

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A APRENDIZAGEM DE  
MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES**

**Rogélio dos Reis Dias**

**Uberlândia**

**2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A APRENDIZAGEM DE**  
**MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES**

**Rogélio dos Reis Dias**

Texto da dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia perante à banca de examinadores abaixo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Banca Examinadora

Alexandre Cardoso – UFU (Orientador)

Luciano Coutinho Gomes – UFU

Ismar Frango – Mackenzie-SP (Convidado)

**Uberlândia**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

D541d      Dias, Rogélio dos Reis, 1979-  
2014      Desenvolvimento de um jogo sério para a aprendizagem de  
manutenção de computadores / Rogélio dos Reis Dias. - 2014.  
129 f. : il.

Orientador: Alexandre Cardoso.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.  
Inclui bibliografia.

1. Engenharia elétrica - Teses. 2. Computadores - Manutenção e  
reparos - Teses. 3. Realidade virtual - Teses. 4. Jogos educativos - Teses.  
I. Cardoso, Alexandre, 1964- II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

---

CDU: 621.3

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA A APRENDIZAGEM DE  
MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES**

**Rogélio dos Reis Dias**

Texto da dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia perante a banca de examinadores abaixo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

---

**Prof. Alexandre Cardoso, Dr.**

**Orientador**

---

**Prof. Luciano Coutinho Gomes, Dr.**

**UFU**

---

**Prof. Ismar Frango, Dr.**

**Professor Convidado**

**Uberlândia**

**2014**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais e irmã, pelo apoio e afeto durante minha trajetória.*

*A minha esposa Eva Aparecida Vieira pela compreensão, confiança e apoio.*

*As minhas filhas Jéssica Ferreira dos Reis e Eduarda Vieira Reis que me inspiraram muita força para realizar este trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por propiciar condições de iniciar e concluir esta fase em minha vida.

Aos meus pais, irmã, esposa e filhas pelo amor incondicional, incentivo e companhia ao longo deste trabalho.

A minha irmã e suas amigas, Aline e Fernanda, pela atenção na hospedagem na república.

Aos Orientadores, pela paciência e competente orientação.

A secretária Cinara Fagundes, que sempre demonstrou ser atenciosa e prestativa, auxiliando em muitas ocasiões.

Aos amigos Hugo, Camilo, Alexandre, Ernani, Reginaldo e Andriza pelo considerável apoio durante o desenvolvimento da dissertação.

Aos colegas do Laboratório de Computação Gráfica e das disciplinas cursadas pela constante troca de experiências e incentivo durante a Pós-Graduação.

A Faculdade de Engenharia Elétrica por conceder esta oportunidade juntamente a Universidade Federal de Uberlândia.

Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro pelo acolhimento e reconhecimento profissional.

Aos Campus Paracatu, Uberaba e reitoria juntamente com as agências de fomento CNPQ e FAPEMIG pelo apoio aos projetos de pesquisa envolvidos.

Aos alunos dos projetos de iniciação científica e todos colaboradores envolvidos com o desenvolvimento em ambiente de Realidade Virtual.

E a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente com este trabalho.

“As ideias e as estratégias são importantes, mas o verdadeiro desafio é a sua execução.”

Percy Barnevik

## Resumo

O desenvolvimento de Jogos Sérios para ensino e aprendizagem é campo fértil de pesquisa. No contexto de manutenção de computadores, há, nas instituições de ensino, parca quantidade de *hardware* atualizado e dificuldade dos professores em preparar e aplicar avaliações práticas. Neste cenário, aprendizes enfrentam dificuldade no desenvolvimento de atividades correlatas à Manutenção de Computadores. Este projeto propõe o desenvolvimento de um jogo, para recriar situações onde são exigidos conhecimentos práticos de Manutenção de Computadores em um simulador virtual, onde o estudante recebe uma série de tarefas, tais como o encaixe do processador, módulo de uma memória RAM e de uma placa de vídeo. O jogo é feito em três níveis, a saber, básico, intermediário e avançado. O usuário avança de acordo com a conclusão de cada fase. O aluno responde a um questionário (alimentado com perguntas e respostas elaboradas pelo professor), mudando de nível, de acordo com o conhecimento adquirido. Um benefício deste trabalho relaciona-se com a diminuição dos custos referentes à manutenção e aquisição de equipamentos de *hardware*, como por exemplo, trabalhar com todos os processadores mais recentes. Além disso, com uso das soluções desenvolvidas, propicia a condição de treinamento, por parte do aprendiz, de forma assíncrona, em ambientes adversos aos tradicionais laboratórios de ensino, uma vez que dispensa o *hardware* físico. Aspectos relacionados à simplicidade da utilização, qualidade gráfica e fluxo foram considerados, no contexto de desenvolvimento da solução, visando atingir o público alvo de professores e aprendizes.

**Palavras-chave:** Jogos Sérios, Manutenção de Computadores, Realidade Virtual.

## **Abstract**

Developing Serious Games for teaching and learning has currently emerged as research field-fertile. In the context of computer maintenance, educational institutions lack of updated hardware and that makes preparation and implementation of practical assessments difficult to teachers. In this scenario, learners face some problems in developing activities related to computer maintenance. This project proposes the development of a game to recreate situations that require practical knowledge of computer maintenance in a virtual simulator. The student is given a number of tasks, such as fitting the processor, and both a RAM and a video card modules. The game is conducted in three levels, i.e., basic, intermediate and advanced. The user steps through the process according to the conclusion of each phase. The teacher prepares and gives the student a questionnaire that changes from one level to another, according to the knowledge acquired. One of the advantages of this work is related to cost reduction in maintenance and acquisition of hardware, such as working with the latest processors. Furthermore, working with the solutions developed facilitates asynchronous learners' training in environments which are adverse to the traditional teaching laboratories, as it does not require the physical hardware. Aspects related to simplicity of use, graphic quality and flow were considered in the context of the solution development, in order to reach the teachers and learners' target audience.

**Keywords:** Serious Games, Computer Maintenance, Virtual Reality.

### **Lista de Publicações Relacionadas a este Trabalho**

1. DIAS, R. R., SILVA, A. F., Silva, L. V. C., Xavier, A. B., Cardoso, A., LAMOUNIER JÚNIOR, E. A. **“HARD GAME” ASSOCIANDO REALIDADE VIRTUAL À TEORIA DE JOGOS PARA A APRENDIZAGEM DE MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES.** In: SVR 2012 - XIV Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2012, Niterói/RJ.
2. DIAS, R. R., SILVA, A. F., André, C. F., Xavier, J. A. B. **IMPLEMENTAÇÃO DE UM APLICATIVO DE OBJETO APRENDIZAGEM POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA NO AUXÍLIO À EDUCAÇÃO.** In: IGIP 2011 - XL IGIP International Symposium on Engineering Education, 2011, Santos/SP.
3. DIAS, R. R., SILVA, A. F., Viana, L. C., Pimenta, T. A. **IMPLEMENTAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM POR MEIO DA REALIDADE VIRTUAL PARA O ENSINO DE MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES.** In: IGIP 2011 - XL IGIP International Symposium on Engineering Education, 2011, Santos/SP.

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	9
1.1	Motivação .....	10
1.2	Objetivos .....	11
1.3	Objetivos específicos .....	11
1.4	Metas.....	12
2	FUNDAMENTOS .....	13
2.1	Manutenção de Computadores.....	13
2.2	Realidade Virtual .....	14
2.2.1	Realidade Virtual na Educação e Treinamento .....	15
2.2.2	Aplicações da Realidade Virtual.....	16
2.3	Experiência de Fluxo .....	16
2.4	Serious Games .....	19
2.4.1	<i>Serious Games</i> na Educação .....	20
2.4.2	Crterios de Avaliao de <i>Serious Games</i> .....	20
3	TRABALHOS CORRELATOS .....	26
3.1	Introdução .....	26
3.2	Aplicações Correlatas .....	26
3.2.1	Virtual Hardware.....	26
3.2.2	ViMeT.....	27
3.2.3	Maintenance and Assembly Training in a Hydroelectric Unit of Energy Using Virtual Reality Desktop .....	28
3.2.4	HuntIR Checkpoint Recon .....	29
3.3	Comparação entre os sistemas apresentados .....	30
3.4	Conclusão.....	31
4	ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA.....	33
4.1	Introdução .....	33

4.2	Levantamento de requisitos .....	33
4.3	Arquitetura do Sistema .....	37
4.3.1	Prototipagem .....	37
4.4	Conclusão.....	38
5	DETALHES DA IMPLEMENTAÇÃO .....	39
5.1	Introdução .....	39
5.2	Tecnologias utilizadas.....	39
5.2.1	Modelagem (Blender e Rhinoceros) .....	39
5.2.2	Unity 3D e JavaScript .....	41
5.3	O protótipo Hard Game implementado.....	42
5.3.1	Protótipo Inicial.....	43
5.3.2	Protótipo Intermediário .....	45
5.3.3	Protótipo Hard Game Final .....	48
5.3.3.1	Gerenciador de <i>Login</i> .....	48
5.3.3.2	Ambiente do Aluno .....	49
5.3.3.3	Ambiente do Professor .....	54
5.3.3.4	Tratamento de erros .....	60
5.4	Considerações Finais .....	62
6	RESULTADOS E LIMITAÇÕES.....	63
6.1	Introdução .....	63
6.2	Metodologia .....	64
6.3	Resultados .....	65
6.3.1	Funcionalidade .....	65
6.3.2	Usabilidade.....	67
6.3.3	Confiabilidade .....	69
6.3.4	Eficiência .....	71
6.3.5	Sobre o Sistema.....	74
6.4	Sugestões dos entrevistados.....	78

6.5	Conclusão.....	79
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	80
7.1	Trabalhos Futuros .....	80
	REFERÊNCIAS .....	82
	APÊNDICE A.....	88
	APÊNDICE B.....	97
	APÊNDICE C.....	118

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Manutenção de Computadores – O Hardware.....	14
FIGURA 2 - Flow Channel.....	18
FIGURA 3 - Gráfico de Flow – Desafio x Habilidades.....	18
FIGURA 4 - Framework de Avaliação de Design de Serious Game .....	22
FIGURA 5 - Virtual Hardware .....	26
FIGURA 6 - Interface gráfica da ferramenta Vimet.....	27
FIGURA 7 - Unidade Geradora Virtual (UGV) - Área de manutenção da junta da tampa superior. ....	29
FIGURA 8 - HuntIR Checkpoint Recon Serious Game .....	30
FIGURA 9 - Caso de Uso do Hard Game.....	35
FIGURA 10 - Diagrama de Classe do Hard Game.....	36
FIGURA 11 - Prototipagem.....	38
FIGURA 12 - Modelagem com o Blender 3D.....	40
FIGURA 13 - Modelagem com o Rhinoceros 3D .....	40
FIGURA 14 - Edição através da engine Unity 3D .....	42
FIGURA 15 - Edição da cena com a bancada pelo Unity 3D .....	43
FIGURA 16 - Tela inicial da primeira versão do Hard Game .....	44
FIGURA 17 - Tela de jogo da primeira versão do Hard Game .....	44
FIGURA 18 - Tela de conclusão do jogo da primeira versão do Hard Game .....	45
FIGURA 19 - Tela inicial da versão intermediária.....	46
FIGURA 20 - Tela de jogo da versão intermediária.....	47
FIGURA 21 - Tela de conclusão do jogo da versão intermediária (Placa de vídeo)...	48
FIGURA 22 - Gerenciador de Login .....	49
FIGURA 23 - Menu do Aluno .....	50
FIGURA 24 - Opções de Jogo .....	51
FIGURA 25 - Critério para avançar de Nível.....	53

FIGURA 26 - Quiz Virtual .....	54
FIGURA 27 - Menu do Professor .....	55
FIGURA 28 - Seção do Professor .....	55
FIGURA 29 - Adicionar Questão .....	56
FIGURA 30 - Escolha da Fase para Modificar a Questão .....	57
FIGURA 31 - Seleção da Questão para Modificar ou Excluir .....	57
FIGURA 32 - Modificando a Questão .....	58
FIGURA 33 - Opções do Quiz .....	59
FIGURA 34 - “Engrenagem” do Hard Game .....	60
FIGURA 35 - Seleção de outro dispositivo .....	60
FIGURA 36 - Encaixe incorreto do dispositivo .....	61
FIGURA 37 - Dispositivo incompatível .....	61
FIGURA 38 - Informação do dispositivo incompatível .....	62
FIGURA 39 - Respostas dos entrevistados à questão “1.1. O software auxilia no processo de aprendizagem na finalidade proposta?” – Turma A .....	65
FIGURA 40 - Respostas dos entrevistados à questão “1.1. O software auxilia no processo de aprendizagem na finalidade proposta?” – Turma B .....	66
FIGURA 41 - Respostas dos entrevistados à questão “1.2. Como avalia globalmente a funcionalidade do software?” – Turma A .....	66
FIGURA 42 - Respostas dos entrevistados à questão “1.2. Como avalia globalmente a funcionalidade do software?” – Turma B .....	67
FIGURA 43 - Respostas dos entrevistados à questão “2.1. Em relação à facilidade de entender como funciona o programa” – Turma A .....	67
FIGURA 44 - Respostas dos entrevistados à questão “2.1. Em relação à facilidade de entender como funciona o programa” – Turma B .....	68
FIGURA 45 - Respostas dos entrevistados à questão “2.2. Quanto à navegação na cena e manipulação dos objetos (facilidade de uso)” – Turma A .....	69
FIGURA 46 - Respostas dos entrevistados à questão “2.2. Quanto à navegação na cena e manipulação dos objetos (facilidade de uso)” – Turma B .....	69

FIGURA 47 - Respostas dos entrevistados à questão “3.1. Capacidade de continuar a funcionar corretamente, após erros do próprio software ou erros de manipulação de dados” – Turma A.....	70
FIGURA 48 - Respostas dos entrevistados à questão “3.1. Capacidade de continuar a funcionar corretamente, após erros do próprio software ou erros de manipulação de dados” – Turma B.....	70
FIGURA 49 - Respostas dos entrevistados à questão “3.2. Capacidade de o software enviar mensagens de erro caso os mesmos ocorram” – Turma A.....	71
FIGURA 50 - Respostas dos entrevistados à questão “3.2. Capacidade de o software enviar mensagens de erro caso os mesmos ocorram” – Turma B.....	71
FIGURA 51 - Respostas dos entrevistados à questão “4.1. Tempo de resposta às ações do usuário” – Turma A.....	72
FIGURA 52 - Respostas dos entrevistados à questão “4.1. Tempo de resposta às ações do usuário” – Turma B.....	72
FIGURA 53 - Respostas dos entrevistados à questão “4.2. Fidelidade a uma placa mãe e dispositivos reais” – Turma A.....	73
FIGURA 54 - Respostas dos entrevistados à questão “4.2. Fidelidade a uma placa mãe e dispositivos reais” – Turma B.....	73
FIGURA 55 - Respostas dos entrevistados à questão “4.3. Como avalia em termos globais a eficiência do software” – Turma A.....	74
FIGURA 56 - Respostas dos entrevistados à questão “4.3. Como avalia em termos globais a eficiência do software” – Turma B.....	74
FIGURA 57 - Respostas dos entrevistados à questão “6.1. A importância que atribui ao software para o aprendizado em geral” – Turma A.....	75
FIGURA 58 - Respostas dos entrevistados à questão “6.1. A importância que atribui ao software para o aprendizado em geral” – Turma B.....	75
FIGURA 59 - Respostas dos entrevistados à questão “6.2. A importância de treinar em Ambientes de Realidade Virtual” – Turma A.....	76
FIGURA 60 - Respostas dos entrevistados à questão “6.2. A importância de treinar em Ambientes de Realidade Virtual” – Turma B.....	76

FIGURA 61 - Respostas dos entrevistados à questão “6.3. A importância de treinar em um software para manutenção de computadores” – Turma A.....	77
FIGURA 62 - Respostas dos entrevistados à questão “6.3. A importância de treinar em um software para manutenção de computadores” – Turma B.....	77
FIGURA 63 - Respostas dos entrevistados à questão “6.4. A importância geral do sistema no treinamento de um técnico em manutenção de computadores” – Turma A.....	78
FIGURA 64 - Respostas dos entrevistados à questão “6.4. A importância geral do sistema no treinamento de um técnico em manutenção de computadores” – Turma B.....	78

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Análise comparativa dos trabalhos correlatos.....	31
--	----

## 1 INTRODUÇÃO

Para Costikyan (2004), a definição do termo “jogo” é uma forma de arte na qual os participantes, denominados jogadores, devem tomar decisões a fim de administrar recursos em busca de uma meta.

Jogos são utilizados há centenas de anos para divertimento, treinamento e estratégia. Um exemplo é o jogo de tabuleiro chamado GO que, pretensamente, o imperador chinês Yao (2337-2258 a.C.) criou para ensinar seu filho Danzhu disciplina, concentração e equilíbrio (Banaschak, 1999).

Ao apresentar um determinado jogo, este pode ser associado a um gênero (tipo) como, ação, aventura, simulação, educativo, estratégia, esportivo, RPG, entre outros. Podem ser desenvolvidos jogos que se enquadrem em mais de um gênero, sendo conhecidos como jogos “híbridos”.

Pedersen (2003) descreve os tipos de jogos citados acima. Os jogos de Aventura são caracterizados por apresentarem enigmas que surgem ao longo da exploração do mundo virtual. Como exemplo de jogo de aventura tem-se o Tomb Raider desenvolvido pela empresa EIDOS. Os jogos de ação são caracterizados também pela resposta rápida e a coordenação motora do jogador, como o Counter Strike desenvolvido pela VALVE.

Para os jogos de Simulação a finalidade é representar e simular situações, ações ou tarefas vivenciadas na realidade, ou seja, é uma tentativa de recriar experiências do mundo real. Por exemplo, nos jogos de simulação de corrida de Formula-1, como o jogo F1 desenvolvido pela EA-Sport.

Os jogos de Estratégia requerem do jogador uma maior concentração, pensamento e planejamento. Se diferem dos demais por apresentarem as regras e objetivos ao jogador, que escolhe a melhor estratégia a ser adotada. Exemplos tem-se o Age of Empires desenvolvido pela Microsoft e o Commandos desenvolvido pela empresa EIDOS.

Jogos Esportivos têm por objetivo geral simular uma partida de um esporte qualquer, como os jogos Fifa e Tiger Woods, ambos desenvolvidos pela EA-Sport.

RPG (Role-Playing Games) são jogos onde a cooperação e a criatividade do jogador são as principais características. Os jogos são compostos por grandes cenários e longas histórias, onde os participantes devem ir à busca de uma meta em comum a exemplo do Final Fantasy desenvolvido pela Square Enix.

Com os jogos Educativos no ato de jogar tem-se a possibilidade de aprender sobre diversos assuntos de maneira descontraída. Podem ser utilizados para o ensino de diversas

disciplinas e são capazes de estimular o raciocínio humano.

A aplicação de jogos eletrônicos na educação tem evoluído de forma significativa nos últimos tempos e dentro desta linha de desenvolvimento e em ascensão estão os *Serious Game*, gênero do jogo escolhido para este projeto.

Flanagan (2009) argumenta que "*Serious Games* estão entre os mais desafiadores jogos para projetar" por tentarem ser divertidos e eficazes ao mesmo tempo. Eles são projetados para oferecer um ambiente lúdico que forneça conteúdo "sério", tópicos, narrativas, regras e objetivos para promover um específico resultado no propósito de seu aprendizado.

A Experiência de Fluxo será aplicada ao *Serious Game* proposto, relacionando o nível de envolvimento das pessoas quando estão em determinada ação (Csikszentmihalyi, 1990), no caso o ato de jogar.

Conforme a ABRAGAMES (2008) o mercado brasileiro está em constante evolução, apresentando crescimento com taxas superiores a 25% ao ano no desenvolvimento de jogos digitais.

## 1.1 Motivação

A sociedade requer mudanças na formalização do ensino, ou seja, nas formas sociais de condução e controle do processo de ensino e aprendizagem, conforme indica Bisol (2010). Tais mudanças se evidenciam nas novas modalidades de aprendizagem a distância e nos ambientes virtuais de aprendizagem que tem requerido uso intensivo de tecnologias, como o desenvolvimento e a aplicação de *Serious Games*.

As relações das instituições com estas tecnologias, particularmente, na área de *hardware* demonstram (Torres, 2010):

- A necessidade da criação personalizada e a implementação de jogos interativos voltados para a aprendizagem de manutenção de computadores;
- A pouca exploração, ainda, desse tipo de aplicação;
- As dificuldades encontradas pelas instituições em manter laboratórios específicos de *hardware*.

Para Sousa et al (2008), o ambiente tradicional em manutenção, basicamente formado por aulas teóricas, vídeo-aulas, modelos de peças reais e utilização de manuais impressos, vem apresentando várias limitações e representa um alto custo de manutenção aos centros de treinamento, e por esta razão, novas tecnologias têm sido pesquisadas para melhorar o nível de

formação de equipes especializadas, uma delas é a Realidade Virtual, que será detalhada na próxima seção.

Existem razões e exigências adicionais que pedem o uso de técnicas inovadoras de ensino no domínio técnico, tais como (Sousa et al., 2008):

- A necessidade de um sistema de ensino que possa ser integrado ao ambiente de trabalho.
- A necessidade de uma oferta de formação que possa ser oferecida globalmente e de acordo com a demanda.
- A necessidade de um ensino flexível que possa ser oferecido em qualquer lugar e a qualquer momento.
- A necessidade da integração de aspectos pedagógicos e fatores humanos no ambiente educacional para auxiliar o usuário final no alcance dos efeitos e resultados de aprendizados pretendidos.

Métodos pedagógicos adequados, atividades que privilegiem a sociabilidade, a construção do conhecimento e o atendimento pessoal ao aluno, entre outros requisitos, são tão importantes quanto o conteúdo. A disponibilidade aos alunos de materiais educacionais de qualidade certamente contribui positivamente para os resultados. Ter maior produtividade, menores custos de produção e maior intercâmbio são elementos que criarão condições para o aumento da qualidade destes materiais educacionais (Tori, 2010).

Tendo em vista a necessidade de mudança no ensino do treinamento técnico, este trabalho propõe desenvolver um material educacional de qualidade com o *software* proposto, oferecendo ao aluno condições de treinamento em manutenção de computadores onde quer que esteja, como em sua instituição de ensino ou residência, onde o aluno será atendido amplamente, permitindo sua própria construção do conhecimento.

## 1.2 Objetivos

O presente trabalho apresenta como objetivo principal o desenvolvimento de um jogo sério para o ensino de manutenção de computadores, tendo como público alvo alunos de ensino técnico e superior da área de computação.

## 1.3 Objetivos específicos

- Criar um jogo, com cenários realísticos, para manutenção de computadores;

- Investigar formas de aplicação no ensino e treinamento de manutenção de computadores através de jogos;
- Aplicar o gênero *Serious Game* no desenvolvimento do jogo;
- Aplicar a teoria de Fluxo ao protótipo;
- Propiciar, com uso de métricas associadas ao jogo, um sistema de avaliação alternativo do aprendizado;
- Obter critérios de avaliação do software com a aplicação do questionário aos alunos.

#### 1.4 Metas

Os caminhos para atingir os objetivos foram traçados a partir das seguintes ações:

- i. Pesquisar trabalhos e projetos (sistemas) de interação em RV e investigar suas respectivas funcionalidades, juntamente às técnicas utilizadas para o desenvolvimento;
- ii. Criar uma arquitetura para desenvolver um *Serious Game* de interação com RV e aplicá-lo a um estudo de caso para concretizar e viabilizar testes do modelo teórico concebido;
- iii. Avaliar a aderência do protótipo ao domínio da aplicação, por meio de validação junto a aprendizes e instrutores;
- iv. Aplicar um questionário, baseado na escala de Likert, para verificar a contribuição do mesmo e possíveis ajustes a serem realizados.

## 2 FUNDAMENTOS

A seguir, é apresentada revisão de literatura inerente à manutenção de computadores, Realidade Virtual e suas aplicações na educação e treinamento.

Posteriormente serão tratadas as estratégias de *Serious Games*, associadas à teoria de fluxo, a fim de obter uma ideia do que se pretende trabalhar no projeto.

### 2.1 Manutenção de Computadores

A área de Manutenção de Computadores tem como objetivo preparar profissionais capazes de realizar atividades (Torres, 2012) como:

- Compreender o funcionamento e relacionamento entre os componentes de computadores e seus periféricos;
- Instalar e configurar computadores, isolados ou em redes, periféricos e softwares;
- Identificar meios físicos, dispositivos e padrões de comunicação, analisando as suas aplicações em redes;
- Compreender as arquiteturas de redes de computadores;
- Identificar e solucionar falhas no funcionamento de equipamentos de informática;
- Aplicar técnicas de medição e ensaio, visando à manutenção de equipamentos de informática;
- Aplicar normas técnicas na instalação de equipamentos de informática;
- Promover e difundir práticas e técnicas de correta utilização de equipamentos de informática;
- Conhecer e avaliar modelos de organização de empresas;
- Organizar a coleta e documentação de informações sobre o desenvolvimento de projetos;
- Avaliar a necessidade de suporte técnico de usuários e executar ações pertinentes;
- Posicionar-se criticamente e eticamente frente às inovações tecnológicas.

Na figura 1 são ilustrados os principais componentes de *hardware* modelados para o Hard Game, placa-mãe, processador, memória RAM e placa de vídeo.

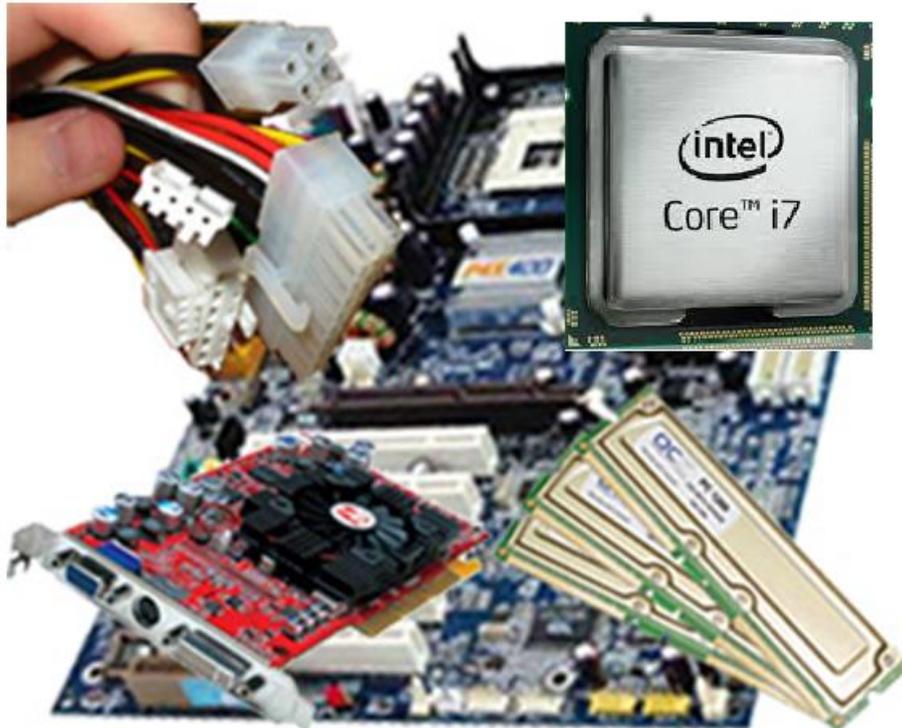


FIGURA 1 - Manutenção de Computadores – O Hardware  
Fonte: Hardware - Versão Revisada e Atualizada. Gabriel Torres, 2013

## 2.2 Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) é, antes de tudo, uma interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador (Kirner e Tori. 2004), onde o usuário pode navegar e interagir, em tempo real, em um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multissensoriais.

Nesse contexto, a Realidade Virtual tem um papel importante, pois oferece interfaces computacionais avançadas, que favorecem a usabilidade de suas aplicações, sendo aplicadas ao desenvolvimento de *Serious Games* e serão apresentadas também em trabalhos correlatos.

Na Realidade Virtual existem três pontos de referência: largura, altura e profundidade. Um objeto pode ocupar qualquer posição no campo tridimensional, pode inclusive estar atrás de outro objeto. Matematicamente também são considerados como eixos X, Y e Z. Enquanto a imagem bidimensional se refere somente à largura e altura.

Uma imagem em três dimensões é constituída por polígonos, formas geométricas como triângulos, retângulos e círculos. Quanto mais polígonos, maior é o nível de detalhes da imagem. Cada polígono tem sua posição na imagem, um tamanho e cor específicos.

Para tornar a imagem mais real, são também aplicadas texturas sobre os polígonos. O

uso de texturas permite que num jogo 3D um muro realmente tenha o aspecto de um muro de pedras, por exemplo, já que podemos usar a imagem de um muro real sobre os polígonos (Morimoto, 2012).

O processo de criação de uma imagem tridimensional é dividido em três etapas, chamadas de **desenho**, **geometria** e **renderização**. Na primeira etapa, é criada uma descrição dos objetos que compõem a imagem, ou seja, os polígonos que farão parte da imagem, a forma e tamanho de cada um, a posição de cada polígono, as cores e texturas e quais efeitos 3D serão aplicados. Depois do desenho desenvolve-se a fase de geometria, onde a imagem é efetivamente criada e armazenada na memória.

Ao final da etapa de geometria, a imagem está pronta. Porém, um problema, o monitor de um computador, assim como outras mídias como TV e papel é capaz de mostrar apenas imagens bidimensionais. Finalizando com a etapa de renderização. Esta última etapa consiste em transformar a imagem 3D em uma imagem bidimensional que será mostrada no monitor. Esta etapa é muito mais complicada do que parece, é necessário determinar a partir do ponto de vista do espectador quais polígonos estão visíveis e aplicar os efeitos de iluminação adequados, por exemplo (Morimoto, 2012).

### 2.2.1 Realidade Virtual na Educação e Treinamento

Cardoso *et al* (2007) afirma que pesquisadores apontam como principais vantagens da utilização de técnicas de RV para fins educacionais os seguintes itens:

- Motivação de estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de primeira pessoa vivenciada pelos mesmos;
- Grande poderio de ilustrar características e processos em relação a outros meios multimídia;
- Permite visualizações de detalhes de objetos;
- Permite visualizações de objetos que estão a grandes distâncias, como um planeta ou um satélite;
- Permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa;
- Permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica;
- Exige, porque requer interação, que cada participante se torne ativo dentro de um

processo de visualização;

- Encoraja a criatividade, catalisando a experimentação;
- Provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações;
- Ensina habilidades computacionais e de domínio de periféricos.

### 2.2.2 Aplicações da Realidade Virtual

Para Cardoso e Lamounier Jr. (2009) a RV e RA (Realidade Aumentada) juntas têm potencial de colaborar no processo cognitivo do aprendiz, proporcionando não apenas a teoria, mas também a experimentação prática do conteúdo em questão.

Azuma (2001) agrupou as aplicações de realidade misturada em três áreas: aplicações móveis, aplicações colaborativas e aplicações comerciais, embora tenha enfatizado anteriormente aplicações em treinamento, inspeção e medicina.

