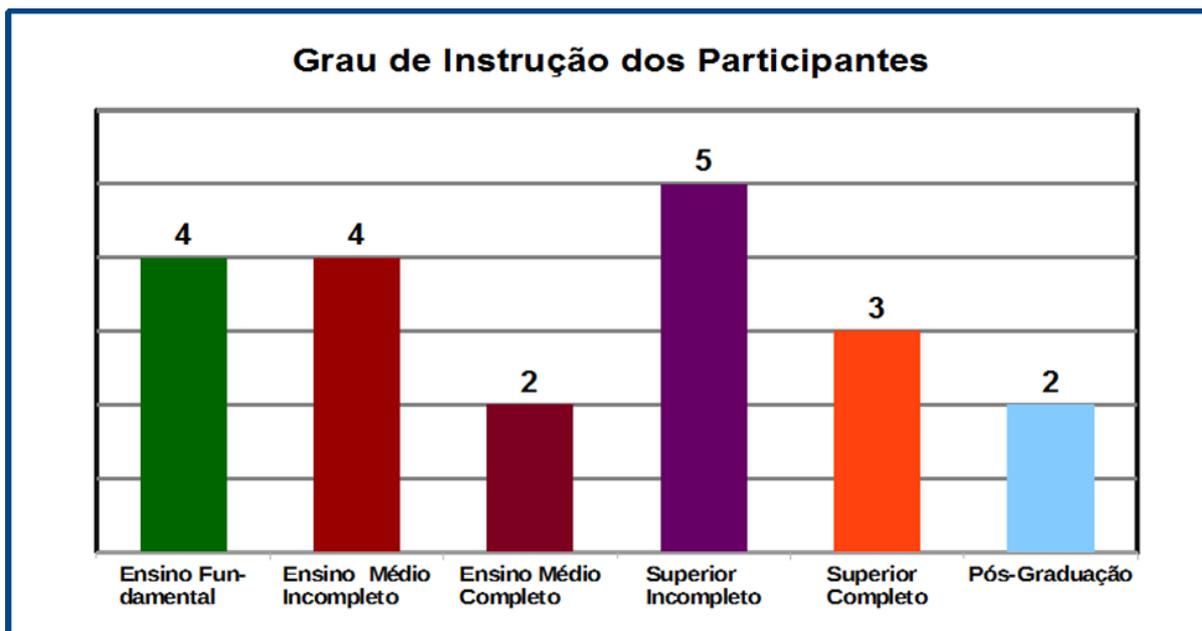


Figura 18 – Gráfico que indica o grau de instrução dos participantes.

A princípio deve-se ressaltar que o grau de instrução Ensino Fundamental (coluna verde do gráfico) não consta como opção disponível no questionário e foi inserido no momento em que se examinou os dados individuais afim de não inserir as crianças e alguns adolescentes como se estivessem cursando o Ensino médio (nível Ensino Médio Incompleto), estágio em que eles sequer haviam atingido.

Levando em consideração os níveis de instrução por ordem crescente de importância se dividirmos em dois grandes grupos: o primeiro que vai do Ensino Fundamental ao Ensino Médio Completo; e o segundo que vai do Superior Incompleto até a Pós-Graduação, então percebemos o mesmo número de pessoas nos dois grupos (10 pessoas ou 50%) o que determina um grande equilíbrio no grau de instrução entre os participantes.

Dentre os cursos que foram citados de nível superior têm-se Ciências Contábeis, Geografia, Sociologia, Ciências Sociais e Engenharia da Computação. Já para os cursos técnicos apontados foram: Edificações, Cozinha e Artes.

O terceiro tópico explora a experiência computacional em relação ao tempo de utilização do computador e o local onde é utilizado como é mostrado nas Figuras 19 e 20.

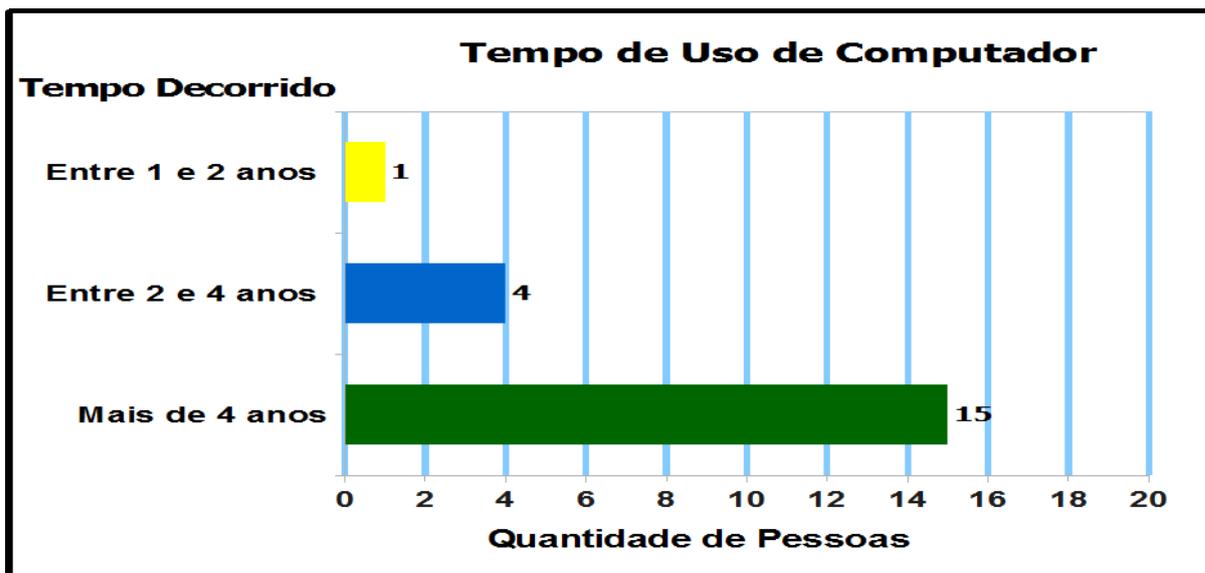


Figura 19 – Tempo de uso do Computador em anos.

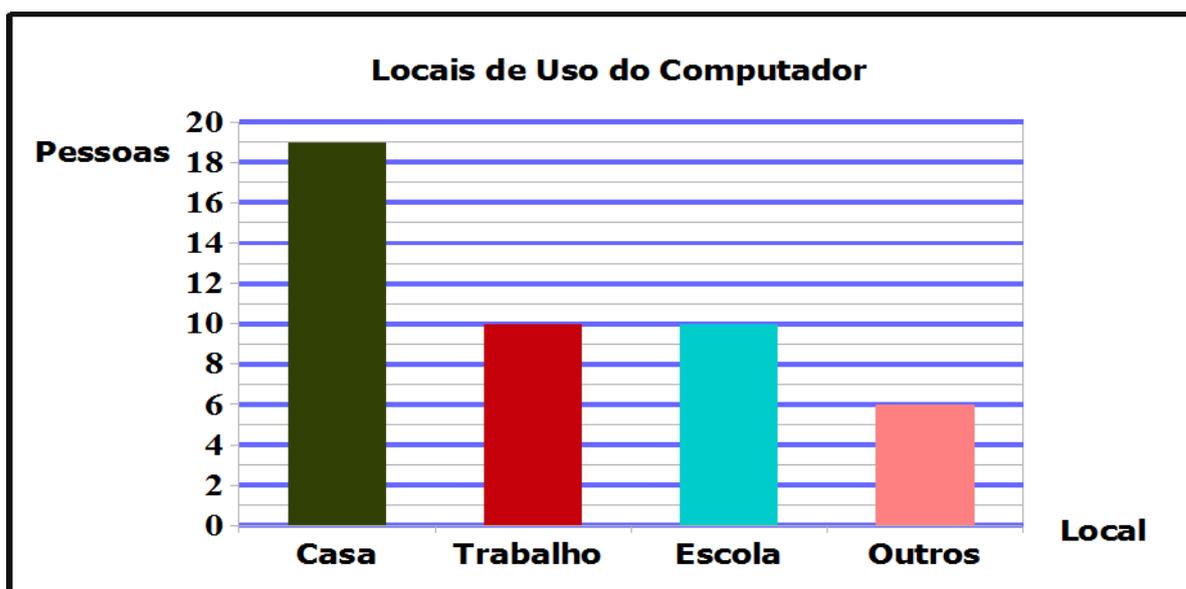


Figura 20 – Locais de uso do Computador.

Observando os gráficos vemos que 15 pessoas (75%) fazem o uso do computador há mais de 4 anos e que 19 pessoas (95%) têm a casa como um dos locais de uso, uma vez que o visitante poderia selecionar mais de um lugar. Os locais de uso Trabalho e Escola ficaram empatados com 10 pessoas cada.

O quarto t3pico corresponde 3 a experi3ncia com o uso de novas tecnologias em que se interroga sobre o manuseio de algum aparelho com tecnologia touchscreen (tela sens3vel ao toque) e h3 quanto tempo esses aparelhos s3o utilizados acaso tenha tido contato com algum deles (Figuras 21 e 22).

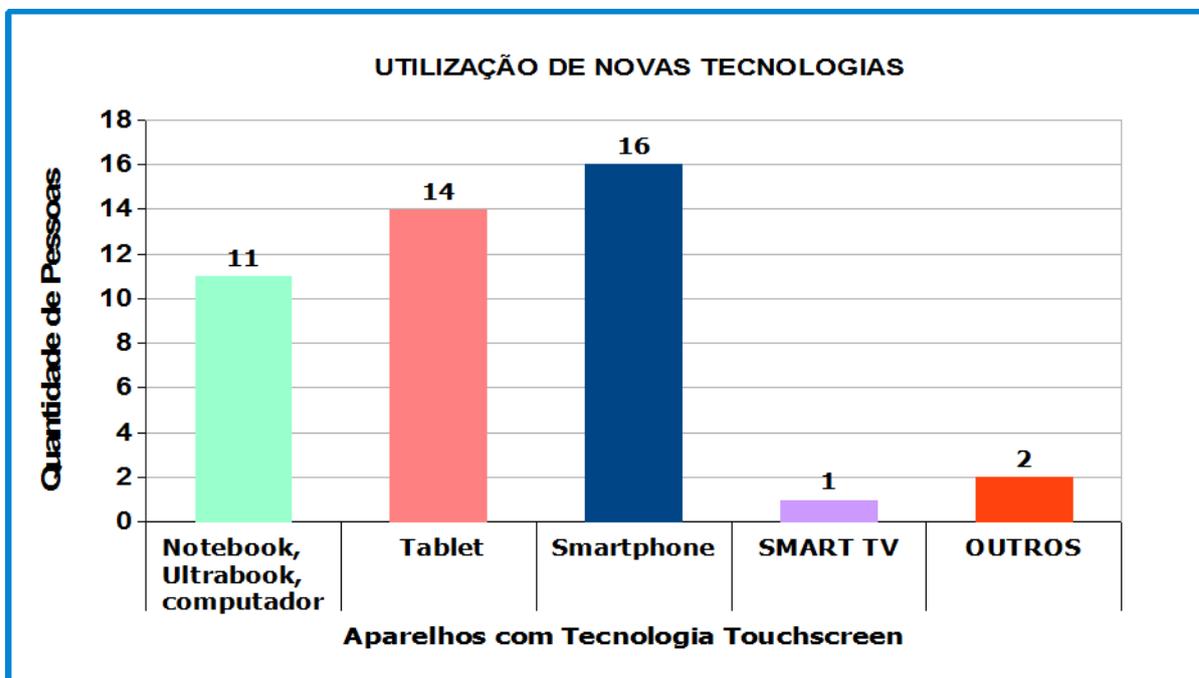


Figura 21 – Utiliza3o de Aparelhos Touchscreen.