As aplicações móveis incluem:

- Visualizar anotações virtuais em edifícios, salas e outros elementos urbanos para orientar o usuário;
- Mostrar ou recuperar prédios e outros elementos inexistentes ou em ruínas, enfatizando o planejamento urbano e a arqueologia;
- Mostrar campos de batalha, em situações de treinamento militar;
- Turismo.

As aplicações colaborativas envolvem: treinamento e montagem; ensino e aprendizagem; jogos e entretenimento; comércio; cirurgia; teleconferência, etc.

As aplicações comerciais, embora ainda em fase inicial, já estão usando anúncios na TV, em eventos culturais e esportivos, incluindo elementos virtuais de propaganda associados a elementos reais da cena exibida.

Aplicações em jogos como os *Serious Games* que serão citados na próxima seção.

## 2.3 Experiência de Fluxo

Um aspecto relacionado com a interação dos usuários com os jogos tem a ver com a experiência de fluxo introduzida por Mihaly Csikszentmihalyi (1975, 1990). A experiência de fluxo significa a sensação que as pessoas têm quando elas estão completamente envolvidas no

que fazem, ou seja, gostam da experiência e querem voltar a repetir.

Csikszentmihalyi (1975) refere ainda que uma pessoa que esteja na experiência do fluxo terá as seguintes características:

- Tarefas ao nível do conhecimento;
- Combinação/união entre a ação e o pensamento;
- Interesse intrínseco;
- *Feedback* imediato e sem ambiguidade;
- Concentração durante a realização da tarefa;
- Objetivos claros;
- Sensação de controle;
- Perda da consciência de si;
- Sensação de alteração de tempo.

A metáfora do fluxo foi utilizada por diversos entrevistados para descrever a experiência de engajamento com a atividade que realiza. Basicamente, pode-se afirmar que o *flow* depende da relação entre o desafio e as habilidades do indivíduo para lidar com uma determinada demanda.

Com estas entrevistas, Csikszentmihalyi (1975), concebeu o primeiro gráfico de *flow*, relacionando o nível do desafio e o nível de habilidade de modo a proporcionar três dimensões:

1. Se o desafio estivesse em um nível alto e as habilidades em um nível baixo, o indivíduo experimentava ansiedade;
2. Se o desafio estivesse em um nível baixo e as habilidades em um nível alto, o indivíduo experimentava tédio;
3. Entre as duas dimensões acima, havendo compatibilidade desafio/habilidade o indivíduo experimentava o *flow*.

Como demonstra a figura 2.

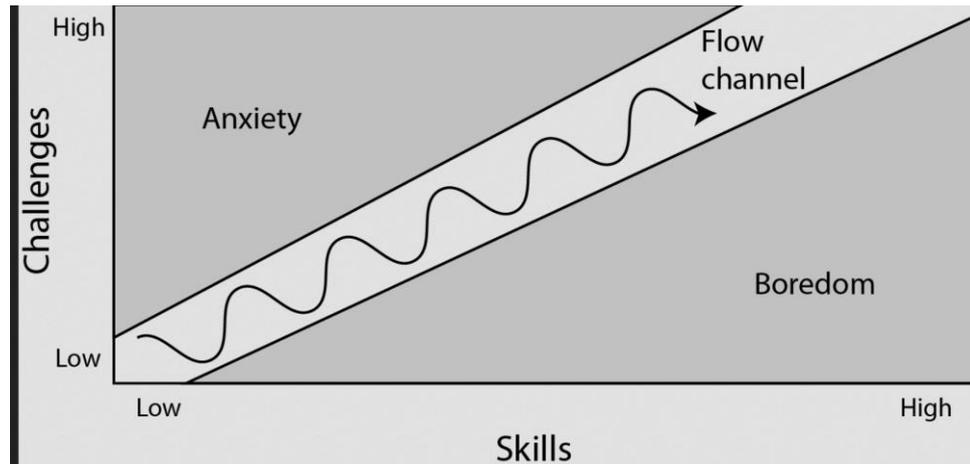


FIGURA 2 - *Flow Channel*  
 Fonte: *Refracted Pixel, 2011*

Posteriormente, com a colaboração de Massimini e Carli (1988) da Universidade de Milão, o "gráfico" foi aprimorado, passando a contar com oito dimensões. Houve a compreensão de que não bastava que a relação entre desafio e habilidades fosse compatível, era necessário também que o desafio e as habilidades estivessem em um nível alto, conforme figura 3.



FIGURA 3 - *Gráfico de Flow – Desafio x Habilidades*  
 Fonte: *Massimini e Carli, 1988*

Segundo Schlemmer e Marson (2013) para que a experiência do *flow* possa realizar-se

com sucesso, provocando o envolvimento ativo dos sujeitos, torna-se necessário encontrar um ponto de equilíbrio entre o nível dos desafios propiciados e o nível das competências e habilidades dos sujeitos, em sincronia com os sentimentos de prazer. No entanto, Csikszentmihalyi (1990) chama atenção para o fato de que esses fatores não precisam, necessariamente, estarem todos presentes para que o estado de *flow* possa ser experimentado pelo sujeito. Dessa forma tenta demonstrar como a emoção, o prazer e a diversão evocam nos seres humanos as condições, consideradas como “ótimas” para que a aprendizagem possa fluir.

Experiências de Realidade Virtual, possibilitadas pelo uso de Jogos Digitais na Educação, podem propiciar aos sujeitos entrar em estado de *flow*, no momento em que vivenciam experiências imersivas, por meio de seus avatares ou personagens. Esse processo, aliado a mediação pedagógica competente, contribui para a significação dos sujeitos, pois oportuniza o fazer e o compreender ao viver a experiência e ao refletir sobre ela na própria ação (experiência), resultando na aprendizagem (Schlemmer e Marson, 2013).

## 2.4 Serious Games

Segundo Narayanasamy (2006), o que distingue os *Simulators Games* (jogos que visam a simular situações com alto grau de realismo) dos *Serious Games* é o fato que os simuladores provêm entretenimento, desafios interessantes e engajados, mas não necessariamente têm um objetivo educacional, enquanto os *Serious Games* pretendem atingir um objetivo de aprendizagem, podendo conter o entretenimento como fator lúdico.

A maioria dos jogos não é criada para atingir um propósito sério, visa envolver-se, entreter ou satisfazer os jogadores. Ao contrário, os chamados *Serious Games* pretendem cumprir um propósito além do próprio objetivo, independente do jogo em si. *Serious Game* se envolvem com a intenção de "transmitir idéias, valores e às vezes persuadindo os jogadores" (Frasca, 2007). Além disso, estes jogos têm como finalidade influenciar os jogadores, seus pensamentos e ações, em contextos com sua vida real, bem como exceder o âmbito independente do jogo em si.

*Serious Games* muitas vezes são considerados um sucesso se eles geram discussão e atraem a atenção – a qualidade do design do jogo ou o impacto real sobre os jogadores na sua maioria permanecem não observados. [Clark (2007), Mitgutsch (2011)].

### 2.4.1 *Serious Games* na Educação

Segundo Narayanasamy (2006) *Serious Games* são jogos que têm como propósito o ensino ou treinamento, podendo incluir elementos lúdicos e de entretenimento.

Os *Serious Games* também podem ser aplicados a terapias, voltados a pessoas em processo de reabilitação e tratamentos físicos, psicológicos e psiquiátricos. As aplicações mais conhecidas são voltadas ao tratamento de fobias, como medo de altura, de falar em público, de insetos e de direção, dentre outros (Machado et al, 2011).

Muitos desses jogos são desenvolvidos em ambientes virtuais.

Embora irrefutável evidência empírica sobre o impacto destes jogos ser ainda insuficiente, a tendência para a concepção "*Serious Games*", "jogos para mudança" ou "jogos de impacto social" foi submetida a uma rápida ascensão na última década, inclusive na área acadêmica (Mitgutsch e Alvarado, 2012).

As boas intenções dos designers, emparelhadas com a popularidade dos jogos de vídeo, como tecnologias audiovisuais interativas atraem a atenção da mídia, ONGs, políticos, ativistas, professores e artistas, mas ao se avaliar o design de um serious game boa parte dos jogos carecem de uma interface melhor elaborada e de um comportamento mais próximo do que o usuário espera [Bogost (2007), Flanagan (2009), McGoninal (2011)].

### 2.4.2 Critérios de Avaliação de *Serious Games*

Foi feita uma análise de design de *Serious Games* baseados no *Framework* de Avaliação de Design de *Serious Game* (Mitgutsch e Alvarado, 2012) ou *SGDA Framework* que tenta oferecer uma estrutura para estudar o conceito formal de *design* desses jogos em relação aos seus propósitos explícitos e implícitos.

A análise não deve ser entendida como um instrumento de medição objetiva e indubitável, mas como uma sugestão sobre como estruturar a avaliação do *Serious Game* em termos de sua concepção, a elaboração do jogo propriamente dita.

Para Mitgutsch e Alvarado (2012) o projeto do *Serious Game* baseia-se no seu propósito, sua mecânica e conjuntos de regras, ficção e narrativa, sua estética e na concepção de seu conteúdo.

Uma variedade de publicações sobre *game design* e estratégias de *design* foi publicada nos últimos anos. O projeto de *Serious Game* é o mais mencionado, mas não descrito em detalhes (Mitgutsch e Alvarado, 2012).

Sanya Liu e Wan Ding (2009) mencionam que “*Serious Games* envolvem pedagogia” em comparação com entretenimento orientado para jogos.

Três análises de frameworks feitas por Winn (2007), (Annetta, Lamb e Stone, 2011) e Sanchez (2011) destacam os principais elementos para projetar um *Serious Game*.

Sobre o design, Brian Winn (2007) foca em quatro elementos em sua análise de *Serious Games*: Aprendizagem (conteúdo e pedagogia), Narrativa do Jogo (personagem, cenário e narrativa), Forma do Jogo (mecânica) e Experiência do Usuário (Interface do usuário). Ele define o “coração do design do *Serious Game*” como “o compromisso ideal entre a teoria pedagógica, conteúdo do assunto e design do jogo”.

A segunda análise (Annetta, Lamb e Stone, 2011), não só oferece um conjunto complexo de critérios baseados na teoria, mas também propõem um método quantitativo de avaliar a importância das classificações pelos testadores. Seus treze elementos são: Prólogo, Nível de Prática/Tutorial, *Feedback* Interativo, Identidade, Imersão, Frustração Prazerosa, Manipulação, Aumento da Complexidade, Regras, Aprendizagem Informada, Eficácia Pedagógica, Leitura Eficaz e Comunicação.

Nesta análise ressalta-se a influência da experiência de fluxo citada na seção anterior inclusive nos quesitos *feedback* interativo e frustração prazerosa.

Finalmente, o terceiro quadro por Eric Sanchez (2011) foca em sete elementos: Competência–Motivação, Autonomia–Motivação, Parentesco–Motivação, Conteúdo, Liberdade, Regras & *Feedback*, Erros, Falha & Aspectos Emocionais e Integração do Jogo.

Segundo (Mitgutsch e Alvarado, 2012) embora todas as três abordagens sejam atraentes e ofereçam maneiras diferentes de analisar e projetar *Serious Game*, mais critérios para avaliar a qualidade dos jogos precisam ser introduzidos. Propõem um conceito que incide sobre a coesão entre os elementos essenciais do design e a coerência em relação ao propósito dos jogos.

Se *Serious Game* for considerado como sistema de jogo baseado na finalidade, a força motriz que funciona de forma crucial sobre os elementos do jogo deve ser o **Propósito** do jogo.

Assim, o propósito deve ser refletido em todos os elementos que dão suporte ao sistema de jogo:

- ✓ Conteúdo & Informações;
- ✓ Ficção & Narrativa;
- ✓ Mecânica;
- ✓ Estética & Gráficos;

✓ Concepção;

A relação entre os componentes destes seis principais impactos no conceito formal do *design* do sistema de jogo pondera-se a sétima consideração:

✓ Coesão e Coerência.

A ordem em que esses elementos são avaliados e discutidos é flexível e depende do jogo e da perspectiva da crítica (Figura 4).

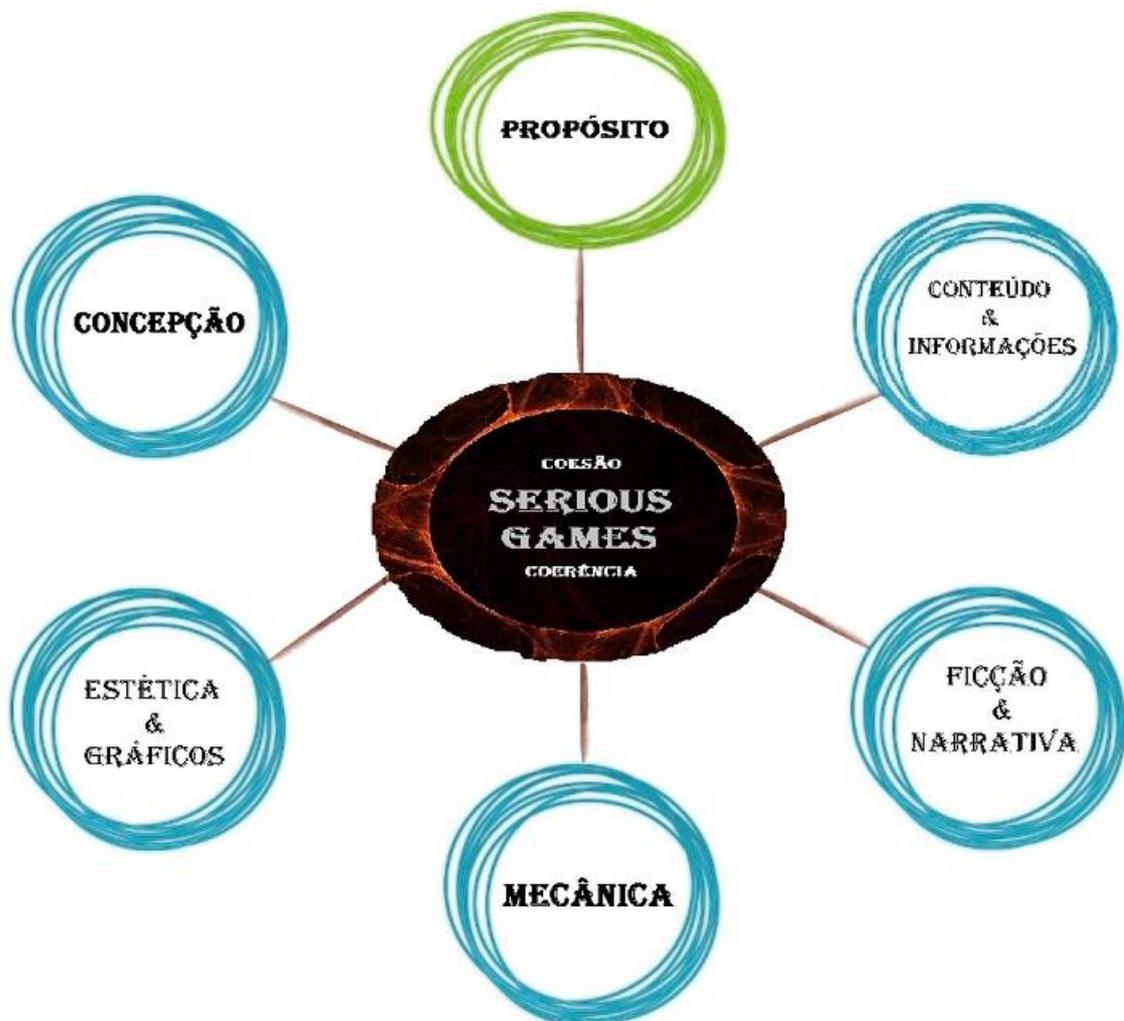


FIGURA 4 - Framework de Avaliação de Design de Serious Game  
Fonte: Adaptado de Mitgutsch e Alvarado, 2012

A avaliação do **propósito** do jogo começa com uma investigação dos jogos com a finalidade de impactar seus jogadores.

Enquanto em jogos orientados para o entretenimento, o objetivo é independente e focado sobre a experiência de jogabilidade, Serious Games e outros jogos educativos são explicitamente projetados para atingir uma finalidade específica, além do jogo em si.

Se um Serious Game não tem impacto sobre o jogador em um contexto da vida real, ele perde seu propósito essencial.

É fundamental reconhecer que os jogadores trazem suas próprias intenções e propósitos para a experiência de jogabilidade e podem compreender um jogo diferente do que pretendido pelos designers (Mitgutsch, 2011).

Por conseguinte, a intenção explícita e a finalidade do jogo precisam ser consideradas durante todos os componentes de seu projeto.

O elemento **conteúdo & informações** refere-se às informações, fatos e dados oferecidos e utilizados no jogo (Bateson, 1972).

Enquanto alguns jogos quase não usam qualquer conteúdo acessível, outros estão sobrecarregados com estatísticas ou dados necessários. O conteúdo de um jogo sério poderia ser bem apresentado, adequadamente formulado, "correto" ou irrelevante, de acesso difícil ou insuficiente e no pior dos casos, errado e tendencioso.

No passado, o desenvolvimento de Serious Game focou principalmente na qualidade e na seriedade do conteúdo dos jogos.

Em suma, a **mecânica de jogo** é definida pelos métodos invocados pelos agentes para interagir com o mundo do jogo (Sicart, 2008). A mecânica envolve o estabelecimento de regras que definem o espaço de possibilidade para operações no mundo do jogo (Hunicke, LeBlanc e Zubek, 2004).

Em um *Framework* deve-se levar em consideração os principais obstáculos/desafios lúdicos, a dificuldade de equilíbrio e a condição de vitória. Uma generalizada técnica utilizada pelos designers de jogos consiste em traduzir a mecânica do jogo em verbos (Weise, 2011) [42]. Verbos em jogos são ações que podem ser executadas dentro das restrições processuais previstas pelas regras e algoritmos.

Enquanto o conteúdo contém as informações fornecidas e a mecânica contém as possibilidades de jogabilidade, a dimensão de um impacto **ficção e narrativa** apresenta um contexto abstrato. Um *Framework* pode focar o espaço abstrato criado e determinar como se relaciona com a finalidade dos jogos. Para Charsky (2010), este contexto abstrato envolve a configuração, narrativa, história, cenário, personagens, história, problema e assim por diante. Em casos semelhantes, o jogo pode não oferecer uma história linear, ou simular ou representar um problema específico, mas proporcionar um espaço baseado na mecânica que permite aos jogadores criar as suas próprias histórias.

**Estética e Gráficos** de um *Serious Games* tratam da linguagem audiovisual (características estéticas, imagem, preferências de estilo, meios artísticos e as técnicas de

computação gráfica) conceitualizada, escolhida e desenvolvida pelos designers para a visualização e a exibição dos elementos envolvidos no jogo. Definem os aspectos formais em geral que emolduram o conteúdo (informações), a ficção (o mundo e os personagens do jogo), a concepção (grupo-alvo), a configuração e a mecânica (instruções, recompensas) onde as características de visualização e navegação podem fazer a diferença no desenvolvimento de um jogo.

Além dos cinco elementos chave do projeto: propósito, conteúdo & informações, mecânica, ficção & narrativas e estética & gráficos, outro aspecto adicional é a **concepção** destes elementos em termos de grupo-alvo, sua alfabetização e a abrangência do jogo.

Este elemento se atenta a questões como: Problemas usando os controles, compreendendo a interface do usuário ou reconhecendo a ficção do jogo? Que habilidades são necessárias? Elas são muito difíceis ou muito fáceis de adquirir? Que gênero de jogo é referenciado e pode causar expectativas específicas? Os níveis de dificuldade são equilibrados em relação às necessidades do público?

Geralmente, muitos *Serious Games* tentam oferecer acesso fácil para os jogadores, mas muitas vezes falta a experiência de jogo, de forma equilibrada e envolvente. Portanto, os desafios de aprendizagem, de maneira equilibrada e atraente, constituem um dos maiores potenciais de jogos para favorecer a aprendizagem (Gee, 2003).

Finalmente, a **coesão e a coerência** entre a narrativa e a mecânica em relação a sua concepção formal e conceitual são questionadas. Esta avaliação relacionada ao design holístico é incomum dentro das pesquisas de campo dos *Serious Game*.

A função fundamental do *Framework SGDA* não é apenas para se decompor cada um dos elementos de design, mas também examinar como eles holisticamente se relacionam um com o outro e com a proposta do jogo.

Pode-se argumentar que em jogos, o todo é maior que a soma das suas partes – mas se o sistema não é coeso, o todo também pode ser um conflito sistemático (Laramée, 2002). A avaliação holística do design de *Serious Game* ressalva como o objetivo do jogo é refletido no *propósito, conteúdo & informações, mecânica, ficção & narrativa, estética & gráficos* e a *concepção* do jogo. Em seguida, a relação entre o conteúdo do jogo e sua contextualização fictícia e mecânica é examinada.

A **conclusão** central da aplicação do *Framework* é a possibilidade de uma discussão estruturada sobre os elementos de design de *Serious Game* em relação ao propósito de jogos e oferece idéias construtivas. Portanto, pode-se argumentar que o propósito do jogo precisa coerentemente ser refletido em todo o conceito formal do *design* do jogo, caso contrário o

sistema pode se tornar conflitante e não coeso.

O *Framework* SGDA propõe um quadro construtivo para avaliar jogos sérios, mas ainda deixa espaço para diferentes interpretações e deve ser entendido como um primeiro passo, levando a mais discussões.

O quadro pode ser usado como uma estrutura construtiva para críticas adicionais de Serious Games, sua avaliação, e poderia até estruturar processos de concepção e prototipagem.

O designer, diretor de criação e produtor executivo de Sweatshop, um *Serious Game* sobre as condições de exploração profissional em uma fábrica, afirma em uma entrevista recente com Wired (Brown, 2011), que jogos sérios podem facilitar ou impedir um impacto sobre seus jogadores:

“Os jogos são apenas um meio, para que possa ser usado bem ou mal para discutir um assunto sério. No entanto, acredito que eles têm a capacidade de ser uma das maneiras mais eficazes para discutir um tema sério quando permitem ao jogador o papel de participante ativo (...)” (Garrett, 2011).

Garrett argumenta que mesmo que os jogos permitem experiências diferentes do que outras formas de mídia, eles também seguem distintas restrições e limitações na sua concepção. Um *Serious Game* é um meio que, se bem projetado, pode apresentar oportunidades únicas de aprendizagem.

### 3 TRABALHOS CORRELATOS

#### 3.1 Introdução

Nesse capítulo, são apresentados quatro sistemas que, de alguma forma, têm relação com o *Serious Game* desenvolvido.

#### 3.2 Aplicações Correlatas

##### 3.2.1 Virtual Hardware

Um “**Sistema de Ensino de *Hardware* Usando Realidade Virtual**” (Moura, 2009) foi desenvolvido em parceria com os alunos do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, UFG – Campus Jataí e IFGO – Campus Jataí. O objetivo foi desenvolver um sistema que possibilite que o usuário tenha contato com os principais componentes de um computador, com uma janela do módulo exibindo os periféricos e as interfaces de montagem e desmontagem do computador. O sistema recebeu o nome de *Virtual Hardware* (Figura 5).



FIGURA 5 - *Virtual Hardware*

Este sistema apenas demonstra os dispositivos de *hardware* e ordem de montagem e desmontagem, não permite ao usuário interagir com cada dispositivo, manuseá-lo, encaixá-lo no lugar correto da placa mãe, se for o caso, além do fator que o sistema não foi validado comprometendo a fidelidade do ambiente.

### 3.2.2 ViMeT

Outro sistema analisado foi “**Aplicando aspectos lúdicos de *Serious Game* em treinamento médico: revisão sistemática e implementação**” (Torres e Nunes, 2011), um trabalho desenvolvido por pesquisadores da USP que tem por objetivo apresentar um *Serious Game* voltado ao treinamento de estudantes para executar o procedimento de biópsia mamária. O jogo pode oferecer motivação ao treinamento, considerando os aspectos lúdicos inseridos. Assim, o desempenho do estudante no jogo pode fornecer subsídios para avaliar aspectos do treinamento realizado. O framework foi denominado como *Vimet* (Figura 6).

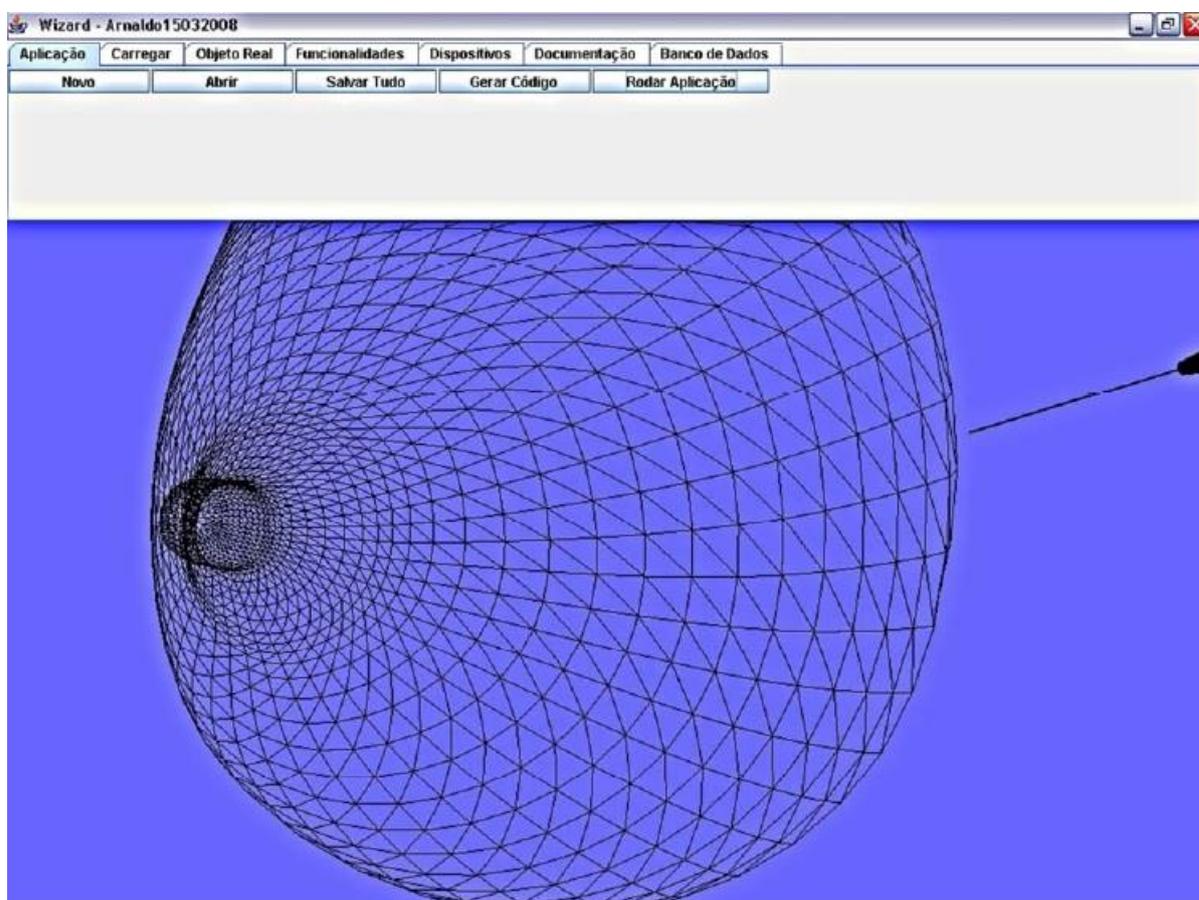


FIGURA 6 - Interface gráfica da ferramenta *Vimet*

O método de avaliação usado no sistema permite ao professor alimentar suas próprias perguntas, mas não gera um resultado final da avaliação.

Outra desvantagem seria a falta de riqueza de detalhes com a fidelidade dos objetos.

### **3.2.3 Maintenance and Assembly Training in a Hydroelectric Unit of Energy Using Virtual Reality Desktop**

O terceiro sistema analisado foi “**Maintenance and Assembly Training in a Hydroelectric Unit of Energy Using Virtual Reality Desktop**” (SOUSA et al, 2008) que propõe uma ferramenta chamada Unidade Geradora Virtual (UGV) conforme a figura 7, baseada em técnicas de RV não imersiva para o treinamento de procedimentos de montagem e desmontagem de peças contidas em uma Unidade Hidrelétrica de Energia (UHE) utilizando técnicas de Realidade Virtual não imersiva, atendendo aos principais requisitos de treinamento virtual disponíveis. O ambiente de treinamento é formado pelo Curso de Montagem, que corresponde ao procedimento de montagem real do concreto e dos equipamentos, e do Curso de Manutenção, que corresponde aos procedimentos de treinamento de manutenção das sub-unidades das seções da UHE.

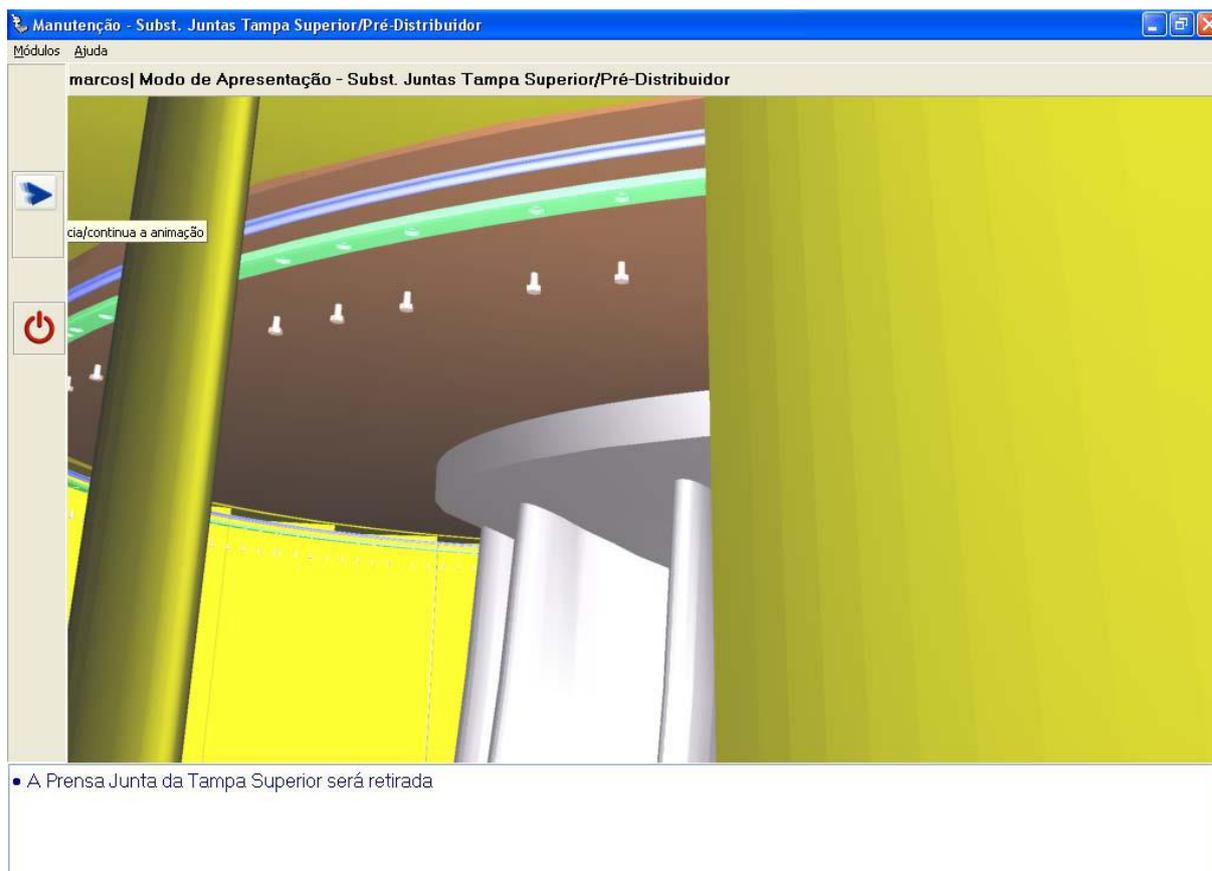


FIGURA 7 - Unidade Geradora Virtual (UGV) - Área de manutenção da junta da tampa superior.

Este sistema foi validado com um grupo de 28 alunos do curso de Engenharia Elétrica do 7º semestre da Universidade Federal do Pará. Neste conceito não há um *feedback* para o usuário.

### 3.2.4 HuntIR Checkpoint Recon

Kincaid and Westerlund (2009) examinaram a possibilidade de utilização de jogos de simulação de PC para o treinamento militar dos EUA. Eles concluíram que os jogos de PC já têm a capacidade para ajudar na aprendizagem e no desempenho de uma variedade de domínios, em substituição aos requisitos de treinamento do mundo real.

A indústria de jogos e simuladores para PCs, em grande parte impulsionada pelos recentes avanços da tecnologia e da economia de consumo, tem impulsionado drasticamente os custos para baixo, melhorando a qualidade e realismo de jogos e tecnologias de simulação de desktop. Vários ramos das forças armadas dos EUA estão explorando a possibilidade de utilização de *Serious Games* como um suplemento em alguns aspectos para formação dos agentes. O objetivo é encontrar alternativas de treinamento de baixo custo para treinar tarefas

que normalmente exigem equipamentos caros ou envolver condições perigosas.

O objetivo do *Serious Game HuntIR Checkpoint Recon* é treinar o exército dos EUA, os pilotos de helicóptero e suas equipes de formação sobre questões culturais de sensibilização e as regras de engajamento no processo de tomada de decisão. Foi desenvolvido pela Camber Corporation. A figura 8 mostra uma captura de tela do jogo exibindo a simulação de infravermelho.

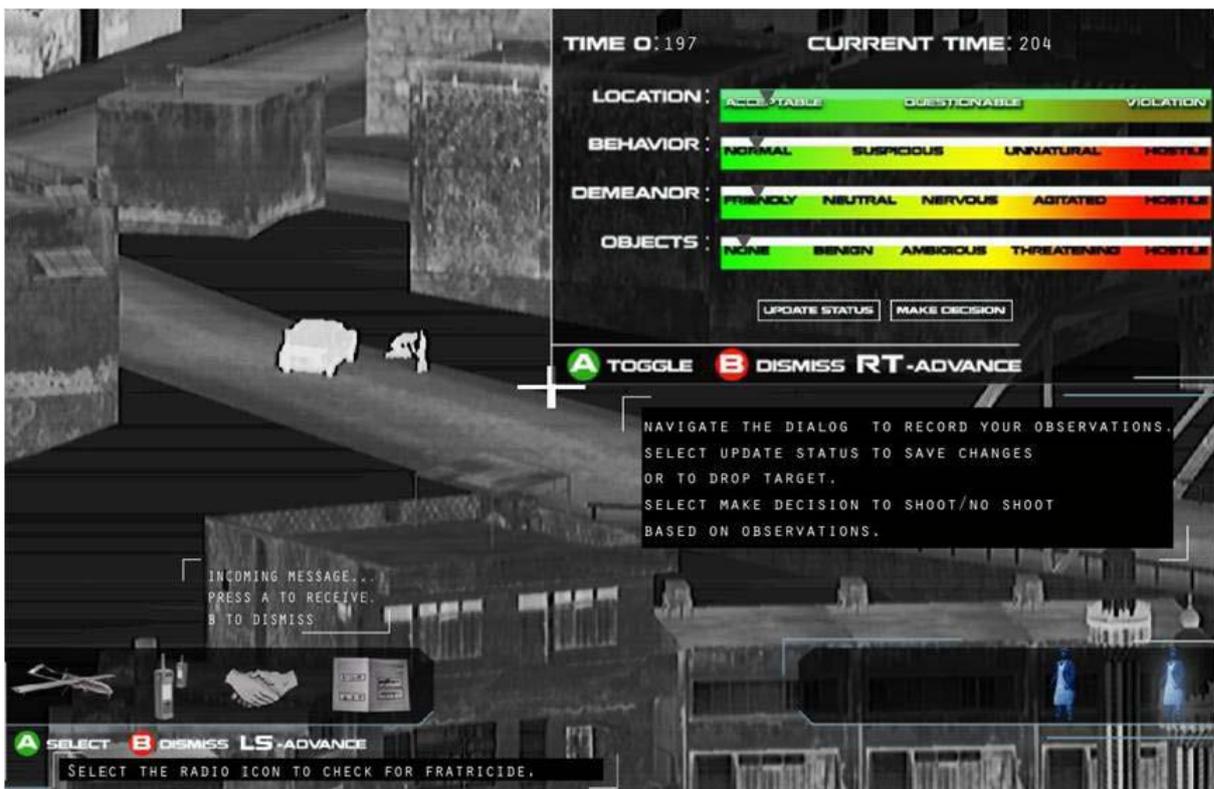


FIGURA 8 - *HuntIR Checkpoint Recon Serious Game*

Para Kincaid e Westerlund (2009) a tecnologia baseada em PC está em um ponto onde a inclusão humana ou imersão é fundamental, a aplicação de jogos de PC para melhorar o desempenho, treinamento e utilidade educativa é evidente. A questão torna-se como selecionar e contratar jogos específicos, ou porções de jogos, para atender aos requisitos específicos de treinamento.

### 3.3 Comparação entre os sistemas apresentados

Apresentados os trabalhos correlatos, os seguintes critérios foram levados em consideração na elaboração da Tabela 1:

**Visualização 3D:** é necessário verificar se o ambiente/software proposto oferece a possibilidade de visualizar um modelo 3D do que está sendo simulado/projetado.

**Fidelidade:** os objetos, recursos e o AV propiciam alto grau de realismo. Na entrevista realizada para o Hard Game, o nível de fidelidade entre todos entrevistados foi de 94,74%.

**Experiência de Fluxo:** o sistema permite ao usuário a sensação de envolvimento com o AV alternando entre o “prazer” e a “frustração” durante a seção do jogo considerando a teoria de fluxo de Csikszentmihalyi (1990).

**Sistema de Avaliação:** o ambiente proposto permite que o usuário realize uma avaliação da seção de treinamento com feedback para o usuário e para o professor/instrutor.

TABELA 1 - Análise comparativa dos trabalhos correlatos

Aplicação	Critérios de Avaliação			Sistema de Avaliação
	Visualização 3D	Fidelidade	Experiência de Fluxo	
<i>Virtual Hardware</i>	✓	✗	✗	✗
<i>ViMeT</i>	✓	✗	✓	✓
<i>Unidade Geradora Virtual</i>	✓	✓	✗	✗
<i>HuntIR Checkpoint Recon</i>	✓	✓	✓	✗

Por meio da Tabela 1 é possível notar que nenhum dos sistemas apresentados atende totalmente às quatro características analisadas (Visualização 3D, Fidelidade, Experiência de Fluxo e Sistema de Avaliação), o que demonstra que a possível contribuição do Hard Game em relação aos mesmos seria apresentar um sistema que tivesse todas essas funcionalidades.

### 3.4 Conclusão

Finalizando os trabalhos correlatos com a realização da análise dos três sistemas comparados na tentativa de determinar quais as características que o Hard Game deve possuir para ser considerada uma ferramenta de treinamento que apresente uma contribuição válida.

Os sistemas analisados foram:

- ***Virtual Hardware*** - sistema que possibilita ao usuário ter contato com os principais componentes de um computador;
- ***ViMeT*** - *Serious Game* voltado ao treinamento de estudantes para executar o procedimento de biópsia mamária;
- **Unidade Geradora Virtual** – sistema de treinamento com procedimentos de montagem e desmontagem de peças contidas em uma Unidade Hidrelétrica de Energia;
- ***HuntIR Checkpoint Recon*** - *Serious Game* para treinar o exército dos EUA, os pilotos de helicóptero e suas equipes de formação para a tomada de decisão.

Por fim foram considerados os critérios de avaliação dentre **Visualização 3D**, **Fidelidade**, **Experiência de Fluxo** e o **Sistema de Avaliação** onde se pretende que a ferramenta criada possua todas estas características, ao contrário das ferramentas analisadas.

## 4 ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA

### 4.1 Introdução

Este capítulo apresenta os detalhes da Engenharia de Software do sistema proposto.

Inicialmente, descreve-se a análise dos requisitos da ferramenta que será criada. Os requisitos são apresentados na forma de diagramas de caso de uso e de classe, muito utilizados na elaboração de um projeto de *software*. Os diagramas descrevem um cenário que mostra as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário.

Com o levantamento de requisitos obtém-se a especificação da arquitetura do sistema, que é detalhada na sequência.

Nesta seção, também é demonstrada a técnica escolhida para a implementação do *software*, a Prototipação.

### 4.2 Levantamento de requisitos

Considerando que o software proposto, intitulado *Hard Game* será utilizado por duas classes de usuários (Professor e Aluno), destacam-se seus principais requisitos.

- Requisitos funcionais:
  - serão necessários *login* e senha para acessar o sistema;
  - os usuários poderão criar cadastros e definir o tipo de usuário (aluno ou professor);
  - os alunos poderão realizar a manutenção dos dispositivos no laboratório de manutenção de computadores;
  - o professor poderá adicionar, modificar e aplicar as questões para os alunos;
  - o software deve permitir aos alunos carregar, antes de executar o questionário, um ambiente virtual com os dispositivos de *hardware* necessários para realizar a manutenção;
  - os alunos poderão responder às questões pré-cadastradas;
  - os professores poderão acessar os resultados dos alunos sobre as práticas do laboratório e as questões cadastradas;
  - os ambientes virtuais devem permitir aos alunos navegar, interagir e manipular intencionalmente os dispositivos;

- o usuário deve ter acesso a ajuda relativa ao sistema;
- Requisitos não-funcionais:
  - deverá operar em curto tempo de resposta;
  - a modelagem dos dispositivos de *hardware* e do ambiente virtual do laboratório de manutenção de computadores devem visar alta fidelidade aos dispositivos e ambiente reais.

Este projeto permite proporcionar o treinamento em manutenção de computadores não somente na instituição de ensino como em qualquer lugar com o sistema proposto, visto que em sua residência, por exemplo, o aluno não teria os recursos necessários para o treinamento e aprendizagem adequados.

Neste caso, o jogo virtual permitirá que o aluno possa estudar, praticar e aperfeiçoar suas técnicas de manutenção bem como o reconhecimento e manuseio dos recursos disponíveis.

O jogo proposto deverá permitir ao aluno a realização da manutenção de computador e testar seus conhecimentos acerca de cada fase através do Quiz Virtual, e ao final de cada seção do jogo será armazenada a pontuação final obtida pelo aluno para posterior recuperação por parte do professor.

Para o professor, deverá permitir a configuração das questões aplicadas no jogo para que o aluno as responda.

A figura 9 mostra, na forma de casos de uso, as funcionalidades disponibilizadas a cada um dos atores e suas eventuais dependências.

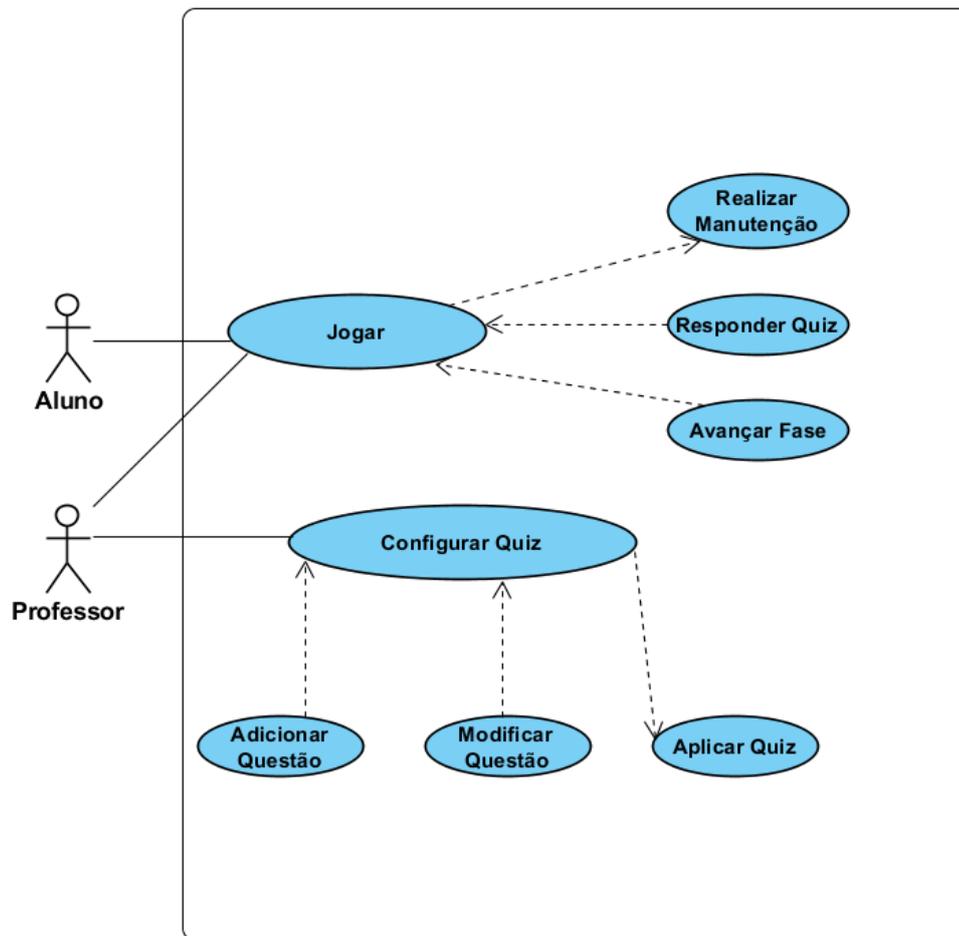


FIGURA 9 - Caso de Uso do Hard Game

Serão detalhados cada um dos casos de uso no Apêndice A.

O diagrama de Classe é demonstrado na figura 10.

Este diagrama contém a classe **Usuário** com duas instâncias no sistema, professor e aluno, por isso a relação de especialização entre a classe **Usuário** e a classe **Professor** e entre a classe **Usuário** e a classe **Aluno**, onde os mesmos podem logar para iniciar o sistema.

Todas as classes possuem como atributo principal o identificador (Id) que diferem os atores dentro de cada classe.

O relacionamento entre a classe **Usuário** e a classe **Jogar** ocorre no momento em que uma instância da classe **Usuário** pode estar relacionada com várias instâncias da classe **Jogar** e uma instância da classe **Jogar** pode estar relacionado com uma instância da classe **Usuário**. Isso demonstra que em uma seção de treinamento somente um usuário pode estar jogando e um usuário pode jogar várias vezes o jogo. A classe **Jogar** converte em pontos para classe **Usuário**.

Uma instância da classe **Jogo** pode estar relacionado a várias instâncias da classe

**Jogar** e uma instância da classe **Jogar** pode estar relacionada a no mínimo uma instância da classe **Jogo** ou várias. Isso demonstra que é possível jogar somente quando existe um jogo cadastrado. A classe **Jogo** possui os atributos **Nível** para os níveis Básico, Intermediário e Avançado, divididos em cinco **Fases**, para o nível Básico existem três fases com seus respectivos **Nomes** (I - Processador, II – Memória RAM e III – Placa de Vídeo) e para os níveis Intermediário e Avançado, fase única com o processador.

Uma instância da classe **Questionário** pode estar relacionada a várias instâncias da classe **Jogar** e uma instância da classe **Jogar** pode estar relacionada a no mínimo uma instância da classe **Questionário** ou várias. Isso demonstra que é possível jogar somente quando existe um questionário cadastrado. Os atributos da classe **Questionário** se referem aos atributos da classe **Jogo**.

Existe uma agregação entre a classe **Questionário** e a classe **Questão**, pois somente existirá um Questionário se existir questões no mesmo. O atributo **Questão** se refere ao texto da questão que o professor irá configurar sendo objetiva com quatro **Alternativas** (A, B, C e D) e a **Resposta** selecionada.

Uma instância da classe **Professor** pode conter até cinco instâncias da classe **Questionário**, isso se deve ao fato do jogo conter cinco fases distribuídas em três níveis onde cada professor pode configurar cinco questionários distintos com inúmeras questões.

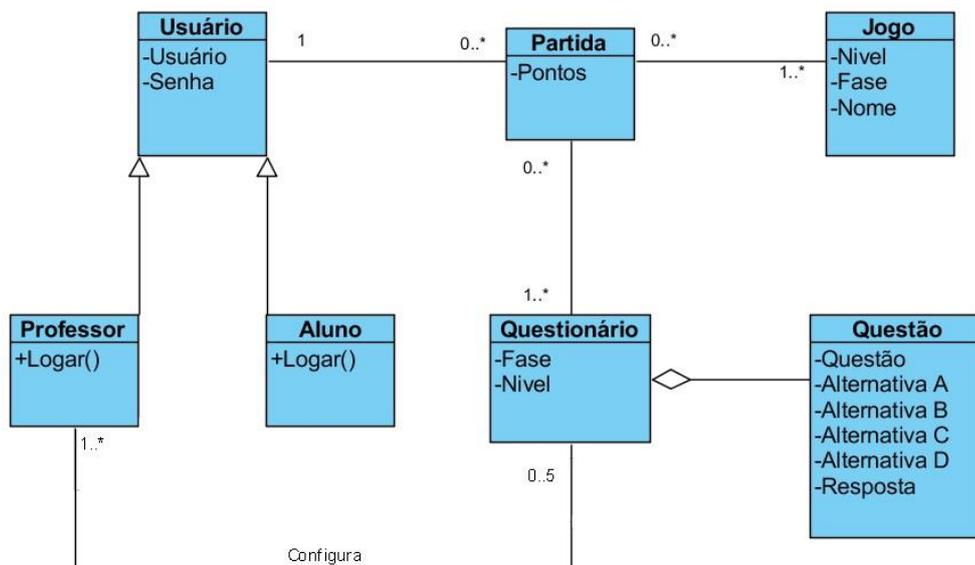


FIGURA 10 - Diagrama de Classe do Hard Game

Existem diversos métodos não especificados no diagrama, que foram implementados e constam no próximo capítulo em detalhes da implementação.

### 4.3 Arquitetura do Sistema

Para Sommerville (2011), os processos de software são complexos, sempre dependem de pessoas para tomar decisões e fazer julgamentos e além de não existir um processo ideal a maioria das organizações adapta os processos de desenvolvimento de software que utiliza em suas empresas.

Segundo Pressman (2006), modelos prescritivos de processo definem um conjunto distinto de atividades, ações, tarefas, marcos e produtos de trabalho que são necessários para fazer engenharia de software com alta qualidade. Fazem parte deste conjunto os modelos evolucionários de processo de software, que são caracterizados de forma a permitir aos engenheiros de software desenvolver versões cada vez mais completas do software.

A partir deste modelo foi escolhida a técnica de prototipagem para a construção do Hard Game.

#### 4.3.1 Prototipagem

Um protótipo é uma versão inicial de um sistema de software que é utilizado para demonstrar conceitos, experimentar opções de projeto, e descobrir mais sobre seus problemas e possíveis soluções. Rápido, o desenvolvimento iterativo do protótipo é fundamental para que os custos sejam controlados e os stakeholders do sistema possam experimentar com o protótipo o início do processo de software que se deseja alcançar (Sommerville, 2011).

O paradigma de prototipagem (Figura 11) começa com a **comunicação**, onde se define os objetivos gerais, identificando as necessidades do software.

Feita a comunicação ocorre rapidamente o **planejamento** de uma iteração de prototipagem e a **modelagem** como um projeto rápido acontece.

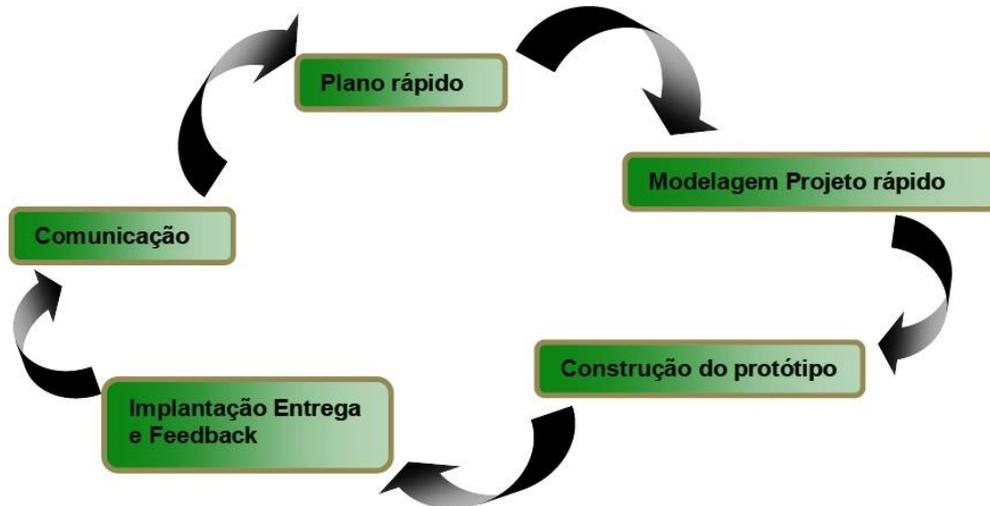
O **projeto rápido** representa os aspectos do software que estarão visíveis para o usuário, como o formato de saída de tela ou a interface de acesso a um determinado módulo do software.

O projeto rápido leva à **construção de um protótipo**, que é **implantado** e depois avaliado pelo usuário.

O **feedback** é usado para refinar os requisitos do software, onde surgirão análises e perguntas como: Quais são os pontos do sistema a serem corrigidos? O que falta desenvolver? O que é descartável?

A iteração ocorre à medida que o protótipo é adaptado para atender às necessidades do

usuário, e, ao mesmo tempo, permite ao desenvolvedor entender melhor o que precisa ser feito.



*FIGURA 11 - Prototipagem*  
 Fonte: Adaptado de Pressman, 2006

Um protótipo pode ser considerado com um mecanismo para identificação dos requisitos do software.

Se um desenvolvedor elaborar um protótipo executável, o que possivelmente está por trás deste executável são partes de programas existentes ou a aplicação de ferramentas como geradores de relatórios, gestores de janelas que possibilitem programas executáveis serem gerados rapidamente (Pressman, 2006).

#### 4.4 Conclusão

Neste capítulo, foram apresentados os diagramas de caso de uso e de classe devidamente com seus atores (Professor e Aluno) e suas formas de interação com o Hard Game. Posteriormente apresentada a técnica utilizada no desenvolvimento do sistema, a prototipagem.

Desse modo, a realização de estudos, aprofundando questões relativas à aplicabilidade de jogos virtuais, poderá subsidiar as instituições de ensino que incorporarem a tecnologia proposta neste projeto em suas atividades didáticas.

No capítulo a seguir serão detalhadas as fases do protótipo, bem como a estruturação e aplicação da prototipagem neste projeto.

## 5 DETALHES DA IMPLEMENTAÇÃO

### 5.1 Introdução

Neste capítulo, são abordados os detalhes de implementação do Hard Game, a partir da arquitetura demonstrada no capítulo anterior para o desenvolvimento deste trabalho.

Primeiramente é realizada uma breve exposição sobre as tecnologias necessárias para o seu desenvolvimento, logo após, os detalhes de sua implementação.

### 5.2 Tecnologias utilizadas

Posteriormente à definição dos aspectos do protótipo, seus objetivos e funcionalidades, foi imprescindível decidir quais tecnologias seriam adotadas para o seu desenvolvimento de forma que acatasse todos os requisitos apresentados.

A seguir, são apresentadas as tecnologias utilizadas para a criação do Hard Game.

#### 5.2.1 Modelagem (Blender e Rhinoceros)

O **Blender 3D** (2010) é um software gratuito eficaz na modelagem tridimensional utilizado para modelar os dispositivos utilizados para o protótipo.

Através do Blender 3D serão modelados os dispositivos que serão animados no Unity 3D para cada nível do jogo, o Unity 3D estabelecerá o andamento do jogo com os devidos níveis intercalados com o Quiz Virtual.

Foi utilizado o Blender 3D (Figura 12) no início do projeto com a primeira versão do protótipo e parte da versão intermediária, ambas serão apresentadas posteriormente, inclusive a primeira versão apresentada em próxima seção teve a sua *engine* de jogo utilizada e não do Unity como a versão final.

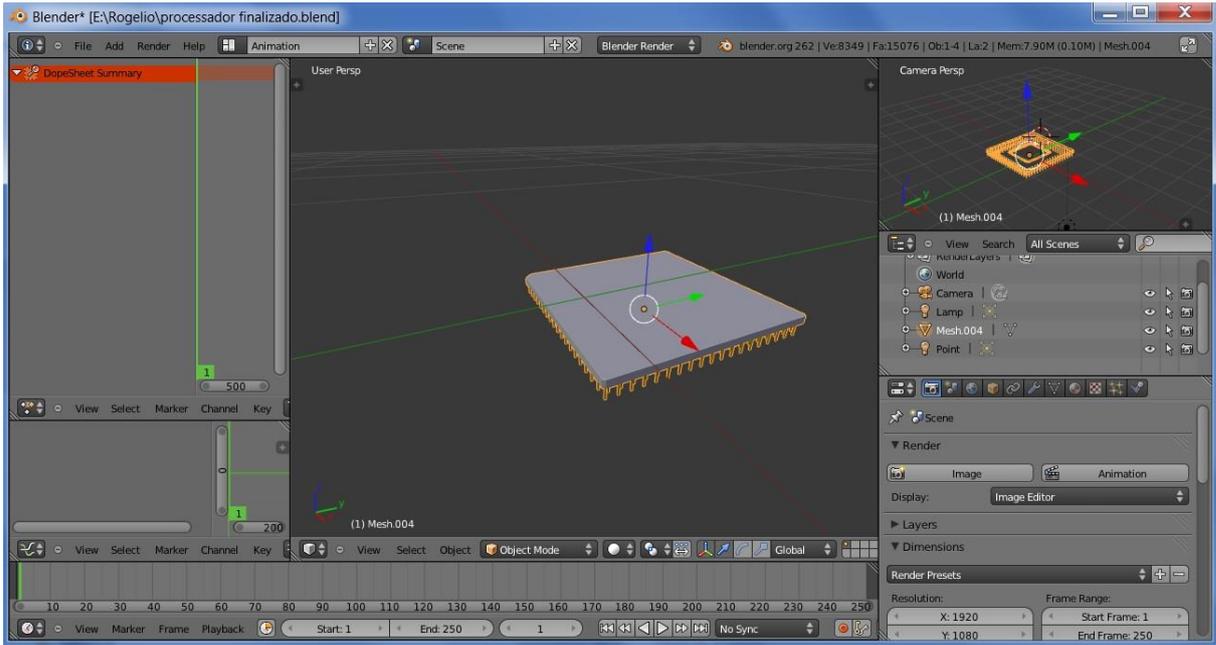


FIGURA 12 - Modelagem com o Blender 3D

Durante o desenvolvimento da versão intermediária apresentada optou-se por modelar com o software **Rhinceros 3D** (2012), possui as mesmas características técnicas do Blender, mas é proprietário. O software é compatível com os objetos já modelados, também é possível sua importação para o Unity 3D e otimiza a velocidade de modelagem dos objetos.

Na figura 13 é demonstrada a edição de um objeto com o Rhinceros.

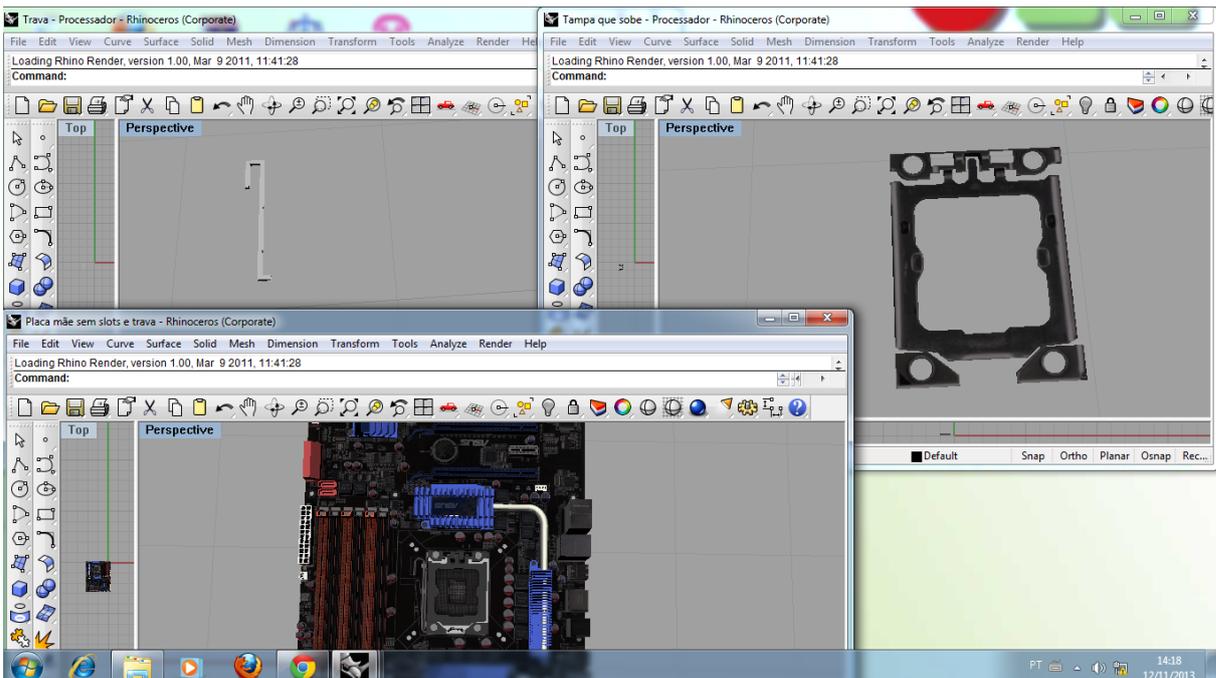


FIGURA 13 - Modelagem com o Rhinoceros 3D

### 5.2.2 Unity 3D e JavaScript

Para Bento (2011) o processo de criação de jogos 3D com o software Unity 3D é simples, através de uma ferramenta de edição, fácil de usar, que permite inserir elementos pré-modelados, e combiná-los com outros recursos de forma a criar o ambiente de um jogo.