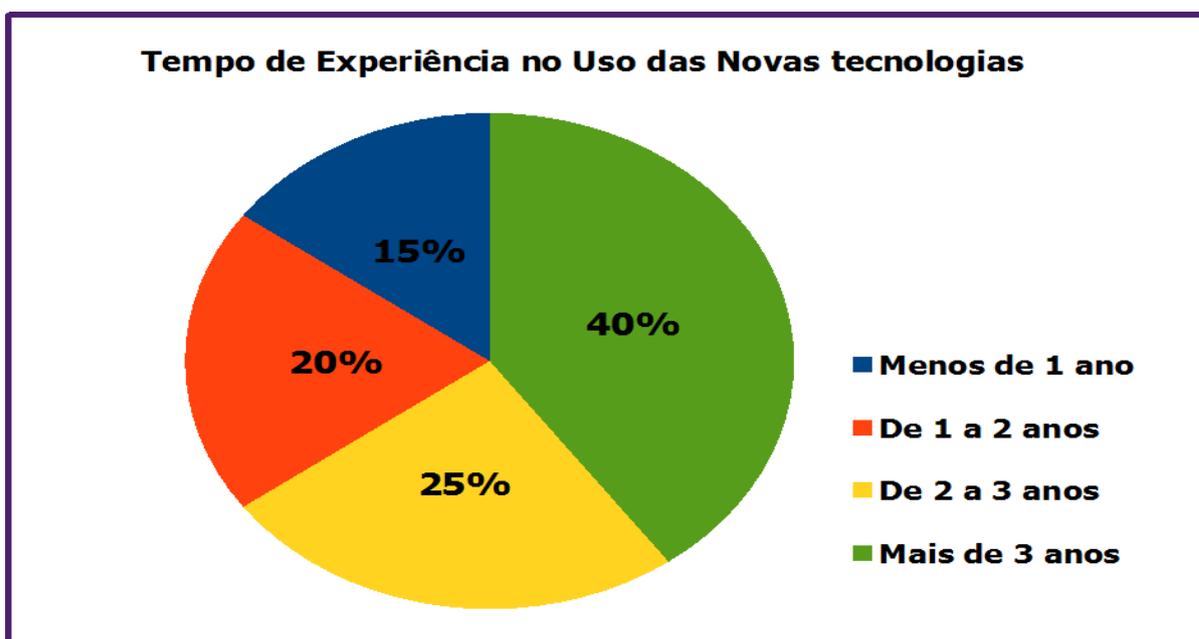


Figura 22 – Tempo de Experi3ncia com o uso de Aparelhos Touchscreen.

Nota-se nas figuras que todos os usuários tiveram contato no mínimo com um aparelho touchscreen, sendo os mais mencionados os *smartphones* (16 pessoas) e os *tablets* (14 pessoas) enquanto que 85% dos indivíduos usam a mais de um ano o aparelho indicado.

Considerações do questionário de identificação do perfil do participante

De posse desses resultados, algumas evidências importantes foram descobertas pelo avaliador no que diz respeito ao perfil dos visitantes do museu.

Em relação à idade e o grau de instrução identifica-se a heterogeneidade do público que visita o museu, ou seja, não se pode delimitar uma faixa etária e um grau de instrução específico que frequenta o museu.

Os visitantes têm uma grande experiência computacional com 75% deles, tendo mais de 4 anos de experiência com computador e quase todos (19 pessoas, 95%) fazem o uso em casa, superando em quase o dobro, a média que segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é de 49,5% para os domicílios brasileiros.

Outra característica comum aos visitantes é o manuseio de aparelhos com tecnologia *touchscreen* (sensível ao toque), dentre os quais uma grande quantidade de usuários citou os *smartphones* (16 indivíduos, 80%) seguido dos *tablets* (14 indivíduos, 70%), superando assim mais uma vez, a média nacional que segundo o IBGE é de 36% da população que tem *smartphone* e 11% no caso do *tablet*. Além do tempo significativo de experiência com esses aparelhos no qual somente 3 indivíduos tem menos de 1 ano de experiência, facilitando muito o uso da lousa interativa.

Finalizado, os produtos obtidos no questionário de identificação do perfil do participante, serão explorados os resultados vindos do formulário de coleta de dados.

Neste formulário foram registradas todas as observações referentes aos pontos destacados para cada jogo (Apêndice C).

No jogo Escavação, três participantes tiveram dificuldade em manusear o jogo, não ocorreram erros durante o teste, todos puderam concluí-lo com sucesso e o tempo gasto pelos participantes são mostrados na Figura 23.

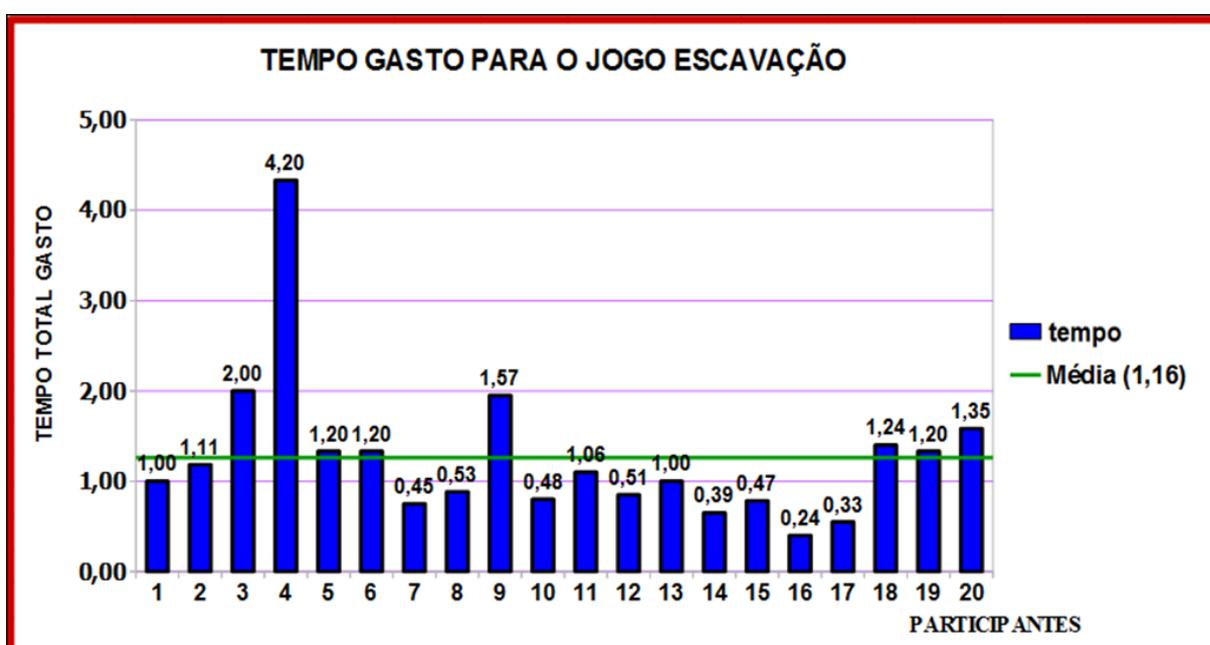


Figura 23 – Tempo gasto pelos participantes no Jogo Escavação.

Pode-se notar que somente uma pessoa ultrapassou a faixa de dois minutos (visitante 4) enquanto 12 pessoas tiveram o tempo abaixo da média que ficou em 1,16 minutos e o menor tempo encontrado foi de 24 segundos.

No jogo Descobrir, um participante confundiu a forma de jogar com o Escavação enquanto outro teve dúvida no manuseio do jogo na lousa interativa, não foi detectado nenhum erro, todos completaram o jogo com sucesso e os tempos gastos são expostos na Figura 24.

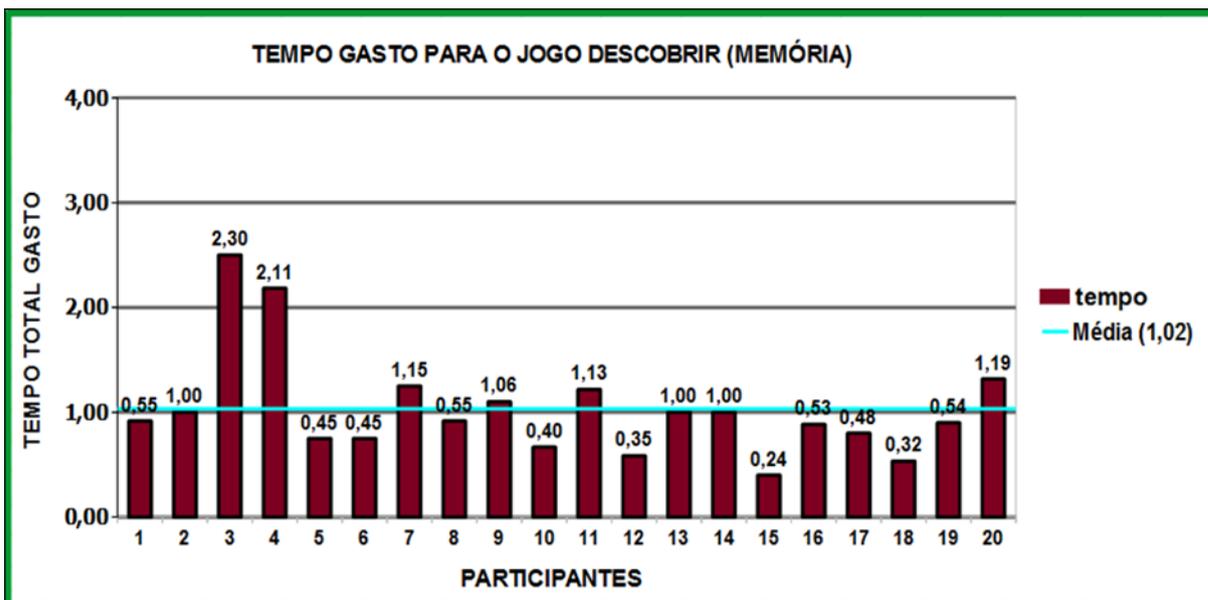


Figura 24 – Tempo gasto pelos participantes no Jogo Descobrir (Memória).

O tempo médio gasto pelas pessoas foi de 1,02 minutos, apesar de dois usuários ultrapassarem a marca de 2 minutos. O participante de número 15 foi o mais rápido e alcançou a marca de 24 segundos.

No jogo Restaurar, as dificuldades que apareceram envolviam as peças do quebra-cabeça: maneira de encaixa-las nos cantos; movimentação e verificação da posição correta. Em relação a quantidade de erros foram detectados travamentos durante o teste em cinco participações (25%), sendo em que uma vez o mesmo teve de ser reiniciado e todos conseguiram atingir o objetivo (Figura 25).

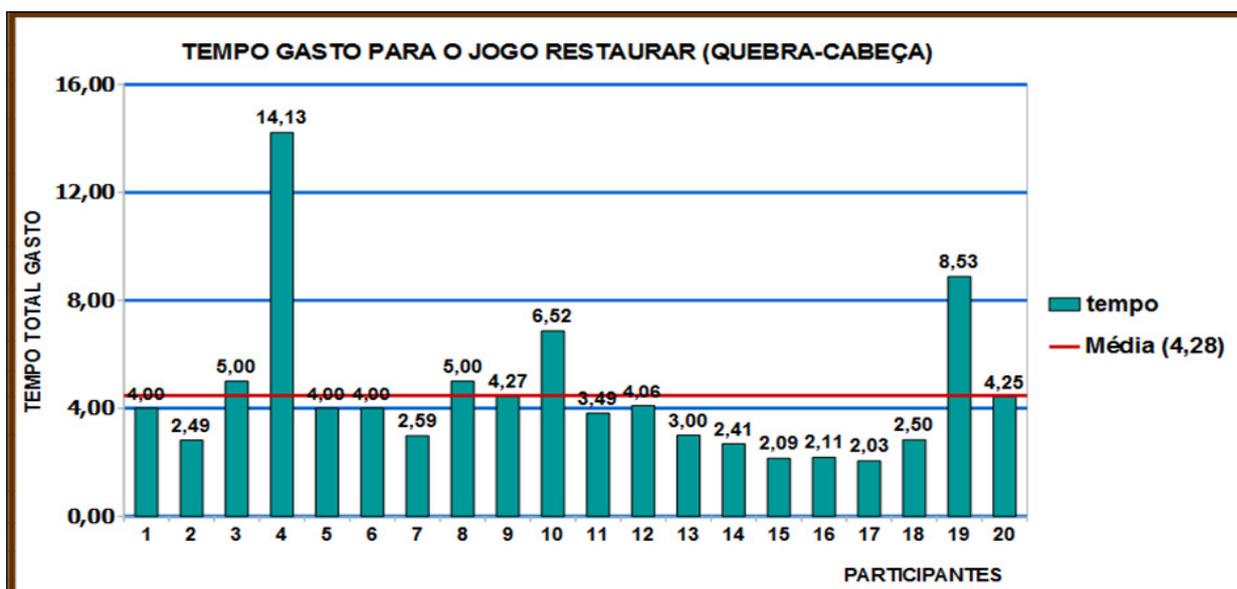


Figura 25 – Tempo gasto pelos participantes no Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

Pode-se constatar que dois participantes gastaram duas vezes mais tempo que a média final (4,28 minutos). Os visitantes de número 4 e 19 precisaram de 14,13 e 8,53 minutos, respectivamente. Enquanto que o mais rápido precisou de apenas 2 minutos e 03 segundos para montar o quebra-cabeça.