Esta ferramenta torna-se bastante acessível permitindo desenvolver com facilidade aplicações que podem funcionar em ambientes on-line ou off-line, Mac, PC, iPhone e IPAD, TV e consoles de jogos sendo multiplataforma. É um ecossistema de desenvolvimento de jogo, um motor de renderização poderoso, uma ferramenta completa com workflows intuitivos e rápidos (Unity, 2012).

O ambiente de desenvolvimento do Unity 3D funciona como um organizador de conteúdos criados em outras plataformas, sendo capaz de importar nativamente arquivos mp3, jpeg, gif, mov, avi, wav entre outros. Também é possível importar modelos 3D criados em programas de modelagem, tais como Blender, Maya, 3D Max e Rhinoceros.

Segundo Barros (2011) é possível criar todos os cenários e posicionar os objetos que farão parte da aplicação. Isto permite ter um *feedback* imediato e uma representação exata do que será visto em *runtime*.

Conforme Passos et al. (2009) esta tecnologia é apontada como um motor de jogos (*game engine*) criado para auxiliar no desenvolvimento de jogos 3D.

O motor usado pelo Unity 3D é o PhysX (maiores informações sobre ele podem ser obtidas em <http://www.geforce.com/hardware/technology/physx>). Segundo Barros (2011) este engine consegue tornar o cenário bem mais realista sem grande esforço adicional. Além disso, o Unity Inclui também um motor de áudio capaz de reproduzir sons em 3D e vários métodos para a criação de aplicações multiplayer.

Na figura 14 é demonstrada a edição através da *engine* Unity 3D.

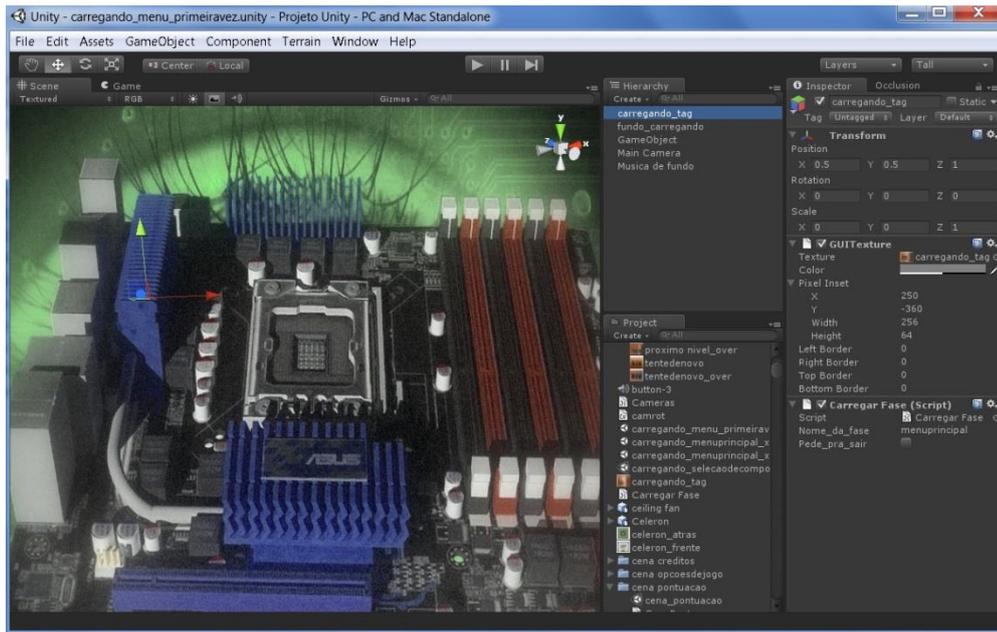


FIGURA 14 - Edição através da engine Unity 3D

Dentro do próprio ambiente de desenvolvimento do Unity 3D é possível realizar toda a programação que definirá as ações dos objetos importados pela engine.

Foi adotado para a programação do protótipo o **JavaScript** (2011), uma linguagem de *scripts* baseada em Objetos. Sua edição é feita pelo MonoDevelop (ambiente de programação do Unity 3D) e seu código é compilado no momento em que é feito o Build (geração da aplicação).

### 5.3 O protótipo Hard Game implementado

O nome “Hard Game” surgiu da junção das palavras “Jogo” de “*Hardware*”, que é a proposta apresentada.

Durante o desenvolvimento do protótipo foram elaborados e modelados diferentes ambientes para o laboratório de manutenção onde se realizará a seção de treinamento como também diversos dispositivos que foram utilizados e outros não, conforme a figura 15 que demonstra a cena da bancada, com os dispositivos, sendo editada no motor de jogo Unity 3D.

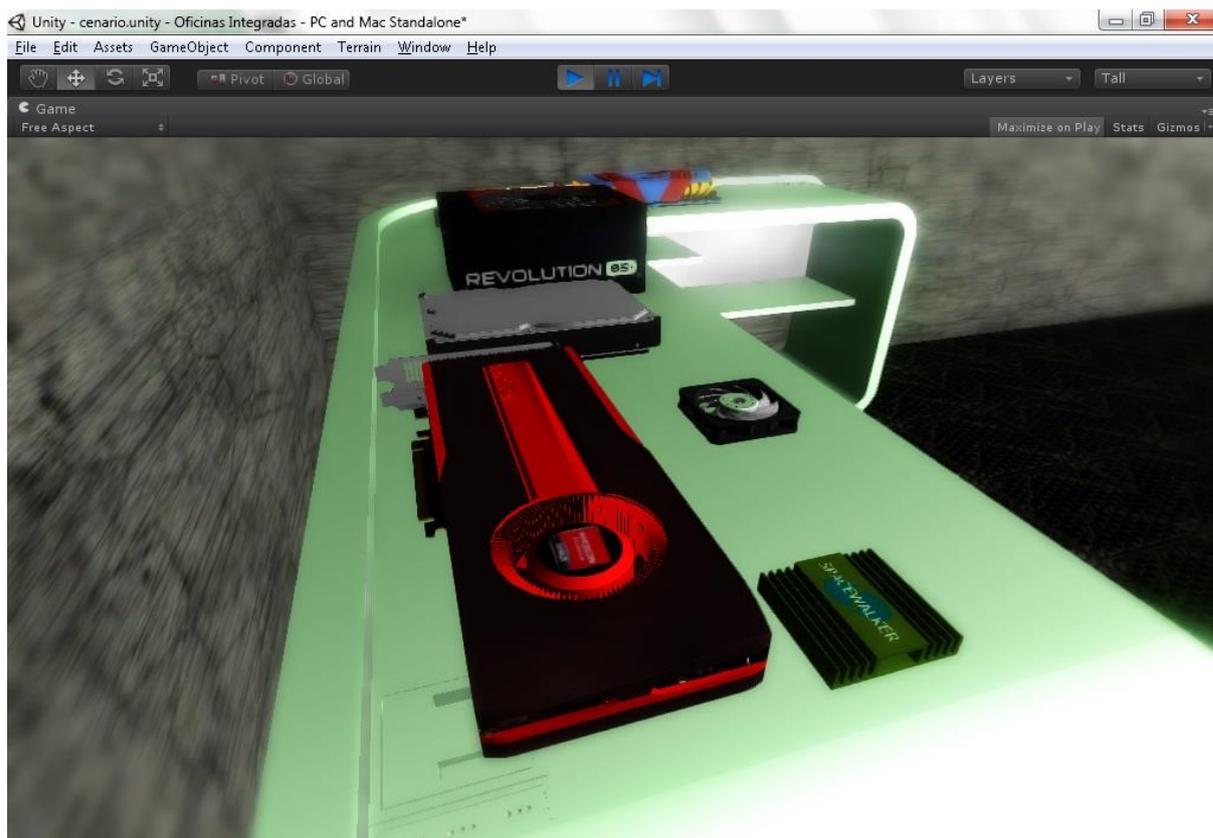


FIGURA 15 - Edição da cena com a bancada pelo Unity 3D

Conforme citado no capítulo anterior, para o desenvolvimento do Hard Game, optou-se por utilizar a técnica de prototipagem.

Iniciando com a **comunicação** foram analisados os objetivos do protótipo para o levantamento das necessidades dos *stakeholders*.

Com este levantamento foi elaborado um **plano rápido** onde foram selecionados os dispositivos a serem **modelados**, inicialmente a placa mãe e memória RAM, o que levou a **construção do protótipo**.

Feita a **implantação** observa-se a primeira versão do Hard Game conforme o próximo tópico. Após, será apresentada uma versão intermediária e a versão final aplicada aos alunos.

### 5.3.1 Protótipo Inicial

Na figura 16 são apresentados os recursos que o usuário dispõe para atuar no jogo, apenas nesta primeira versão optou-se pelo uso do *joystick* para que fossem analisadas as alternativas de navegação para o usuário. O objetivo principal de usabilidade é tentar utilizar os recursos nativos de computação que atendessem qualquer laboratório de manutenção de computadores de uma instituição de ensino adotando assim os dispositivos teclado e mouse.



FIGURA 16 - Tela inicial da primeira versão do Hard Game

A figura 17 demonstra a execução do jogo, onde o usuário deve encaixar a memória RAM em seu devido slot.

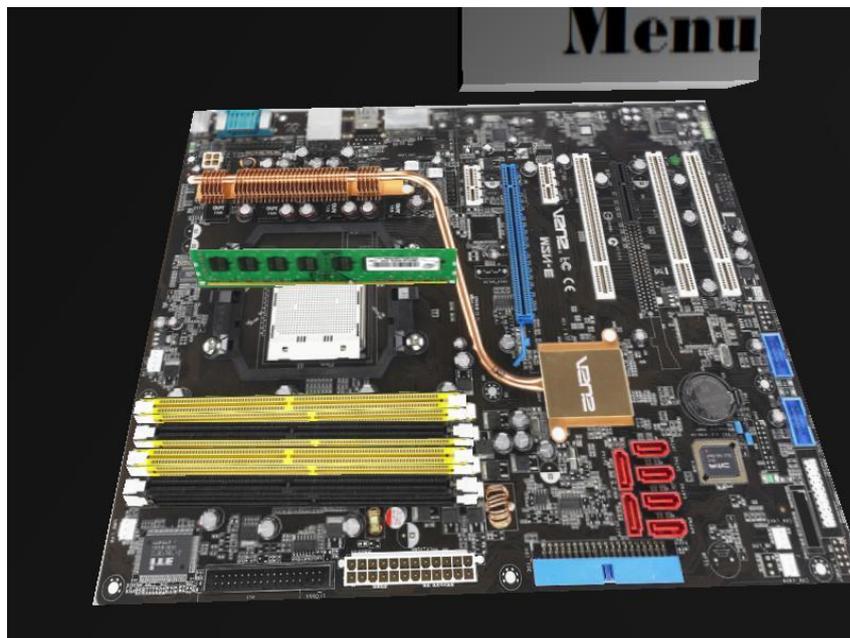


FIGURA 17 - Tela de jogo da primeira versão do Hard Game

Caso obtenha sucesso na ação de encaixar o dispositivo será apresentada a tela de congratulações, conforme a figura 18.



FIGURA 18 - Tela de conclusão do jogo da primeira versão do Hard Game

Esta primeira versão recebeu vinte e cinco atualizações, totalizando vinte e seis versões do Hard Game para a versão que foi aplicada aos alunos que será apresentada no próximo capítulo.

Não serão detalhadas todas as versões, optando-se por apresentar a primeira, uma versão intermediária e a versão final.

### 5.3.2 Protótipo Intermediário

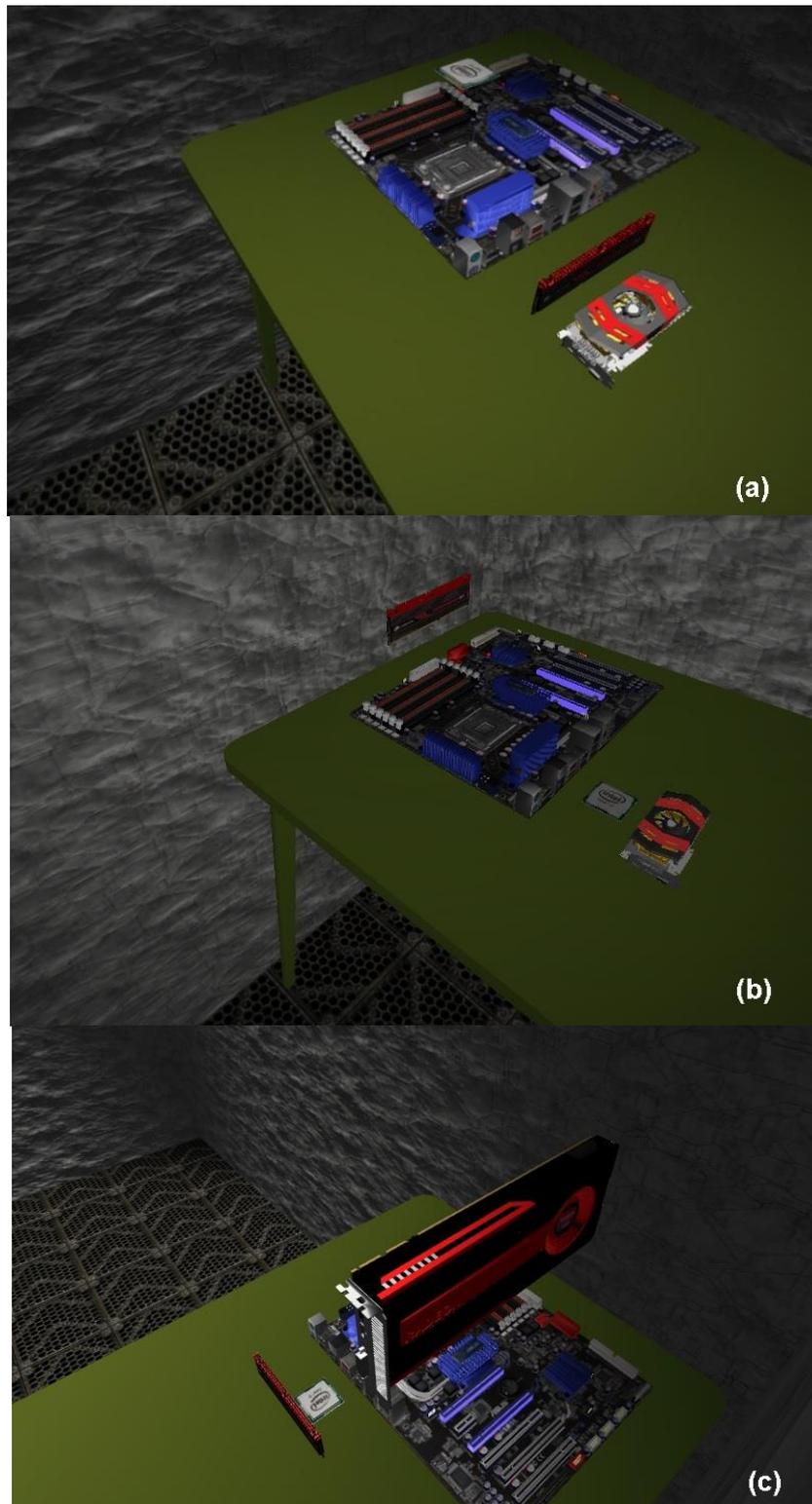
Após o desenvolvimento de várias versões do protótipo, esta versão intermediária será apresentada para o acompanhamento das iterações de prototipagem realizadas.

A figura 19 exhibe a tela inicial desta versão do protótipo. Dentre distintos avanços, um gerenciador de *login* com a seleção da escolha entre os usuários Aluno e Professor. Este gerenciador será detalhado na versão final do protótipo na próxima seção.



*FIGURA 19 - Tela inicial da versão intermediária*

Esta versão apresenta a fase do **Processador** (Figura 20<sup>a</sup>) onde o dispositivo está sobre a placa-mãe, neste instante o usuário está posicionando para realizar o encaixe, conforme também as fases da **Memória RAM** (Figura 20<sup>b</sup>) e **Placa de Vídeo** (Figura 20<sup>c</sup>) onde ambos dispositivos encontram-se posicionados para o encaixe na placa-mãe. A bancada no laboratório que não se encontrava na versão inicial foi modelada e implementada.



*FIGURA 20 - Tela de jogo da versão intermediária*

Obtendo sucesso na ação de encaixar os respectivos dispositivos será apresentada a tela de parabéns para cada fase, na figura 21 a tela de conclusão da última fase do jogo com a **Placa de Vídeo**.



FIGURA 21 - Tela de conclusão do jogo da versão intermediária (Placa de vídeo)

Estas três fases que formam esta versão do jogo correspondem ao nível básico da versão final a seguir, que apresentará também os níveis intermediário e avançado com as implementações do Quiz Virtual, tratamento de erros e pontuação.

### 5.3.3 Protótipo Hard Game Final

Após várias iterações de software conforme mencionado anteriormente, foi elaborada a versão aplicada nas turmas que estudam a disciplina de manutenção de computadores, e será relatada no próximo capítulo em resultados.

Pode ser considerada a divisão do protótipo final em três módulos: Gerenciador de login, ambiente do Aluno, ambiente do Professor, que serão detalhadas nas próximas seções.

#### 5.3.3.1 Gerenciador de *Login*

O Gerenciador de *Login* apresenta uma caixa de diálogo com campos para usuário e senha e quatro botões conforme a figura 22.

Este módulo se referencia ao caso de uso Realizar *Login* tratado no capítulo anterior.

Em primeira instância é necessária à criação do usuário.

Para a criação de um *login* para aluno o mesmo deve preencher os campos ***Login*** e ***Senha*** e clicar no botão **Criar Usuário**, logo após clicar em **Logar** para acessar, carregando assim o módulo do jogo com exceção da seção do professor.

Para a criação de um *login* para professor o mesmo deve preencher os campos ***Login*** e ***Senha*** e clicar no botão **Criar Professor**, logo após clicar em **Logar Professor** para acessar,

carregando assim o módulo do jogo completo com a seção do professor para as devidas configurações que se fizer necessário. Esta seção será detalhada posteriormente.

Durante ambas as ações de Logar no sistema, o Gerenciador de *Login* testa o usuário e a senha e retorna uma mensagem ao sistema identificando o tipo de usuário (Aluno ou Professor) para as devidas permissões no jogo.



FIGURA 22 - Gerenciador de Login

### 5.3.3.2 Ambiente do Aluno

O AV onde o aluno acessa o jogo.

Ao selecionar a opção **Iniciar Jogo** o aluno atua em todas as fases do sistema, executando as práticas de laboratório associadas ao Quiz Virtual.

Em **Créditos** estão as pessoas responsáveis pelo desenvolvimento deste projeto.

**Opções de Jogo** funciona como o *Help* do sistema, informando ao usuário as ações possíveis durante o jogo.

A opção **Sair** fecha o jogo, encerra a gravação no log do usuário e finaliza o sistema.

Na figura 23, o menu exibido para o aluno.



FIGURA 23 - Menu do Aluno

Inicialmente será apresentada a tela de **Opções de Jogo** para facilitar o entendimento da navegação e visualização do aluno durante o jogo e sua interação com o Ambiente Virtual (AV).

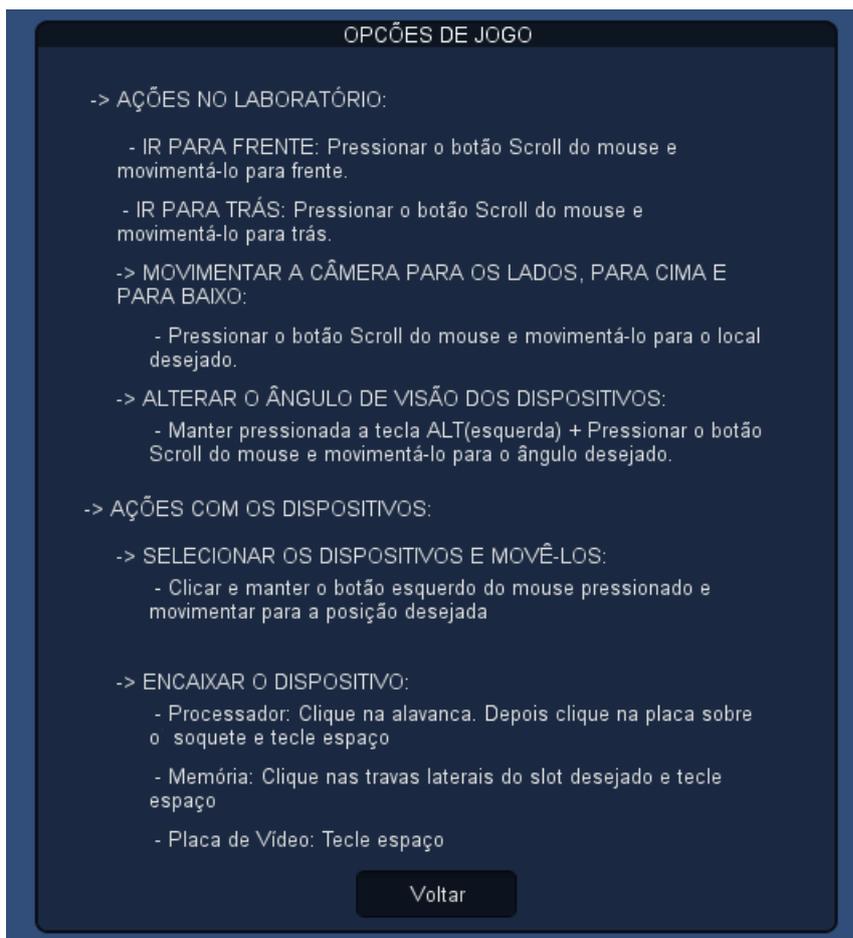
De acordo com tais opções, a visualização e navegação da câmera são efetivadas por meio de uso do movimento do mouse para frente e para trás com o botão Scroll pressionado que é usado também para movimentar para os lados, acima e abaixo.

Esta ação é feita através do motor de jogo do *Unity*, onde é capturada a posição da câmera ao iniciar o jogo, e à medida que o usuário deseja alterar o ângulo de visão dos dispositivos, ele executa a combinação da tecla Alt (esquerdo) + botão Scroll do mouse para movimentá-lo para o ângulo desejado.

Esta ação rotaciona a câmera a partir do ponteiro do mouse e faz a translação da visão do usuário usando cálculos a partir da posição inicial, distância percorrida, rotação executada e posição atual permitindo ao usuário obter a visão desejada pela solicitação.

Se o usuário desejar movimentar a câmera para visualizar a placa mãe de lado e por cima, por exemplo, ele deve pressionar o botão *scroll* do mouse, movimentá-lo para a esquerda, soltar o botão scroll, pressioná-lo novamente em combinação com a tecla Alt esquerda e movimentá-lo para cima até o ângulo desejado.

As ações com os dispositivos também estão relacionadas na figura 24.



*FIGURA 24 - Opções de Jogo*

O encaixe dos dispositivos será descrito na seção a seguir para melhor compreensão da sequência do jogo.

Através da opção **Iniciar Jogo** o aluno inicia a navegação no AV do jogo.

Por padrão, o ponto de vista da câmera é sempre frontal e o usuário navega com teclado e mouse. As navegações e ações durante o jogo foram ilustradas no tópico anterior em Opções de Jogo, o que facilitará o entendimento da sequência do jogo a partir de agora.

Procurou-se desenvolver um AV similar a um laboratório de manutenção de computadores com uma bancada para os dispositivos, uma cadeira para o técnico em manutenção e um computador para os supostos lançamentos de suas ordens de serviço.

Optou-se, no entanto, em não preencher o laboratório com armários, várias chaves e outros recursos usados em empresas que realizam o trabalho com o propósito de manter o foco do usuário na atividade solicitada. Que demonstre um ambiente limpo, organizado que propicie condições ao usuário de obter a melhor experiência possível com o jogo visando sua aprendizagem.

De acordo com o Caso de Uso “Realizar Manutenção” citado no capítulo da

Especificação do Sistema e as Opções de Jogo citadas acima, torna-se compreensível a usabilidade do jogo para a assimilação das ações acerca do protótipo.

O jogo é dividido em três níveis: Básico, Intermediário e Avançado. O Nível Básico é constituído de três fases, Fase I: Processador, Fase II: Memória RAM e Fase III: Placa de Vídeo. Nos Níveis Intermediário e Avançado, Fase única com o Processador.

Assim que o usuário inicia a seção do jogo o objetivo é encaixar o dispositivo na placa-mãe. Para isso o usuário visualiza dispositivos compatíveis e incompatíveis e é preciso identificar em que local determinado dispositivo deve ser encaixado para avançar para a próxima fase.

A partir da interação do usuário com o jogo onde seleciona o dispositivo para executar este procedimento é cancelada a proteção sobre a placa mãe pelo AV, habilitando o local onde o usuário deseja realizar a ação.

Assim que o dispositivo é encaixado corretamente o AV exibe uma nova câmera destacando o encaixe correto realizado pelo usuário durante dois segundos.

Após estes dois segundos é apresentada a tela de parabéns, concluindo a fase somando pontos, e o usuário tem a opção de voltar ao menu principal ou avançar para a próxima fase.

Estas ações são válidas para todas as fases do jogo.

À medida que o usuário avança as fases estes procedimentos se repetem até a conclusão do jogo.

Neste momento de transição de fases é trabalhada com o usuário a experiência de fluxo citada no capítulo 2 destacadas suas características.

O nível de dificuldade aumenta ao incorporar no *Serious Game* maior número de alternativas para ele definir uma. O aluno com o propósito de aprendizagem irá tentar identificar quais são cada um dos dispositivos antes de realizar o treinamento.

Dessa forma, o usuário terá **tarefas ao nível de seu conhecimento** que será avaliado nos diversos níveis do jogo procurando a combinação ideal entre a aprendizagem do correto manuseio do dispositivo e sua função (**Combinação entre a ação e o pensamento**), em cada etapa é exibido o resultado de sucesso ou não (**feedback imediato**) que o insita a **concentrar** sua atenção com a **sensação de controle total** sobre o mouse e o teclado a cada passo, com **objetivos claros** oferecidos pelo jogo o usuário interage focando no jogo **sem preocupação com o tempo**, podendo ocasionar momentos de **perda da consciência de si**, despertando seu **interesse intrínseco**.

Quanto ao critério adotado para o avanço de cada nível deve ser realizado por parte do usuário pelo menos 60% da pontuação possível conforme a figura 25.

Ocorrendo a pontuação abaixo dos 60% o jogo oferece uma nova chance ao usuário com o botão **Tente de novo**, que permitirá reiniciar o mesmo nível.



FIGURA 25 - Critério para avançar de Nível

No que se refere à avaliação durante o jogo, em um contexto educacional, um Quiz é geralmente uma forma de avaliação dos alunos, que muitas vezes tem menos questões e são de menor grau de dificuldade, além de requerer menos tempo para a sua conclusão (CNN, 2010). Este uso é normalmente encontrado nos EUA, Canadá, e algumas faculdades na Índia. Por exemplo, em uma sala de aula de matemática, um Quiz pode verificar a compreensão de um tipo de exercício matemático.

Passerino, et al. (2000) afirma que em qualquer processo educacional a avaliação do aprendizado é uma etapa importante e o foco dessa etapa é a aprendizagem. É importante considerar diversas variáveis durante o processo de avaliação.

De acordo com Santos et al (2009), o Quiz, pode ser entendido como uma espécie de jogo de perguntas e respostas que pode ser amplamente utilizado como ferramenta de retorno aos alunos.

Aqui se insere o **Quiz Virtual** do protótipo apresentado, como um recurso de avaliação que faz parte do *Serious Game* para fixar e expandir o conhecimento sobre manutenção de computadores, servindo para o professor como uma ferramenta de avaliação.

Como exemplo: Se um usuário encaixar corretamente um pente de memória, o jogo irá exibir a mensagem: “Parabéns” conforme figura da seção anterior, passando assim, para a próxima fase somando pontos. Se ele errar, entrará no Quiz Virtual para rever a matéria sobre memória RAM que o próprio professor da disciplina alimentou o questionário do jogo.

No entanto, no ambiente do professor que será apresentado em seção posterior é possível configurar como o quiz vai atuar no jogo, adicionando novas questões, que por sua vez podem ser modificadas ou excluídas, flexibilizando sua utilização para o professor, constando duas opções de configuração:

- Finalizar corretamente o Laboratório e,
- Finalizar incorretamente o Laboratório

É possível para o professor selecionar uma das opções, as duas opções ou nenhuma das opções, sendo que a primeira o quiz somente será exibido para o usuário quando o mesmo acertar as práticas do laboratório e na segunda quando ele errar as práticas do laboratório.

Todas as questões são objetivas com quatro alternativas conforme a figura 26.

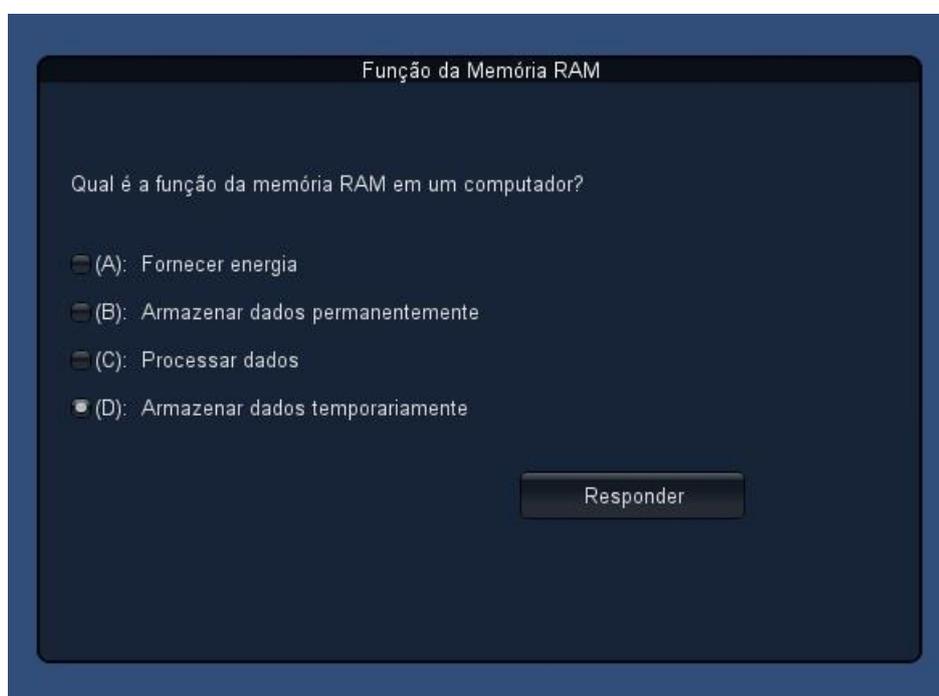


FIGURA 26 - Quiz Virtual

No Apêndice B é descrito um manual de instruções do usuário com uma simulação de uma seção de treinamento com o protótipo detalhando cada fase do jogo.

### 5.3.3.3 Ambiente do Professor

O usuário cadastrado como professor além das opções que o aluno acessa, citadas na seção anterior, tem a opção **Seção do Professor** conforme a figura 27, onde o professor pode configurar o Quiz Virtual, citado anteriormente.



FIGURA 27 - Menu do Professor

A tela de configuração do Quiz conta com os botões **Adicionar Questão**, **Modificar Questão**, **Opções do Quiz**, **Aplicar Quiz** e **Menu Principal** (Figura 28), este último retorna para o menu do professor acima.

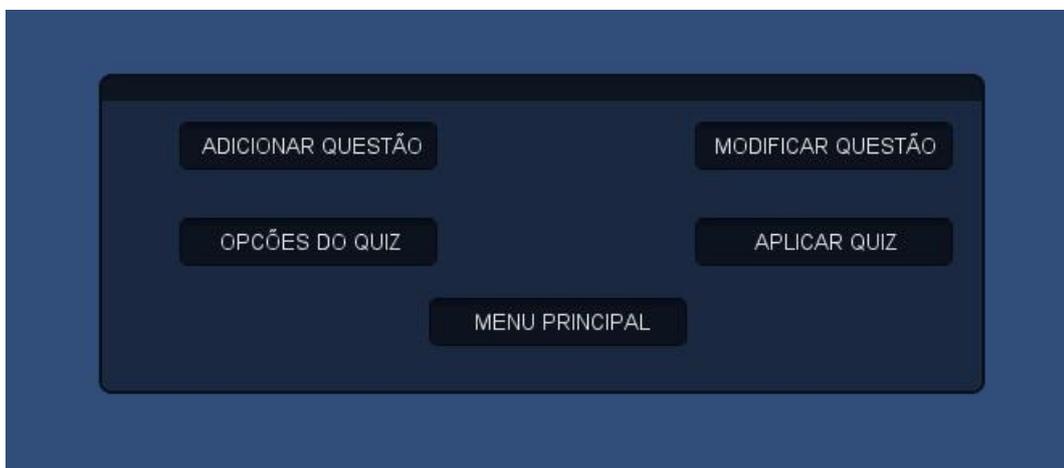


FIGURA 28 - Seção do Professor

Através do botão **Adicionar Questão** o usuário acessa a tela (Figura 29) para criar uma nova questão para o Quiz.

O campo **Título** deve ser preenchido com o tema da questão, este campo será usado para o professor selecionar a questão que deseja modificar ou excluir, deve ser objetivo e curto.

No campo **Pergunta** o professor deve preencher o texto da questão relativa ao Título.

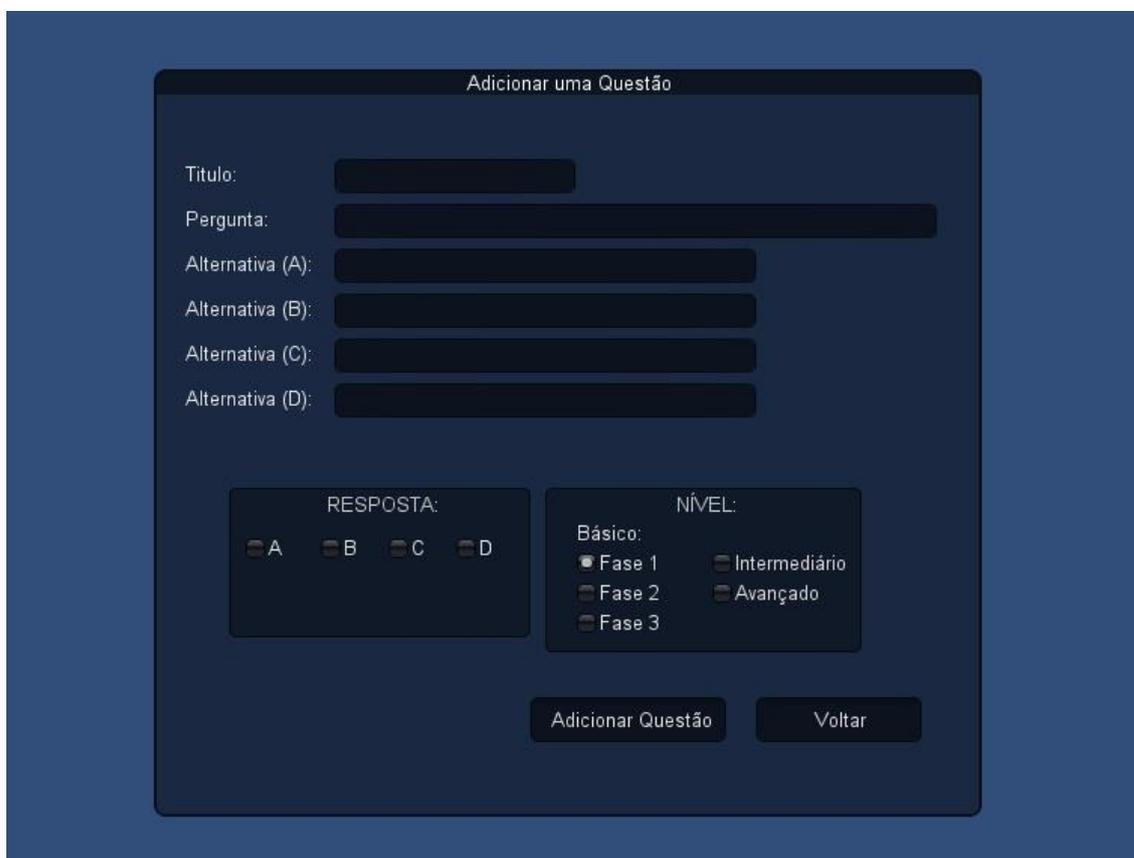
As **Alternativas A, B, C e D** são as quatro opções possíveis de resposta, onde o professor define somente uma correspondente a alternativa correta, selecionando o *box* das letras no quadro de **Resposta**.

No quadro **Nível**, o professor informa para qual fase de qual nível será esta questão.

Finalizado o preenchimento de todos os campos o sistema permite ao professor criar a questão associando ao nível e fase escolhidos através do botão **Adicionar Questão**.

Caso o professor deixe algum campo em branco é informado da necessidade do preenchimento de todos os campos.

O botão **Voltar** retorna a seção do professor sem adicionar a questão.



A imagem mostra uma interface de usuário para adicionar uma questão. O formulário contém os seguintes elementos:

- Título:** Campo de texto.
- Pergunta:** Campo de texto.
- Alternativa (A):** Campo de texto.
- Alternativa (B):** Campo de texto.
- Alternativa (C):** Campo de texto.
- Alternativa (D):** Campo de texto.
- RESPOSTA:** Grupo de opções com radio buttons para A, B, C e D.
- NÍVEL:** Grupo de opções com radio buttons para Fase 1, Fase 2, Fase 3, Intermediário e Avançado.
- Botões **Adicionar Questão** e **Voltar** na base do formulário.

FIGURA 29 - Adicionar Questão

Após a criação da questão o AV habilita ao professor o acesso ao botão **Modificar Questão**. Para realizar esta modificação é necessário escolher em qual fase está a questão conforme a figura 30.

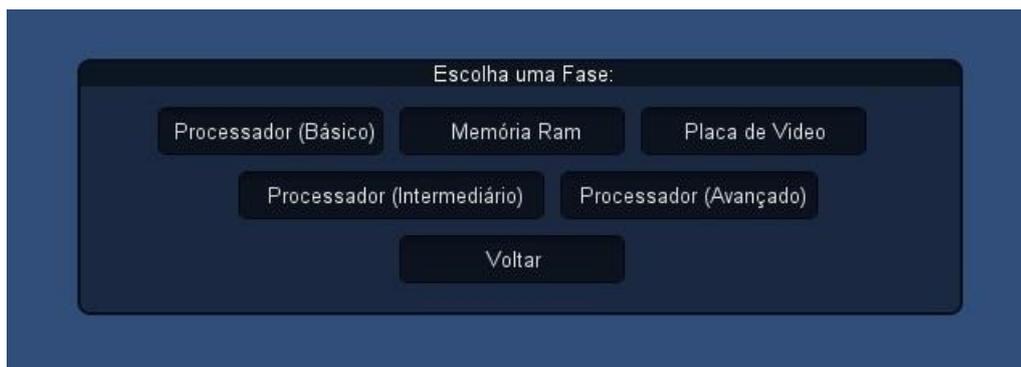


FIGURA 30 - Escolha da Fase para Modificar a Questão

Escolhida a fase, o usuário deve selecionar a questão a ser modificada ou excluída conforme a figura 31, clicando no botão **Excluir Questão** ou **Modificar Questão**. O botão **Voltar** permite ao professor retornar a tela anterior de escolha da fase.

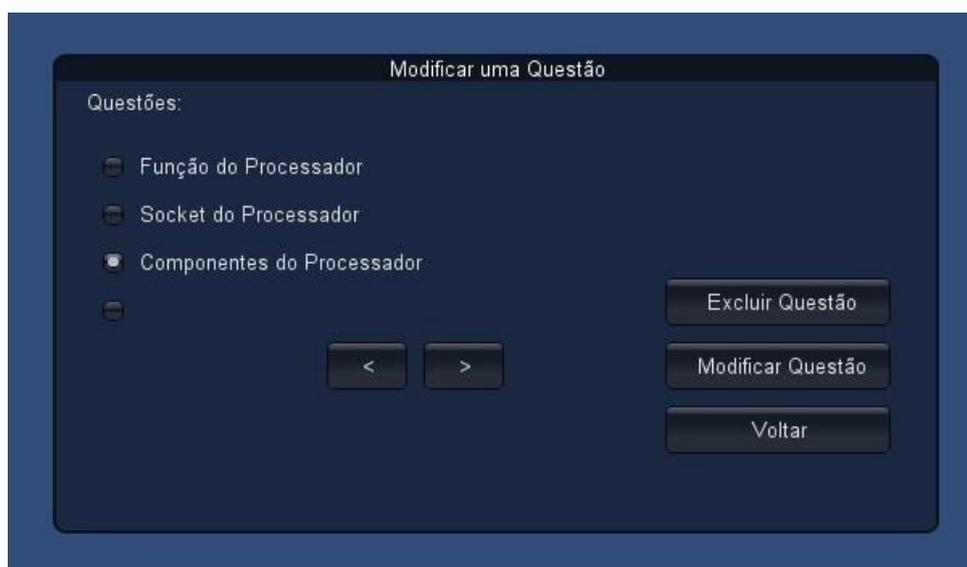


FIGURA 31 - Seleção da Questão para Modificar ou Excluir

Selecionada a opção de modificar questão o professor acessa o conteúdo da mesma para modificar qualquer campo desejado (Figura 32), citados na tela de adicionar questão.

Se o professor selecionar o campo **Pergunta ativada** a questão será exibida no Quiz da fase escolhida durante o jogo. Se deixar o campo desabilitado a questão não será exibida durante o jogo, mas continuará no sistema para futura modificação e ativação caso o professor necessite.

Este recurso possibilita a flexibilidade oferecida ao professor de escolher, manter e utilizar cada questão em momento oportuno, como a aplicação de determinadas questões em exercícios em aula, em outro momento como atividade avaliativa, facilitando o

reconhecimento da aprendizagem do aluno sobre manutenção de computadores.

Modificar a Questão

Título:

Pergunta:

Alternativa (A):

Alternativa (B):

Alternativa (C):

Alternativa (D):

Pergunta ativada (será adicionada na lista do quiz)

RESPOSTA:

A  B  C  D

NÍVEL:

Básico:

Fase 1  Intermediário

Fase 2  Avançado

Fase 3

FIGURA 32 - Modificando a Questão

Em **Opções do Quiz** (Figura 33) o professor define quando o Quiz será executado durante o jogo ou pode desabilitar o Quiz para não ser executado.

Ao selecionar a opção **Finalizar corretamente o Laboratório** o AV executará o Quiz configurado para a fase em andamento assim que o usuário (aluno) concluir a seção de treinamento (Realizar Manutenção) no laboratório com sucesso.

Ao selecionar a opção **Finalizar incorretamente o Laboratório** o AV executará o Quiz configurado para a fase em andamento assim que o usuário (aluno) não concluir a seção de treinamento no laboratório com sucesso.

O professor tem a flexibilidade de utilizar o Quiz se o aluno foi bem na prática do laboratório (seção de treinamento) para reforçar seus conhecimentos acerca da fase concluída ou utilizar o Quiz caso o aluno não tenha se saído bem na prática do laboratório para que ele recupere pontos no jogo com o objetivo principal da aprendizagem dos conteúdos de determinada fase, como da placa de vídeo, por exemplo.

Ainda configurar para utilizar as duas opções simultaneamente, onde em qualquer das

circunstâncias acima o Quiz será executado ou; não executar o Quiz na seção de treinamento desabilitando as duas opções, onde o aluno irá somente realizar a prática de laboratório.



*FIGURA 33 - Opções do Quiz.*

Por fim, a última configuração da seção do professor **Aplicar Quiz**, ao clicar neste botão o sistema aplicará ao jogo todas as configurações acima mencionadas, adicionar questão, modificar questão e opções do Quiz, gerando um protótipo executável personalizado pelo professor apto para o aluno iniciar o jogo.

Pode ser ilustrado a sequência do jogo conforme a figura 34, considerando como a “engrenagem” do protótipo.

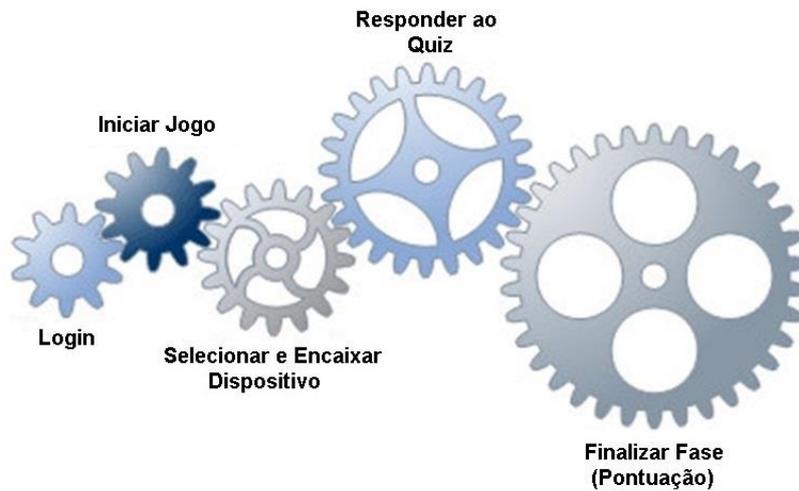


FIGURA 34 - “Engrenagem” do Hard Game

#### 5.3.3.4 Tratamento de erros

Nesta seção serão apresentados os tratamentos dos erros que possam surgir durante a seção de treinamento pelo usuário, que se encontram no caso de uso Realizar Manutenção no capítulo anterior.

A figura 35 demonstra o momento em que o usuário selecionou um dispositivo diferente da fase em que está, por exemplo, está na fase do processador e seleciona a placa de vídeo.

Ao clicar no botão **Continuar** é gravada a pontuação no log do usuário, para este erro o usuário perde 10 pontos.

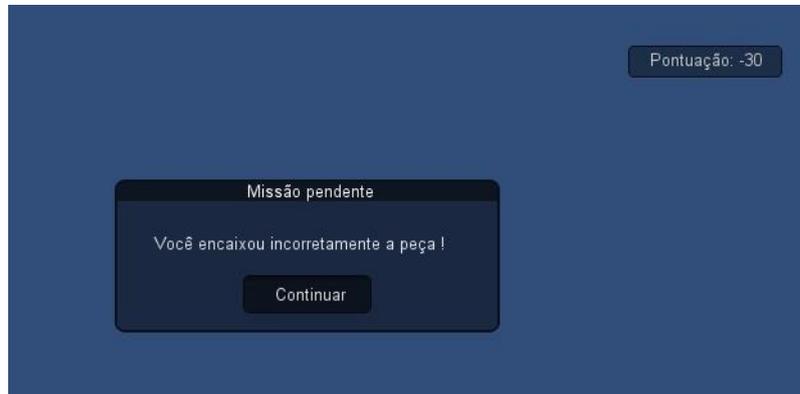


FIGURA 35 - Seleção de outro dispositivo

Na figura 36 é demonstrado quando há o encaixe incorreto do dispositivo pelo usuário,

por exemplo, o usuário tentar encaixar o módulo de memória RAM no slot PCI.

Ao clicar no botão **Continuar** é gravada a pontuação no log do usuário, para este erro o usuário perde 30 pontos.



*FIGURA 36 - Encaixe incorreto do dispositivo*

Na figura 37 o AV retorna para o usuário a mensagem de incompatibilidade, neste caso o usuário no Nível Básico, Fase I selecionou um processador incompatível com a placa-mãe.

Ao clicar no botão **Continuar** é gravada a pontuação no log do usuário, similar ao erro de encaixe incorreto, o usuário perde 30 pontos.



*FIGURA 37 - Dispositivo incompatível*

No caso de incompatibilidade de qualquer dispositivo é informado ao usuário o motivo da incompatibilidade.

Nesta tela da figura 38 é exibida a mensagem de erro ao tentar encaixar um processador incompatível com a placa-mãe ASUS P6T SE, que é compatível com processadores Intel nos modelos Core I7 e Core I7 Extreme.



FIGURA 38 - Informação do dispositivo incompatível

Para as fases do módulo de memória RAM e da placa de vídeo o procedimento é o mesmo.

#### 5.4 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do protótipo.

Foram especificadas três versões distintas, a versão inicial que originou o protótipo com apenas uma fase, uma versão intermediária com o nível básico completo, mas com a estrutura ainda incipiente e sem as implementações do Quiz Virtual e da pontuação que se encontram na versão final do *Serious Game* onde é detalhado todo o processo do jogo através da exemplificação de uma seção de treinamento.

Conclui-se que a implementação atendeu aos requisitos do sistema, oferecendo ao Aluno recursos para a aprendizagem de manutenção de computadores, através do *Serious Game* proposto, auxiliando o Professor como importante ferramenta didática e técnica em suas aulas.

## 6 RESULTADOS E LIMITAÇÕES

### 6.1 Introdução

Neste capítulo são demonstrados os testes e a validação do Hard Game por parte dos usuários, com o intuito de evidenciar os resultados destacando suas limitações.

Os dados serão analisados com base na NBR ISO/IEC 25030:2008 (SQuaRE - Requisitos de qualidade, 2013) – requisitos de avaliação de qualidade de softwares e sistemas que classificam as propriedades de qualidade de sistemas. Tais propriedades são avaliadas sob as perspectivas de: qualidade do sistema em uso; qualidade externa – execução do sistema em *hardware* e sistema operacional; e qualidade interna – propriedades do sistema acessíveis durante seu desenvolvimento.

Esta norma faz parte do modelo intitulado Requisitos e Avaliação da Qualidade de Produto de Software (SQuaRE) a partir da NBR ISO/IEC 25000:2008 (SQuaRE - Guia do SQuaRE , 2013) que reúne requisitos e recomendações para avaliação de software nas normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) onde explica o processo de transição das séries ISO/IEC 9126 e ABNT NBR ISO/IEC 14598 para o SQuaRE.

A necessidade de um conjunto harmônico de documentos foi verificada quando especialistas do mundo todo concordaram que faltava clareza na utilização das normas de qualidade de produto. Assim, as séries 9126 e 14598 existentes levaram a uma lista de melhorias que foram implementadas na nova série (Guerra e Colombo, 2009).

A NBR ISO/IEC 9126-1 define validação como a confirmação, por exame e fornecimento de evidência objetiva, de que os requisitos específicos para um determinado uso pretendido são atendidos. Esta norma foi cancelada em 21 de fevereiro de 2013 e suas regras adotadas e aprimoradas pelo modelo SQuaRE.

Para a aplicação do modelo proposto é apresentada a metodologia estabelecida para a entrevista com os alunos.

Logo após, os dados são analisados em sua totalidade através de critérios estabelecidos pela norma ISO citada acima.

Ao final, para concluir a análise, são destacadas algumas das sugestões e considerações dos entrevistados no intuito de melhorar as funcionalidades do protótipo.

Por fim, são apresentadas as contribuições dadas pelo Hard Game.

## 6.2 Metodologia

Para o processo de validação, foram selecionadas duas turmas com 19 alunos participantes de cada turma, do 2º ano do curso técnico em Manutenção e Suporte em Informática do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba que cursam a disciplina de manutenção de computadores, estando habilitados a analisar o protótipo.

As turmas serão referenciadas neste capítulo como “Turma A” e “Turma B”. O processo ocorreu nos dias 04 e 07 de outubro de 2013 com a mesma versão do sistema para ambas as turmas.

A partir da norma definida, um conjunto de 13 questões de múltipla escolha foi elaborado e uma questão discursiva para que os entrevistados pudessem registrar suas considerações sobre o software, apresentando críticas e sugestões conforme o Apêndice C.

Os seguintes critérios foram adotados para a aplicação das questões de múltipla escolha:

- ✓ **Funcionalidade:** onde se verifica se o conjunto de funções do sistema atende às necessidades explícitas e implícitas para o qual foi projetado;
- ✓ **Usabilidade:** para avaliar a facilidade de uso do software;
- ✓ **Confiabilidade:** onde se nota se o desempenho do sistema se mantém no decorrer do tempo;
- ✓ **Eficiência:** para verificar se os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o tempo de desempenho requerido para o produto.
- ✓ **Sobre o sistema:** onde se analisa o sistema dentro de um contexto de treinamento.

Nestas questões, as alternativas possíveis eram:

1. Concordo Totalmente
2. Concordo
3. Nem Concordo Nem Discordo
4. Discordo
5. Discordo Totalmente

As alternativas acima fazem parte da escala de Likert.

Para Sudha e Baboo (2011) a escala de Likert é uma escala psicométrica comumente usada em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas atualmente, de modo que o

termo é muitas vezes usado como referência de escala de classificação, mesmo que os dois não sejam sinônimos.

Durante o levantamento da quantidade de alternativas oferecidas aos entrevistados evidenciou-se uma dúvida entre 5 e 7 opções. Por se tratarem de alunos com média de idade de 16 anos ponderou-se em 5 alternativas visando que 7 poderiam deixá-los confusos.

Antes de responderem ao questionário, os entrevistados foram apresentados à proposta do projeto e assistiram a uma rápida demonstração do sistema. Em seguida, eles puderam executar o aplicativo em seus próprios computadores.

### 6.3 Resultados

Esta seção apresenta os resultados da avaliação do sistema, a partir dos dados que foram coletados dos questionários e apresentados em forma de gráficos.

#### 6.3.1 Funcionalidade

Ao responderem à questão *O software auxilia no processo de aprendizagem na finalidade proposta?* a grande maioria dos entrevistados concordaram, com 89,47% a turma A e 84,21% a turma B, o que demonstra que o jogo pode realmente ser de auxílio no ensino de manutenção de computadores, conforme pode-se verificar na Figura 39 e 40 respectivamente entendendo que seja uma ferramenta válida para o aprendizado. É interessante notar que não houve nenhum entrevistado que se mostrou discordar totalmente e apenas um aluno discordou representando somente 2,63% na soma das turmas.

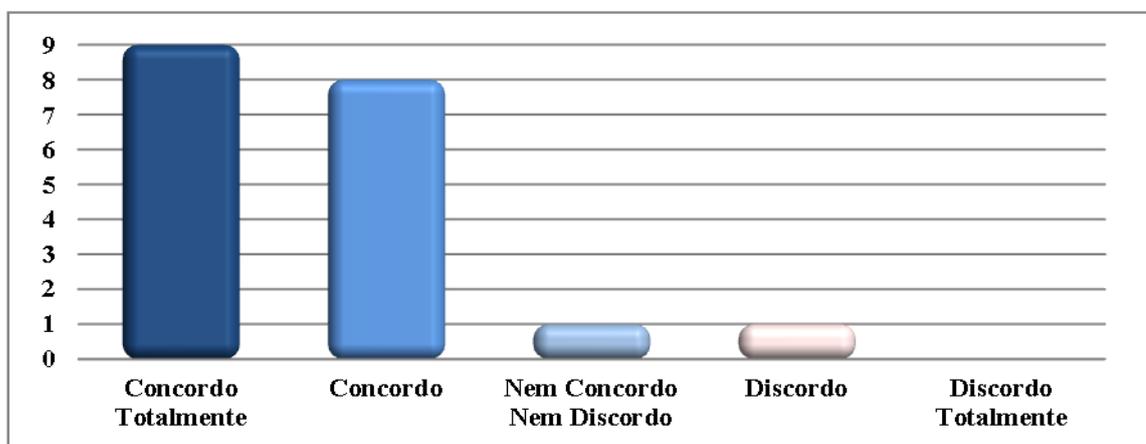


FIGURA 39 - Respostas dos entrevistados à questão “1.1. O software auxilia no processo de aprendizagem na finalidade proposta?” – Turma A

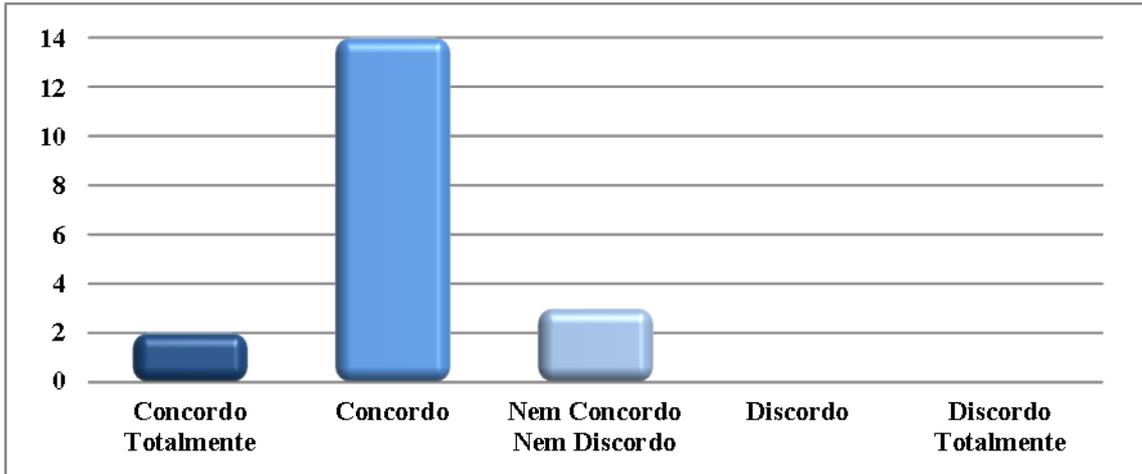


FIGURA 40 - Respostas dos entrevistados à questão “1.1. O software auxilia no processo de aprendizagem na finalidade proposta?” – Turma B

Quando questionados sobre *Como avalia globalmente a funcionalidade do software*, há uma diferença considerável entre as turmas onde a turma A concordou em 78,95% e a turma B em 47,37%, discordaram 21,05% da turma B e nenhum entrevistado da turma A e de nenhuma turma houve a discórdia total como demonstrado nas figuras 41 e 42.

Com este resultado notam-se as diferenças entre as turmas, professores de ambas as turmas relatam que a turma A é uma turma mais afoita, conversa durante as aulas, mas que seus resultados são melhores nas avaliações e atividades propostas, e a turma B por sua vez é uma turma mais concentrada durante as aulas e, no entanto não apresentam o mesmo rendimento da turma A. Conseqüentemente mais de 30% da turma A em relação à turma B tiveram mais facilidade em entender a proposta da funcionalidade do jogo. E na questão anterior para as imagens 1 e 2 a proporção que concordaram totalmente de 47,37% da turma A para 10,53% da turma B reforçando esta consideração dos professores.

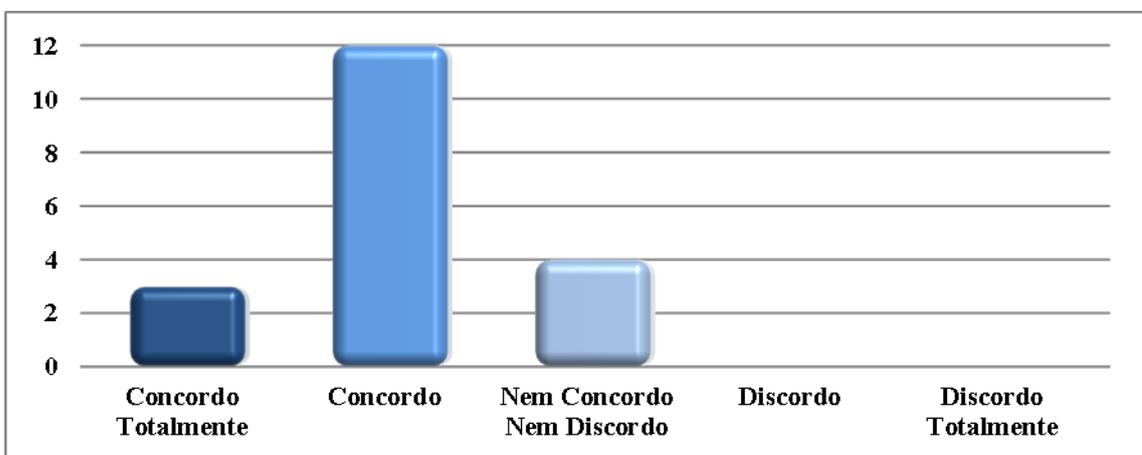


FIGURA 41 - Respostas dos entrevistados à questão “1.2. Como avalia globalmente a funcionalidade do software?” – Turma A

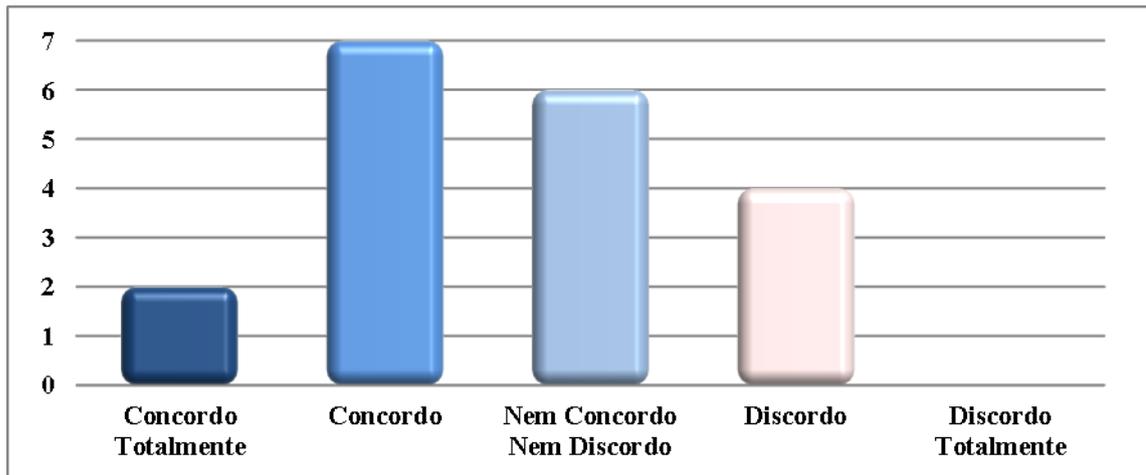


FIGURA 42 - Respostas dos entrevistados à questão “1.2. Como avalia globalmente a funcionalidade do software?” – Turma B

Considerando o aglomerado de ambas as turmas apenas 10,53% discordaram, mesmo assim é importante ressaltar que há a necessidade de ajustes neste tópico, mas o quesito Funcionalidade está claro e que a maioria dos entrevistados entendeu seu propósito.