Considerações da sessão de observação

De um modo geral, na sessão de observação, após ter sido feito as anotações que foram inseridas no formulário de coleta de dados, realizou-se um levantamento de todos os dados de forma conjunta que possibilitaram chegar a determinadas reflexões.

Entre as quais vemos que pouquíssimos participantes tiveram dificuldades ao interagirem com a aplicação durante a realização do teste.

A eficiência da aplicação é bastante satisfatória, uma vez que o tempo de processamento atendia as expectativas e o usuário não necessitava de muito esforço para utilizar os jogos, entretanto só não atingiu totalmente o nível exigido devido as falhas que ocorreram no jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

É importante ressaltar que as diferenças entre os tempos gastos pelos participantes foram diretamente influenciadas pela dificuldade do jogo e pelo desempenho do visitante, o que permite afirmar levando em conta esses tempos que a grande maioria conseguiu finalizar os jogos estando perto do tempo médio calculado.

Também se nota que o participante 4 foi o que mais demorou para finalizar os jogos possuindo o maior tempo no Quebra-Cabeça e Escavação e a segunda maior duração no jogo da Memória. Isto se deve pela pouca experiência no uso de novas tecnologias (menos de 1 ano) e pela pouca utilização de jogos de computador.

Outro enfoque ponderado é a baixa taxa de erros que em dois jogos, Escavação e Memória, tiveram excelentes resultados, pois não houve nenhuma ocasião de falha ou travamento, porém, uma quantidade de erros (graves) consideráveis foram detectados no jogo Restaurar (Quebra-Cabeça) em cinco participações (25%), impedindo o visitante de mover as peças e de montar toda a imagem.

Logo, como recomendação é extremamente necessário corrigir essas falhas e travamentos para que os visitantes não se sintam frustrados ao jogarem e para a melhoria da usabilidade da aplicação.

Posteriormente à sessão de observação, têm-se os resultados oriundos do questionário pós-teste (Apêndices D, E, F).

As perguntas foram feitas para os três jogos, mas algumas foram alteradas na ordem e na faixa, por exemplo, em um jogo a pergunta atribuía 5 para o grau Muito e em outro jogo a mesma pergunta tinha o valor 5 atribuído para o valor Pouco, visando evitar que o participante saísse marcando todas as opções iguais (marcar tudo 5 ou 1, por exemplo).

O avaliador após a análise e interpretação das perguntas quando começou a construir os resultados, desfez a inversão das faixas criadas para o questionário, padronizando-as novamente, logo as melhores avaliações têm o grau 5 e as piores têm valor 1, conforme será mostrado nos gráficos seguintes.

O primeiro jogo listado no questionário é o jogo Escavação (Apêndice D). A questão inicial indagada ao participante interpela sobre o aspecto da diversão do qual as notas dadas são demonstradas nas Figuras 26 e 27.

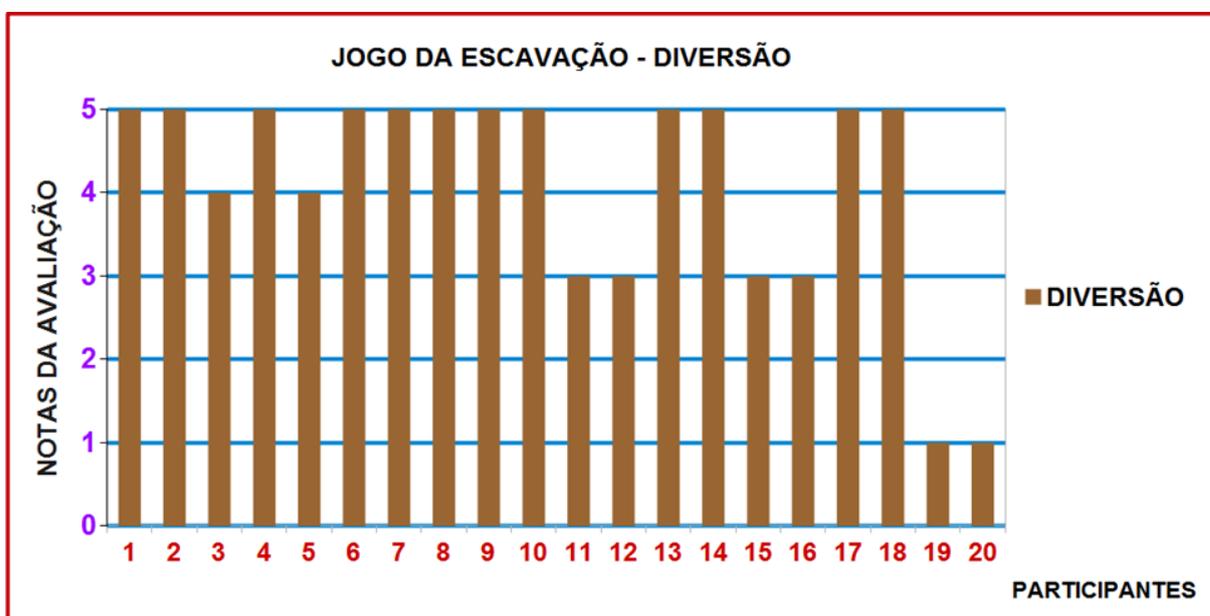


Figura 26 – Avaliação dos participantes sobre a diversão do Jogo Escavação.

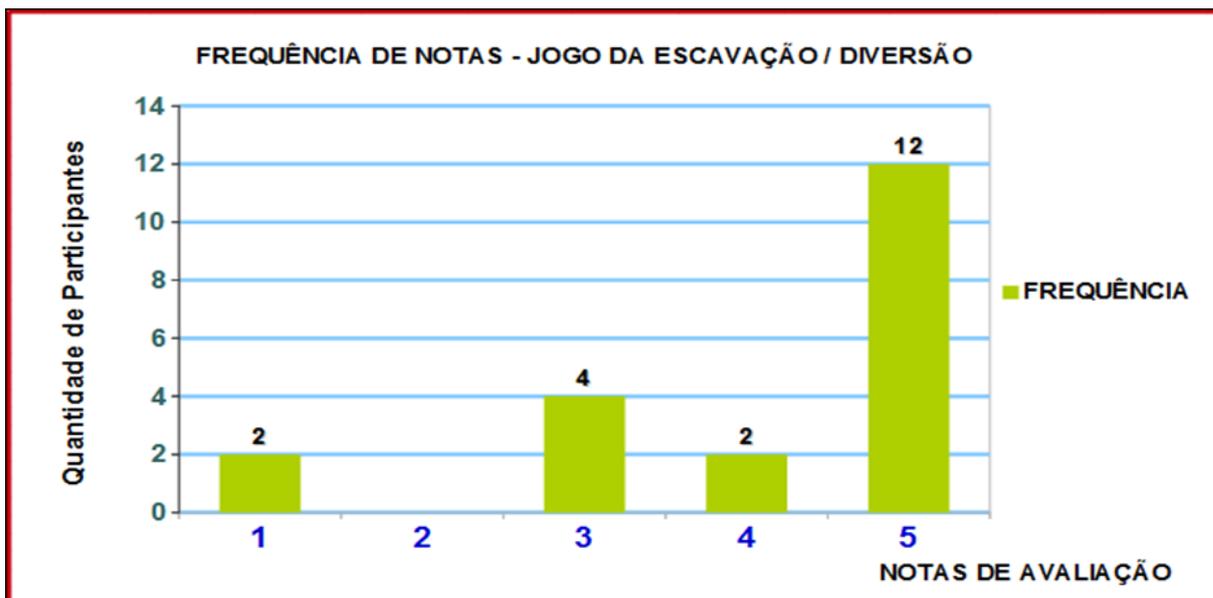


Figura 27 – Frequência dos graus de avaliação dadas a diversão do Jogo Escavação.

Através dessas figuras verifica-se que 12 pessoas (60%) deram nota máxima, ou seja, se divertiram muito e apenas 2 pessoas (visitantes 19 e 20) se agradaram pouco com o jogo (10%).

A segunda questão versa sobre a facilidade do uso. Os dados retirados do documento são evidenciados nas Figuras 28 e 29.

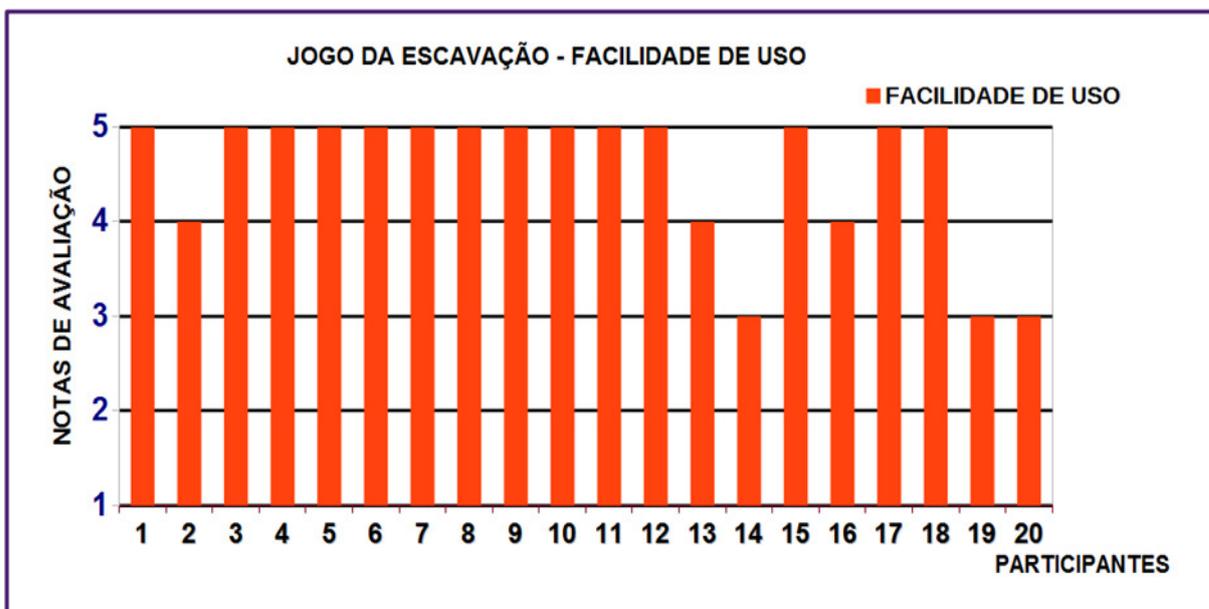


Figura 28 – Avaliação dos participantes sobre a Facilidade de Uso do Jogo Escavação.

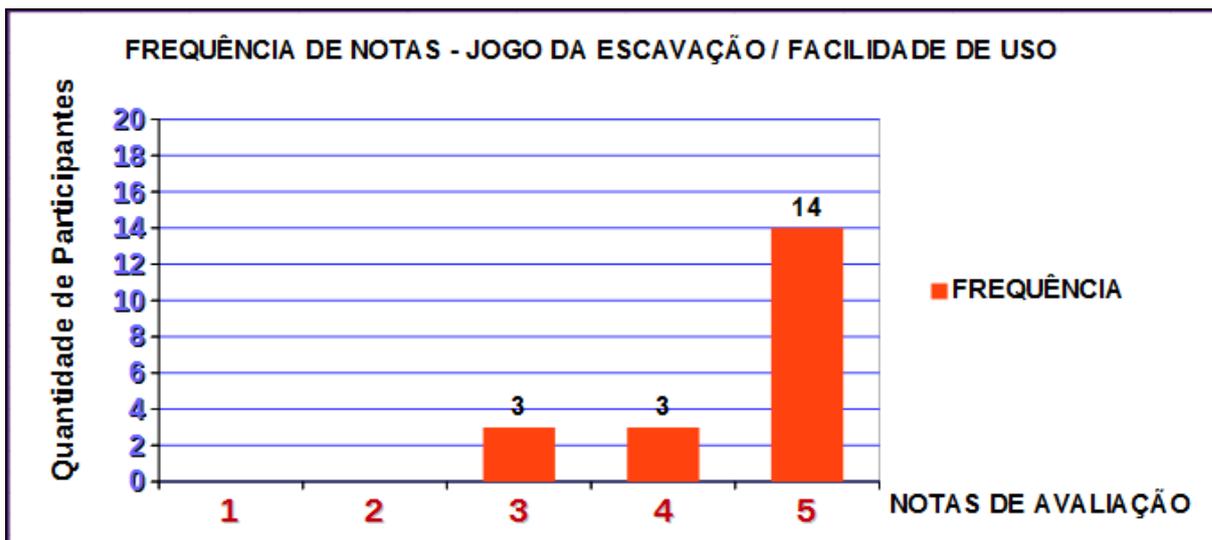


Figura 29 – Frequência dos graus de avaliação dadas a Facilidade de uso do Jogo Escavação.