### 6.3.2 Usabilidade

Para a questão *Em relação à facilidade de entender como funciona o programa* 57,89% dos entrevistados da turma A concordaram juntamente com 21,05% da turma B conforme as figuras 43 e 44, demonstrando que há melhorias a serem feitas, uma análise mais específica do que o usuário espera para alcançar uma melhor compreensão do sistema. Um dos entrevistados sugere a apresentação de indicadores de como mover os dispositivos durante cada fase do jogo, outro sugere a inserção de balões de informação nos pontos de ação do usuário.

Reforça-se aqui a observação dos professores em relação às diferenças entre as turmas.

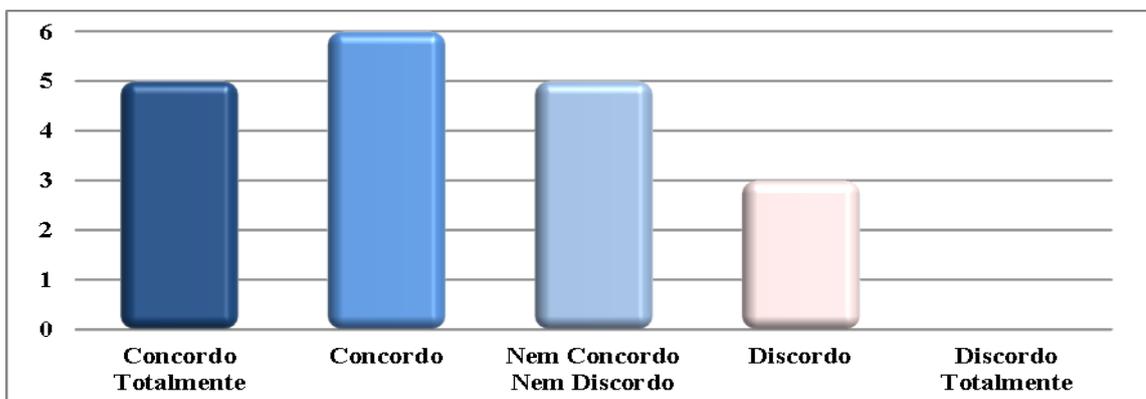


FIGURA 43 - Respostas dos entrevistados à questão “2.1. Em relação à facilidade de entender como funciona o programa” – Turma A

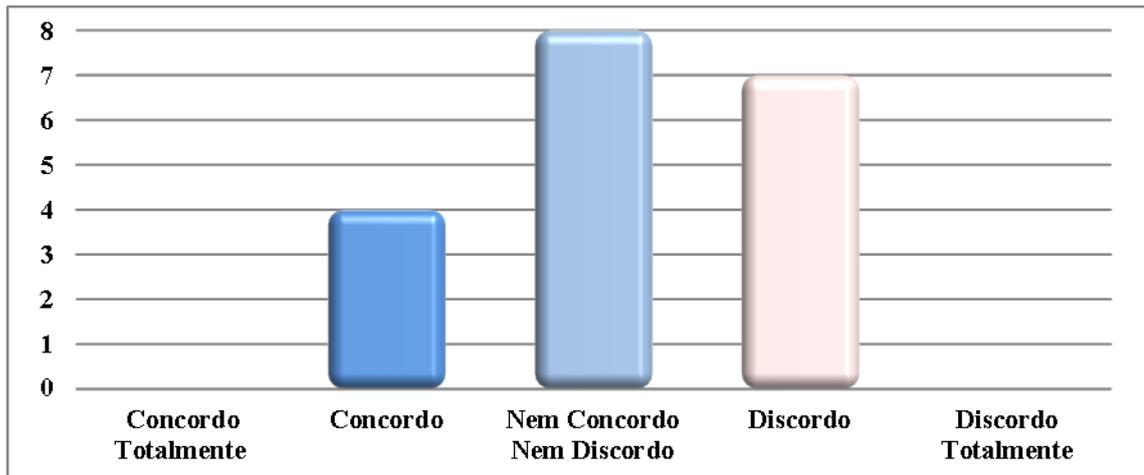


FIGURA 44 - Respostas dos entrevistados à questão “2.1. Em relação à facilidade de entender como funciona o programa” – Turma B

Em relação à questão *Quanto à navegação na cena e manipulação dos objetos (facilidade de uso)* 42,11% da turma A discordaram juntamente com 68,42% da turma B conforme as figuras 45 e 46. Um usuário considerou a navegação na tela e a manutenção de objetos complicada, outro considerou que a manutenção vai ficando mais fácil durante o jogo.

Reforçam-se aqui as considerações dos professores citadas na questão 1.2 sobre a maior facilidade dos alunos da turma A do que a turma B nas atividades propostas, neste caso, tiveram um maior domínio com os dispositivos e na navegação nas cenas do jogo.

Um percentual preocupante e inicialmente frustrante se não fossem apresentadas e analisadas duas situações durante e após a aplicação do protótipo.

A primeira é a dificuldade de mover a câmera para a posição desejada rapidamente, o que no início do jogo estavam demorando bastante e com dificuldade para chegar à visualização desejada, o que poderia ser facilitado com o uso de um joystick, por exemplo, onde os alunos são acostumados a utilizar em diversos jogos.

A segunda está associada à primeira, foi citado durante o jogo, por exemplo, que um aluno achava mais fácil jogar “*fruit ninja*”, um jogo onde a principal ação é deslizar o dedo sobre a tela do celular ou *tablet* cortando frutas com o cuidado de não acertar as bombas.

Como a média de idade dos entrevistados era de 16 anos e a tendência a estas facilidades são grandes, pontua-se o contraponto entre a disposição para a diversão e a disposição para a aprendizagem associadas à facilidade que os jogos oferecem.

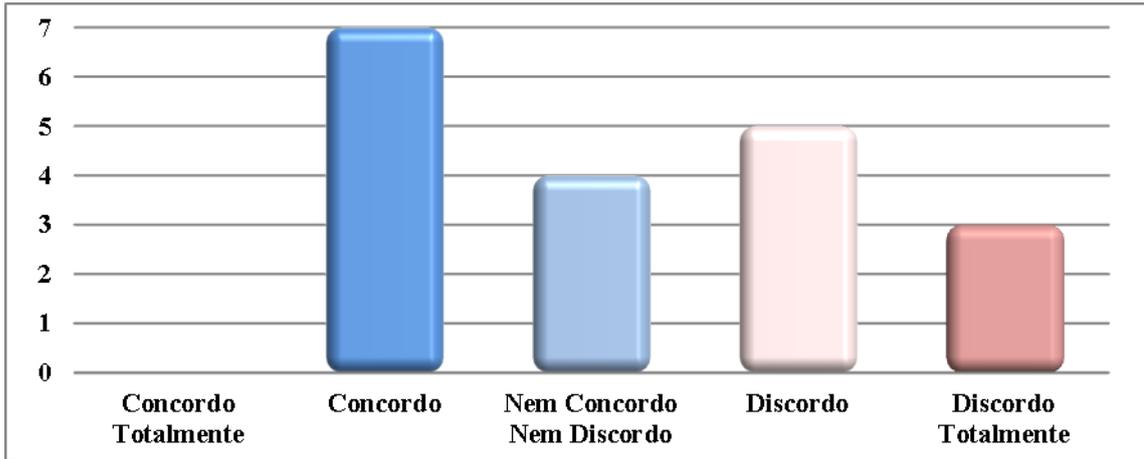


FIGURA 45 - Respostas dos entrevistados à questão “2.2. Quanto à navegação na cena e manipulação dos objetos (facilidade de uso)” – Turma A

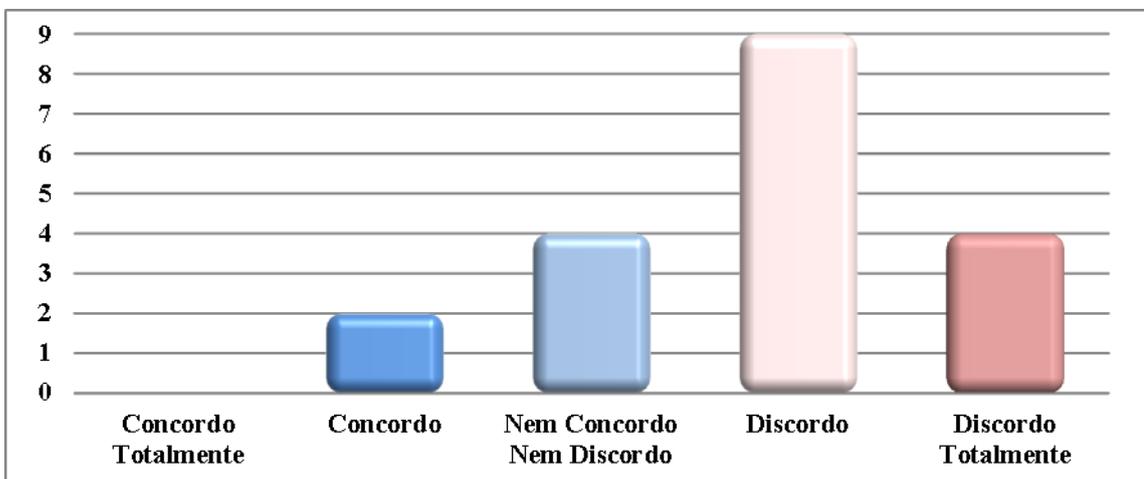


FIGURA 46 - Respostas dos entrevistados à questão “2.2. Quanto à navegação na cena e manipulação dos objetos (facilidade de uso)” – Turma B

Contudo é necessário repensar a usabilidade do jogo, seja com novos recursos como um dispositivo mais adequado para um jogo como um *joystick* citado anteriormente ou um mouse 3D, que possui maior grau de movimentação que um mouse tradicional ou dentro do próprio ambiente do jogo alterando seus recursos de visualização e movimentação através do teclado e/ou mouse.

### 6.3.3 Confiabilidade

Para a questão *Capacidade de continuar a funcionar corretamente, após erros do próprio software ou erros de manipulação de dados* apenas 10,53% dos entrevistados da turma A e 15,79% da turma B não concordaram, como demonstrado nas figuras 47 e 48, mas houve um alto índice de entrevistados neutros, o que demonstra que mesmo após um erro o

jogo precisa ser mais claro com o usuário e a necessidade de mais tratamento dos erros.

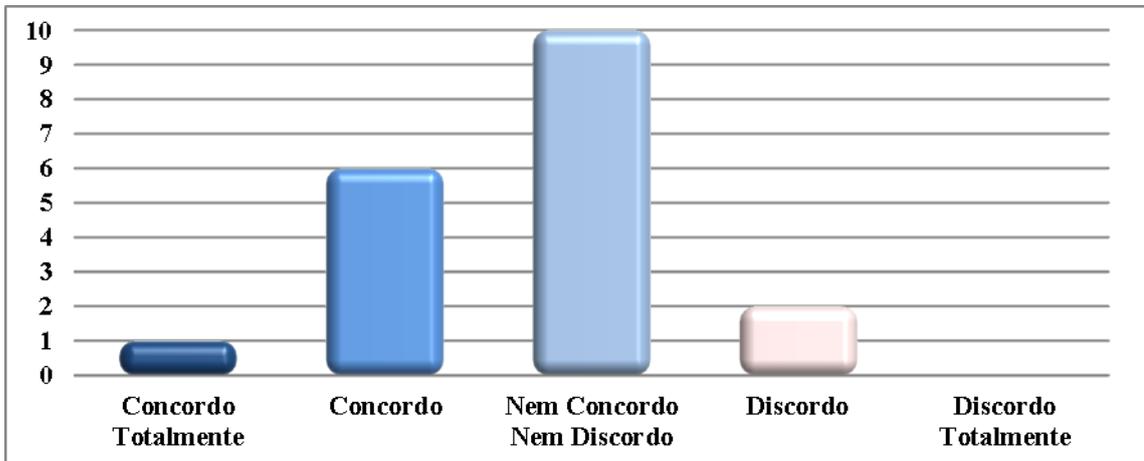


FIGURA 47 - Respostas dos entrevistados à questão “3.1. Capacidade de continuar a funcionar corretamente, após erros do próprio software ou erros de manipulação de dados” – Turma A

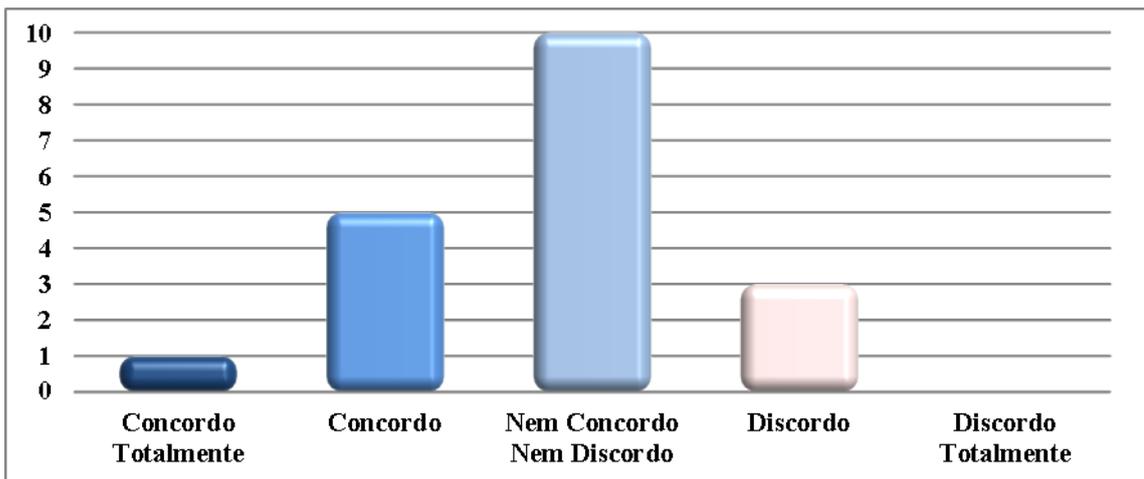


FIGURA 48 - Respostas dos entrevistados à questão “3.1. Capacidade de continuar a funcionar corretamente, após erros do próprio software ou erros de manipulação de dados” – Turma B

Conforme demonstram as figuras 49 e 50 em relação à questão *Capacidade de o software enviar mensagens de erro caso os mesmos ocorram* 68,42% da turma A e 57,89% da turma B concordaram com esta capacidade do jogo, nenhum entrevistado da turma B discordou e 21,05% da turma A discordaram. Conclui-se que o jogo retorna o erro para o usuário, mas precisa ser mais bem trabalhado nos detalhes de cada etapa do jogo.

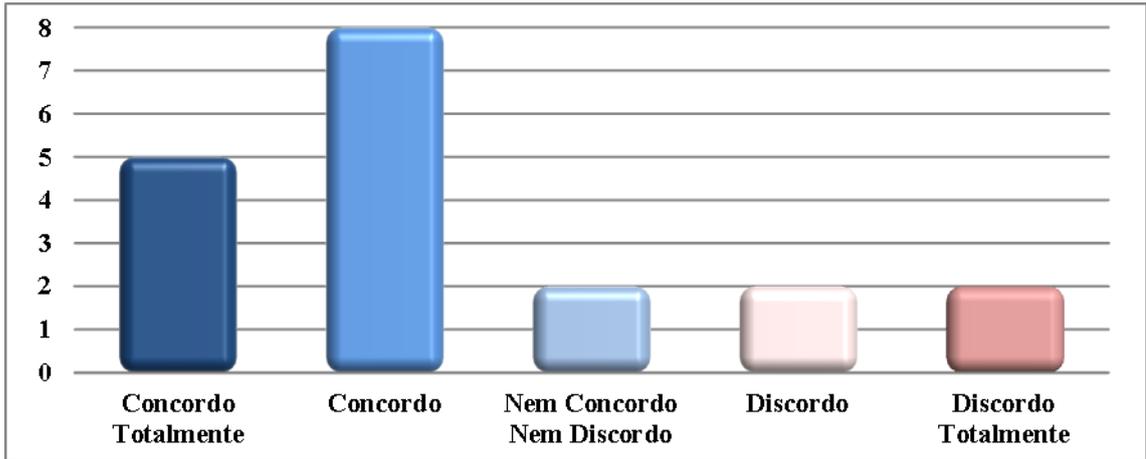


FIGURA 49 - Respostas dos entrevistados à questão “3.2. Capacidade de o software enviar mensagens de erro caso os mesmos ocorram” – Turma A

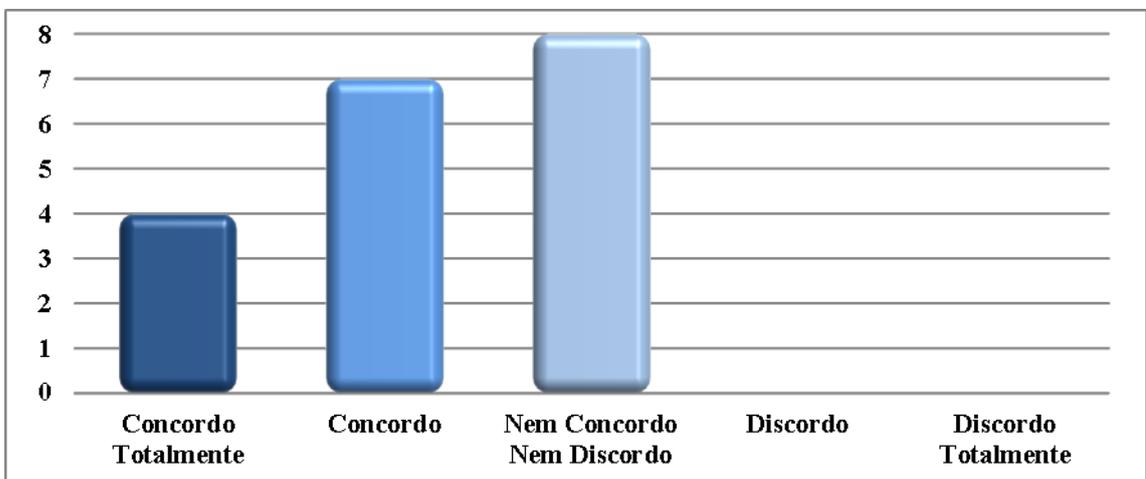


FIGURA 50 - Respostas dos entrevistados à questão “3.2. Capacidade de o software enviar mensagens de erro caso os mesmos ocorram” – Turma B

### 6.3.4 Eficiência

Quanto à questão *Tempo de resposta às ações do usuário* 78,95% dos entrevistados da turma A concordaram que o tempo de resposta é adequado para o jogo e atende as movimentações dos dispositivos em tempo hábil e apenas um entrevistado (5,26%) discordou, na turma B 52,63% concordaram e 21,05% não concordaram, de acordo com as figuras 51 e 52. Um usuário sugeriu aumentar a velocidade do zoom.

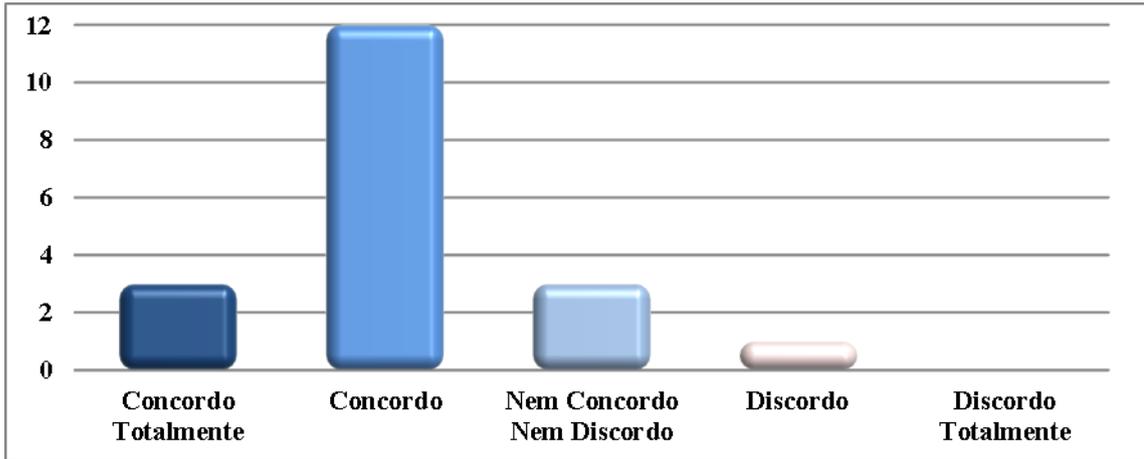


FIGURA 51 - Respostas dos entrevistados à questão “4.1. Tempo de resposta às ações do usuário” – Turma A

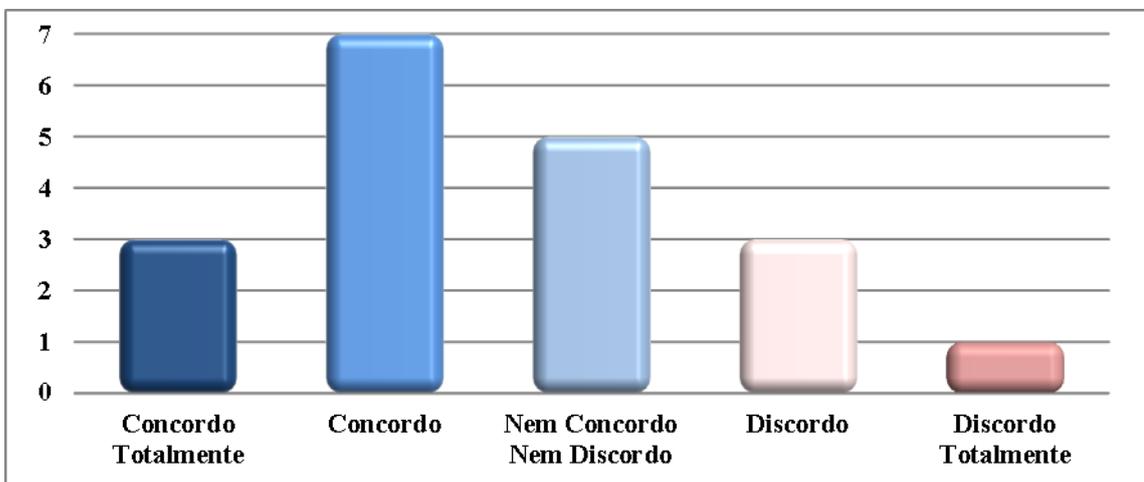


FIGURA 52 - Respostas dos entrevistados à questão “4.1. Tempo de resposta às ações do usuário” – Turma B

No que diz respeito a *Fidelidade a uma placa mãe e dispositivos reais* 100% dos alunos da turma A e 89,47% da turma B concordaram e nenhum dos entrevistados de ambas as turmas discordaram conforme as figuras 53 e 54 demonstrando assim o alto nível de fidelidade de todos os componentes desenvolvidos para o jogo. Isso caracteriza um benefício para quaisquer usuários onde utilizarão no ambiente virtual, dispositivos idênticos ao mundo real.

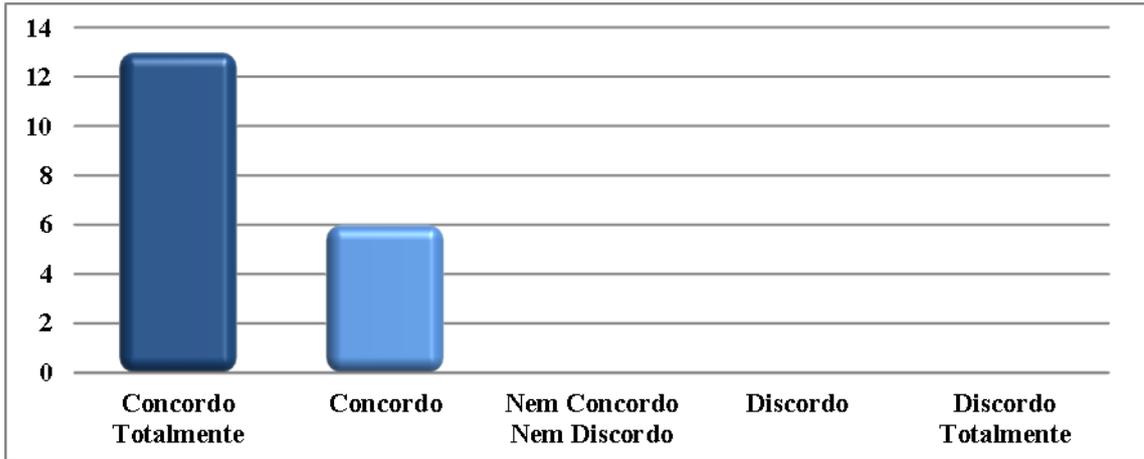


FIGURA 53 - Respostas dos entrevistados à questão “4.2. Fidelidade a uma placa mãe e dispositivos reais” – Turma A

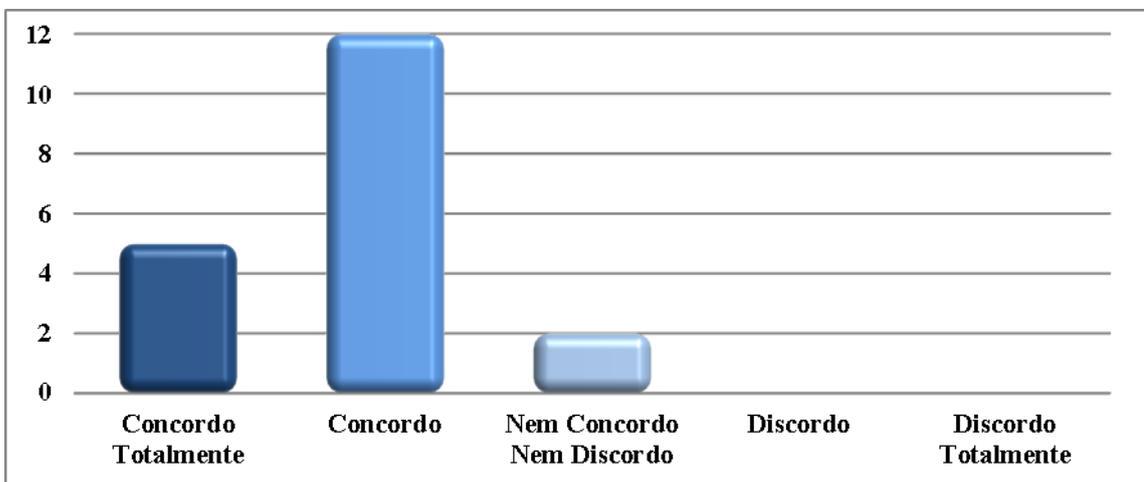


FIGURA 54 - Respostas dos entrevistados à questão “4.2. Fidelidade a uma placa mãe e dispositivos reais” – Turma B

De acordo com as figuras 55 e 56 na questão *Como avalia em termos globais a eficiência do software* 78,95% da turma A e 42,11% da turma B consideraram o software eficiente, apenas 5,26% no somatório das turmas discordaram, demonstrando que o jogo é eficiente para o ensino de manutenção de computadores, mas ainda pode melhorar observando o número de usuários que não concordaram e nem discordaram.

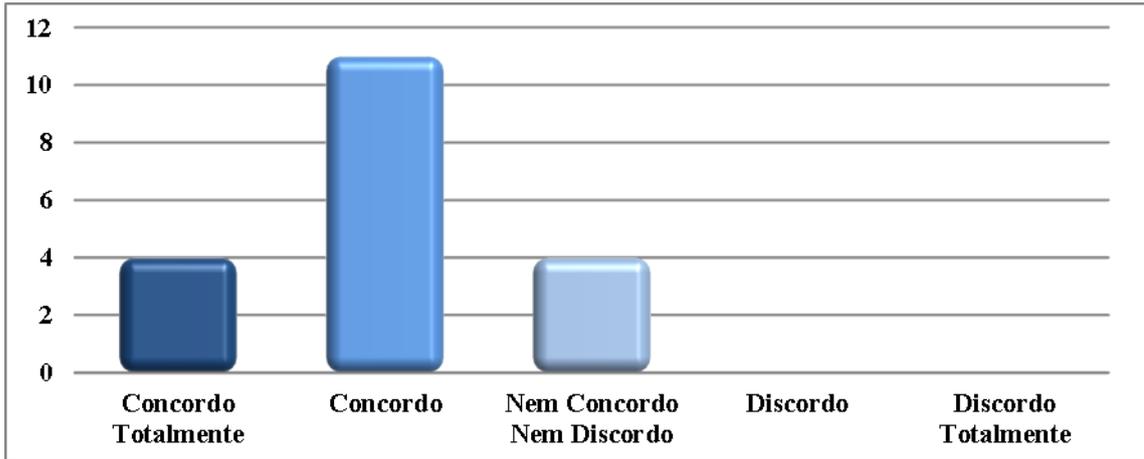


FIGURA 55 - Respostas dos entrevistados à questão “4.3. Como avalia em termos globais a eficiência do software” – Turma A

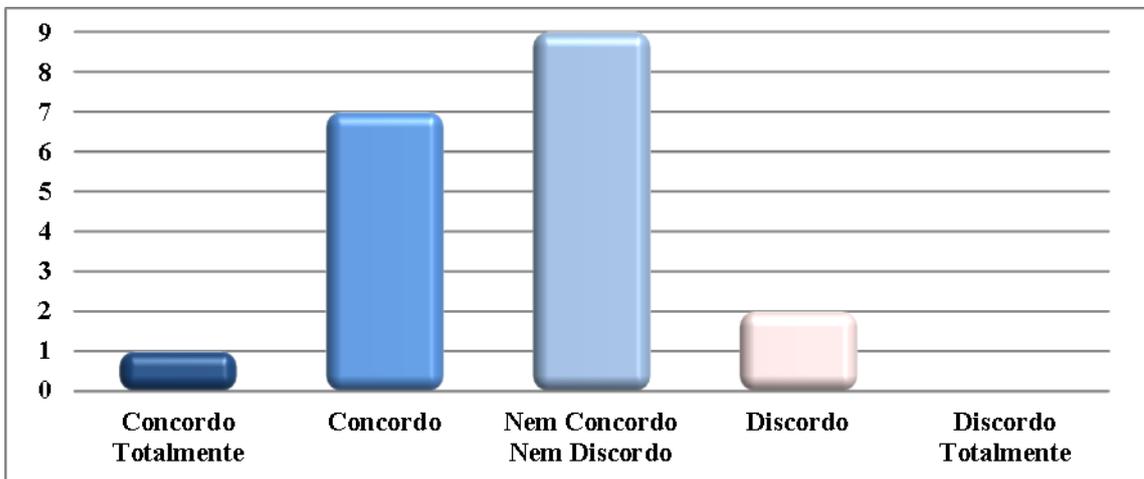


FIGURA 56 - Respostas dos entrevistados à questão “4.3. Como avalia em termos globais a eficiência do software” – Turma B

### 6.3.5 Sobre o Sistema

Nas figuras 57 e 58, para a questão sobre *A importância que atribui ao software para o aprendizado em geral* a turma A concorda em 89,47% e a turma B em 94,74% e nenhum entrevistado de nenhuma turma discorda demonstrando a relevância didática do projeto, a atribuição técnica dos laboratórios mesclados com o sistema de avaliação proporcionado pelo quis como um recurso aditivo e apoio pedagógico em todo sistema.

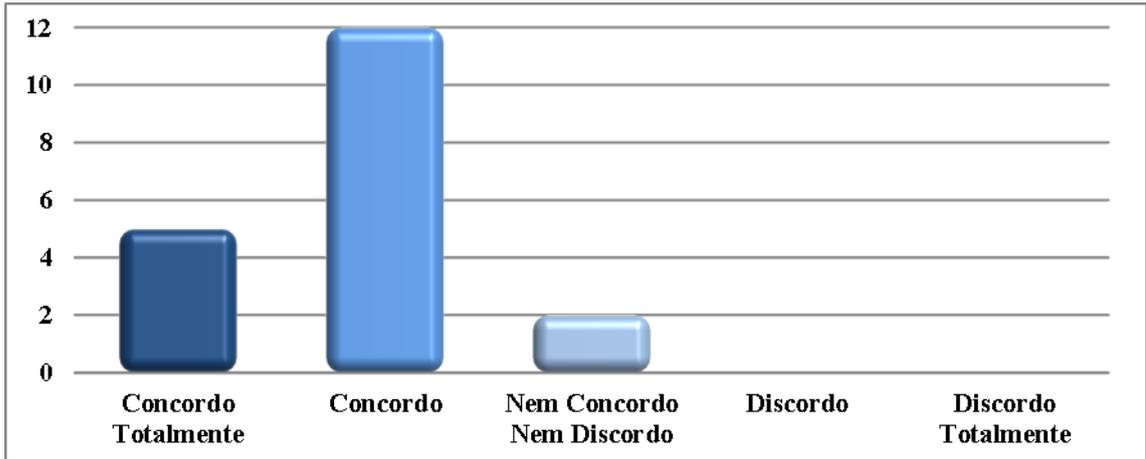


FIGURA 57 - Respostas dos entrevistados à questão “6.1. A importância que atribui ao software para o aprendizado em geral” – Turma A

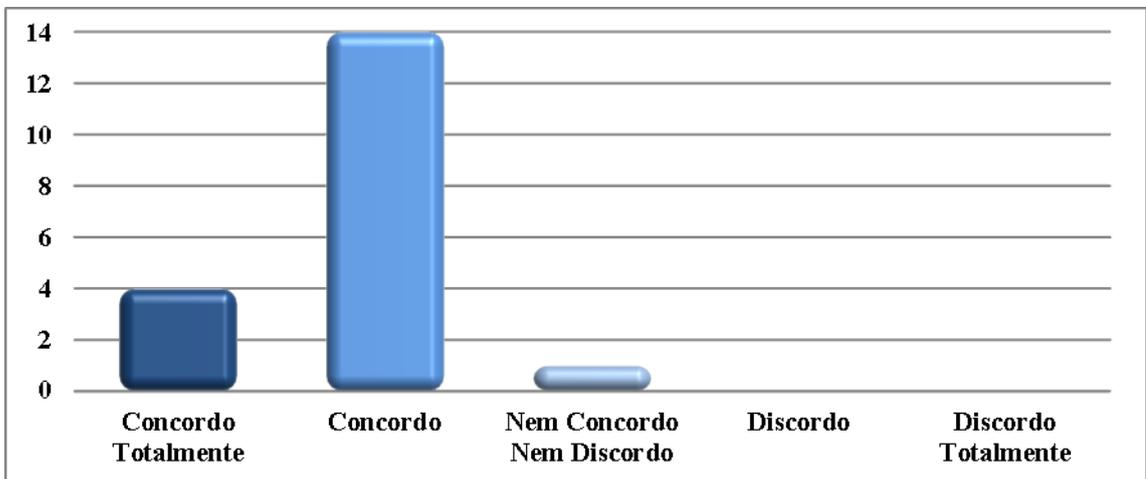


FIGURA 58 - Respostas dos entrevistados à questão “6.1. A importância que atribui ao software para o aprendizado em geral” – Turma B

Para a questão *A importância de treinar em Ambientes de Realidade Virtual*, conforme as figuras 59 e 60, 84,21% dos entrevistados da turma A e 94,74% da turma B respectivamente, concordam com a importância de treinar neste ambiente e nenhum entrevistado discorda totalmente, reforçando o valor da Realidade Virtual na aplicação de jogos.

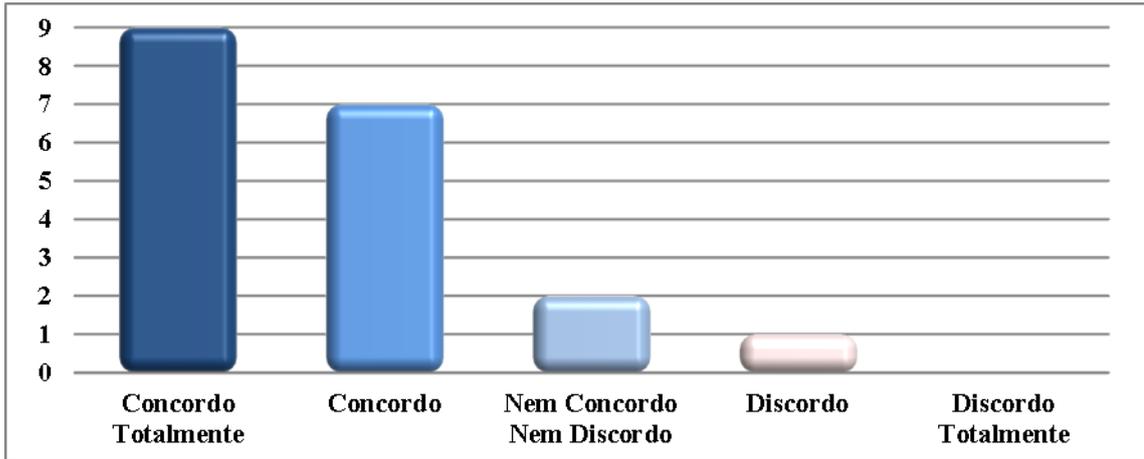


FIGURA 59 - Respostas dos entrevistados à questão “6.2. A importância de treinar em Ambientes de Realidade Virtual” – Turma A

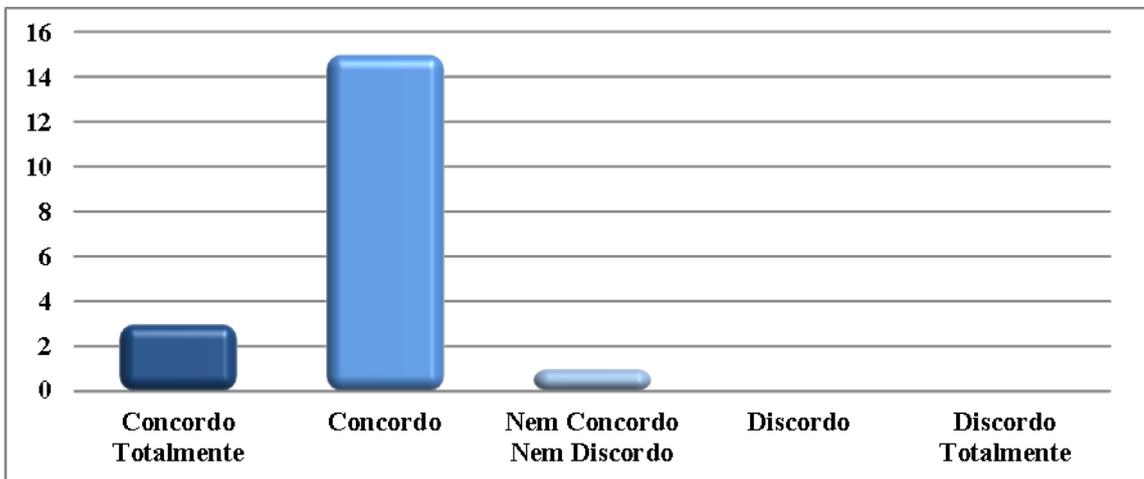


FIGURA 60 - Respostas dos entrevistados à questão “6.2. A importância de treinar em Ambientes de Realidade Virtual” – Turma B

De acordo com a questão *A importância de treinar em um software para manutenção de computadores* conforme as figuras 61 e 62 ambas as turmas A e B concordam em 84,21% no treinamento em manutenção de computadores por um jogo virtual, apenas 1 usuário (2,63%) discorda, ressaltando a importância que os alunos de um curso técnico em informática, onde eles cobram a prática e querem “botar a mão na massa” dão em um jogo virtual para manutenção, uma área expressivamente prática.

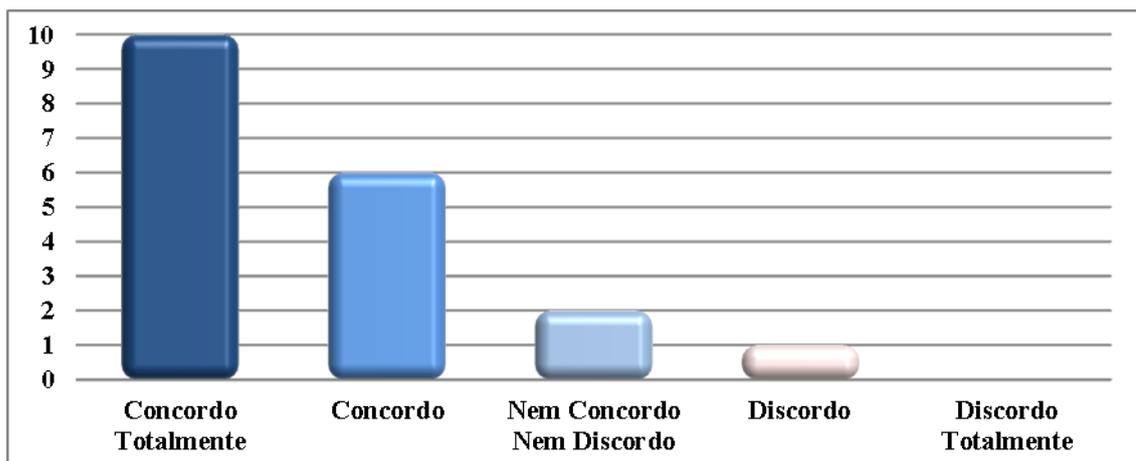


FIGURA 61 - Respostas dos entrevistados à questão “6.3. A importância de treinar em um software para manutenção de computadores” – Turma A

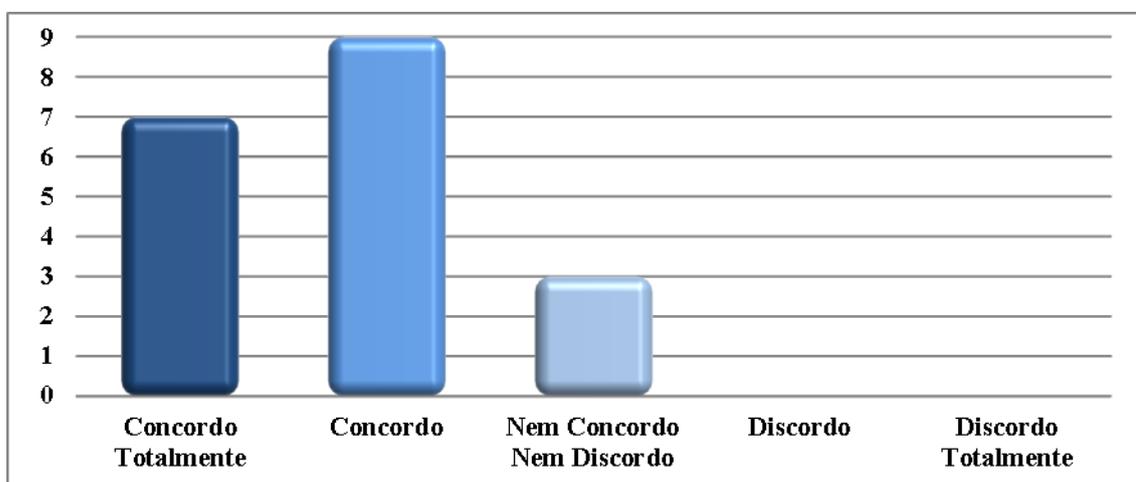


FIGURA 62 - Respostas dos entrevistados à questão “6.3. A importância de treinar em um software para manutenção de computadores” – Turma B

Para a questão sobre *A importância geral do sistema no treinamento de um técnico em manutenção de computadores* de acordo com as figuras 63 e 64, para a turma A 89,47% dos entrevistados concordam juntamente com 84,21% da turma B, reforçando a questão anterior além de nenhum entrevistado discordar da importância de treinar manutenção de computadores usando o jogo.

São importantes motivos para a criação do jogo, o auxílio na formação de novos técnicos destacando-se a necessidade de verificar se houve melhora em seu desempenho e acompanhá-lo, e o aperfeiçoamento de habilidades e/ou conhecimentos daqueles que já trabalham na área.

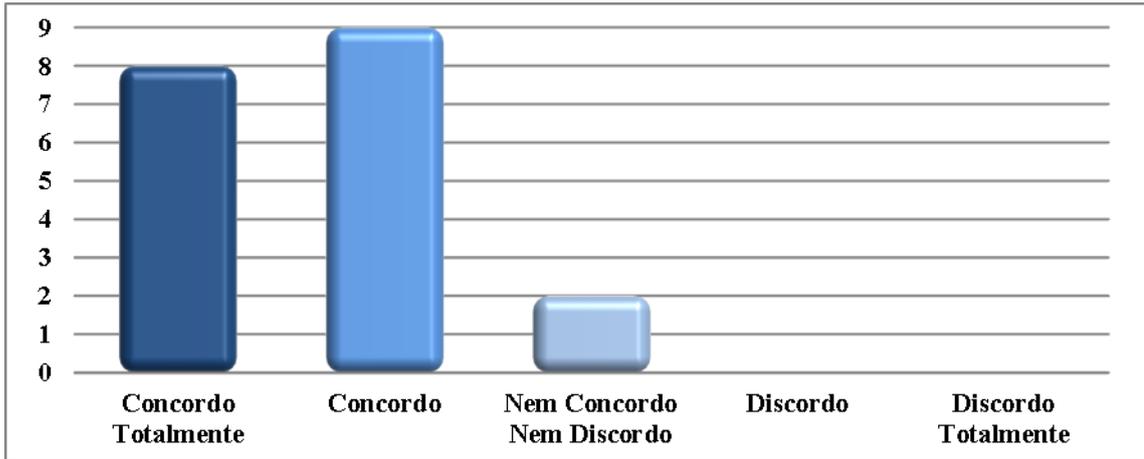


FIGURA 63 - Respostas dos entrevistados à questão “6.4. A importância geral do sistema no treinamento de um técnico em manutenção de computadores” – Turma A

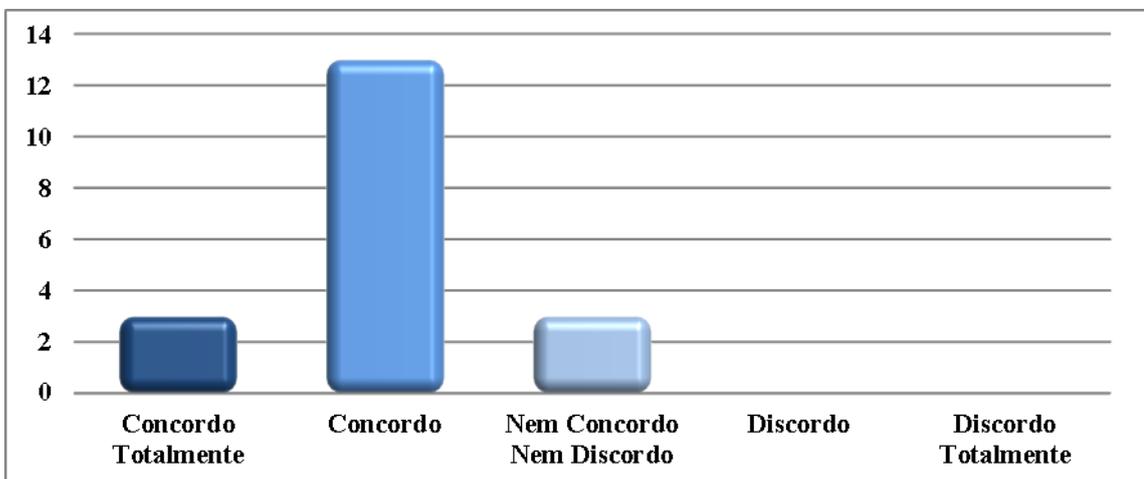


FIGURA 64 - Respostas dos entrevistados à questão “6.4. A importância geral do sistema no treinamento de um técnico em manutenção de computadores” – Turma B

Analisando as figuras 57 a 64 percebe-se que os entrevistados consideram o jogo válido para o treinamento e aprendizado em manutenção de computadores, uma ferramenta importante que demonstra que o protótipo cumpre o objetivo pelo o qual foi projetado.

#### 6.4 Sugestões dos entrevistados

No questionário disponibilizou-se um espaço para comentários e sugestões. Destacam-se as seguintes sugestões:

1. As perguntas são difíceis;
2. Melhorar os comandos que relacionam com os movimentos do mouse pelo usuário;
3. Exibir uma caixa de texto com o nome do dispositivo selecionado;

4. Abrir lembretes de como movimentar o jogo nos níveis básico e avançado;
5. Em alguns momentos a manipulação de objetos era difícil, porém podia-se dar continuidade ao processo;
6. Os gráficos do jogo são muito realistas e bem feitos;
7. A movimentação vai ficando mais fácil durante o jogo;
8. Apesar da necessidade de ajuste, o jogo é uma boa iniciativa e também é uma ajuda na formação de novos técnicos.

## **6.5 Conclusão**

Neste capítulo apresentou-se a metodologia adotada para a avaliação do software proposto

Com o resultado do questionário aplicado aos alunos, acredita-se que a contribuição do Hard Game é oferecer um jogo com suporte a visualização 3D do ambiente que auxilie na aprendizagem de manutenção de computadores.

Há certamente critérios a serem aperfeiçoados e desenvolvidos para alcançar um nível de aceitação ainda mais satisfatório inclusive no quesito de usabilidade, pois os recursos utilizados são mais adequados para ambientes 2D, mouse e teclado, aplicados em uma interface 3D, onde é feita uma sugestão de trabalhos futuros na seção seguinte para a aplicação nesta interface de dispositivos 3D ou que se aproximem melhor das expectativas do usuário.

A proposta da união da prática do laboratório com o sistema de avaliação intercalado foi aprovado pelos entrevistados como uma importante ferramenta para o treinamento de um técnico em manutenção de computadores.

## 7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com a utilização do questionário com os alunos, ficou claro que as técnicas empregadas (prototipagem para o *Serious Game* utilizando RV) se mostraram adequadas para desenvolver o protótipo proposto.

Conforme citado nos resultados, existem certamente critérios a serem aperfeiçoados e desenvolvidos para alcançar um nível de aceitação ainda mais satisfatório para o *Serious Game* de forma geral nos aspectos do jogo sendo necessária uma atenção especial a usabilidade.

Após a aplicação do jogo com os alunos atentando-se às entrevistas, nota-se que o *Hard Game* é uma ferramenta relevante no que diz respeito ao aprendizado de manutenção de computadores. Além disso, as técnicas aqui apresentadas podem ser claramente utilizadas para a construção de outros jogos que não sejam, necessariamente, da área de manutenção.

Quanto ao uso ferramenta Unity 3D, pode-se concluir que a mesma é adequada para os propósitos de desenvolvimento de jogos que auxiliam a aprendizagem em manutenção de computadores, dada sua flexibilidade para trabalhar com distintos modelos e imagens criados externamente.

Com a aplicação do Quiz Virtual no jogo o professor tem uma ferramenta avaliativa personalizada onde o AV permite aliar a atividade didática com os aspectos lúdicos que o *Serious Game* oferece associado a experiência de fluxo.

Conclui-se que o *Hard Game* oferece ao aluno recursos para a aprendizagem de manutenção de computadores, através do *Serious Game* proposto, auxiliando o professor como importante ferramenta didática e técnica em suas aulas.

### 7.1 Trabalhos Futuros

A aplicação deste projeto nas instituições pode ser o início de uma **gama de jogos, aplicações e objetos para esta área que podem ser utilizados tanto no ensino presencial quanto na educação à distância**, a priori, impensável, por ser uma área eminentemente prática.

Entende-se ser possível a **criação de um núcleo de desenvolvimento 3D** para manutenção de computadores, considerando o projeto um facilitador para o ensino deste tema de aprendizado, que é mais que uma “disciplina” dentro dos padrões acadêmicos.

**Ampliar o protótipo**, além das fases existentes, pode-se desenvolver novas fases com todos os componentes de um computador, incluindo a solução física dos problemas informados logicamente, por exemplo, exibir a tela de bateria fraca, identificando a necessidade de sua substituição, onde o usuário irá realizar este procedimento.

**Criação de uma versão para dispositivos móveis do protótipo**, uma vez que dispositivos como *tablets* e *smartphones* se tornam cada vez mais populares e oferecem mecanismos de interação diferenciados, como por exemplo, tela sensível ao toque.

**Investigar se a utilização do mouse 3D e outros periféricos como joysticks** poderia enriquecer a experiência do usuário com o SRV procurando a melhoria da navegação por meio do aperfeiçoamento das formas de interação.

**Aplicação de estereoscopia ao modelo virtual**, pois se trata de um SRV não imersivo, que ainda não faz uso das possibilidades de imersão que os atuais óculos 3D podem oferecer.

**As técnicas investigadas podem se estender para as outras disciplinas, como também, áreas comerciais e treinamento corporativo** e podem ser utilizadas para a construção de novos trabalhos, **novas ferramentas para treinamento em áreas**, que não envolvam necessariamente manutenção de computadores, como a criação de *Serious Games* para componentes elétricos ou redes em uma empresa ou entre empresas.

## REFERÊNCIAS

**AMD Radeon™ HD 7970 Graphics.** Disponível em: <http://www.amd.com/us/products/desktop/graphics/7000/7970/Pages/radeon-7970.aspx#3>.

Acesso em: 10/12/2011.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS DESENVOLVEDORAS DE JOGOS ELETRÔNICOS.**

**A indústria brasileira de jogos eletrônicos.** 2008. Disponível em: [http://www.abragames.org/wp-content/uploads/2013/04/Abragames-Pesquisa\\_2008.pdf](http://www.abragames.org/wp-content/uploads/2013/04/Abragames-Pesquisa_2008.pdf).

Acesso em: 11/06/2012.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Catálogo.** Disponível em:

<<http://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em 29/08/2012.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO/IEC 14598-1:2001** – Tecnologia de Informação - avaliação de produto de software, parte 1: visão geral. Rio de Janeiro, ago. 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO/IEC 25030:2008** – Engenharia de software – requisitos de avaliação da qualidade de produto de software (SQuaRE) – requisitos de qualidade. Rio de Janeiro, set. 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO/IEC 25000:2008** – Engenharia de software - Requisitos e avaliação da qualidade de produtos de software (SQuaRE) - Guia do SQuaRE. 2008

AZUMA, R. et al. **Recent Advances in Augmented Reality.** IEEE Computer Graphics and Applications, v. 21, n. 6, p. 34-47. 2001.

BANASCHAK, P. **Early East Asian Chess Pieces: An overview.** 1999.

BARROS, R. T. C. **Jogos 3D em tempo real para iPhone / iPad baseados em sensores.** Porto, Portugal: Faculdade De Engenharia Da Universidade Do Porto, 2011.

BATESON, G. **Steps to an Ecology of Mind.** The University of Chicago Press. Chicago. 1972.

BENTO, J. J. F. **Desenvolvimento e avaliação de um ambiente de aprendizagem 3D**. Bragança. Instituto Politécnico de Bragança. 2011.

BISOL, C. A. **Ciberespaço: terceiro elemento na relação ensinante/ aprendiz**. In: VALENTINI, C. B. e SOARES, E. M. S. (Org.) *Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando ideias e construindo cenários*. Caxias do Sul: EDUCS. 2010.

**BLENDER**. Disponível em: <http://www.blenderbrasil.com.br>. Acesso em: 19/08/2011.

BOGOST I. **Persuasive Games. The Expressive Power of Videogames**. MIT Press, Cambridge. 2007.

CARDOSO, A. e LAMOUNIER Jr., E. A. **Aplicações de RV e RA na Educação e Treinamento**. Capítulo 3, páginas 53 a 68. *Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada*. XI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre/RS. 2009.

CARDOSO, A. et al. **Tecnologias para o desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. Ed. Universitária da UFPE. Recife. 2007.

CHARSKY, D. **From Edutainment to Serious Games: A change in the use of game characteristics**. *Games & Culture*. 5(2), p. 177 – 198. 2010.

CLARK, R. E. **Learning from serious games? Arguments, Evidence, and Research Suggestions**. *Educational Technology*, v. 7, p. 56-59. 2007.

CNN. **Quiz: O quanto você sabe sobre a China e a Turquia?** Disponível em <http://edition.cnn.com/2010/WORLD/asiapcf/10/01/global.connections.quiz/index.html>. 2010. Acesso em: 19/10/2013.

COSTIKYAN, G. **Game Concept**. 2004. Disponível em: <http://www.costik.com/writing.html>. Acesso em: 11/06/2012.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Beyond Boredom and anxiety**. San Francisco, CA. 1975.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **The psychology of optimal experience**. Harper Collins. 1990.

FLANAGAN M. **Critical Play. Radical Game Design**. MIT Press, Cambridge. 2009.

**FLOW CHANNEL**. Disponível em: <http://refractedpixel.com/indiedevstories/wp-content/uploads/2011/03/flow-channel1.png>. Acesso em: 03/12/2013.

GUERRA, A. C.; COLOMBO, R. M. T. **Qualidade de Produto de Software**. Campinas/SP. 2009.

**Intel® Core™ i7-975 Processor Extreme Edition**. Disponível em: <http://ark.intel.com/products/37153>. Acesso em: 18/11/2011.

**JAVASCRIPT**. Disponível em: [https://java.com/pt\\_BR/download/faq/java\\_javascript.xml](https://java.com/pt_BR/download/faq/java_javascript.xml). Acesso em: 25/03/2013.

KINCAID, J. P. AND WESTERLUND, K. K. **Simulation in Education and Training**. Winter Simulation Conference. P. 273-280. 2009.

KIRNER, C. e TORI, R. **Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiperrealidade**. In: KIRNER, C. e TORI, R. (Ed.). *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências*. 1ed. São Paulo. v. 1, p. 3-20. 2004.

LIU S. and DING. W. **An Approach to Evaluation Component Design in Building Serious Game**. Edutainment'2009. Banff, Canada. 2009.

MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. L. S. e COSTA, R. M. E. M. **Serious Games baseados em Realidade Virtual para Educação Médica**. *Revista Brasileira de Educação Médica*. v.35. n.2, p. 254-262. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v35n2/15.pdf>. Acesso em: 02/12/2013.

MASSIMINI, F. and CARLI, M. **The Systeematic assessment of flow in daily experience**. In: Csikszentmihalyi, M. and Csikszentmihalyi, I. S. *Optimal Experience: Psychological*

studies of flow in consciousness, p. 266-287. New York: Cambridge University Press. 1988.

MCGONIGAL, J. **Reality is broken. Why games make us better and how they can change the world.** The Penguin Press, New York. 2011.

**Memória Dominator® GT com conector DHX Pro.** Disponível em: <http://www.corsair.com/pt/memory-by-product-family/dominator/dominator-gt-with-dhx-pro-connector-1-5v-32gb-dual-channel-ddr3-memory-kit-cmt32gx3m4x1866c9.html>. Acesso em: 18/11/2011.

MITGUTSCH, K. **Playful Learning Experiences. Meaningful learning patterns in players' biographies.** International Journal of Games and Computer-Mediated Simulations. v.3, p. 54-68. 2011.

MITGUTSCH, K. and ALVARADO, N. **Purposeful by Design? A Serious Game Design Assessment Framework.** Massachusetts Institute of Technology. 2012. Disponível em <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2282364>. Acesso em: 02/07/2013.

MORIMOTO, C. E. **Hardware Manual Completo. 2D x 3D, entendendo as diferenças.** Disponível em: [www.guiadohardware.net](http://www.guiadohardware.net). Acesso em: 31/08/2012.

MOURA, D. P. et al. **Sistema de Ensino de Hardware Usando Realidade Virtual.** Workshop de Realidade Virtual e Aumentada. Santos/SP. 2009. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/wrva/st%5C61173.pdf>. Acesso em 17/09/2011.

NARAYANASAMY, V.; WONG, K. W.; FUNG, C. C. and RAI, S. **Distinguishing games and simulation games from simulators.** In Computers in Entertainment (CIE): ACM New York, NY, USA. 2006.

PASSERINO, L. M.; GELLER, M.; SILVEIRA S. R. and TAROUCO, L. M. R. **Aprendizagem e Avaliação em um Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem (Projeto ARCA).** In V Congresso Internacional de Informática na Educação - RIBIE 2000, Viña del Mar, Chile: 4-6 de Dez. 2000.

PASSOS, E. B., SILVA Jr., J. R. and RIBEIRO, F. E. C. In: **Brazilian Symposium On Games And Digital Entertainment**. Tutorials. SBC. Rio de Janeiro. v. 1, p. 1 - 30. 2009.

**Placa mãe ASUS P6T SE.** Disponível em: [http://www.asus.com/Motherboards/P6T\\_SE/#overview](http://www.asus.com/Motherboards/P6T_SE/#overview). Acesso em: 18/11/2011.

PEDERSEN, R. E. **Game design foundations**. Editora: Wordware. 2003.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. 6ª Ed. São Paulo, McGraw-Hill. 2006.

**RHINOCEROS 3D**. Disponível em: <http://www.rhino3d.com>. Acesso em: 22/10/2013.

SANCHEZ E. **Key criteria for Game Design. A Framework**. Disponível em: [www.reseaucerta.org/meet/Key\\_criteria\\_for\\_Game\\_Design\\_v2.pdf](http://www.reseaucerta.org/meet/Key_criteria_for_Game_Design_v2.pdf). 2011. Acessado em: 17/06/2013.

SANTOS M. et al. **Quiz como Ferramenta de Feedback e Autoavaliação em Educação a Distância**. Departamento de Estatística e Informática – Coordenação de Educação a Distância / Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife/PE. 2009.

SHAUNE G. **On the Assembly Line: An Interview with Littleloud's Darren Garrett**. Disponível em: <http://www.arcadianrhythms.com/2011/09/interview-darregarrett-sweatshop/>. 2011. Acesso em: 31/07/2013.

SOMMERVILLE, I. and SAWYER, P. **Requirements Engineering, A Good Practice Guide**. 1997.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 9th ed. Boston, Massachusetts. 2011.

SOUSA, M. et al. **Maintenance and Assembly Training in a Hydroelectric Unit of Energy Using Virtual Reality Desktop**. IEEE Xplore Digital Library. IEEE Latin America Transactions, V. 6, N. 5, September 2008. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4839119>. Acesso em 05/03/2013.

SUDHA, N. e BABOO, S. **Performance Evaluation of Likert Weight Measure**. IJCSIS – International Journal of Computer Science and Information Security. 2011. Disponível em: <http://www.docstoc.com/?docId=113583989&download=1>. Acesso em: 15/04/2013.