Neste item percebe-se que 14 pessoas (70%) deram nota máxima para a facilidade de uso e nenhuma nota foi menor que 3.

A terceira questão interroga sobre o que mais chamou atenção para o visitante no jogo e pedia para apontar e apresentar o motivo se possível.

Dentre as respostas encontradas temos: a interatividade através da lousa; a criatividade; as imagens; facilidade de uso; a possibilidade de descobrir artefatos antigos; o fato de poder mergulhar na história do Maranhão.

A quarta questão é relativa a aparência em que se pretende saber se essa é agradável ao visitante (Figuras 30 e 31).

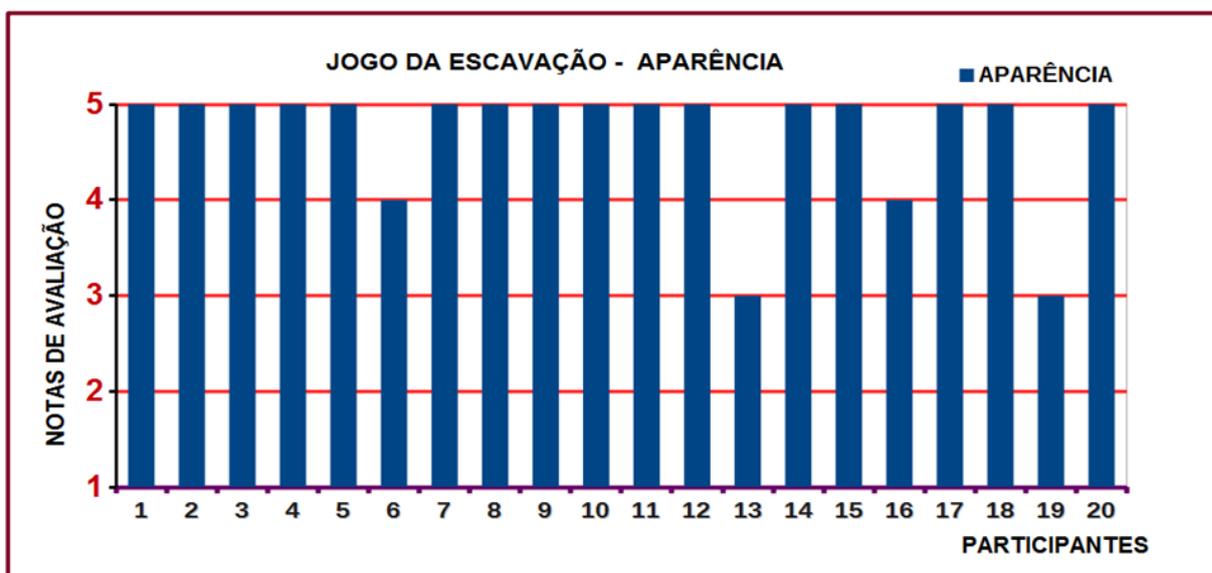


Figura 30 – Avaliação dos participantes sobre a Aparência do Jogo Escavação.

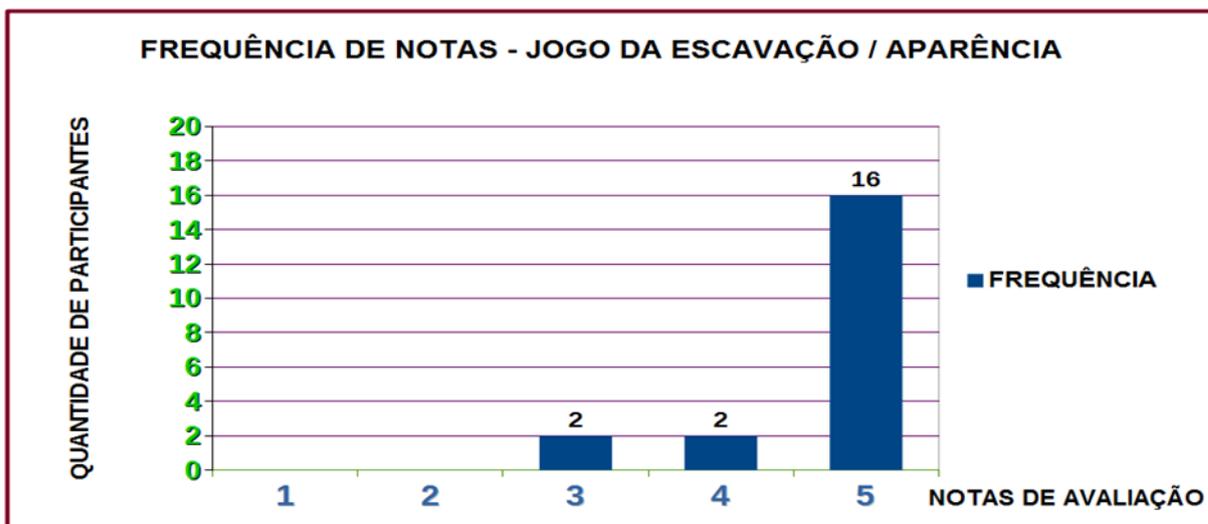


Figura 31 – Frequência dos graus de avaliação dadas a Aparência do Jogo Escavação.

Como o gráfico indica, 16 pessoas opinaram dando nota máxima (80%) e as demais deram notas 3 e 4. Não houveram notas 1 e 2.

E a última pergunta para avaliar o jogo Escavação solicitava o participante a atribuir uma nota entre 1 e 10 (avaliação subjetiva) (Figura 32).

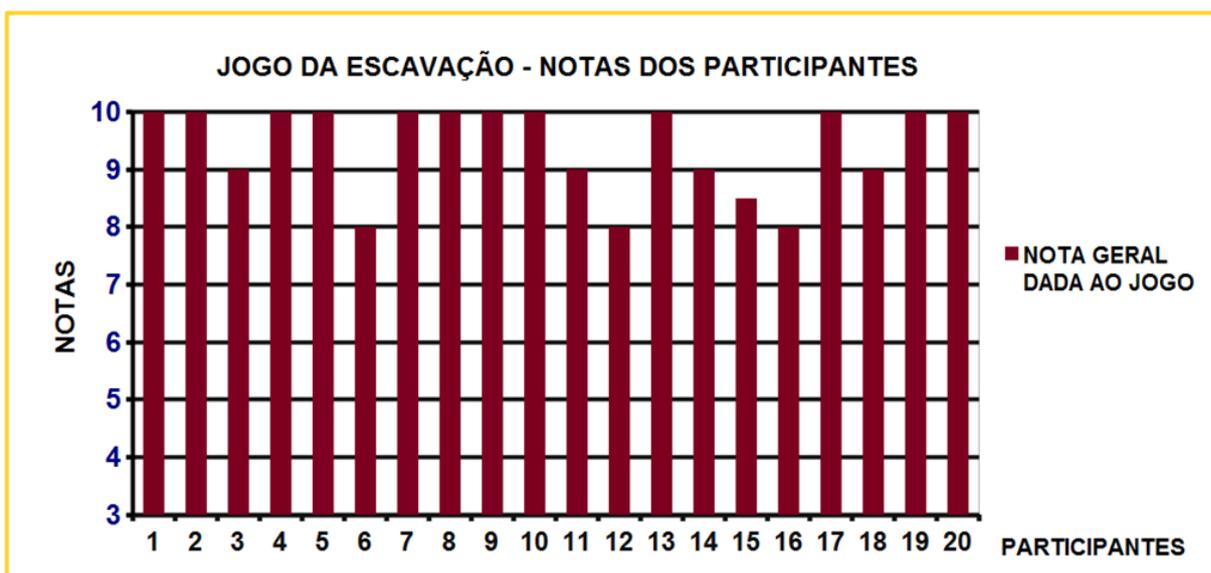


Figura 32 – Notas dos participantes para o Jogo Escavação.

Como pode se ver na figura acima, 12 pessoas opinaram atribuindo nota 10 (60%) e a menor nota identificada foi 8 (03 pessoas ou 15%).

O segundo jogo listado é o Descobrir ou da Memória (Apêndice E). O primeiro ponto que foi abordado foi a aparência, os valores mensurados pelos participantes podem ser vistos nas Figuras 33 e 34.

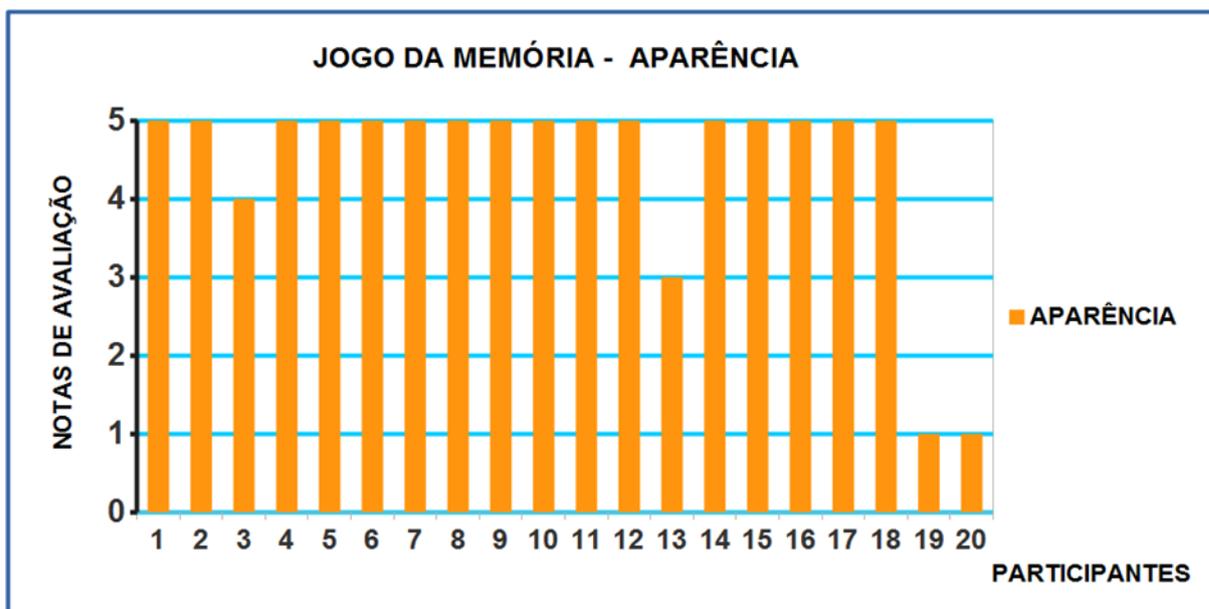


Figura 33 – Avaliação dos participantes sobre a Aparência do Jogo Descobrir (Memória).

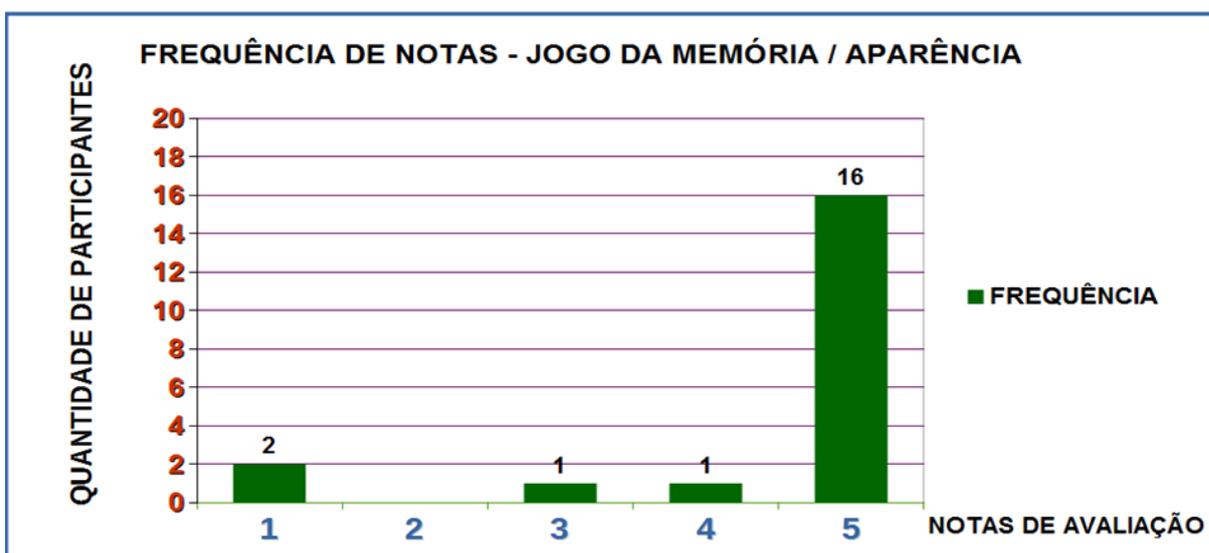


Figura 34 – Frequência dos graus de avaliação dadas a Aparência do Jogo Descobrir (Memória).

Nessa questão, 16 pessoas determinaram nota 5 para a aparência (80%) enquanto os participantes 19 e 20 deram nota 1 (10%).

O segundo ponto a ser inspecionado é a diversão, conforme pode ser visto nas Figuras 35 e 36.

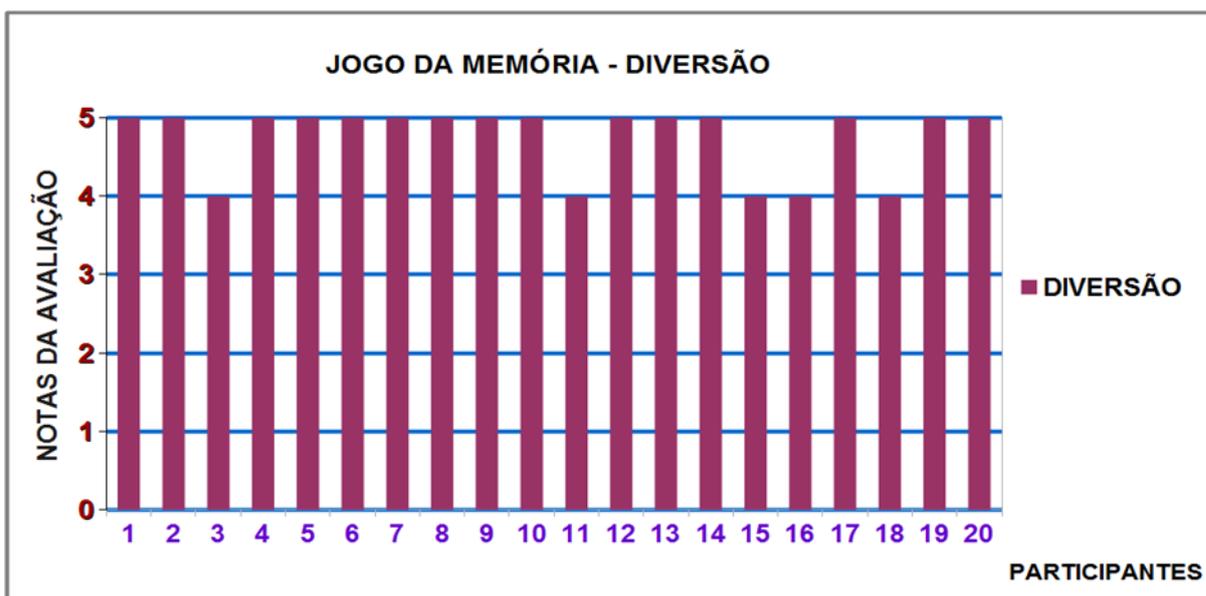


Figura 35 – Avaliação dos participantes sobre a Diversão do Jogo Descobrir (Memória).

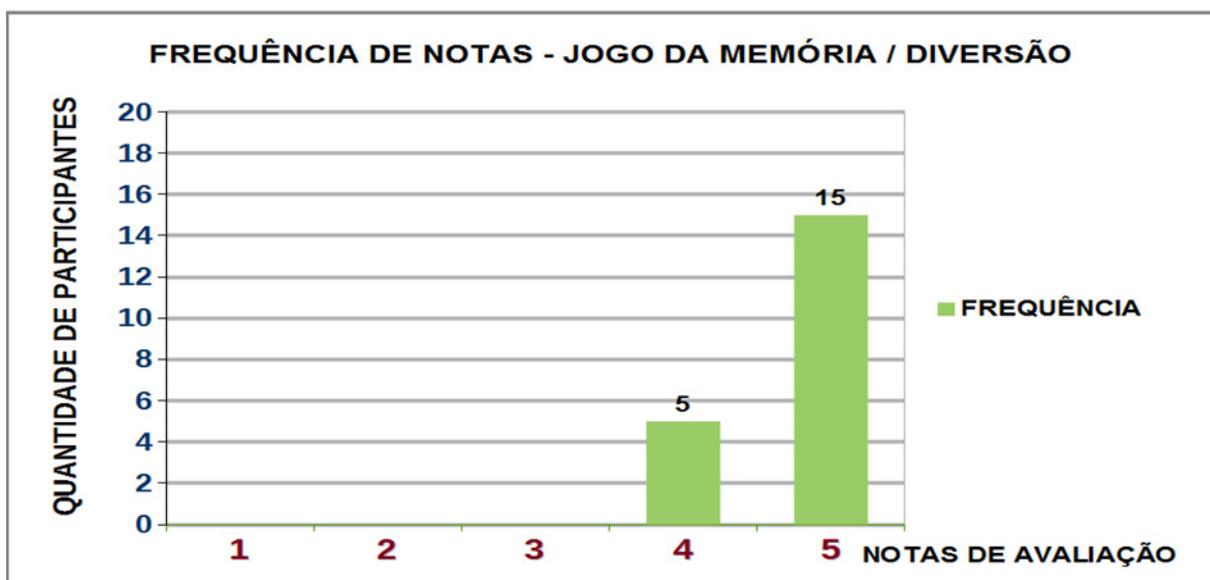


Figura 36 – Frequência dos graus de avaliação dadas a Diversão do Jogo Descobrir (Memória).

Em relação à diversão, confere-se a existência de somente notas 4 (05 pessoas, 25%) e 5 (15 pessoas, 75%).

O terceiro ponto enfatiza sobre o que mais chamou atenção ao participante. As principais considerações mencionadas foram: a maneira de encontrar as peças iguais; a facilidade de uso; o fato de poder aprender mais sobre a exposição; as

imagens que representam momentos históricos; a interatividade e o estímulo da memória.

O quarto ponto especifica a facilidade de uso, sendo que as notas são exibidas nas Figuras 37 e 38.

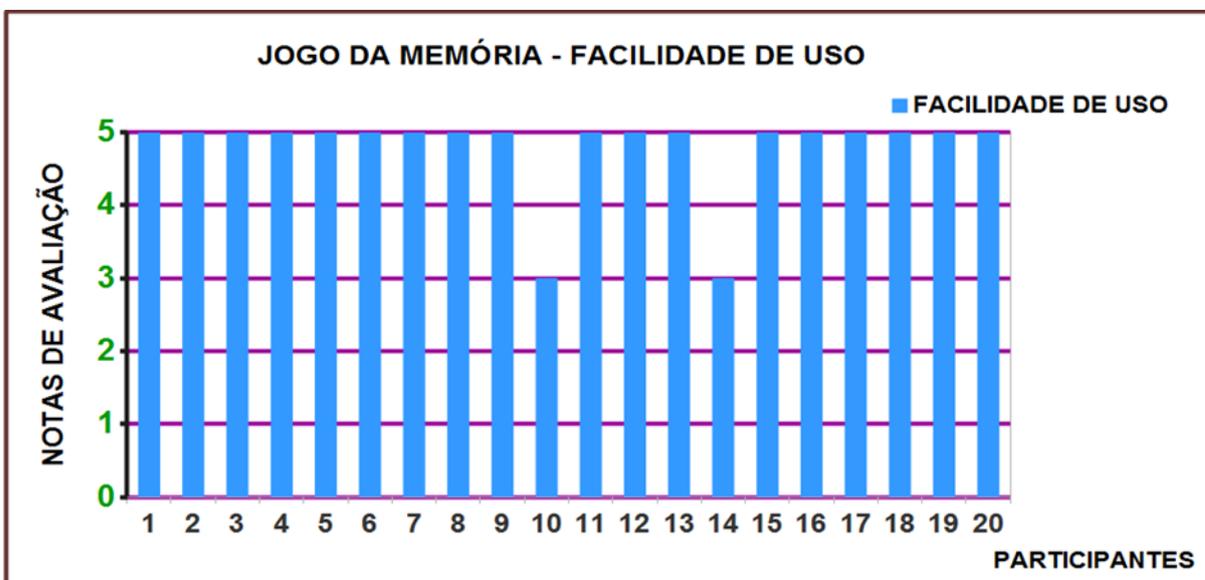


Figura 37 – Avaliação dos participantes sobre a Facilidade de Uso do Jogo da Memória.

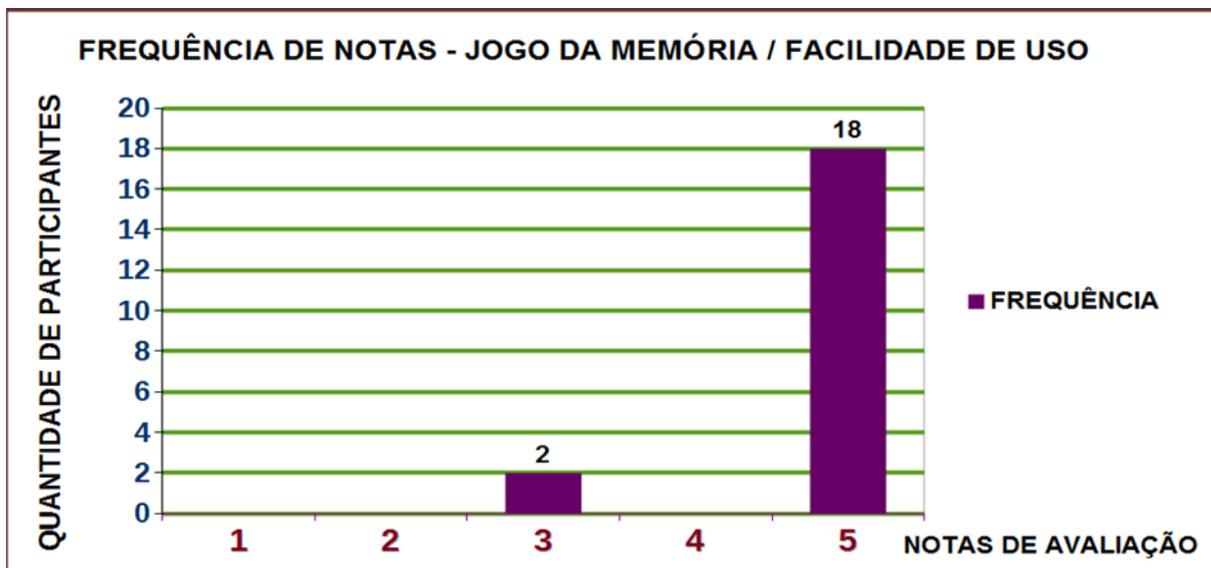


Figura 38 – Frequência dos graus de avaliação dadas a Facilidade de Uso do Jogo da Memória.

Observando atentamente os gráficos, percebe-se que quase todos os visitantes (18 pessoas ou 90%) acharam o jogo muito fácil de usar atribuindo o valor máximo e 02 pessoas deram nota 3 o que significa mais ou menos fácil de se usar.

O quinto ponto que finaliza as opiniões desse jogo é a nota final de 1 a 10, cujo o gráfico que contém as notas é exposto na Figura 39.

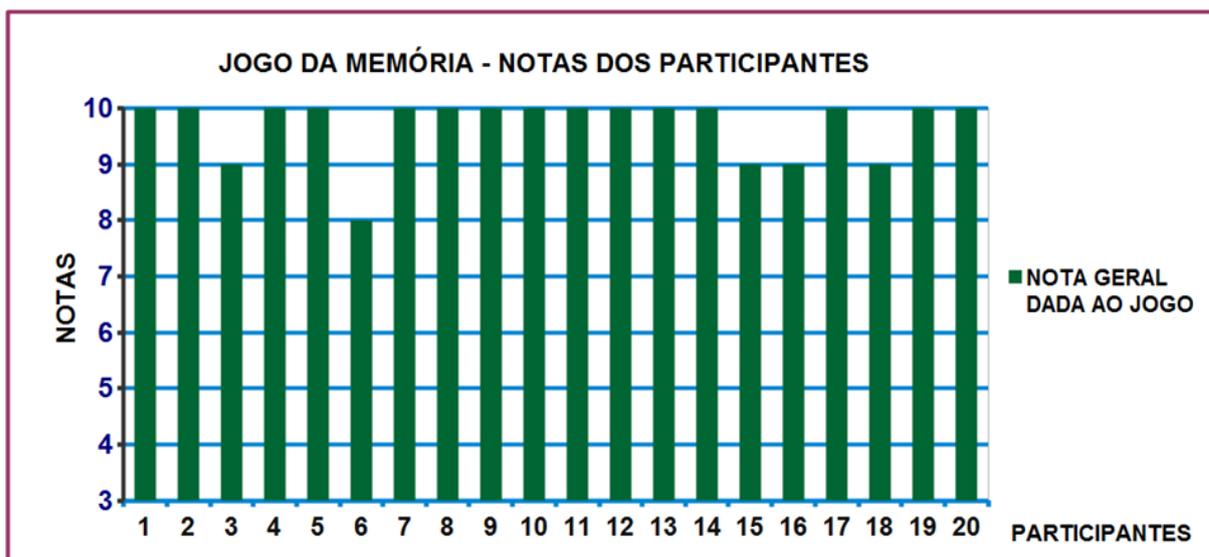


Figura 39 – Notas dos participantes para o Jogo Descobrir (Memória).

Nessa questão, a nota 10 foi atribuída por 15 indivíduos (75%), seguida da nota 9 com 04 indivíduos (20%) e da nota 8 com apenas um indivíduo (5%).

O terceiro e último jogo listado é o Restaurar ou Quebra-Cabeça (Apêndice F).

De início, tem-se o tópico que trata sobre a facilidade de uso do qual a medição realizada pelos participantes gerou o conteúdo que é mostrado nas Figuras 40 e 41.

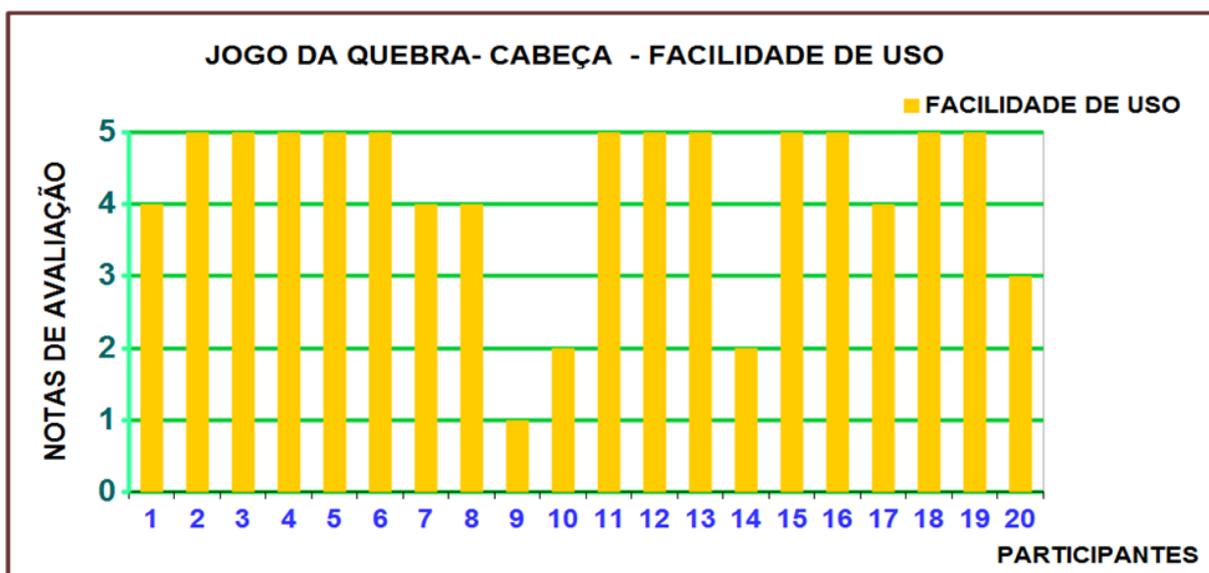


Figura 40 – Avaliação dos participantes sobre a Facilidade de Uso do Jogo Quebra-Cabeça.

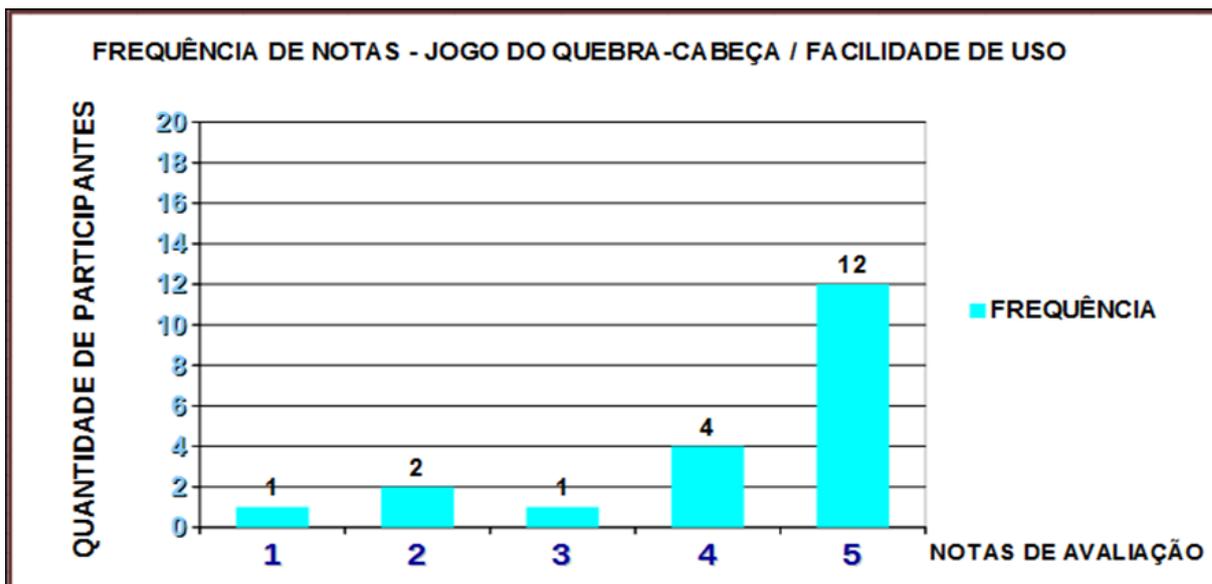


Figura 41 – Frequência dos graus de avaliação dadas a Facilidade de Uso do Jogo Quebra-Cabeça.

Segundo essas figuras percebe-se que todas as notas foram assinaladas pelos visitantes. A nota 5 foi atribuída por 12 pessoas (60%), seguida da nota 4 com 04 pessoas (20%) e as outras notas restantes somadas também têm 04 pessoas (20%).

O segundo tópico investiga a aparência (interface), o conjunto das avaliações individuais e as frequências dos valores possíveis estão expressos nas Figuras 42 e 43.

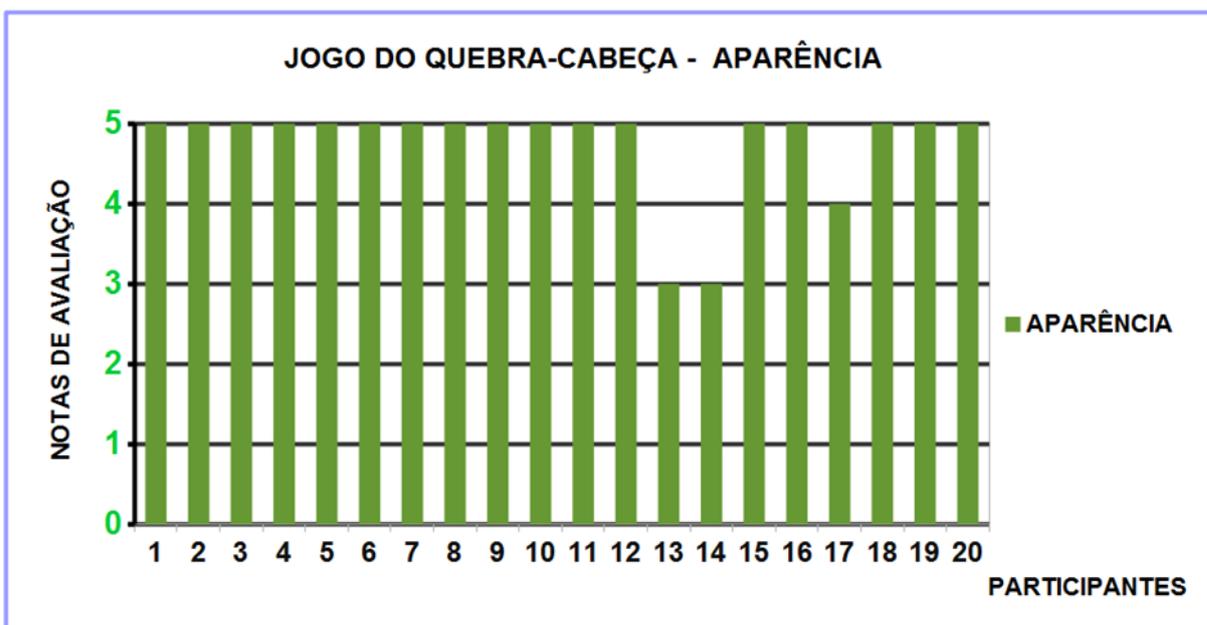


Figura 42 – Avaliação dos participantes sobre a Aparência do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

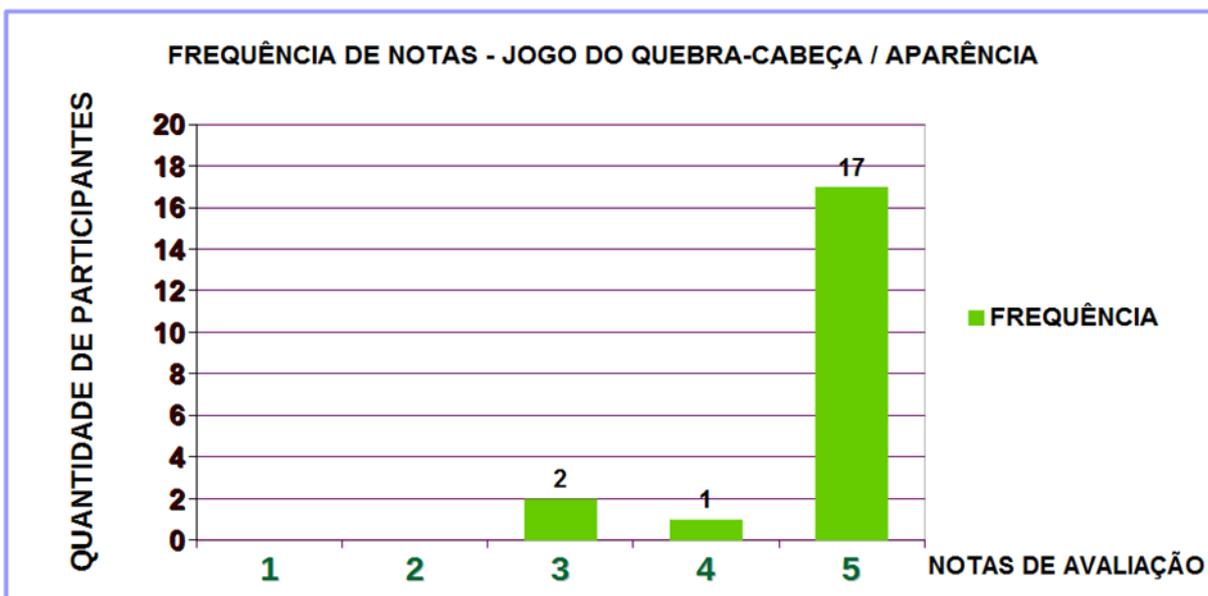


Figura 43 – Frequência dos graus de avaliação da Aparência do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

Pode-se afirmar com base nas ocorrências encontradas que as piores notas (1 e 2) não foram apontadas pelos visitantes. A nota mais relevante foi a nota 5 indicada por 17 pessoas (85%).

O terceiro tópico sinaliza o que chamou mais atenção nesse jogo. Os principais argumentos evidenciados pelos visitantes foram: a facilidade de jogar (jogabilidade); interatividade; a diversão; a problemática; a maneira de encaixar as peças; as imagens; o emprego da percepção visual; estimula a coordenação motora e o fato de restaurar uma peça arqueológica de forma virtual.

O quarto tópico analisa a diversão do Quebra-cabeça, as medições realizadas pelos visitantes integrantes do teste podem ser vistas nas Figuras 44 e 45.

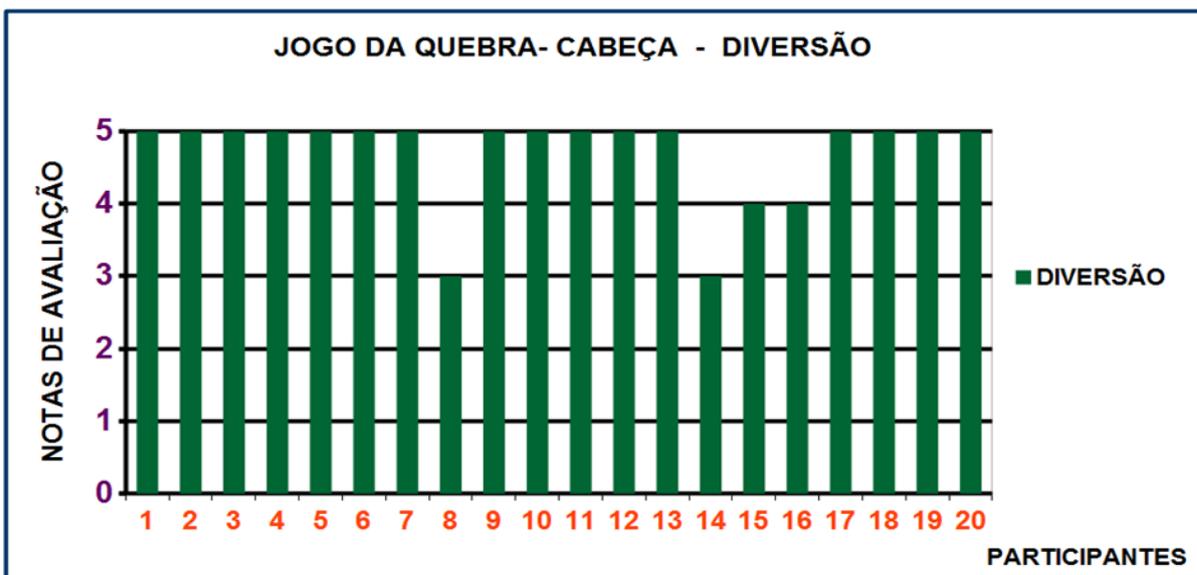


Figura 44 – Avaliação dos participantes sobre a Diversão do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

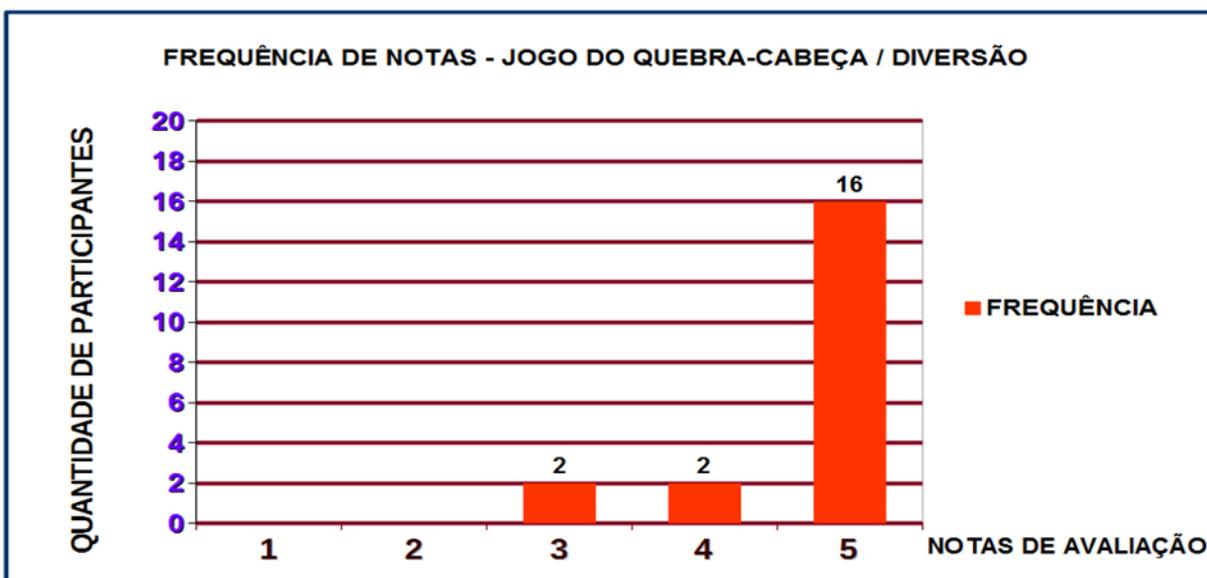


Figura 45 – Frequência dos graus de avaliação da Diversão do Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

Ao examinar esses gráficos, percebe-se que todos os visitantes fizeram uma avaliação de forma positiva, uma vez que, 16 visitantes (80%) deram nota máxima e os demais deram as notas 3 e 4.

O quinto e último tópico deste jogo e que finaliza o questionário pós-teste investiga a satisfação subjetiva do usuário de maneira geral no qual os participantes deram suas notas de 1 a 10 assim como nos anteriores (Figura 46).

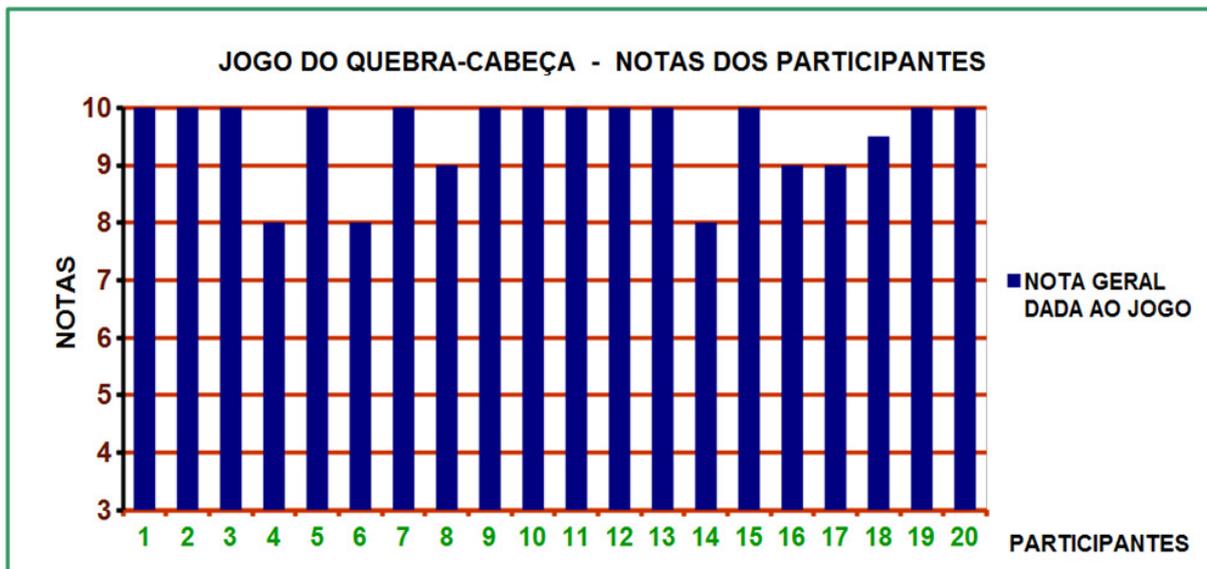


Figura 46 – Notas dos participantes para o Jogo Restaurar (Quebra-Cabeça).

De acordo com essa figura, verifica-se que a menor nota apontada pelos visitantes foi 8 (03 visitantes,15%). A maior nota foi assinalada por 13 pessoas (65%), demonstrando o excelente resultado atingido.

Considerações do questionário Pós-teste

A partir de todas as informações extraídas do questionário para cada jogo, fez-se uma verificação da performance dos critérios na aplicação como um todo, enfatizando os que estão presentes no teste de usabilidade.

Inicialmente, é preciso salientar que toda esta nova aplicação obteve um desempenho muito superior que o primeiro protótipo (teste piloto), tendo todas as médias com valor acima de 4 (diversão, facilidade de uso e aparência) e acima de 9 para a satisfação subjetiva (Quadro 8).

Quadro 8 – Média dos Critérios de usabilidade dos jogos da nova aplicação.

Médias dos Critérios Avaliados no Questionário Pós-Teste			
Critério	Escavação	Descobrir (Memória)	Restaurar (Quebra-Cabeça)
Diversão	4,1	4,75	4,7
Facilidade de Uso	4,55	4,8	4,2
Aparência	4,7	4,45	4,75
Satisfação Subjetiva	9,42	9,7	9,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando em conta a diversão, pode-se afirmar que a mesma atingiu um excelente nível que se aproximou bastante do maior nível possível. O jogo que mais divertiu os participantes foi o Descobrir (Memória) que chegou a atingir a média de 4,75 e foi o único em que foram indicadas apenas as notas 4 e 5.

No que concerne a facilidade de uso percebe-se que da mesma forma que a diversão, alcançou um grau altíssimo e que atendeu as expectativas. O jogo mais fácil de usar na opinião dos visitantes foi também o Descobrir (Memória), tendo a média mais alta entre todos os outros aspectos (4,8) e o maior número de notas 5 (18 pessoas, 90%).

Em relação a aparência, constata-se que toda a aplicação está suficientemente agradável e nesse aspecto o jogo Escavação foi o que mais se destacou com média de 4,75, seguido bem próximo do jogo Escavação.

Juntamente com a aparência, a terceira questão desse questionário (mesma em todos os jogos), serviu de sustentação para medir a atratividade da aplicação, relatando os elementos que mais atraíram os visitantes e ratificando o excelente patamar que foi alcançado.

Um dos elementos que foi bastante citado nas respostas referentes a terceira questão é a interatividade que reforça quão positiva foi o manuseio da lousa Smart Board, facilitado evidentemente pela experiência com aparelhos sensível ao toque.

O último item a ser discutido é a satisfação subjetiva do usuário que fecha a opinião dos visitantes e consolida o teste. As altíssimas médias (mais de 9) desse

item atestam que todos os jogos foram muito agradáveis e que o jogo Descobrir (Memória) foi o que os visitantes mais gostaram.

Em relação a entrevista pós-teste é importante enfatizar que foi realizada com alguns participantes e os resultados obtidos serviram para confirmar os dados obtidos no questionário pós-teste, não havendo divergências entre eles.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou uma nova tecnologia que propicia ao usuário a interatividade. Neste contexto foram descritos os principais recursos de hardware e softwares do sistema de lousa interativa Smart Board 880ix que é o modelo adquirido pelo Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA).

Uma aplicação de jogos interativos foi desenvolvida para que os visitantes tivessem uma experiência virtual com os aspectos arqueológicos e históricos do Centro de Pesquisa e os mesmos podem utilizá-la através lousa interativa que está disponível em um espaço de visitação.

Com o objetivo de avaliar a usabilidade da aplicação foram mostrados os principais conceitos de usabilidade e os métodos de avaliação de IHC (Interação Humano Computador) com ênfase no método escolhido: o teste de usabilidade.

A metodologia desse teste foi descrita e posteriormente se demonstrou como foi empregada no teste propriamente dito que foi criado para realizar esse estudo.

Apesar de todas as dificuldades iniciais, no que se refere ao aprendizado e manuseio dessa nova tecnologia, foi possível utilizar a lousa interativa e realizar o teste de usabilidade com os visitantes do museu.

Durante a preparação do teste foi difícil definir os objetivos do teste devido à grande quantidade de aspectos de usabilidade que poderiam ser utilizados, além da existência de poucos testes de usabilidade feitos com aplicações de jogos.

Os documentos desenvolvidos propiciaram extrair os resultados que mesmo com a inexperiência do avaliador, permitiram a análise de forma eficiente de todos os objetivos do teste e o relato das recomendações para a melhoria dos critérios que não alcançaram o grau esperado.

Este trabalho apresenta três pontos pouco explorados para a verificação da usabilidade de uma aplicação: teste de usabilidade sem perfil previamente definido, diferente ambiente de execução (novas tecnologias – lousa interativa), concepção do teste de usabilidade de jogos, utilizando critérios que se distinguem dos sistemas tradicionais.

Como sugestão para trabalhos futuros pode-se listar: o estudo da interação do usuário com outros aparelhos que possuem tecnologia sensível ao toque; emprego do teste desenvolvido para outros jogos com diferentes finalidades (educativos e de treinamento) e a avaliação em conjunto com mais alguma característica de qualidade de software (confiabilidade e portabilidade).

REFERÊNCIAS

BARBOSA, S. D. J., & SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Editora Campus- Elsevier, 2010.

BATTAIOLA, A. L.; ELIAS, N. C.; DOMINGUES, R. G.; ASSAF, R.; RAMALHO, G. L. **Desenvolvimento da Interface de um Software Educacional com base em Interfaces de Jogos**. IHC Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Fortaleza, 2002.

BEVAN, N. **Usability is quality of use**. In: Anzai & Ogawa (eds) Proc. 6th International Conference on Human Computer Interaction, July. Elsevier, 1995.

DE SOUZA, C. S. **Semiotic engineering principles for evaluating end-user programming environments**. Em Lucena, C.J.P. (ed.) Monografias em Ciência da Computação. Departamento de Informática. PUC-Rio. Rio de Janeiro, 1999.23p.

DUMAS, J.S., & REDISH, J.C. **A Practical Guide to Usability Testing (revised Ed.)**. Portland, Oregon: Intellect Books, 1999.

EASON, K. D. **Towards the experimental study of usability**. Behaviour and Information Technology, Volume 3, 1984. p.133-143.

GURGEL, I.; ARCOVERDE, R. L.; ALMEIDA, E. W. M.; SULTANUM, N.; TEDESCO, P. **A Importância de Avaliar a Usabilidade dos Jogos: A Experiência do Virtual Team**. [SBGAMES] - Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital, V, Recife, 2006. p.22-29.

ISO/IEC 25000:2014. Disponível em:
http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=64764”.

IVORY, M. Y. e HEARST, M. A. 2001. **State of the Art in Automating Usability Evaluation of User Interfaces**. ACM Computing Surveys, 2001. p. 470–516.

LEWIS, J. R. **Sample sizes for usability studies: Additional considerations**. Human Factors, Florida, 1994. p.368-378.

- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Boston - USA: Academic Press, 1993. 362 p.
- RAVDEN, S.; JOHNSON, G. **Evaluating usability of human-computer interfaces**. Chichester: Ellis Horwood, 1989.
- ROCHA, A. R.; MALDONADO, J. C.; WEBER, K. C. **Qualidade de software: Teoria e Prática**. São Paulo: Prentice Hall, 2001. 303p.
- ROGERS, Y.; SHARP H.; PREECE J. **Design de Interação**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.
- RUBIN, J. **Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design and Conduct Effective Tests**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1994. 330 p.
- SANTOS, R. L. G. **Ergonomização das interação homem-computador. Abordagem heurística para avaliação da usabilidade de interfaces. Rio de janeiro**. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.184 p.
- SMART TECHNOLOGIES ULC. **SMART Board® 800ix and 800ix-SMP Interactive whiteboard systems Configuration and user's guide** . Disponível em: "http://downloads01.smarttech.com/media/sitecore/pt_pt/support/product/smartboards-fpd/800series/guides/usersguidesbx800interactivewhiteboards04apr11.pdf". 2012a.
- SMART TECHNOLOGIES ULC. **SMART Notebook™ 11: Guia do Usuário**. Disponível em: <http://downloads01.smarttech.com/media/sitecore/en/support/product/smartnotebook/smartnotebooksoftware11windows/guides/guidenotebook11winv25sep12.pdf>. 2012b.
- SMART TECHNOLOGIES ULC. **SMART Board™885ix2 interactive whiteboard system**. Disponível em: http://downloads01.smarttech.com/media/sitecore/en/pdf/brochures/sbiw/sb_885ix_iws_app_fact_sheet_edu.pdf. 2013.

Virzi, R. A. **Streamlining the design process: Running fewer subjects.** In Proc. of the Human Factors Society 34th Annual Meeting, Orlando, 1990. p. 291-294.

Virzi, R. A. **Refining the test phase of usability evaluation: How Many Subjects are enough?** Human Factors, vol. 34 (4),1992. pp 457-468.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento do Teste de Usabilidade.

TERMO DE CONSENTIMENTO LEGAL

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Teste de Usabilidade com Lousas Interativas: Estudo de Caso com a Smart Board™** que está sendo desenvolvido no Curso de Ciências da Computação da Universidade Federal do Maranhão.

Nesta etapa do projeto, queremos conhecer o que algumas pessoas ao interagirem com as aplicações desenvolvidas, pensam a respeito delas e qual a experiência que elas têm ao fazerem sua utilização no ambiente da lousa interativa que está inserido no projeto Lugar de Memória sediado no Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão.

Estamos realizando uma série de pesquisas, e solicitamos seu consentimento para a realização e gravação de uma entrevista. Para decidir sobre o seu consentimento, é essencial que você conheça as seguintes informações sobre a pesquisa:

- Os resultados dessa pesquisa serão utilizados para análise e validação do Trabalho de Conclusão de Curso deste entrevistador. A divulgação desses pauta-se no respeito à sua privacidade e o anonimato dos participantes será preservado em qualquer relatório ou outro tipo de documento.
- O consentimento para a entrevista é uma escolha livre, feita mediante, a prestação de todos os esclarecimentos necessários sobre a pesquisa.
- A entrevista pode ser interrompida a qualquer momento, segundo a sua disponibilidade e vontade. Para qualquer dúvida posteriormente, favor entrar em contato através do e-mail: rodrigossousa8@hotmail.com.

De posse dessas informações, gostaríamos que você se pronunciasse acerca da entrevista:

- () Dou meu consentimento para a sua realização.
- () Não consinto com a sua realização.

São Luis, _____ de janeiro de 2015.

Assinatura do Entrevistador

Assinatura do Participante

RODRIGO SOUSA MONTEIRO

APÊNDICE B - Questionário de Identificação do Perfil do Participante.

Nº _____

Questionário de Identificação do Perfil do Participante da Pesquisa

Qual sua Idade? _____ anos. Sexo: () Masculino () Feminino.

NÍVEL DE FORMAÇÃO ESCOLAR

1) Qual seu grau de instrução?

- a) Pós- Graduação
- b) Superior Completo
- c) Superior Incompleto
- d) Ensino médio Completo
- e) Ensino médio Incompleto

2) Qual curso está fazendo atualmente ou já concluiu de acordo com o grau assinalado acima (Obs.: Pode se incluir curso técnico caso não esteja fazendo uma Graduação)? _____

EXPERIÊNCIA COMPUTACIONAL

3) Há quanto tempo você utiliza computador?

- a) Entre 1 ano e 2 anos
- b) Entre 2 e 4 anos
- c) Mais de 4 anos

4) Em que local você utiliza o computador (Pode-se marcar mais de uma opção).

- a) Em casa
- b) No trabalho
- c) Na escola
- d) Outros

EXPERIÊNCIA COM USO DE NOVAS TECNOLOGIAS

5) Você utiliza ou já utilizou algum aparelho eletrônico com tecnologia touchscreen (Tela Sensível ao toque). Obs.: Pode-se marcar mais de uma opção.

- a) Notebook, Ultrabook ou computador
- b) Tablet
- c) Smartphone
- d) Smart TV
- e) Outros
- f) Não, nunca utilizei nenhum desses aparelhos

Obs.: Responda a questão abaixo apenas se você não optou pela opção F na questão 5.

6) Há quanto tempo você utiliza esse aparelho com tecnologia touchscreen (Tela Sensível ao toque).

- a) Menos de 1 ano
- b) De 1 a 2 anos
- c) De 2 a 3 anos
- d) Mais de 3 anos

APÊNDICE C - Formulário de Coleta de Dados.

Partic. N° _____

Aplicação	Principais Dificuldades	Tempo gasto no jogo	Principais dúvidas	Relato de Erros/ Qtde	Sucesso - S ou N
JOGO ESCAVAR					
JOGO DESCOBRIR					
JOGO RESTAURAR					

NOTAS ADICIONAIS :

APÊNDICE D - Questionário Pós-Teste - Parte 1.

Questionário Pós-Teste

Nº _____

O objetivo deste questionário é colher informações sobre a opinião do participante do teste de usabilidade que foi realizado para esta aplicação de jogos interativos. As informações fornecidas são vitais para o aprimoramento do sistema.

Nas questões de marcar, favor faça um X no quadro que contém o número que representa o grau de concordância e deverá ser marcado somente uma resposta por questão. Ex.:

		X		
--	--	---	--	--

1 2 3 4 5

Por favor, leia com atenção as questões a seguir e em caso de dúvida, solicite esclarecimento com o avaliador.

JOGO DA ESCAVAÇÃO

1) Você se divertiu com o jogo?

	Muito				Pouco					
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<table style="width: 100%; text-align: center;"><tr><td style="width: 20%;">1</td><td style="width: 20%;">2</td><td style="width: 20%;">3</td><td style="width: 20%;">4</td><td style="width: 20%;">5</td></tr></table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5						

2) O jogo foi fácil de se utilizar?

	Difícil				Fácil					
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<table style="width: 100%; text-align: center;"><tr><td style="width: 20%;">1</td><td style="width: 20%;">2</td><td style="width: 20%;">3</td><td style="width: 20%;">4</td><td style="width: 20%;">5</td></tr></table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5						

3) O que mais lhe chamou atenção neste jogo? Aponte e diga o motivo se possível.

4) A aparência (aspectos gráficos e imagens) do jogo é agradável.

	Pouco				Muito					
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<table style="width: 100%; text-align: center;"><tr><td style="width: 20%;">1</td><td style="width: 20%;">2</td><td style="width: 20%;">3</td><td style="width: 20%;">4</td><td style="width: 20%;">5</td></tr></table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5						

5) Dê a sua nota para esse jogo de 1 a 10.

Nota: _____

APÊNDICE E - Questionário Pós-Teste - Parte 2.

JOGO DA MEMÓRIA

1) A aparência (aspectos gráficos e imagens) do jogo é agradável.

Muito Pouco

--	--	--	--	--

1 2 3 4 5

2) Você se divertiu com o jogo?

Pouco Muito

--	--	--	--	--

1 2 3 4 5

3) O que mais lhe chamou atenção neste jogo? Aponte e diga o motivo se possível.

4) O jogo foi fácil de se utilizar?

Fácil Difícil

--	--	--	--	--

1 2 3 4 5

5) Dê a sua nota para esse jogo de 1 a 10.

Nota: _____

APÊNDICE F - Questionário Pós-Teste - Parte 3.

JOGO DO QUEBRA-CABEÇA

1) O jogo foi fácil de se utilizar?

Difícil Fácil

--	--	--	--	--

1 2 3 4 5

2) A aparência (aspectos gráficos e imagens) do jogo é agradável.

Pouco Muito

--	--	--	--	--

1 2 3 4 5

3) O que mais lhe chamou atenção neste jogo? Aponte e diga o motivo se possível.

4) Você se divertiu com o jogo?

Pouco Muito

--	--	--	--	--

1 2 3 4 5

5) Dê a sua nota para esse jogo de 1 a 10.

Nota: _____

APÊNDICE G - Entrevista Pós-Teste.

Nº _____

Questões da Entrevista Pós-Teste

- 1) O que você mais gostou nos jogos?

- 2) Quais as situações em que você sentiu dificuldades em usar os jogos? Relate, explicando o motivo caso possível.

- 3) O que você achou do uso desses jogos interativos na lousa SmartBoard nesse local (Centro de Pesquisa).

- 4) Você se lembrou de alguma peça ou parte do Museu que visitou ao utilizar algum desses Jogos. Se Sim, qual foi??

- 5) Momento de expor sua opinião: Dê sugestões, críticas, ou faça outras considerações para melhoria dessa aplicação.

- 6) O que achou da realização do Teste?