TARR, R. W., MORRIS, C. S. and SINGER, M. S. **Low-Cost PC Gaming and Simulation: Doctrinal Survey**. Alexandria, Virginia: Army Research Institute. 2002.

TORI, R. **Educação sem Distância: as Tecnologias Interativas na redução de Distâncias em Ensino e Aprendizagem**. São Paulo: Editora Senac. São Paulo. 2010.

TORRES, R. S.; NUNES, F. L. S. **Aplicando aspectos lúdicos de Serious Game em treinamento médico: revisão sistemática e implementação**. XIII SVR. Uberlândia/MG. 2011.

TORRES, G. **O que se espera no ensino**. Disponível em: [www.clubedohardware.com.br/artigos/Tecnologia/138](http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Tecnologia/138). Acesso em: 14/10/2010.

TORRES, G. **Hardware - Versão Revisada e Atualizada**. Editora Nova Terra. Rio de Janeiro. 2013.

**UNITY 3D: Game Development tool**. Disponível em: <http://unity3d.com/unity>. Acesso em 22/02/2012.

WINN, B. **Design, play, and experience: A framework for the design of serious games for learning**. Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education. P. 1010-1024. 2007.

## APÊNDICE A

## DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Nome do Caso de Uso	Realizar <i>login</i>
Ator Principal	Aluno Professor
Atores Secundários	-
Resumo	Neste caso de uso são descritos os passos para realização de <i>login</i> no sistema. O Usuário pode criar o <i>login</i> para Aluno ou Professor.
Pré-Condição	O <i>Login</i> será realizado após a criação do usuário.
Pós-Condição	Só podem jogar os alunos que realizaram <i>login</i> por este caso de uso. Só podem configurar o Quiz professores que realizaram <i>login</i> por este caso de uso.
Ações do Ator	Ações do Sistema
1- Digitar usuário e senha	
	2- Exibir menu de opções
3- Selecionar opção no menu	
	Se usuário e senha são válidos Se usuário é um aluno - Exibir as opções Iniciar Jogo, Créditos e Opções de Jogo Senão - Se usuário é um professor - Exibir as opções Iniciar Jogo, Créditos, Opções de Jogo e Configuração do Quiz Fim-se

	<p>Senão</p> <p>- Mostrar mensagem de erro</p> <p>Fim-se</p>
--	--

Nome do Caso de Uso	Jogar
Ator Principal	Usuário (Aluno ou Professor)
Atores Secundários	
Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Usuário durante todas as etapas do jogo
Pré-Condição	- Cadastro das questões pelo Professor
Pós-Condição	- Gravação em “log” dos resultados do jogo
Ações do Ator	Ações do Sistema
1- Selecionar opção Iniciar Jogo	
	2- Exibir o laboratório de manutenção de computadores
	3- Para cada fase do jogo faça:
	3.1- Atualizar GUI para receber as ações do usuário
	3.2- Executar caso de Uso Realizar Manutenção para o usuário
	3.3- Executar caso de Uso Responder Quiz para o usuário
	3.4- Executar caso de Uso Avançar Fase
	4. Finalizar pontuação

Nome do Caso de Uso	Realizar Manutenção
Ator Principal	Usuário (Aluno ou Professor)
Atores Secundários	
Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado para o Usuário interagir com os dispositivos do jogo
Pré-Condição	- Seção do jogo deve ter sido previamente inicializada
Pós-Condição	
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1- Informar qual dispositivo o usuário deve selecionar
2- Selecionar o dispositivo desejado	
	3-Identificar qual dispositivo foi selecionado
	4-Se for o dispositivo errado exibir mensagem de erro (perde 10 pontos). Se for o dispositivo correto habilitar o encaixe do dispositivo na placa mãe
5-Encaixar o dispositivo na placa mãe	
	6-Identificar o local encaixado
	7-Se for o local errado exibir mensagem de erro (perde 30 pontos). Se for o local correto permitir o encaixe do dispositivo na placa mãe exibindo mensagem de sucesso (ganha 100 pontos)

Nome do Caso de Uso	Responder Quiz
Ator Principal	Usuário (Aluno ou Professor)
Atores Secundários	-

Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Usuário para responder ao Quiz
Pré-Condição	- Execução do caso de Uso Realizar Manutenção para o usuário deve ter sido finalizado
Pós-Condição	
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1- Para cada questão do Quiz faça:
	1.1- Exibir a questão para o Usuário
1.2- Responder a questão	
	1.3- Fim Para
	2- Exibir o resultado do Quiz para o Aluno
	2. Finalizar pontuação do Quiz

Nome do Caso de Uso	Avançar Fase
Ator Principal	Usuário (Aluno ou Professor)
Atores Secundários	-
Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Usuário para avançar cada fase do jogo que é dividido em 3 níveis (Básico, Intermediário e Avançado) onde o nível Básico é subdividido em 3 fases (Processador, Memória RAM e Placa de Vídeo) e os níveis Intermediário e Avançado em fase única com o Processador
Pré-Condição	Conclusão da Fase
Pós-Condição	Ir para próxima fase (caso exista)
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1-Ao finalizar cada nível faça:

	<p>Se Nível Básico</p> <p>Finalizou Fase 1(Processador)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe Resultado para o usuário</li> </ul> <p>Finalizou Fase 2(Memória RAM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe Resultado para o usuário</li> </ul> <p>Finalizou Fase 3(Placa de Vídeo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe Resultado para o usuário</li> </ul> <p>Se Resultado &lt; 60%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe mensagem que o usuário precisa de 60% ou mais para avançar para o próximo nível</li> <li>- Reinicia o Nível ou sai do jogo</li> </ul> <p>Senão</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe mensagem de sucesso para o usuário com a pontuação adquirida neste nível</li> </ul> <p>Fim-Se</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilita o Nível</li> </ul> <p>Intermediário</p> <p>Se Nível Intermediário</p> <p>Finalizou Fase Única (Processador)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe Resultado para o usuário</li> </ul> <p>Se Resultado &lt; 60%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe mensagem que o</li> </ul>
--	--

	<p>usuário precisa de 60% ou mais para avançar para o próximo nível</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinicia o Nível ou sai do jogo</li> </ul> <p>Senão</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe mensagem de sucesso para o usuário com a pontuação adquirida até este nível</li> </ul> <p>Fim-Se</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilita o Nível Avançado</li> </ul> <p>Se Nível Avançado</p> <p>Finalizou Fase Única (Processador)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe Resultado para o usuário</li> </ul> <p>Se Resultado &lt; 60%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe mensagem que o usuário precisa de 60% ou mais para finalizar o nível</li> <li>- Reinicia o Nível ou sai do jogo</li> </ul> <p>Senão</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe mensagem de sucesso para o usuário com a pontuação total do Jogo</li> </ul> <p>Fim-Se</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibe o Resultado Final do Jogo com a Pontuação individual de cada Fase/Nível/Quiz com a pontuação geral do Jogo para o usuário</li> </ul> <p>Fim-Se</p>
--	---

Nome do Caso de Uso	Configurar Quiz
Ator Principal	Professor
Atores Secundários	-
Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Professor para Configurar as questões do jogo
Pré-Condição	- Usuário cadastrado como Professor
Pós-Condição	-
Ações do Ator	Ações do Sistema
1-Selecionar Menu Seção do Professor	
	2-Exibir as opções disponíveis
3-Se selecionar Adicionar Questão	
	4-Execução do caso de Uso Adicionar Questão
5-Se selecionar Modificar Questão	
	6-Execução do caso de Uso Modificar Questão
7-Se selecionar Opções do Quiz	
	8-Exibir tela de quando o Quiz será aplicado
9-Selecionar quando “Finalizar corretamente o laboratório” e/ou “Finalizar incorretamente o laboratório”	
10- Selecionar Aplicar Quiz	
	11- Execução do caso de Uso Aplicar Quiz

Nome do Caso de Uso	Adicionar Questão
Ator Principal	Professor
Atores Secundários	-

Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Professor para Adicionar as questões ao jogo
Pré-Condição	- Usuário cadastrado como Professor
Pós-Condição	-
Ações do Ator	Ações do Sistema
1-Digitar o Título da Questão	
2-Digitar a Questão	
3-Digitar as alternativas A, B, C e D	
4-Selecionar qual alternativa é a resposta correta	
5-Selecionar a qual fase de qual nível a questão pertence	
6-Clicar em Adicionar Questão	
	7-Atribuir a questão ao quiz da fase selecionada pelo usuário

Nome do Caso de Uso	Modificar Questão
Ator Principal	Professor
Atores Secundários	-
Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Professor para Modificar as questões do jogo
Pré-Condição	- Usuário cadastrado como Professor - Ter adicionado à questão
Pós-Condição	-
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1-Exibir as fases do jogo
2-Selecionar a fase a ser modificada/excluída	
	3-Exibir as questões da fase

4-Selecionar a questão desta fase a ser modificada/excluída	
5-Modificar quaisquer opções da Questão selecionada ou excluí-la	
6-Salvar modificações	
	7-Atualizar a questão ao quiz da fase selecionada pelo usuário

Nome do Caso de Uso	Aplicar Quiz
Ator Principal	Professor
Atores Secundários	-
Resumo	Neste caso de uso é descrito o processo realizado pelo Professor para Aplicar as questões ao jogo
Pré-Condição	- Usuário cadastrado como Professor - Todas questões para o jogo cadastradas
Pós-Condição	- Jogo habilitado com o Quiz
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1-Salva e finaliza a configuração do Quiz
	2-Fecha o sistema Habilitando o jogo

## APÊNDICE B

## MANUAL DE INSTRUÇÕES DO USUÁRIO

Será demonstrada uma seção de treinamento com o protótipo, onde é feito o treinamento em manutenção de computadores, bem como descritos os propósitos de cada fase, iniciando pela Fase I (Figura 1).



Figura 1 – Início do Jogo – Nível Básico – Fase I: Processador

Os principais dispositivos serão detalhados nos anexos, onde serão apresentadas suas especificações técnicas, como o processador intel core I7 (Intel® Core™ i7-975, 2011) desta fase que faz parte dos dispositivos compatíveis com a placa mãe do jogo (Asus P6T SE, 2011).

Ambos dispositivos apresentados na figura 2.

Neste momento o usuário atua com o mouse como se fosse sua mão, identificado o processador deve movimentá-lo até a posição desejada para encaixá-lo no soquete ou slot, há literatura se referindo com ambas nomenclaturas.

Ao posicionar o processador o usuário deverá clicar com o botão esquerdo do mouse na alavanca do soquete, que se levantará até um ângulo de 90 graus, logo após deverá clicar

na placa do soquete que também levantará em 90 graus, alinhando os entalhes (chanfro) do processador com o soquete (Como instalar um processador LGA1366 no soquete LGA1366, 2011), possibilitando assim o encaixe pelo usuário com a tecla espaço.

Caso o usuário não realize este procedimento é informado com a mensagem de aviso “Prepare o soquete antes de encaixar o processador”.



*Figura 2 – Encaixando o Processador*

Ao encaixar corretamente o dispositivo, o AV exibe para o usuário a tela com o encaixe realizado (Figura 3) durante dois segundos.

Esse procedimento é padrão para todas as fases do jogo, o AV demonstra para o usuário o resultado de sua ação, neste caso o dispositivo encaixado corretamente.

Os tratamentos dos erros serão apresentados em seção posterior.



Figura 3 – Processador encaixado

Após dois segundos, é apresentada a tela de parabéns conforme a figura 4.

Para o encaixe correto de qualquer dispositivo, são somados 100 pontos para a fase específica onde o usuário se encontra, conforme citado no caso de uso Realizar Manutenção do capítulo anterior.

Esta pontuação é gravada no *log* do usuário, que armazena o valor da pontuação de laboratório (encaixe do dispositivo acima), o valor da pontuação do Quiz virtual e dos erros, sendo este dois últimos referenciados nas seções posteriores.

Agora o usuário pode avançar para a próxima fase ou voltar para o menu principal.



Figura 4 – Tela de sucesso da Fase I - Processador

Finalizada a Fase I, inicia-se a **Fase II** do Nível Básico com o objetivo de encaixar o módulo de **Memória RAM** em seu devido slot da placa-mãe conforme a figura 5.



Figura 5 – Nível Básico – Fase II: Memória RAM

A memória escolhida para o desenvolvimento do jogo foi a Dominator GT com conector DHX Pro (2011), tipo DDR3 de canal quádruplo de 1,5 V e 32 GB que é detalhada no anexo.

Na figura 6 é demonstrado o instante em que o usuário prepara para encaixar o módulo de memória da mesma forma realizada com o processador.

Porém ao posicionar a RAM no local desejado, o usuário deve clicar com o botão esquerdo do mouse nas duas travas laterais para que elas se afastem permitindo que o usuário possa encaixar o dispositivo utilizando a tecla espaço.

Caso o usuário não realize este procedimento é informado com a mensagem de aviso “Prepare o *slot* antes de encaixar o módulo de memória RAM”.

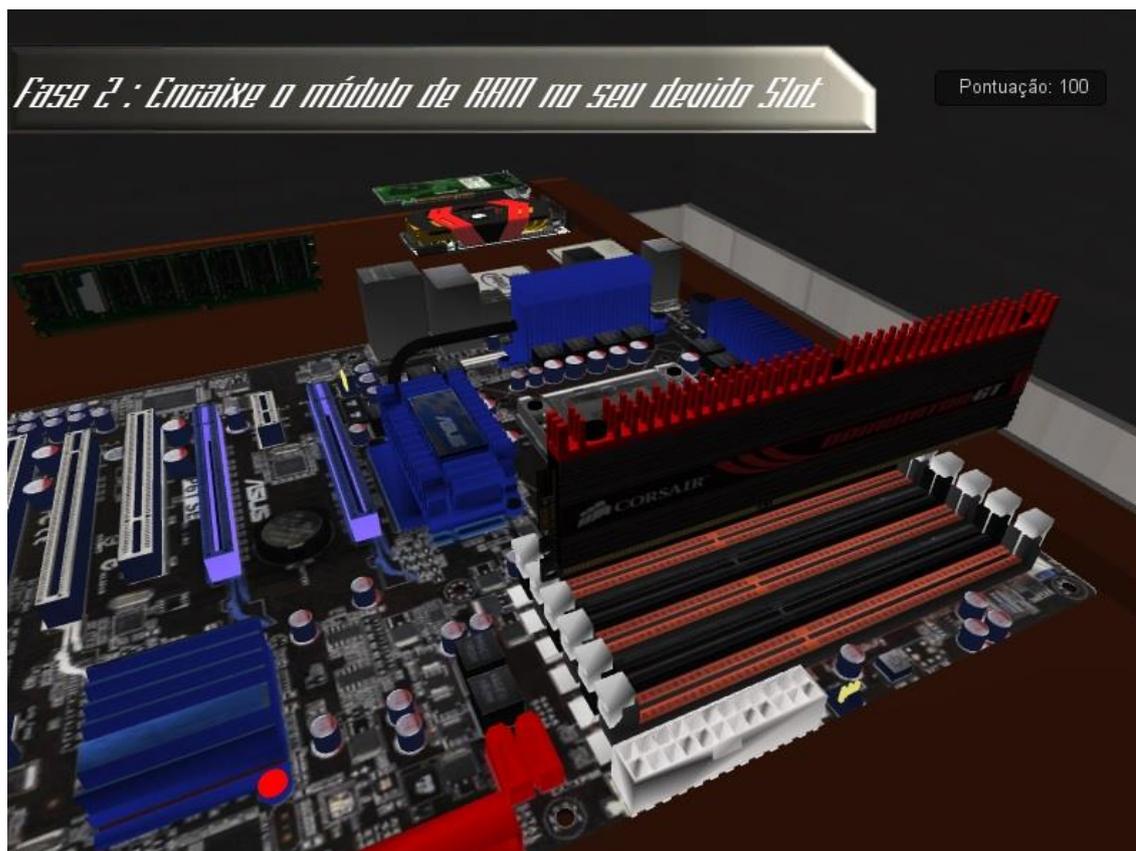
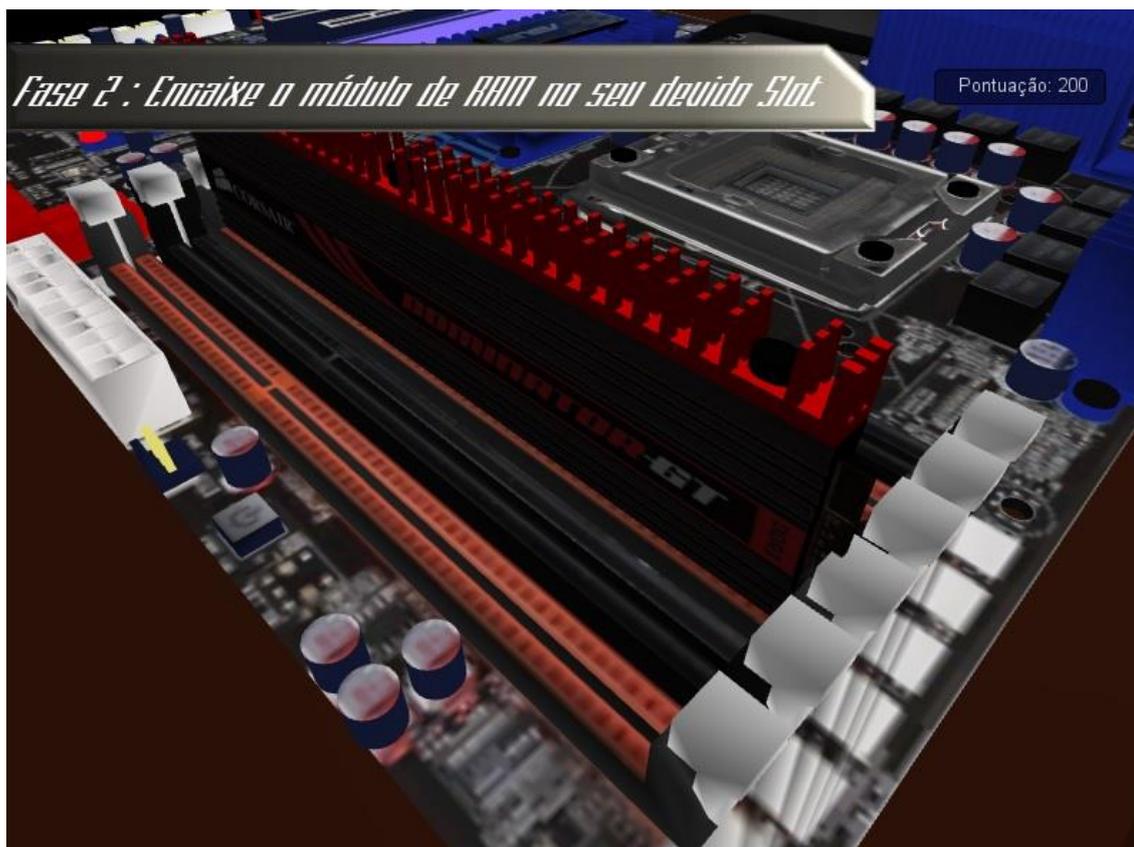


Figura 6 – Encaixando a Memória RAM

Ao encaixar corretamente o dispositivo, o AV exibe para o usuário a tela com o encaixe da memória RAM realizado (Figura 7) durante dois segundos.

Esse procedimento é padrão para todas as fases do jogo conforme citado no encaixe do processador.



*Figura 7 – Memória RAM encaixada*

Em seguida é apresentada a tela de parabéns conforme a figura 8. Observe a pontuação, com esta segunda fase concluída com sucesso pelo usuário, somou mais 100 pontos chegando a 200 pontos.

Neste instante o usuário pode avançar para a próxima fase ou voltar para o menu principal.



Figura 8 – Tela de sucesso da Fase II - Memória RAM

Finalizada a Fase II, inicia-se a **Fase III** do Nível Básico com o objetivo de encaixar a **Placa de Vídeo** em seu devido slot da placa-mãe de acordo com a figura 9.



*Figura 9 – Nível Básico – Fase III: Placa de Vídeo*

A placa de vídeo escolhida para esta fase do jogo foi a AMD Radeon™ HD 7970 Graphics (2011) que é detalhada no anexo.

Na figura 10 é demonstrado o instante em que o usuário prepara para encaixar a placa de vídeo.

Para o encaixe da placa de vídeo no local desejado, o usuário deve apenas pressionar a tecla espaço.



*Figura 10 – Encaixando a Placa de Vídeo*

Ao encaixar corretamente o dispositivo, o AV exibe para o usuário a tela com o encaixe da placa de vídeo realizado (Figura 11) conforme o padrão informado.



Figura 11 – Placa de Vídeo encaixada

Em seguida é apresentada a tela de parabéns conforme a figura 12. Observe a pontuação, com esta terceira fase concluída com sucesso pelo usuário, somou mais 100 pontos chegando a 300 pontos.

Neste instante o usuário pode avançar ou voltar para o menu principal.



Figura 12 – Tela de sucesso da Fase III – Placa de Vídeo

Ao avançar é exibida para o usuário a tela de conclusão do nível básico onde realizou com sucesso as fases anteriores (Figura 13).

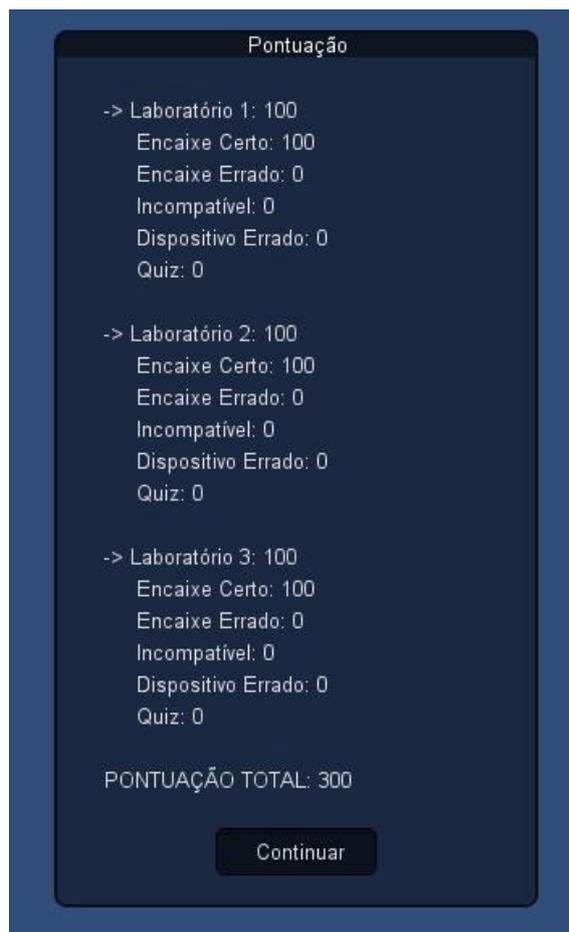


Figura 13 – Conclusão do Nível Básico

A figura 14 demonstra detalhadamente a pontuação específica de cada ação do usuário no jogo. Como se facilita a dedução, a pontuação do **Encaixe Certo** se refere as ações realizadas nas três fases anteriores que são tratadas na tela como **Laboratório 1, 2 e 3** resultando na **Pontuação Total**, nesta seção de treinamento do nível básico alcançados **300 pontos**.

Neste instante é gravado no log do usuário estas pontuações específicas de cada fase.

As outras pontuações serão tratadas nas seções posteriores.



*Figura 14 – Pontuação do Nível Básico*

Finalizado o Nível Básico com sucesso o usuário avança para o **Nível Intermediário** (Figura 15) onde atuará com o **Processador**, assim como na Fase I do Nível Básico, com um diferencial, antes o usuário realizava o treinamento com dois dispositivos, um compatível e outro incompatível agora terão seis dispositivos, sendo dois compatíveis e quatro incompatíveis.



*Figura 15 – Nível Intermediário – Processador*

O encaixe do processador no nível intermediário segue o mesmo processo do nível básico.

Após a ação correta do usuário é exibida a figura 16, observe que a pontuação está em 120 pontos, lembrando que a prática do laboratório correta, neste caso o encaixe do processador, vale 100 pontos, os outros 20 pontos são do quiz (será demonstrado em seção posterior), que está somado na tela para exemplificação da pontuação do nível e da pontuação final diferenciando do nível básico.

Concluindo assim o nível intermediário.



Figura 16 – Conclusão do Nível Intermediário

Ao finalizar o nível intermediário é gravada a sua pontuação (Figura 17)

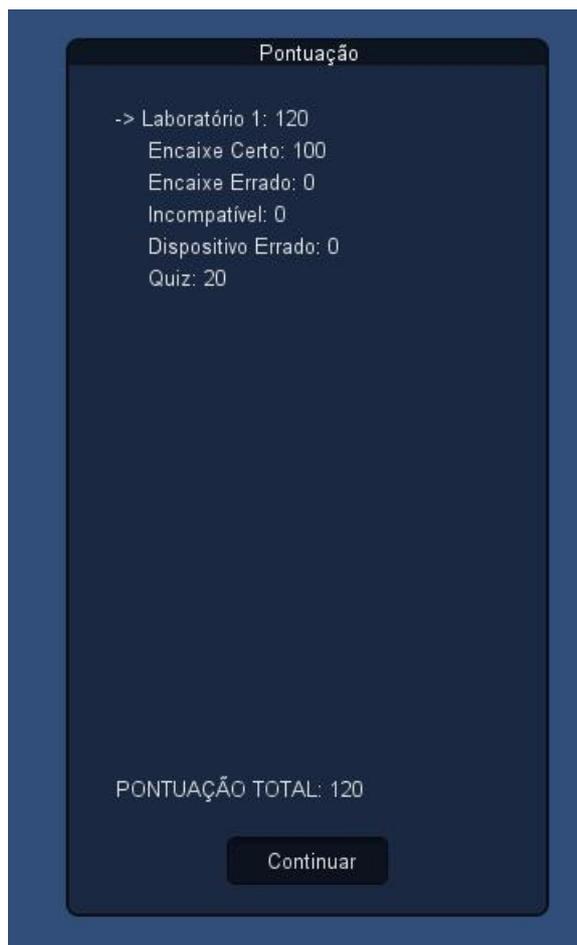


Figura 17 – Pontuação do Nível Intermediário

Neste instante é atualizado o log do usuário acrescentando a pontuação do nível intermediário à pontuação do nível básico.

Finalizando com sucesso o nível intermediário o usuário prossegue para o **Nível Avançado** onde se encontram quinze **Processadores**, sendo três compatíveis e 12 incompatíveis (Figura 18).

Assim como a transição do nível básico para o intermediário, a transição do nível intermediário para o avançado oferece um grau maior de dificuldade para o usuário reforçando a experiência de fluxo vivida com o *Serious Game*.



*Figura 18 – Nível Avançado – Processador*

A prática do laboratório no nível avançado é idêntica ao processo dos níveis anteriores.

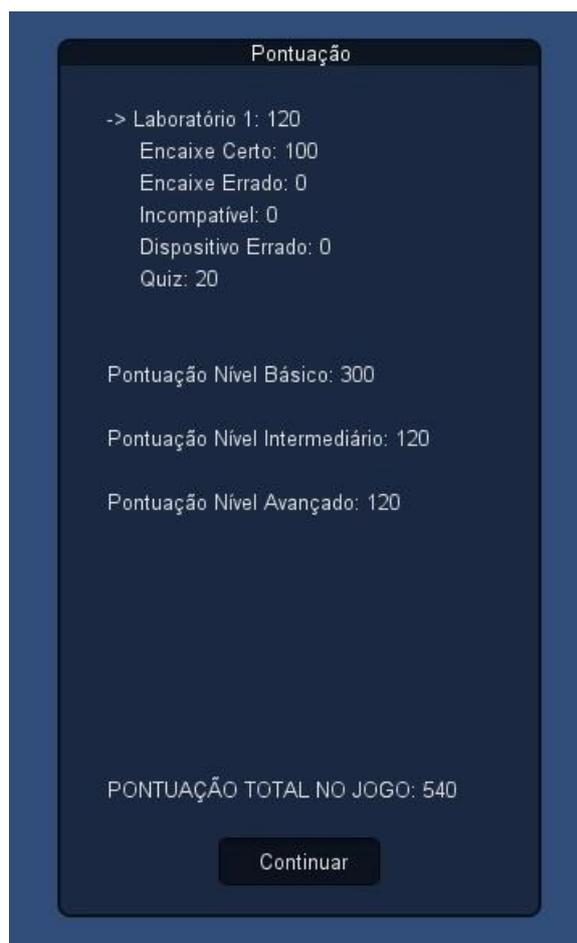
Após a ação correta do usuário é exibida a figura 19, observe que a pontuação também está em 120 pontos, seguindo a mesma ideia do nível intermediário.



Figura 19 – Conclusão do Nível Avançado

Ao finalizar o nível avançado é gravada a sua pontuação, bem como atualizadas no log do usuário todas as pontuações dos três níveis do jogo de acordo com a figura 20.

Nesta seção de treinamento com o protótipo o usuário conquistou 540 pontos totais no jogo.



*Figura 20 – Pontuação Final do Hard Game*

## **Créditos**

Neste menu (Figura 21) estão as pessoas responsáveis pelo desenvolvimento deste trabalho acadêmico.



*Figura 21 – Créditos do Jogo*

## APÊNDICE C

## AVALIAÇÃO DO SISTEMA HARD GAME

Avaliador:

Data avaliação:

*Assinale, por favor, a opção que melhor traduz a sua opinião.*

<b>1. FUNCIONALIDADE-</b> Evidência que o conjunto de funções atende às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade que se destina o software (aprendizagem/treinamento em manutenção de computadores).	Concordo totalmente	Concordo	Nem Concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
1.1. O software auxilia no processo de aprendizagem na finalidade proposta?					
1.2. Como avalia globalmente a funcionalidade do software.					

<b>2. USABILIDADE-</b> Evidência a facilidade de utilização de software.	Concordo totalmente	Concordo	Nem Concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
2.1. Em relação à facilidade de entender com funciona o programa.					
2.2. Quanto à navegação na cena e manipulação dos objetos (facilidade de uso).					

<b>3. CONFIABILIDADE-</b> Evidência que o desempenho se mantém ao longo do tempo em condições estabelecidas.	Concordo totalmente	Concordo	Nem Concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
3.1. Capacidade de continuar a funcionar corretamente, após erros do próprio software ou erros de manipulação de dados.					
3.2. Capacidade de o software enviar mensagens de erro caso os mesmos ocorram.					

4. <b>EFICIÊNCIA</b> - Evidência que os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o tempo de desempenho requerido para o produto.	Concordo totalmente	Concordo	Nem Concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
4.1. Tempo de resposta às ações do usuário.					
4.2. Fidelidade a uma placa mãe e dispositivos reais.					
4.3. Como avalia em termos globais a eficiência do software.					

5. <b>SOBRE O SISTEMA</b> – Metrifica o sistema em um contexto de treinamento.	Concordo totalmente	Concordo	Nem Concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
5.1. A importância que atribui ao software para o aprendizado em geral.					
5.2. A importância de treinar em Ambientes de Realidade Virtual.					
5.3. A importância de treinar em um software para manutenção de computadores.					
5.4. A importância geral do sistema no treinamento de um técnico em manutenção de computadores.					

Comentários/ Observações: