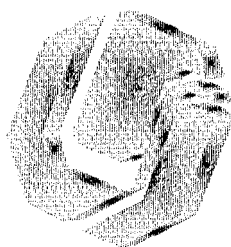


MOV
621.3
F224d
TES/mem

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



**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL COMO
FERRAMENTA DE APOIO PARA A RACIONALIZAÇÃO DO USO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

ORIENTADOR: EDGARD LAMOUNIER JÚNIOR, PhD

CO-ORIENTADOR: ALEXANDRE CARDOSO, MSc

ORIENTANDA: LUCIANA CORREIA LIMA GONÇALVES DE FARIA

JUNHO

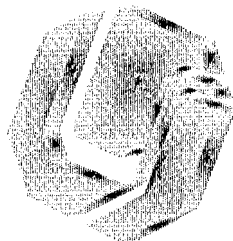
2002

SISBI/UFU



1000205270

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



**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL COMO
FERRAMENTA DE APOIO PARA A RACIONALIZAÇÃO DO USO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Dissertação apresentada por Luciana Correia Lima Gonçalves de Faria à Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do título de Mestre em Ciências aprovada em 15 de junho de 2002 pela Banca Examinadora:

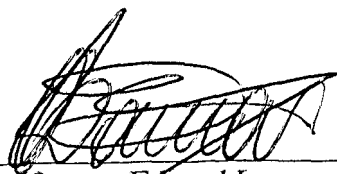
- ✓ Professor Edgard Lamounier Jr., Ph.D.-UFU (Orientador)
- ✓ Professor Alexandre Cardoso, MSc.-UFU (Co-Orientador)
- ✓ Professora Rosa Maria Esteves Moreira da Costa, DSc - UERJ
- ✓ Professor Alcimar Barbosa Soares, Ph.D.- UFU

UBERLÂNDIA, 15 DE JUNHO DE 2002.

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL COMO
FERRAMENTA DE APOIO PARA A RACIONALIZAÇÃO DO USO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

LUCIANA CORREIA LIMA GONÇALVES DE FARIA

Dissertação apresentada por Luciana Correia Lima Gonçalves de Faria, à
Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Ciências.



Professor Edgard Lamounier Jr.
Orientador



Professor Alcimar Barbosa Soares
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

AGRADECIMENTOS

Especialmente, ofereço toda a minha gratidão à Deus, que guia toda a minha vida, e que permitiu a efetivação dessa experiência de aprendizado.

Agradeço, ainda especialmente, a dedicação e competência dos professores Edgard Lamounier Junior, e Alexandre Cardoso, que tiveram participação fundamental para a efetivação desse trabalho de pesquisa.

Ao professor Nivaldi Calonego Junior, ofereço também a minha gratidão, por descompromissadamente ter dedicado o seu escasso tempo e me auxiliado nesse estudo.

Ao professor e colega Arnulfo, agradeço a idéia oferecida, que gerou a problemática estudada nesse trabalho.

Ainda agradeço a dedicação dos professores e funcionários da UFU e UFMT que participaram direta ou indiretamente do MINTER: uns aceitando vir de Uberlândia para Cuiabá a fim de ministrar disciplinas, outros pleiteando possibilidades de convênio para capacitação de tantos, além de coordenar todos esses processos, outros ainda secretariando com esmero todo o trabalho. Cabe aqui também o agradecimento pela acolhida das alunas de mestrado do laboratório de computação gráfica - UFU.

Aos professores doutores componentes da banca, também agradeço por terem aceito o convite para participação nesse trabalho, oferecendo valiosas contribuições para o enriquecimento dessa dissertação e para o meu aprendizado.

Minha gratidão é ofertada, ainda, a toda a minha família, especialmente aos meus pais responsáveis pelo exemplo e incentivo na minha caminhada. Ao meu filho Mateus, agradeço a sua existência em minha vida, o crescimento que me proporciona a cada dia e a oportunidade e responsabilidade de dar o exemplo da dedicação e do fazer melhor a cada momento. Ao Luiz José Lobo Borges Júnior, agradeço, acima de tudo, o amor que sinto por você, a sua presença em minha vida, a fortaleza e o exemplo que me dá a cada momento.

Gostaria que esse espaço fosse muito maior para que pudesse citar a contribuição de tantos outros que estavam presentes em minha vida e que contribuíram nessa caminhada. A todos esses companheiros deixo o meu muito obrigada.

RESUMO

FARIA, L. Desenvolvimento de um ambiente virtual como ferramenta de apoio para a racionalização do uso de Energia Elétrica, Uberlândia, Dep. Engenharia Elétrica - UFU, 2002, 121p.

Esta dissertação mostra como técnicas de Realidade Virtual podem ser exploradas para simular o consumo de energia em residências. Um sistema protótipo foi desenvolvido para avaliar as técnicas propostas. Nesse sistema, uma casa virtual com equipamentos elétricos foi construída utilizando-se a linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language). O objetivo é permitir que o usuário interaja com esses equipamentos elétricos virtuais e eduque-se sobre a utilização da energia elétrica sem desperdício através dos seus experimentos sobre o consumo de energia no mundo virtual. Simulações do funcionamento e dos objetos de consumo, “em tempo real”, foram desenvolvidas através dos *scripts* da linguagem JavaScript, que atualiza sincronamente o mundo virtual. O sistema foi apresentado a potenciais usuários, e os resultados das avaliações são indicados nessa dissertação. A linguagem VRML provou ser adequada para modelar todos os objetos da casa virtual. A linguagem JavaScript, que é compatível com a VRML, permitiu todas as simulações necessárias para a implementação do funcionamento da energia elétrica da casa. Importante ressaltar que, para a implementação de aplicações dinâmicas baseadas na VRML, a utilização de JavaScript ou Java é fortemente necessária e recomendável. Baseados no questionário é possível concluir que o sistema mostrou-se útil para a educação da população sobre o consumo da energia elétrica. Acredita-se que tal utilidade foi propiciada pela exploração do potencial oferecido pelas técnicas de Realidade Virtual. Como trabalho futuro, sugestões apresentadas pelos usuários, através dos questionários, serão avaliadas para implementação. Mais a frente, outras fontes de energia serão consideradas para serem implementadas e avaliadas, em contrapartida à fonte de energia elétrica do sistema, a fim de proporcionar opções alternativas de economia de energia.

ABSTRACT

FARIA, L.C.L.G., Development of a virtual reality environment as a tool help of the non-waste electrical energy use, Uberlândia, Dep.Electric Engineering -UFU, 2002, 121p.

This work shows how Virtual Reality techniques can be used to simulate domestic energy consumption. A prototype system was developed to evaluate the proposed techniques. In this system, a virtual house with electric equipments has been built using VRML (Virtual Reality Modeling Language). The purpose is to enable an user to interact with the experiments of electric virtual equipments to educate himself about the non-waste of electric energy consumption. Simulations with the work of house electric consumption objects was made in “real time”, with scripts using JavaScript, that update sincronizelly the virtual world. The system was presented to potential users, and the evaluated results are showed in this dissertation. The VRML proved be adequated to model all the virtual house objects. JavaScript language, that is compatible with VRML, enabled all the necessary simulations to implement the work of the house electric energy. It is important to emphasize that in order to simulate dynamic applications based on VRML, the use of JavaScript or Java is hardly recommended and necessary. Based on the questionnaire, is possible to conclude that the system showed itself useful to educate the users about electric energy consumption. It's believable that this usefulness was enabled by the Virtual Reality techniques potential. As future works the sugestions presented in the questionnaire will be analysed for implementation. And in the future, another energy sources will be considered to be implemented and evaluated, against electric energy source, to provide.alternative options of non-waste energy.

PUBLICAÇÕES

A seguir são apresentadas as publicações resultantes desse trabalho:

- [1] FARIA, Luciana C.L.G., LAMOUNIER, Edgard, CARDOSO, Alexandre, JR, Nivaldi Calônego, A Realidade Virtual na Política dos Apagões, V Semana Científica de Informática, Faculdades Integradas Cândido Rondon, Cuiabá/MT, Outubro/2001 – a ser publicado
- [2] FARIA, Luciana C.L.G., LAMOUNIER, Edgard, CARDOSO, Alexandre, JR, Nivaldi Calônego, A System to Evaluate Wasted Electric Energy Based on Virtual Reality Techniques, CGIAM'2002 – V IASTED International Conference, Kauai/Hawaii, Agosto/2002 – a ser publicado
- [3] FARIA, Luciana C.L.G., LAMOUNIER, Edgard, CARDOSO, Alexandre, JR, Nivaldi Calônego, An Application of Virtual Reality for House Owners to Economize on Energy Consumption, SVR'2002, Fortaleza/CE, Outubro/2002 – a ser publicado

DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA A RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1	Motivação	01
1.2	Objetivo do Trabalho	03
1.3	Realidade Virtual e Educação	04
1.4	Organização da Dissertação	05
1.5	Contribuições	07

CAPÍTULO II - TRABALHOS RELACIONADOS

2.1	Introdução	08
2.2	Simuladores de Energia Elétrica na Internet	08
2.2.1	Simulador de Consumo de Energia Elétrica – NOS	09
2.2.2	A Casa do Consumidor – Simulador 3D na Internet	11
2.3	Mundos Virtuais Educacionais com Interação Limitada	14
2.4	Mundos Virtuais Educacionais com Maior Interação com Usuário	17
2.5	Sumário e Conclusões	20

CAPÍTULO III - ARQUITETURA PROPOSTA PARA O SISTEMA

3.1	Introdução	22
3.2	Arquitetura do Sistema	23
3.2.1	Objetos da Casa Virtual	24
3.2.2	Gerenciador de Consumo	26
3.2.3	Painel de Consumo e dos Aparelhos Ativos	26
3.2.4	Códigos VRML 2.0 e JavaScript	27
3.3	Sumário e Conclusões	28

CAPÍTULO IV - MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO

4.1	Introdução	30
4.2	O Ambiente de Simulação	30
4.3	A Concepção/Modelagem do Mundo Virtual	31
4.4	A Implementação do Controle de Energia Elétrica da Casa Virtual	38
4.5	Animações do Ambiente	42
4.6	Sumário e Conclusões	53

CAPÍTULO V - RESULTADOS E LIMITAÇÕES

5.1	Introdução	55
5.2	Utilizando o Sistema	55
5.3	O Processo de Avaliação do Sistema	60
5.4	Discussão dos Resultados da Avaliação	62
5.5	Sumário e Conclusões	64

CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

6.1 Introdução	66
6.2 Conclusões	66
6.3 Trabalhos Futuros	69
6.4 Considerações Finais	70

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
-----------------------------------	-----------

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO DO PROGRAMA GERADOR DE CONSUMO ELÉTRICO	74
--	-----------

DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA A RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II - TRABALHOS RELACIONADOS

Figura 2.1 - Visão inicial do simulador de consumo de energia	09
Figura 2.2 - Simulador de consumo de energia permitindo ao usuário a definição dos aparelhos elétricos	10
Figura 2.3 - Simulador de consumo de energia com alguns aparelhos elétricos inseridos	11
Figura 2.4 - Visão inicial da casa do consumidor	12
Figura 2.5 - Visão do mundo a Casa do Consumidor com a demanda de energia elétrica no seu limite	13
Figura 2.6 - Página inicial do sistema virtual ATSWorlds	15
Figura 2.7 - Passeio arquitetônico no “ambiente familiar” do MAT ^{3D}	16
Figura 2.8 - Sessão de representações matemáticas do MAT ^{3D}	16
Figura 2.9 - Mundo virtual estático – vetor carga elétrica	17
Figura 2.10 - Definindo o plano de corte	18
Figura 2.11 - Objeto 3D dividido em 2 novos sólidos	18
Figura 2.12 - Usuário interagindo com os objetos gerados	18
Figura 2.13 - Experimento virtual – 2ª. Lei de Newton	19

CAPÍTULO III - ARQUITETURA PROPOSTA PARA O SISTEMA

Figura 3.1 - Arquitetura do sistema proposto	23
--	----

CAPÍTULO IV - MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO

Figura 4.1 - Grafo de cena	32
Figura 4.2 - Luminária do teto quarto	36
Figura 4.3 - Visão do banheiro	37
Figura 4.4 - Visão da casa completa	37
Figura 4.5 - Objeto cadeira	38
Figura 4.6 - Visão do painel de consumo instantâneo e dos aparelhos ativos com vários aparelhos elétricos ligados	40
Figura 4.7 - Ar desligado	45
Figura 4.8 - Ar funcionando	45
Figura 4.9 - Medidor de indução virtual	52

CAPÍTULO V - RESULTADOS E LIMITAÇÕES

Figura 5.1 - Visão geral da Casa Virtual	56
Figura 5.2 - Visão do banheiro com os lustres (potência 60Watts) ligados	57
Figura 5.3 - Visão do banheiro com os lustres ligados com uma nova potência definida (15 Watts)	58
Figura 5.4 - Visão do banheiro com lustres e chuveiros ligados e respectivas potências	59
Figura 5.5 - Medidor de indução	59

CAPÍTULO III - ARQUITETURA PROPOSTA PARA O SISTEMA

Figura 3.1 - Arquitetura do sistema proposto	23
--	----

CAPÍTULO IV - MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO

Figura 4.1 - Grafo de cena	32
Figura 4.2 - Luminária do teto quarto	36
Figura 4.3 - Visão do banheiro	37
Figura 4.4 - Visão da casa completa	37
Figura 4.5 - Objeto cadeira	38
Figura 4.6 - Visão do painel de consumo instantâneo e dos aparelhos ativos com vários aparelhos elétricos ligados	40
Figura 4.7 - Ar desligado	45
Figura 4.8 - Ar funcionando	45
Figura 4.9 - Medidor de indução virtual	52

CAPÍTULO V - RESULTADOS E LIMITAÇÕES

Figura 5.1 - Visão geral da Casa Virtual	56
Figura 5.2 - Visão do banheiro com os lustres (potência 60Watts) ligados	57
Figura 5.3 - Visão do banheiro com os lustres ligados com uma nova potência definida (15 Watts)	58
Figura 5.4 - Visão do banheiro com lustres e chuveiros ligados e respectivas potências	59
Figura 5.5 - Medidor de indução	59

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A energia elétrica é um bem essencial para a modernidade e fator determinante da qualidade de vida da maioria da população. A matriz energética brasileira (cerca de 95%) é, basicamente, estruturada nas fontes hídricas, que é renovável, devido à riqueza das bacias hidrográficas do país. Entretanto, a implantação de novas usinas hidrelétricas demanda uma quantidade de capital e um tempo de implantação de projetos altamente significativo. Dessa forma, o aumento da capacidade instalada deve ser planejada com tempo suficiente para acompanhar o aumento da demanda do mercado. Como o setor elétrico ficou alguns anos postergando investimentos na geração de energia e a demanda de energia manteve-se alta, em função do aumento do PIB nacional, a capacidade instalada do parque nacional não foi capaz de suprir os consumidores em suas necessidades [13].

A conscientização da população quanto ao consumo de energia em sua residência é de suma importância para que se possa ter uma melhora na qualidade de vida. O consumo residencial, que chega em alguns estados a representar 40% do consumo total de energia, cresce em momentos de expansão econômica, na proporção direta do aumento do nível de

emprego e do poder aquisitivo e, segundo dados do PROCEL [www.eletrobras.gov], estima-se que cada consumidor desperdiça cerca de 10% da energia fornecida, seja por hábitos adquiridos ou uso ineficiente dos eletrodomésticos. Uma das medidas tomadas pelo governo para encaminhar soluções sobre esse problema tem sido fortalecer o PROCEL (Programa de Conservação de Energia Elétrica) [www.eletrobras.gov.br/procel/main_3_2_1.htm], implantado pela Eletrobrás há alguns anos. Buscando conscientizar a população da importância do uso racional da energia elétrica no Brasil, o PROCEL vem atuando, em parceria com os Ministérios de Educação e de Minas e Energia, enxergando que a racionalização do uso de energia permite a obtenção de mais serviços como iluminação, força motriz e calor, evitando o aumento das fontes de energia primárias. Assim, o combate ao desperdício é uma fonte virtual de produção de energia elétrica, sem abrir mão do conforto e dos benefícios que ela proporciona, ou seja, reduzir custos sem perder eficiência e qualidade dos serviços. Como consequência, uma das atuações do PROCEL é no sentido de incentivar professores a agirem como orientadores de atitudes contra o desperdício de energia elétrica, junto aos seus alunos. Com esse intuito, vem capacitando professores de níveis fundamental e médio das redes pública e privada do País. A concretização desse trabalho nas escolas cabe às concessionárias de energia elétrica, que recebem do PROCEL treinamento específico para atuar junto à área de educação.

Como a comunicação mediada por computador vem abrangendo cada vez mais pessoas no nosso dia a dia, tornou-se importante verificar como tal ferramenta pode ser utilizada para a conscientização/educação da população sobre a utilização consciente da energia elétrica [30]. Na WEB – World Wide Web, através da INTERNET, pode-se verificar alguns sites trabalhando em prol da conscientização da população sobre a utilização adequada da energia elétrica [www.nos.com.br, www.eletrobras.gov.br/procel/casa.htm]. Nestes sites, o usuário fornece dados sobre a utilização dos equipamentos elétricos de sua casa, ou da casa

virtual oferecida pelo simulador. São gerados dados diferenciados relativos ao consumo de energia elétrica, tais como, o consumo, a meta, a sobrecarga do sistema elétrico, de acordo com o *software* utilizado que enfoca a utilização da energia em uma residência. Entretanto, estes sistemas não permitem a seus usuários imersão, interação e navegação. Portanto, estes sistemas pouco contribuem para auxiliar o usuário a experienciar (vivenciar) no “mundo” situações diferenciadas de consumo.

1.2 Objetivo do Trabalho

Baseado no contexto apresentado acima, esse trabalho surgiu com o objetivo de **utilizar técnicas de Realidade Virtual (RV) como uma ferramenta auxiliar à educação/conscientização da população sobre a utilização racional de energia elétrica**. A escolha por técnicas de Realidade Virtual fundamenta-se no fato de que se trata de uma tecnologia de ponta, que tem potencial para atender ao requisito educacional de um aprendizado mais participativo [2,3,9]. Isto porque esta tecnologia permite ao usuário não apenas ver ou ouvir sobre o assunto em questão, mas também sentir-se imerso no universo gerado (ambiente tridimensional), e potencialmente atuar nesse universo, simulando ou participando de experiências proporcionadas pelo mundo virtual [10]. Isso porque essa tecnologia permite que o usuário interaja no ambiente tridimensional (3D) simulado por computador, em tempo real [21].

A fim de atingir o objetivo proposto, as seguintes metas de pesquisas foram traçadas:

- Investigar programas computacionais utilizados como treinamento/educação no processo de consumo/economia de energia elétrica, identificando suas principais vantagens e desvantagens;
- Identificar técnicas de Realidade Virtual que possam ser criadas ou usadas para

suportar um ambiente mais interativo e portátil (Internet) como ferramenta educacional no processo de conscientização do consumo de energia;

- Projetar e desenvolver um sistema protótipo a fim de medir a utilidade das técnicas identificadas no item anterior;
- Avaliar o sistema proposto junto a potenciais consumidores.

1.3 Realidade Virtual e Educação

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que consiste em uma combinação de programas computacionais, computadores de alto desempenho e periféricos especializados, que permitem criar um ambiente gráfico de aparência realística, no qual o usuário pode se locomover em três dimensões. Nele objetos gráficos podem ser sentidos e manipulados [18].

Assim, a Realidade Virtual permite a criação de uma interface homem-máquina mais natural e poderosa, possibilitando ao usuário interação, navegação e imersão num ambiente tridimensional sintético gerado pelo computador, através de canais multisensoriais de visão, audição, tato, olfato, ou paladar [4,18,28].

Devido às características multidisciplinar da Realidade Virtual, vastas são as aplicações desenvolvidas com essa tecnologia [15], abrangendo uma infinidade de áreas tais como Medicina, Engenharia, treinamento militar, Educação, entre várias outras. A área de Educação tem muito a ganhar com a Realidade Virtual, tanto no ensino convencional quanto no ensino à distância [12,25]. Algumas aplicações incluindo laboratórios virtuais, encontros remotos de alunos e professores para terem uma aula ou alguma atividade coletiva, participação em eventos virtuais, consulta a bibliotecas virtuais, educação de excepcionais. Há muitas outras aplicações, envolvendo treinamento, cidades virtuais, comércio eletrônico,

modelagem, simuladores, estúdios virtuais, etc. Além disso, novas aplicações surgem a cada dia, dependendo da necessidade e da imaginação de cada um.

Ressalta-se que um grande benefício oferecido por essa interface é que o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser utilizado para manipular o ambiente virtual, possibilitando ao usuário a manipulação de informações através de experiências próximas do real [17]. Isso porque, no ambiente virtual (AV), é possível criar a ilusão de um mundo que na realidade não existe, através da representação tridimensional do ambiente para o usuário. Nesse ambiente, o usuário pode interagir com os objetos do AV, e geralmente, nesses sistemas, as aplicações requerem uma combinação entre a interação do usuário (entrada), simulação do processo no ambiente (computação) e a simulação multi-sensorial [19,20].

Dessa forma, a RV tem potencial para propiciar uma educação como processo de exploração, descoberta, observação e construção da nova visão do conhecimento, oferecendo ao aprendiz a oportunidade de melhor compreensão do objeto em estudo [15,16]. Essa tecnologia, portanto, tem potencial de colaborar no processo cognitivo do aprendiz, proporcionando não apenas a teoria mas a experiencição prática do conteúdo em questão.

A partir desse potencial educacional da tecnologia da RV, mencionado anteriormente, e verificando-se que não existem estudos utilizando essa tecnologia visando conscientizar a população sobre a utilização racional de energia elétrica, optou-se por encaminhar essa pesquisa nessa direção, compreendendo-se que muitos recursos poderiam ser explorados.

1.4 Organização da Dissertação

A dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, que constam a seguir, incluindo esse, intitulado Capítulo 1 – Introdução:

No Capítulo 2, relata-se o levantamento e análise de trabalhos computacionais existentes e correlatos que subsidiaram a concepção da arquitetura proposta para o enfoque educacional da utilização racional da energia elétrica. Analisa-se *softwares* voltados ao processo educacional da utilização da energia elétrica, ambientes virtuais tridimensionais voltados à educação permitindo pouca interação do usuário ao mundo estudado e ambientes virtuais tridimensionais voltados à educação que oferecem uma boa interação do usuário com o mundo estudado.

O Capítulo 3 propõe e descreve a arquitetura definida para o sistema anti-desperdício de energia elétrica.

No Capítulo 4, técnicas utilizadas para a concepção, modelagem e implementação do sistema tridimensional, interativo e educacional, são propostas.

O funcionamento do protótipo gerado através de técnicas de Realidade Virtual é apresentado no Capítulo 5, sendo descrito, também, o processo de avaliação desse protótipo, que foi realizado por um grupo de potenciais usuários do sistema, através da utilização da ferramenta, da observação dessa utilização, e da aplicação de um questionário individual, que analisou aspectos sobre a viabilidade do protótipo, indicando melhorias que encaminham a trabalhos futuros.

O Capítulo 6, resgata os pontos relevantes da dissertação, enumerando futuros melhoramentos para essa pesquisa, destacando a principal contribuição desse trabalho para a ciência.

Por fim, a bibliografia é descrita e, em anexo, seguem os questionários utilizados para a avaliação do protótipo. Esses questionários individuais, que foram avaliados por vários potenciais usuários, foram anexados com o objetivo de melhor explicitar as críticas, sugestões e aplicabilidades sugeridas por cada usuário/avaliador em questão.

1.5 Contribuições

As principais contribuições desse trabalho são:

- Análise de ferramentas educacionais existentes na Internet e pesquisas sobre a utilização racional de energia elétrica.
- Análise de programas e técnicas computacionais que utilizem a Realidade Virtual como ferramenta de ensino e aprendizagem.
- Definição de uma arquitetura que possibilite desenvolver uma ferramenta com fim educacional para auxiliar aos seus usuários na utilização racional de energia elétrica, usando técnicas de RV.
- Desenvolvimento de um protótipo de validação do item anterior.

CAPÍTULO II

TRABALHOS RELACIONADOS

2.1 Introdução

Esse capítulo relata o levantamento e análise dos trabalhos existentes e relacionados com o assunto de estudo desta pesquisa. Foram analisados trabalhos (*softwares*) voltados ao processo educacional da utilização da energia elétrica, ambientes virtuais tridimensionais voltados à educação permitindo pouca interação do usuário ao mundo estudado e ambientes virtuais tridimensionais voltados à educação que ofereceram uma boa interação do usuário com o mundo estudado. Como resultado dessa análise, justifica-se o encaminhamento explorado na construção do sistema proposto nesse trabalho que encontra-se detalhado no próximo capítulo.

2.2 Simuladores de Energia Elétrica na Internet

Pesquisas de Realidade Virtual na área educacional crescem a cada dia nas mais diversas subáreas do conhecimento. Porém, com relação ao uso racional da energia elétrica verifica-se a quase ausência dessas pesquisas na literatura disponível.

Encontrou-se, contudo, na Internet, dois simuladores que voltam-se para a utilização da energia elétrica, os quais são detalhados nas subseções a seguir.

2.2.1 Simulador de Consumo de Energia Elétrica - NOS

O primeiro simulador encontrado, denominado Simulador de Consumo de Energia Elétrica, foi desenvolvido pela empresa NOS Informática (www.nos.com.br), tendo a mesma o objetivo principal de ajudar seus clientes a entender, antecipar e solucionar suas necessidades atuais e potenciais, fornecendo-lhes soluções tecnológicas inovadoras.

Nesse sentido, o simulador em questão ajuda a calcular quanto a residência do usuário está consumindo de energia elétrica, através de simulação visual, conforme Figura 2.1.

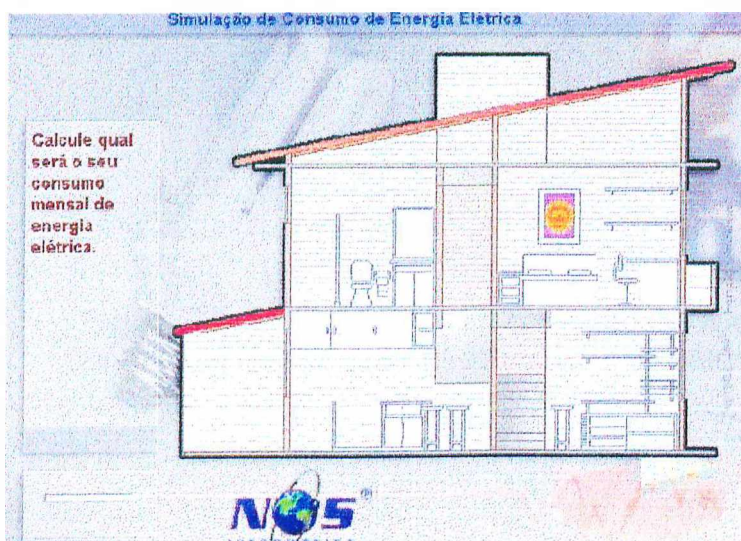


Figura 2.1 – Visão inicial do simulador de consumo de energia

O consumo é exibido graficamente em KWh mensal. À medida que forem sendo informados pelo usuário os eletrodomésticos da residência, o medidor de energia vai sendo atualizado na tela. O software sugere valores médios de consumo por aparelho. Mas, o usuário pode alterar de acordo com os seus próprios aparelhos. Conforme Figura 2.2, o menu Características do Aparelho permite a configuração da quantidade, potência em Watt, tempo

de uso diário ou mensal para cada um dos equipamentos elétricos que poderão ser selecionados pelo usuário, ao arrastar o equipamento para dentro da casa.

Os equipamentos elétricos são visualizados à esquerda da Figura 2.2. É possível visualizar também alguns dos aparelhos elétricos inseridos na casa, e o consumo contabilizado no medidor de acordo com o tempo de uso e potência selecionados para cada equipamento inserido.

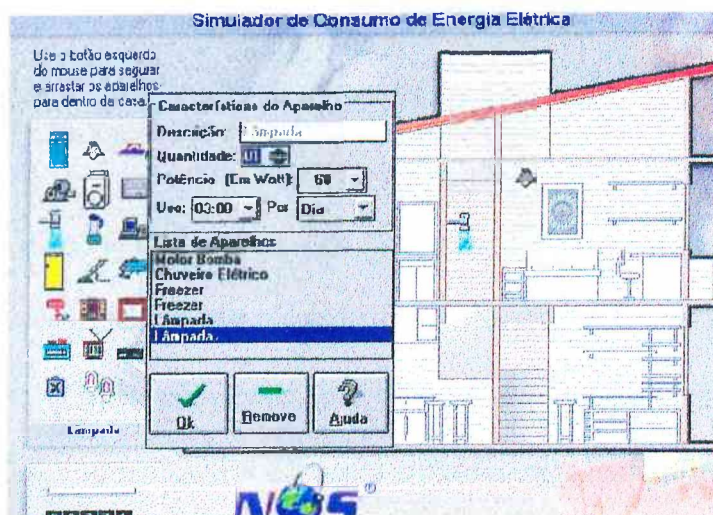


Figura 2.2 – Simulador de consumo de energia permitindo ao usuário a definição dos aparelhos elétricos

Pode-se verificar que esse software permite que o usuário insira o equipamento elétrico em qualquer posição e/ou cômodo da casa. Isso pode ser ilustrado pela geladeira que foi inserida no banheiro e em um posicionamento mais elevado que o chão da casa, conforme Figura 2.3.

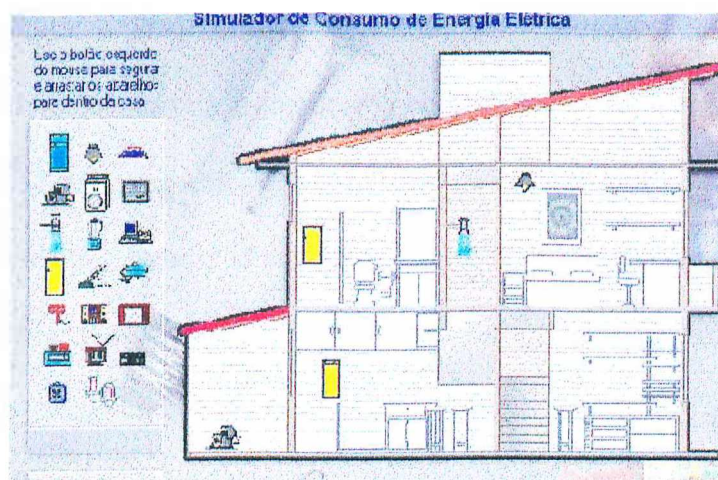


Figura 2.3 – Simulador de consumo de energia com alguns aparelhos elétricos inseridos

O simulador disponibiliza a casa e os seus equipamentos em duas dimensões apenas, não permitindo a navegação ou visualização do ambiente de forma tridimensional. Além disso, o software não oferece animações para cada um dos equipamentos elétricos inseridos pelo usuário na residência, realizando apenas o controle matemático do consumo de energia de cada equipamento selecionado. Dessa forma, não existe uma modelagem física e cinemática para os aparelhos elétricos, restringindo o realismo das cenas.

2.2.2 A Casa do Consumidor - Simulador 3D na Internet

O segundo simulador - A Casa do Consumidor - está disponibilizado no site do PROCEL - <http://www.eletrobras.gov.br/procel/casa.htm>, explicitando ao usuário a seguinte mensagem:

“Desperdício de energia elétrica é coisa séria. E a melhor maneira de deixar bem claro o que pode acontecer quando você sobrecarrega o sistema elétrico de sua casa, é mostrar que o combate ao desperdício é mais fácil do que parece.”

Nesse sentido, o programa, ou jogo (conforme denominação encontrada no site) "A Casa do Consumidor" simula uma sobrecarga no sistema elétrico de uma residência quando o usuário liga muitos dos equipamentos da casa de forma a chegar no limite de sobrecarga para a residência simulada. Assim, o resultado simulado da sobrecarga no sistema pretende possibilitar ao usuário o entendimento do quanto é importante respeitar o limite de consumo de energia de sua residência.

“Para jogar, basta clicar sobre todos os aparelhos elétricos e acompanhar o consumo e a demanda de energia no relógio”. Assim, o equipamento elétrico é ligado dando no aparelho um duplo clique. Após isso a animação do equipamento é acionada, e o consumo de energia elétrica da casa passa a ser computado, somando-se cada um dos aparelhos ligados. Ao navegar sobre cada equipamento elétrico a animação do aparelho é simulada e o consumo (em Watt) do equipamento é mostrado ao seu lado, conforme Figura 2.4.

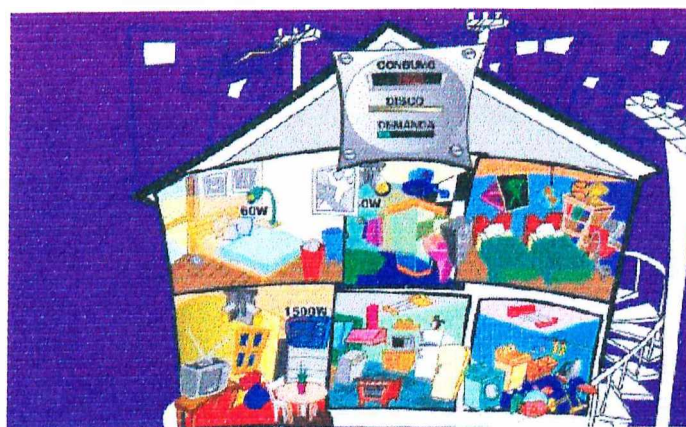


Figura 2.4 – Visão inicial da Casa do Consumidor

Ao ligar muitos dos equipamentos da casa (quase todos), a demanda da casa vai chegando próxima ao limite e o sistema começa a dar um sinal de emergência, atingindo o nível vermelho, até que, no limite, todo o sistema elétrico da casa é desligado, e é fornecida a seguinte mensagem, expressa conforme Figura 2.5.

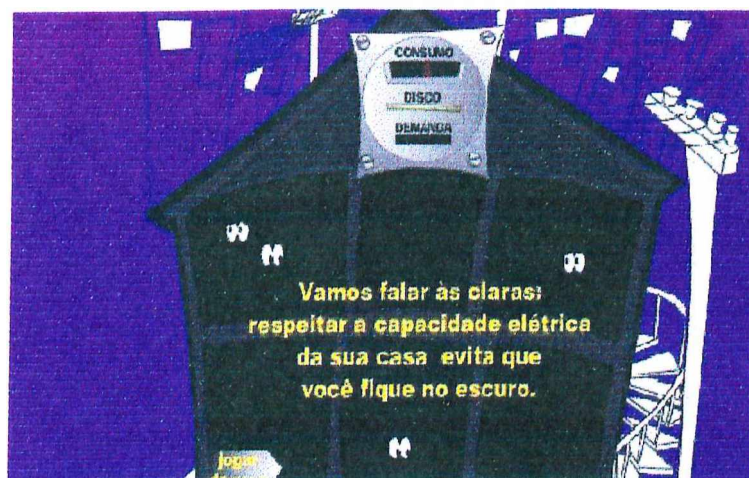


Figura 2.5 – Visão do mundo a Casa do Consumidor com a demanda de energia elétrica no seu limite

Nesse software, verifica-se mais realismo nos aparelhos elétricos da casa, com relação ao simulador descrito na subseção 2.2.1., com animações de som e imagem. Apesar do usuário poder ligar e desligar cada equipamento da casa, conforme o seu desejo, constata-se que toda a interação do usuário com o programa e os aparelhos elétricos restringe-se ao contato de ligar e desligar os equipamentos, não sendo possível por exemplo, mudar voltagem dos mesmos, ou mudar o limite de sobrecarga de cada equipamento e consequentemente da casa toda.

Apesar de, nesse *software*, os equipamentos serem visualizados em 3 dimensões, não é possível a navegação ou visualização em outros ângulos nos ambientes da casa. Assim, verifica-se nesse simulador a “quase” ausência de técnicas de Realidade Virtual, e pouca interação do usuário com o ambiente virtual proposto.

2.3 Mundos Virtuais Educacionais com Interação Limitada

A linguagem VRML (Virtual Reality Language) tem sido amplamente utilizada para o desenvolvimento de mundos tridimensionais [9,24,33]. Alguns desses mundos em VRML podem ser descritos a seguir.

O Laboratório Virtual para Experiências de Eletrônica – LVEE [23] é um ambiente virtual onde os alunos podem experimentar atividades relacionadas a circuitos elétricos e eletrônicos, utilizando os *softwares* Pspice, VRML, Java e EAI. Um applet Java coordena o processo de modificações/atualizações do cenário virtual dos circuitos elétricos. Nesse ambiente, o estudante encontrará uma bancada constituída de materiais necessários para executar a experiência, tais como, componentes eletrônicos, fontes, voltímetros, amperímetros, cabos etc, sendo possível criar determinados parâmetros/propriedades para a visualização do circuito elétrico, tais como valores de resistências, voltagem etc.

A Modelagem de Objetos 3D em VRML: Uma Implementação Multiplataforma Orientada ao Ensino, é um sistema virtual – ATSWorlds [32] desenvolvido com a VRML e Java (Figura 2.6). Nesse ambiente o usuário desenha seus próprios polígonos, para gerar objetos pela técnica de modelagem por *sweep* (varredura), com a possibilidade de ler e gravar arquivos contendo as descrições de polígonos. Esse sistema oferece duas interfaces: 1a. o sistema é executado independentemente, através de uma aplicação independente; 2a. o sistema é executado em um browser, via applet. A interface da applet e da aplicação são muito semelhantes, a diferença básica é que no lugar do botão “Salvar”, na applet existe o botão “Atualizar”, que faz com que o objeto VRML seja gerado e atualizado (recriado) no visualizador do browser, em vez de salvar o objeto em disco.

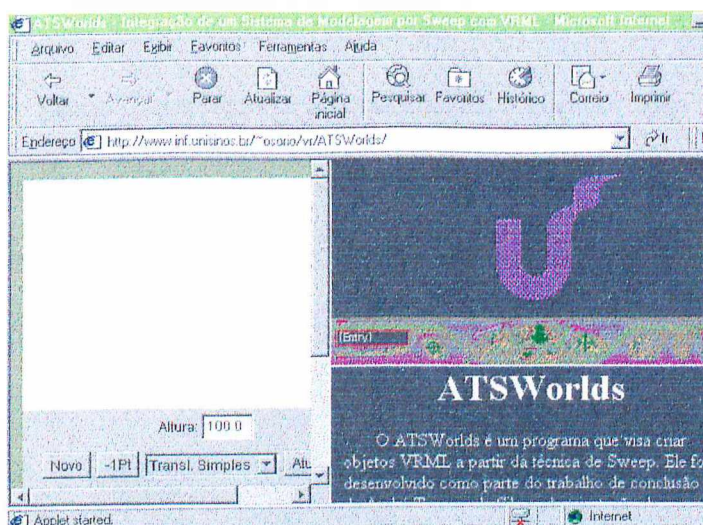


Figura 2.6 – Página inicial do sistema virtual ATSWorlds

O modelo proposto para aplicação da RV não-imersiva no ensino-aprendizagem da matemática – AV MAT^{3D} [26] foi implementado em VRML, Javascript e HTML (documento *frameset* que define o *layout* dos *frames* pertencentes ao hipertexto). O primeiro *frame* do documento contém botões que controlam a forma de exibição da janela, no segundo, encontram-se os objetos modelados em VRML, representando o tópico em estudo, o terceiro *frame* é utilizado para exibir o referencial teórico do conteúdo estudado, e o quarto contém os botões para o aluno construir e modelar os seus próprios objetos 3D.

O aluno, ao navegar no ambiente de aprendizagem proposto, estará, obrigatoriamente, ou na sessão “ambiente familiar” (Figura 2.7.) ou na sessão “representações matemáticas”(Figura 2.8.). Por ambiente familiar subentende-se a abstração que o aluno pode fazer da situação proposta. Nesse ambiente, o aluno pode navegar apenas no mundo virtual criado, sem interagir com os objetos pertencentes a ele.

Na sessão “representações matemáticas”, os objetos “reais” (do ambiente familiar) são apresentados como representações abstratas (matemáticas), com o objetivo de mostrar ao estudante que a visualização dos objetos, realizada na sessão “ambiente familiar” pode ser feita, também, na sessão “representações matemáticas”, mudando-se apenas a forma de

representação dos objetos. Assim, por exemplo, o que era uma parede de uma casa (ambiente familiar) tornar-se-á um plano (representação matemática), ou um fio de alta-tensão da iluminação pública (ambiente familiar) tornar-se-á uma reta (representação matemática).

Em todo o momento da navegação, o aluno poderá deslocar-se entre os objetos modelados em VRML (conteúdo em 3D) e os textos explicativos sobre o conteúdo abordado (conteúdo em 2D).

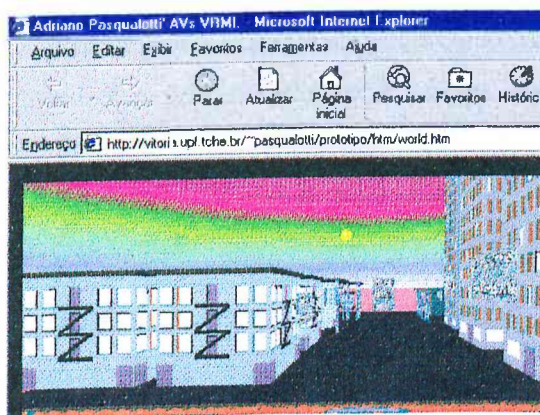


Figura 2.7 - Passeio arquitetônico no “ambiente familiar” do MAT^{3D}

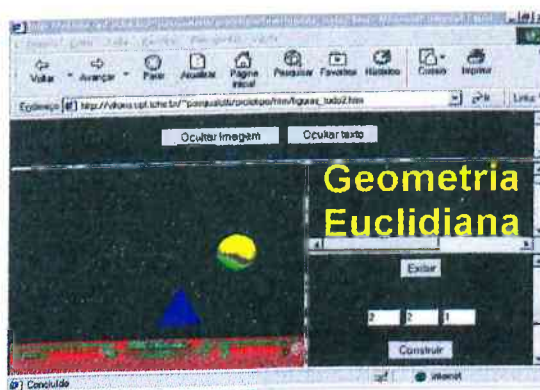


Figura 2.8 – Sessão de representações matemáticas do MAT^{3D}

A VRML Gallery of Eletromagnetism [31] oferece um conjunto de mundos estáticos em VRML, que mostra experimentos de física, tais como vetores de campo elétrico, vetor de campo magnético, carga bipolar. A Figura 2.9 ilustra esse ambiente virtual estático, mostrando o vetor elétrico da carga em um ponto.

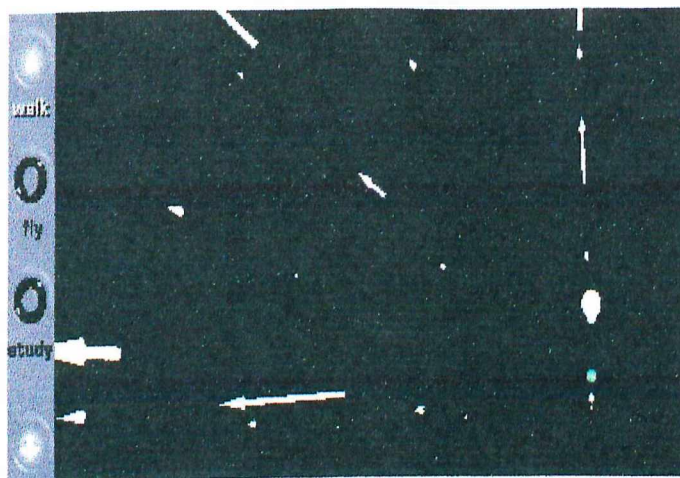


Figura 2.9. – Mundo Virtual Estático – vetor carga elétrica

Para criar modelos dinâmicos aos circuitos integrados, Ost et al [5] desenvolveram um trabalho utilizando VRML. Esse modelo converteu descrições em 2D para arquivos VRML, incluindo o comportamento elétrico de toda a estrutura do circuito.

De acordo com os trabalhos relacionados anteriormente, é possível notar que uma quantidade significativa de pesquisas tem sido desenvolvidas em VRML para suportar sistemas de aprendizagem. Porém, é notado também, que muitos dos sistemas permitem ao usuário apenas a criação e visualização de objetos tridimensionais, impossibilitando-o de modificá-los após a criação do experimento virtual. Um considerável índice de interação com os objetos tridimensionais criados, que justifique ainda mais o uso de RV, infelizmente não é suportado nesses sistemas, o que pode inibir a criatividade do usuário ao simular o experimento.

2.4 Mundos Virtuais Educacionais com Maior Interação com Usuário

O sistema protótipo, apresentado em um ambiente virtual (concebido em VRML e Javascript), permite a visualização e corte de poliedros [3], para auxiliar o processo cognitivo

do aprendizado em Geometria Espacial. Nesse ambiente, é possível que o usuário selecione três pontos em um poliedro virtual para definir o plano de corte do objeto tridimensional, conforme Figura 2.10. A partir de então, esse corte divide o objeto tridimensional inicial em dois novos sólidos (Figura 2.11), sendo possível ao usuário manipulá-los independentemente, permitindo a sua interação com os objetos gerados, conforme ilustra Figura 2.12.

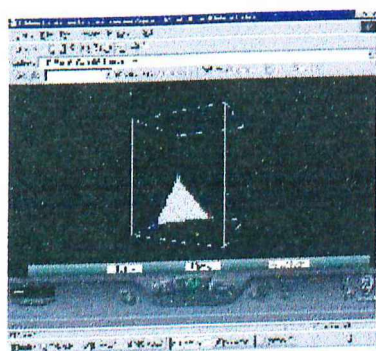


Figura 2.10 - Definindo o plano de corte

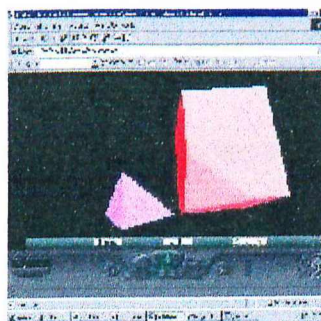


Figura 2.11 - Objeto 3D dividido em 2 novos sólidos

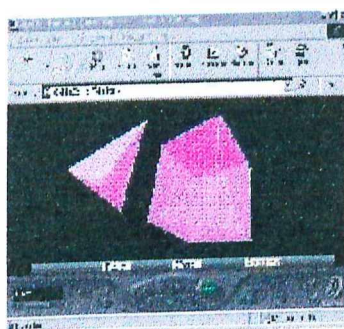


Figura 2.12 - Usuário interagindo com os objetos gerados

O Laboratório Virtual para Experimento de Física [6], desenvolvido com VRML, Java e Javascript, possui uma interface voltada para o domínio da física – mecânica. O ambiente oferece objetos específicos para que o usuário desenvolva um experimento relativo à Segunda Lei de Newton. O usuário poderá escolher diferentes cenários de fundo, tais como grama, areia, etc, que afetarão o comportamento dos objetos da cena. Como exemplo, um carro andando em chão de grama terá mais dificuldade em se locomover do que o mesmo carro andando em uma rodovia. Poderá, ainda, selecionar objetos virtuais e alterar as propriedades/valores desses objetos, tais como, massa, força, posição, tempo de duração. Para

simular a Segunda Lei de Newton o usuário pode também criar dois pequenos carros e aplicar forças iguais a ambos, e definir os componentes e propriedades específicas para esses objetos do cenário.

A Figura 2.13 ilustra um experimento virtual relacionado com o Princípio Fundamental da Dinâmica -Segunda Lei de Newton - em que o professor/aluno pode inserir e definir corpos - aqui representados por carrinhos - de massas diferentes e simular a aplicação de forças iguais em massas diferentes, gerando diferentes acelerações. Ressaltando que o usuário concebe o cenário como desejar, colocando quantos corpos quiser, modificando o piso onde os corpos mover-se-ão ou alterando o tempo de amostra da aplicação de uma força constante.

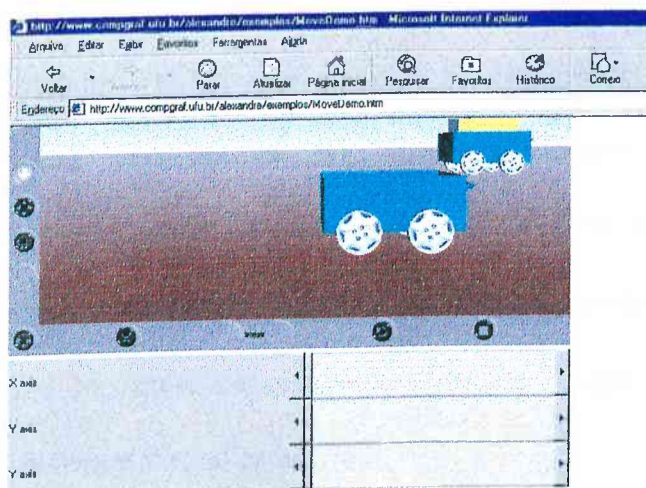


Figura 2.13 – Experimento virtual – 2ª Lei de Newton

Verifica-se, nesses dois ambientes virtuais, anteriormente descritos, a possibilidade não apenas de criação e visualização do objetos tridimensionais, mas também a interação do usuário com o mundo criado, permitindo a simulação de outras características e propriedades para o objeto virtual em estudo. Possibilitando, portanto, um maior grau de interação e combinação de simulações do usuário com o ambiente em estudo.

2.5 Sumário e Conclusões

Analisando os sistemas apresentados anteriormente, verifica-se uma grande carência de *softwares* educacionais voltados à utilização racional de energia elétrica, e dentre os existentes, nota-se a limitação de ambientes 2D para a simulação do consumo de energia ou ambientes 3D com pouca exploração das técnicas de Realidade Virtual, possibilitando apenas a visualização do mundo e o acionamento de certos objetos elétricos animados. Isto impossibilita a navegação e uma interação maior do usuário com os objetos em estudo. A limitação desses ambientes propostos restringe a atração do software educativo, pois limita a liberdade de atuação do usuário através da ferramenta e consequentemente a sua criatividade.

Essa pouca interação do ambiente virtual 3D com o usuário também foi observada em muitos dos mundos virtuais 3D voltados à educação, permitindo, em geral, apenas que o usuário crie e visualize seus objetos 3D, impossibilitando-o de alterar determinadas propriedades desses objetos, após a sua criação. Isto acarreta ao usuário a restrição de combinações de simulações, e restrição das suas experimentações no mundo.

Na subseção 2.4 destaca-se dois ambientes virtuais 3D que oferecem ao usuário uma boa interação com o ambiente virtual estudado.

De acordo com Fagundes [11], nos estudos de psicologia genética é constatado que “novos conhecimentos não provêm nem da sensação, nem da percepção isoladas, mas da ação inteira da qual a percepção constitui somente a função de sinalização”. Piaget [27], sublinha através da continuidade de seus estudos que “o próprio da inteligência não é contemplar, mas “transformar”, e o seu mecanismo é essencialmente operatório”. Portanto, se as operações consistem em ações interiorizadas e coordenadas em estruturas de conjuntos reversíveis, e se deseja considerar o aspecto operatório da inteligência humana, é pois da própria ação, e não somente da percepção, que se convém partir.

Dessa forma, verificando-se a importância da valorização das ações interiorizadas do usuário junto ao objeto em estudo e constatando-se as limitações dos muitos sistemas acima relacionados, através desse resumo, esse trabalho propõe uma investigação do uso de técnicas de RV, visando auxiliar o processo educacional da utilização eficiente de energia elétrica. O estudo dessas técnicas de RV permitirá um maior grau de interação do usuário com o ambiente virtual proposto, por entender que as possibilidades de interações oferecidas pelo sistema ao usuário contribuirão mais intensamente para o processo educacional da utilização sem desperdício de energia elétrica.

Como resultado da pesquisa, um sistema protótipo, que possibilita ao usuário a simulação e interação com o consumo de energia elétrica em residências foi concebido e, é detalhado no próximo capítulo.

CAPÍTULO III

ARQUITETURA PROPOSTA PARA O SISTEMA

3.1 Introdução

A partir dos *softwares* educacionais analisados no capítulo anterior (simuladores de energia elétrica encontrados na Internet, ambientes virtuais educacionais 3D que permitem pouca interação do usuário e alguns que permitem uma boa interação do usuário), foi possível conceber uma arquitetura para um sistema que ofereça ao usuário a percepção de evitar o desperdício de energia elétrica.

Essa arquitetura foi concebida para aproveitar os recursos oferecidos pela tecnologia da Realidade Virtual, e, mais especificamente, das linguagens VRML e JavaScript. Esses recursos são utilizados no ambiente virtual para gerar os objetos do mundo virtual, as suas animações, além de gerar o funcionamento e controle, em tempo de funcionamento, da energia elétrica na casa virtual, permitindo ao usuário interagir com os objetos elétricos da casa.

Esse Capítulo, portanto, tem a função de apresentar e descrever o projeto da arquitetura supra-mencionada.

3.2 Arquitetura do Sistema

A arquitetura proposta para o sistema é mostrada na Figura 3.1.

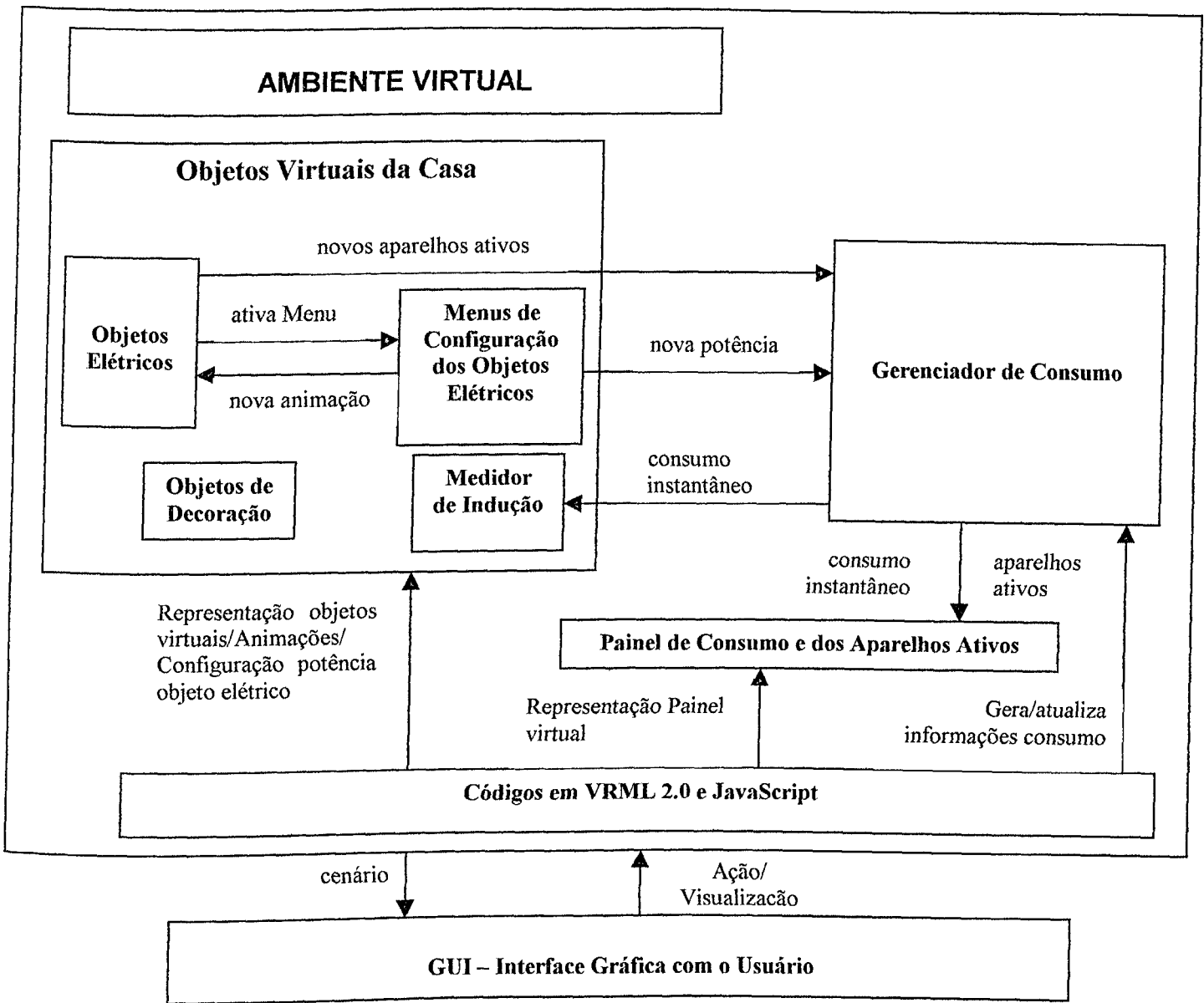


Figura 3.1 – Arquitetura do sistema proposto

O Ambiente Virtual proposto é formado por vários blocos, sendo eles: o bloco dos Objetos Virtuais da Casa, o bloco Gerenciador de Consumo; e o bloco do Painel de Consumo

Instantâneo e dos Aparelhos Ativos na Casa Virtual. Todo o Ambiente Virtual é gerado e atualizado a partir de Códigos em VRML 2.0 e JavaScript.

A Interface Gráfica com o Usuário - GUI ou Ambiente de Criação oferece ao usuário o cenário do Ambiente de Virtual supra-citado, permitindo a sua visualização, navegação e interação (ação) no mundo virtual.

3.2.1 Objetos da Casa Virtual

Os Objetos da Casa Virtual contém um conjunto de objetos definidos, que abrangem os Objetos de Decoração da casa, os Objetos Elétricos, os Menus de Configuração dos Objetos Elétricos, e o Medidor de Energia Elétrica da Casa.

Como Objetos de Decoração da casa virtual expressa-se: - os móveis dos diversos cômodos, tais como cama, criado de quarto, mesas, entre outros; - os objetos de acabamento de determinados cômodos, tais como pias, torneiras, vaso sanitário, descarga, etc; - além da própria estrutura da casa, como as paredes, chão, teto, telhado, muros. Cada desses Objetos de Decoração são criados e representados no mundo virtual através de códigos em VRML.

Como Objetos Elétricos escolheu-se alguns dos equipamentos elétricos que consomem muita energia, tais como o chuveiro, o microondas, o ar condicionado. Escolheu-se ainda, outros equipamentos elétricos que freqüentemente são utilizados em residências, tais como televisão, lâmpadas, geladeira etc. Esses objetos também são gerados/representados na Casa Virtual através de Códigos VRML. Além disso, esses objetos recebem o tratamento de animação, quando o usuário aciona o interruptor correspondente ao objeto selecionado para ser ligado. Esse processo é controlado pelas funções JavaScript, que enviam aos nós VRML eventos para ativar/desativar essas animações. Uma vez ligado o equipamento elétrico funções JavaScript passam a controlar o consumo de energia da Casa Virtual.

Com os Menus de Configuração dos Objetos Elétricos é possível ao usuário alterar a potência de determinados Objetos Elétricos da casa, tornando-os mais econômicos ou não.

Os Menus também foram gerados/representados por códigos VRML, que aparecem na Casa Virtual, - Menus Ativos-, quando o usuário sobrepõe com o *mouse* o equipamento elétrico. Uma vez disponibilizado no mundo, o usuário pode selecionar uma nova potência para o equipamento elétrico, que gerará um novo consumo para esse aparelho, e a modificação das características de animação de determinados objetos elétricos. Todos esses controles de potência para o objeto elétrico acontece através de funções JavaScript, enviando eventos para os nós VRML.

O Medidor de Energia Elétrica da Casa, expressa o consumo de energia elétrica tal qual é expresso no medidor de indução ciclométrico real de uma residência. Também esse Medidor foi representado e animado por nós VRML. Essa animação acontece a partir do cálculo instantâneo do consumo elétrico da Casa Virtual, gerado por um Script VRML do bloco Gerenciador de Consumo, que gira as roldanas do medidor e mostra no visor desse Medidor o número atualizado a cada segundo.

Todos os objetos incluídos no bloco dos Objetos Virtuais da Casa propiciam ao usuário a interação direta¹ com o mundo virtual [4]. É a exploração desse tipo de interação que possibilita a imersão do usuário em um ambiente semi-imersivo, além de possibilitar a interferência/atuação do usuário, de acordo com o seu desejo, no mundo virtual proposto.

¹ É a forma de interação que habilita o usuário, quando imerso no mundo virtual, a agir diretamente com os objetos virtuais do mundo, por exemplo, ligando um objeto elétrico de um ambiente, pressionando um botão liga/desliga do objeto.

3.2.2 Gerenciador de Consumo

O bloco Gerenciador de Consumo é responsável por gerenciar todo o consumo elétrico da Casa Virtual, uma vez que o usuário pode ligar ou desligar qualquer aparelho elétrico da casa. Dessa forma, o consumo individual de cada aparelho e o consumo total da Casa Virtual é controlado e atualizado sincronamente durante o tempo de execução, gerando o consumo instantâneo total da Casa Virtual.

3.2.3 Painel de Consumo e dos Aparelhos Ativos

Esse bloco é um dos responsáveis por fornecer ao usuário, em forma de painel, as informações atuais e instantâneas, relativas ao consumo de energia elétrica da Casa Virtual.

Esse painel que mostra o Consumo Elétrico, os Aparelhos Elétricos Ativos na Casa e respectivas potências, não está imerso no ambiente da Casa Virtual. Utilizou-se essa estratégia a fim suportar a interação indireta² do usuário, possibilitando-o visualizar sempre, independentemente do ambiente que estiver navegando, as informações sobre o consumo elétrico da casa, e sobre os equipamentos elétricos ligados. Esse Painel, gerado através de códigos VRML, recebe mensagens, de funções Script que calculam o consumo, também do bloco Gerenciador de Consumo, mostrando, a cada segundo, o consumo instantâneo da Casa Virtual, e todos os Aparelhos que estão ligados naquele instante, e respectivas potências.

² É a forma de interação que habilita o usuário a participar do mundo virtual sem estar imerso nele, por exemplo, visualizando, através de um painel fora do mundo de imersão, informações numéricas relacionadas ao mundo virtual

3.2.4 Códigos VRML 2.0 e JavaScript

Conforme já mencionado, toda essa biblioteca de objetos foi implementada utilizando-se códigos VRML e JavaScript. Isso porque, a linguagem VRML é o padrão ISO para a representação de informações tridimensionais na Internet [1,24]. O padrão VRML representa um formato robusto, não proprietário e bastante apropriado para o intercâmbio e publicação de informações tridimensionais na Web, além disso é uma linguagem independente de plataforma, sendo, a criatividade de quem a utiliza, o limite para a construção de ambientes virtuais. A linguagem permite a navegação pelo mundo virtual, a interação com esse mundo, e a visualização dos objetos a partir de vários ângulos diferentes.

Dessa forma, cada código desenvolvido para os Objetos do Mundo Virtual, tem um conjunto de propriedades geométricas específicas, tais como dimensões, posições, etc. Além disso, os Objetos Elétricos têm propriedades físicas, dependendo das características elétricas peculiares a cada Objeto Elétrico no mundo real, como emissão de luz, movimento do ar etc.

O sistema foi desenvolvido para simular, em “tempo real”³, propriedades físicas e elétricas para cada Objeto Elétrico da casa, no momento em que forem acionados (ligados) pelo usuário, sendo o bloco Gerenciador de Consumo o grande responsável por todos esses controles elétricos relativos ao consumo de energia da Casa Virtual.

Funções em JavaScript foram inseridas nos códigos VRML, e os nós *scripts* foram utilizados para auxiliar a definição das modificações nas propriedades dos Objetos Elétricos, em resposta às ações do usuário[1,14].

Essas ações/interações do usuário com o sistema incluem toque nos interruptores dos equipamentos elétricos (botões de controle), toque nos Menus de Configuração do Objetos Elétricos, ou toque no Painel dos Aparelhos Ativos. A partir de cada uma dessas

ações/interações, o sistema pode ser modificado, de acordo com a intenção desse usuário. Por exemplo, com relação ao toque nos interruptores, se o usuário acionar o interruptor de uma lâmpada (com um toque no objeto do mundo virtual), o ambiente, no qual a lâmpada se encontra, será iluminado. Caso acione novamente o interruptor, a iluminação inicial é reestabelecida, ilustrando-se que a lâmpada foi apagada.

Com relação ao toque nos Menus de Configuração do Objetos Elétricos, a seguinte situação pode ser ilustrada: se o usuário sobrepuser a lâmpada anteriormente mencionada, um menu de configuração possibilitará que esse usuário escolha uma nova potência para esse objeto elétrico, modificando a sua iluminação, e o seu consumo de energia.

Ao tocar o painel dos Aparelhos Ativos, o usuário visualizará todos os Objetos Elétricos que estão ligados na Casa Virtual, e as suas respectivas potências.

Portanto, todo o controle do funcionamento desse sistema, ilustrado anteriormente, foi propiciado pelos efeitos interativos dos nós VRML, e das funções da linguagem JavaScript, inseridas no código VRML, que refinaram as interações e animações oferecidas pela linguagem VRML, oferecendo a essas animações uma aspecto e controle peculiar.

3.3. Sumário e Conclusões

A partir da análise, relatada no Capítulo 2, dos simuladores de consumo de energia disponibilizados na Internet, e dos *softwares* voltados à aplicações educacionais utilizando a tecnologia da Realidade Virtual foi possível conceber uma arquitetura para um sistema educacional que auxilie a percepção do usuário a consumir menos energia elétrica, explorando, entre outras, técnicas de interação da RV.

³ O termo “tempo real” está sendo utilizado aqui não no sentido de que o sistema responde exatamente no limite mínimo de tempo para considerar-se a resposta do sistema em tempo real, mas sim, para expressar que o sistema simula para o usuário uma resposta imediata à sua ação.

Nessa arquitetura criou-se/representou-se com a VRML todos os Objetos de uma Casa Virtual e o Pannel de Consumo Instantâneo e dos Aparelhos Ativos.

Funções JavaScript foram adequadas para definir e gerenciar todo o consumo elétrico da Casa Virtual, e para oferecer um controle de animação mais inteligente a muitos dos objetos da Casa. A gerência do consumo elétrico da casa em “tempo real” e das animações foram propiciadas não apenas pelas funções JavaScript, mas pela compatibilidade dessa linguagem com a VRML, que possibilitou o envio/ recepção de eventos para/dos nós VRML.

Dessa forma, as linguagens VRML e JavaScript mostram-se adequadas a efetivação da arquitetura para um protótipo educacional anti-desperdício que utiliza técnicas de RV, e fornece uma boa interação com o usuário/educando. Especialmente, essas ferramentas destacaram-se em relação as demais por propiciar a disponibilização do protótipo na Web.

O próximo capítulo descreverá as técnicas utilizadas, desde a concepção, incluindo a modelagem, chegando à implementação da arquitetura proposta nesse capítulo.

CAPÍTULO IV

MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO

4.1 Introdução

Esse capítulo tem por objetivo descrever as técnicas utilizadas para a concepção, modelagem e implementação do protótipo que simula o consumo de energia em um mundo tridimensional, permitindo ao usuário uma maior interação nesse mundo, a fim de perceber como poderia evitar o desperdício de energia.

4.2 O Ambiente de Simulação

O sistema desenvolvido permite que o usuário ligue os equipamentos elétricos da casa virtual, considerando as suas especificações de potência. Por exemplo, uma lâmpada elétrica pode ser configurada para 11 Watts, 15 Watts, 40 Watts, 60 Watts ou 100 Watts; o chuveiro pode estar no frio (0 Watts), no morno (3200 Watts) e no quente (5400 Watts). Quando o usuário altera a potência do equipamento elétrico ele pode analisar uma série de possibilidades de consumo de energia para a casa virtual. Assim, esse sistema não oferecerá um modelo para “o uso adequado de energia elétrica” ou um

conhecimento pronto e acabado, mas uma ferramenta que propiciará ao usuário um recurso para investigar como evitar ou não o desperdício de energia elétrica no mundo virtual e, conseqüentemente, no mundo real. Importante perceber que dentro de uma casa real é muito difícil visualizar e experimentar como ocorre o consumo dos seus equipamentos elétricos.

4.3 A Concepção/Modelagem do Mundo Virtual

A Figura 4.1 mostra a estratégia *top-down* utilizada para conceber/modelar a simulação da casa virtual. Cada função de um objeto mais genérico foi decomposta em funções menores, efetuando-se sucessivos refinamentos, até cada função tornar-se suficientemente simples para ser codificada.

Assim, pensou-se, primeiramente, na casa virtual. Mas, essa casa precisaria ser subdividida ou pormenorizada em cômodos, os quais foram definidos. Após isso, necessita-se detalhar esses ambientes. Dessa forma, foram identificados os objetos individuais que deveriam estar em cada cômodo.

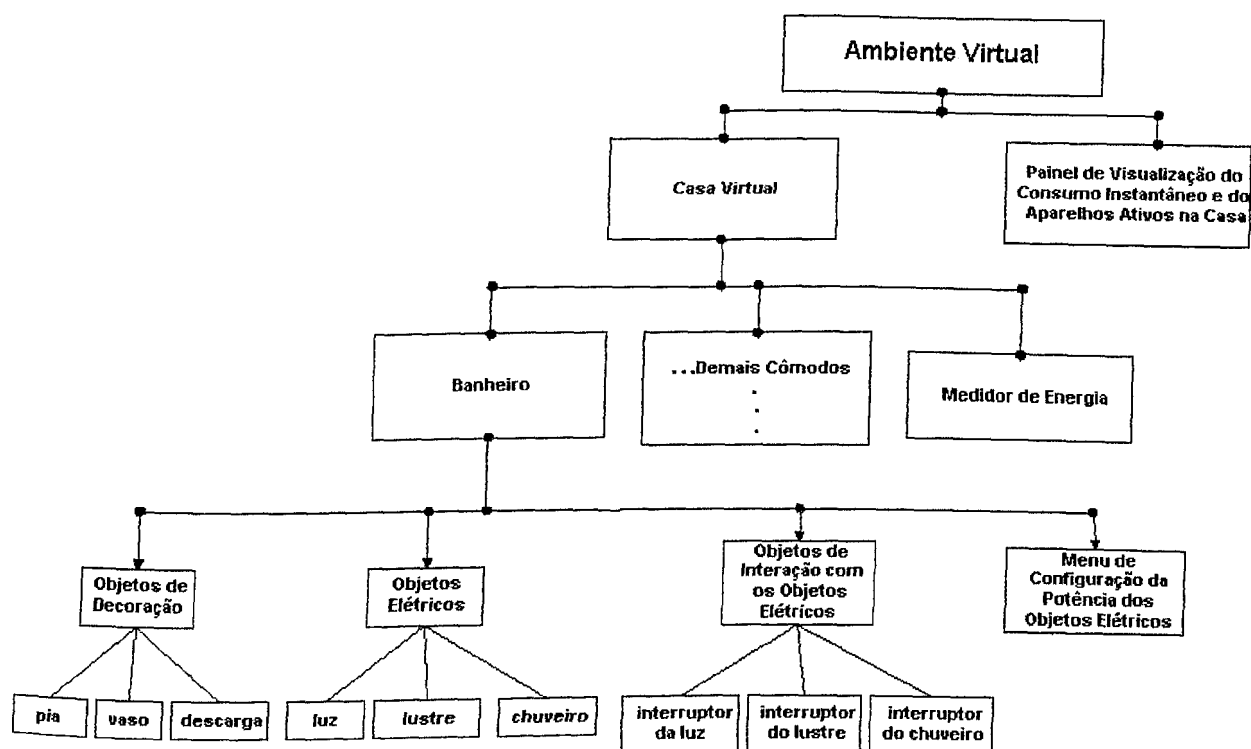


Figura 4.1 – Grafo da Cena

O mundo virtual, portanto, foi composto da Casa Virtual (ambiente virtual onde o usuário poderá estar imerso e interagindo) do Painel de Consumo Elétrico e dos Aparelhos Ativos, responsável não pela interação/imersão do usuário, mas por mantê-lo constantemente informado sobre o consumo de energia e outras informações relativas a esse consumo e às suas interações no mundo virtual.

A Casa Virtual foi modelada com os seguintes cômodos: um banheiro, um quarto, uma cozinha, uma sala de estar e uma sala de jantar. Sendo indicados, a seguir, os seguintes objetos individuais (identificados por categorias) pertencentes a cada cômodo:

Banheiro:

- objetos de decoração - pia, vaso sanitário, descarga;
- objetos elétricos – chuveiro, 2 lustres, lâmpada do teto;

- objetos de interação com os objetos elétricos – interruptores da lâmpada do teto, dos lustres, e do chuveiro;
- menus para configuração da potência da lâmpada do teto, e dos lustres;

Quarto:

- objetos de decoração – cama de casal, mesa de leitura, cadeira;
- objetos elétricos – ar condicionado, lâmpada do teto, lustre para leitura;
- objetos de interação com os objetos elétricos – interruptores da lâmpada do teto, do lustre para leitura, e do ar condicionado;
- menus para configuração da potência da lâmpada do teto, do lustre para leitura e do ar condicionado;

Cozinha:

- objetos de decoração - pia, mesa do microondas;
- objetos elétricos – microondas, geladeira, lâmpada do teto;
- objetos de interação com os objetos elétricos – interruptores da lâmpada do teto, do microondas e da geladeira;
- menu para configuração da potência da lâmpada do teto;

Sala de Estar:

- objetos de decoração – mesa de almoço, 6 cadeiras;
- objetos elétricos – lâmpada do teto;
- objetos de interação com os objetos elétricos – interruptor da lâmpada do teto;
- menu para configuração da potência da lâmpada do teto;

Sala de Jantar:

- objetos de decoração – sofá grande, sofá médio;
- objetos elétricos – lâmpada do teto, televisão;
- objetos de interação com os objetos elétricos – interruptores da lâmpada do teto, e da televisão;
- menu para configuração da potência da lâmpada do teto.

Além dos objetos de decoração definidos anteriormente, para cada cômodo, foram considerados, para essa categoria de especificação: os muros, as paredes, os chãos, os tetos, e os telhados da casa, além do medidor de indução ciclométrico.

Utilizou-se modelos arquitetônicos [35], para modelar os objetos individuais constituintes dos cômodos da casa virtual, supracitados, e definir o posicionamento e tamanho de cada cômodo da casa, gerando a planta da casa virtual.

O método CSG (*Constructive Solid Geometric*) – Geometria Sólida Construtiva [12] foi adotado para representar, por construção, cada objeto individual do mundo virtual. Assim, objetos mais complexos foram compostos de primitivas geométricas através de transformações no espaço e operações booleanas regularizadas.

A linguagem VRML possibilitou esse trabalho porque oferece ferramentas que facilitam a criação e utilização de objetos geométricos 3D, com formas e atributos previamente definidos [7]. Algumas das primitivas oferecidas por essa linguagem e utilizadas nesse protótipo foram esferas, cubos, cilindros, cones. Muitas delas (quase todas), sofreram transformações como rotação, translação e/ou mudança de escala. Essas transformações foram utilizadas tanto para posicionar as primitivas no espaço, quanto modificar a sua geometria para gerar objetos específicos.

Após transformar e posicionar devidamente as primitivas constituintes de um objeto da casa, foi utilizada a união (operação booleana) das diversas primitivas geradas para combinar e criar o modelo final de cada objeto da casa virtual.

Para ilustrar a utilização do método CSG para representar um objeto da casa virtual, utilizaremos a luminária do teto do quarto (Figura 4.2), com o respectivo código em VRML 2.0, que bem expressa o método utilizado para a criação dos outros objetos supra-citados da casa virtual. Para a construção dessa lâmpada foram utilizadas as seguintes primitivas: dois cilindros e uma esfera.

É possível verificar, através da Figura 4.2 e código abaixo, que o cilindro que representa o fio que une o bulbo da lâmpada do teto, não precisou de modificação na sua escala, nem ser rotacionado. Apenas foi necessário, a definição do seu raio e altura, e a transformação de translação, posicionando-o no espaço.

Com relação ao cilindro imediatamente abaixo do anterior, houve o transformação de rotação, para conseguir a posição adequada à representação desse tipo de luminária, quando todas as peças (primitivas) forem unidas. Quando esse cilindro foi transladado na posição adequada para representar a luminária, aconteceu a união das duas primitivas citadas.

Finalmente, a esfera, que representa o bulbo da lâmpada sofreu mudança de escala, com relação ao eixo X. Posicionando-a no espaço, através da translação, obtém-se a união completa das primitivas, gerando a luminária – objeto utilizado para representar a lâmpada do teto do quarto.

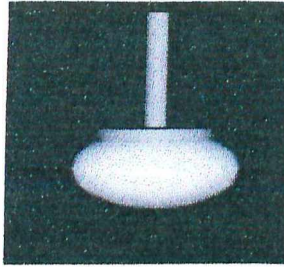


Figura 4.2 – Luminária do teto quarto

```

#Código VRML 2.0 da luminária do teto do quarto#
#Construção CSG da luminária através de operações booleanas da VRML#
#fio teto#
Transform{
  translation 0 0 0
  children[
    Shape{
      #cor cinza
      appearance DEF cinza Appearance{
        material Material{diffuseColor .7 .7 .7} }

      geometry Cylinder {
        radius 0.08
        height .8
        side TRUE
        bottom TRUE
        top TRUE }}}
#encaixe fio lampada#
Transform{
  translation 0 -0.435 0
  children[
    Shape{
      #cor cinza
      appearance DEF cinza Appearance{
        material Material{diffuseColor .7 .7 .7}}

      geometry Cylinder {
        radius .4
        height 0.07
        side TRUE
        bottom TRUE
        top TRUE }}}
#bulbo da lampada#
Transform{
  translation 0 -.7 0
  scale 2 1 1
  children[
    Shape{
      #cor cinza
      appearance DEF cinza Appearance{
        material Material{diffuseColor 1 1 1}}
      geometry Sphere {radius .3 } } ] }

```

Por esse método de representação/modelagem geométrica, todos os objetos da casa virtual, foram modelados, implementados, e gerados no ambiente virtual.

Além da modelagem dos objetos como sólidos geométricos, a VRML possibilitou, atribuir propriedades físicas, tais como, a de inserção de texturas, cores, e transparências aos objetos criados. Animações das formas e atributos, também foi possibilitada por essa linguagem, conforme veremos mais a frente [7].

Na fase de implementação utilizou-se a estratégia *bottom-up* [8,22,29,34]. Inicialmente, cada objeto singular de um cômodo foi implementado separadamente. Então, cada um desses objetos foi acoplado ao seu cômodo característico, gerando um cômodo específico da casa com todos os seus objetos. A Figura 4.3. ilustra o cômodo Banheiro, com seus respectivos objetos. E, a casa virtual completa – com todos os cômodos acoplados e respectivos objetos, é ilustrada na Figura 4.4.



Figura 4.3 – Visão do Banheiro

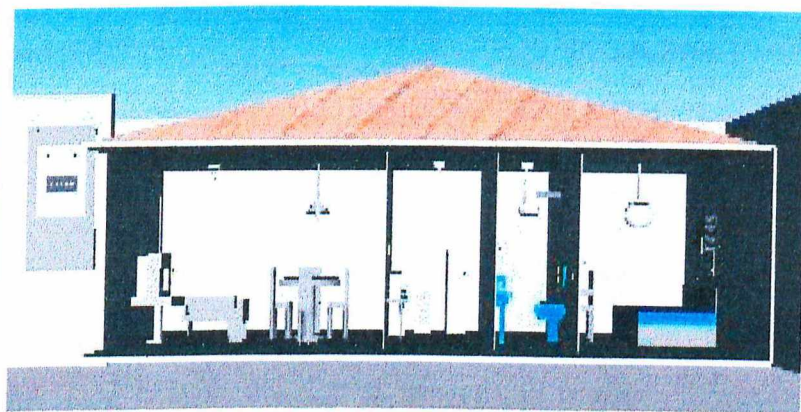


Figura 4.4.- Visão da Casa Completa

Alguns dos objetos, na individualidade, foram reutilizados em mais de um cômodo, ou no mesmo cômodo. Tal situação pode ser exemplificada através do objeto cadeira (Figura 4.5), que encontra-se na sala de jantar ao redor da mesa de refeição, em posições diferenciadas nesse ambiente, e no quarto, à frente da mesa de leitura.(Figura 4.4). Esse objeto específico é único, encontra-se em um arquivo wrl, e, pode ser

reutilizado. Sendo reutilizado, assim como as primitivas, pode sofrer transformações e operações booleanas.



Figura 4.5 – objeto cadeira

4.4 A Implementação do Controle da Energia Elétrica da Casa Virtual

A estratégia *top-down*, utilizada para modelar/conceber os objetos tridimensionais do mundo virtual, também foi utilizada para controlar o consumo de energia de cada equipamento elétrico da casa virtual.

Dessa forma, primeiramente, pensou-se no controle do consumo de energia geral da casa virtual, que só seria controlado se houvesse o consumo dos objetos elétricos individuais, por segundo. Assim, definiu-se a soma de todos os consumos dos equipamentos elétricos sendo contabilizada instantaneamente: caracterizando um controle centralizado de consumo elétrico para a casa virtual. Contudo, tornou-se necessário, decompor os componentes de interface com o usuário, a fim de determinar o consumo individual de cada equipamento elétrico.

O valor de consumo de cada equipamento elétrico, com a sua respectiva potência, inicializada com um valor padronizado para a especificidade do equipamento, é controlado por um *script* VRML. Esse *script* possui uma série de funções, desenvolvidas em JavaScript, no código VRML, que contabilizam, por segundo, durante o tempo de execução do programa, o consumo de cada equipamento elétrico que está consumindo energia, ou seja, que foi ligado (acionado) pelo usuário. Quando o

equipamento elétrico não estiver ligado (acionado) ou foi desligado pelo usuário, o consumo contabilizado para esse equipamento, a cada instante, equivale a zero.

A seguir são ilustradas as funções *script* e roteamentos de eventos que controlam o consumo individual da luminária do teto do quarto (potência inicial da luminária = 60W – definida no *field lq*).

```
#Script com funções para gerar o consumo individual por segundo dos equipamentos elétricos#
DEF ContaConsumo Script{
  field SFFloat luzQuarto 0 # Consumo de uma luz de 100 Watts/segundo
  field SFFloat lq 60 # Potência escolhida como padrão para a lâmpada do
  eventIn SFBool setLuzQuarto
  eventIn SFBool set_booleanluzquarto
  eventOut SFBool value_changedluzquarto
  url "javascript:

//função que controla o consumo da lâmpada do quarto gerado a cada segundo//
function setLuzQuarto (bool, eventTime){
  if (bool == true){
    luzQuarto = lq/3600; //LUZ LIGADA - sendo lq=60W; Consumo da
    luzQuarto= 60 Watts / 3600 segundos//
  }
  else{
    luzQuarto = 0;//LUZ DESLIGADA - não há consumo//
  }}

#rota que gera o consumo individual#
ROUTE ligadesligainterruptor.value_changedluzquarto TO ContaConsumo.setLuzQuarto
#fim da rota que gera o consumo individual#
```

O consumo elétrico total da casa virtual é efetuado por uma função do *script* anteriormente mencionado, que soma, a cada instante, todos os consumos individuais contabilizados para cada equipamento elétrico da casa, conforme código a seguir.

```
//função Script que calcula o total de consumo de todos os equipamentos ligados
DEF ContaConsumo Script {
  field SFFloat Total 0
  eventIn SFTIME calculaTotal
  eventOut MFString eventOutTotal
  eventOut SFFloat Totalfloat
  url "javascript:
```

```
//total de consumo de todos os equipamentos ligados
function calculaTotal (eventTime){
```

```
Total=(Total+luzQuarto+lustreQuarto+arQuarto+luzBanheiro+lustreBanheiro+
chuveiroBanheiro+luzCozinha+microondas+geladeira+luzSalaEstar+tvSalaEstar+
+luzSalaJantar);}
```

```
ROUTE Temporizador.cycleTime TO ContaConsumo.calculaTotal
```

Para que o usuário possa visualizar o consumo de energia dos equipamentos elétricos que foram ligados, o sistema mostra, durante o tempo de execução, um painel com o consumo elétrico total da casa, e ao lado uma relação dos equipamentos ligados e suas respectivas potências, conforme Figura 4.6. Nessa Figura é possível observar que no Painel dos Aparelhos Ativos vários aparelhos elétricos ligados, com potências diferenciadas: lustre com 60W, ar condicionado com 1000W, lustres banheiro com 15W, chuveiro com 5400W, geladeira com 200W, televisão com 90 W.

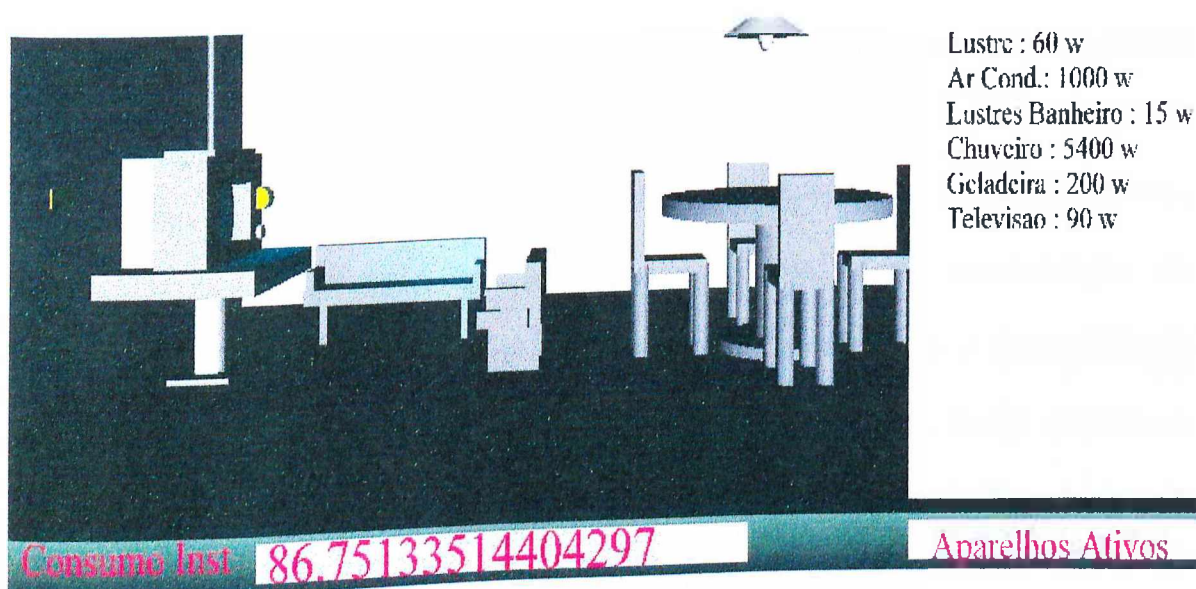


Figura 4.6 – Visão do painel de consumo instantâneo e dos aparelhos ativos com vários aparelhos elétricos ligados

Os equipamentos que estão ligados são mostrados no painel com a finalidade de possibilitar ao usuário a percepção do consumo individual de cada equipamento elétrico ativo.

O consumo elétrico total da casa é atualizado e mostrado por uma função de um *script* VRML em forma de mensagens que são exibidas no painel de consumo, de tempo em tempo. O consumo dos equipamentos elétricos é expresso em Watts por segundo e por decisão de projeto, cada segundo do usuário, representa a hora de consumo do equipamento. Isto foi considerado porque a percepção de consumo no mundo virtual seria comprometida para o usuário, se a contagem de consumo acontecesse a cada hora (como na vida real), ao invés de a cada segundo.

O painel dos Aparelhos Ativos possui um nó VRML, sensor de toque (*touch Sensor*), que é disparado quando o usuário clica sobre a mensagem “Aparelhos Ativos”. Nesse momento, as mensagens dos Aparelhos Ativos e as respectivas potências que estavam escondidas (através do comando *Switch = -1*) passam a ser visualizadas pelo usuário, através do evento de saída enviado por uma função script, que converte o *Switch* para 0, tornando o nó VRML que a recebeu visível. Esse nó que tornou-se visível é o nó VRML responsável por mostrar as mensagens dos nomes dos Aparelhos Ativos e valores de suas potências.

Além da potência padrão de cada equipamento elétrico, o sistema oferece, dependendo da especificidade do equipamento elétrico, outras possibilidades de configuração de potência. Essa nova possibilidade de configuração é disponibilizada quando o usuário sobrepõe, com o *mouse*, o objeto elétrico virtual. Como resposta, o menu de configuração da potência do equipamento elétrico aparece e o usuário pode escolher uma nova potência para o equipamento em questão.

Novamente o comando *Switch*, da VRML, foi utilizado para fazer aparecer/desaparecer o objeto menu de configuração de alguns equipamentos elétricos, quando o sensor de proximidade (*proximity Sensor*) é acionado, ou desacionado. Os equipamentos elétricos da casa virtual, que permitem a configuração de outras

possibilidades de potência são: o ar condicionado, as lâmpadas e os lustres da casa virtual.

Funções em JavaScript controlam a escolha do usuário sobre o novo valor de potência para o equipamento elétrico. Essa nova potência é encaminhada para um campo (*field*) que guarda a potência de cada equipamento elétrico, através dos eventos de saída (*EventOut*) e dos eventos de entrada (*EventIN*) entre funções *script* e nós VRML.

A partir de então, a função *script* VRML, que estava contabilizando consumo do aparelho ligado, a partir da potência padrão, passa a contabilizar esse consumo a partir do novo valor de potência escolhido pelo usuário. Portanto, o consumo atual, com a nova potência escolhida para o equipamento, será diferente do consumo anterior.

4.5 Animações do Ambiente

A fim de oferecer mais realismo às cenas, foram implementadas animações para os objetos elétricos no mundo virtual, e para o medidor de indução ciclométrico, que está relacionado ao consumo de energia da casa virtual.

A linguagem VRML ofereceu o suporte às animações necessárias ao protótipo proposto. Para controlar o sincronismo entre as ações do usuário e a resposta do sistema, utilizou-se códigos JavaScript, que ampliaram a possibilidade de animação e troca de informações com o mundo virtual, através da atualização da cena estabelecida com a VRML.

Os objetos elétricos da casa virtual passaram pelo tratamento de animação. As animações desses objetos são acionadas através da atuação (clique) do usuário nos botões (interruptores) liga/desliga, responsáveis pela definição do início e fim da

animação, conforme ocorre na vida real. Isso porque, na vida real, um usuário, geralmente, liga o seu equipamento elétrico, através de um botão liga/desliga. Assim, as animações do protótipo são controladas pelo sistema de forma assíncrona, - através da interação do usuário com os objetos da casa virtual.

Todas as lâmpadas e lustres da casa virtual foram animadas da seguinte forma: uma vez que o usuário liga (clica) o interruptor (objeto com um sensor de toque) correspondente à uma lâmpada, é ativada a emissão de luz para o ambiente, que parte do ponto central desse objeto (lâmpada). Essa emissão de luz vai sendo mantida no ambiente até que o usuário desligue (clique novamente) o interruptor.

Para fazer essa animação utilizou-se o códigos VRML, permitindo adicionar iluminação ao mundo virtual, possibilitando, também, a definição de vários atributos relativos a essa animação, tais como, o tamanho do raio, a intensidade, a direção e a localização da luz. Para melhor esclarecer a implementação das animações da casa virtual, ilustraremos com os códigos VRML a seguir a animação gerada com a luminária do teto do quarto, que ilumina o ambiente quando o usuário liga o interruptor.

#código VRML que gera a iluminação no quarto saindo da luminária do teto#

interruptor que liga a luz do quarto quando clicado#

```
DEF INTERRUPTORLUZQUARTO TouchSensor{ }
  Transform{
    translation -2.93 1.6 2
    children[
      DEF interruptor Inline{
        url "interruptorluz.wrl"}} ] }
```

#nó que ilumina o ambiente do quarto partindo do ponto central da luminária do teto do quarto#

```
DEF LUZQUARTO PointLight{
  location 0 3.4 0
  radius 5
  color .7 .7 0
  ambientIntensity .8
  intensity 0.3
  on FALSE}
```

```

#rota para manter a luz ligada quando clicada#
ROUTE INTERRUPTORLUZQUARTO.isActive TO
ligadesligainterruptor.set_booleanluzquarto
#fim da rota para manter a luz ligada quando clicada#

#rota para iluminar o ambiente quando interruptor ligado#
ROUTE ligadesligainterruptor.value_changedluzquarto TO LUZQUARTO.set_on
#fim da rota para iluminar o ambiente quando interruptor ligado#

```

Funções JavaScript foram utilizadas para manter a luz ligada até que o usuário a desligue, ou mantê-la desligada até que o usuário a ligue. O código a seguir ilustra uma dessas funções (da luz do quarto) como representante desse tipo de controle no sistema, e respectivo roteamento, para controle dos eventos de entrada e saída. Cada um dos outros objetos elétricos da casa virtual foi controlado por uma função semelhante a essa.

```

//função que mantém a luz do quarto ligada, quando usuário clica o interruptor,
// desligando-a quando o usuário clica novamente o interruptor//
DEF ligadesligainterruptor Script{
url "javascript:
function set_booleanluzquarto (bool, eventTime){
    if (bool==false) {return;}
    if (value==true) {value=false ;}
    else {value=true;}
    value_changedluzquarto=value;}"}
#rota para acionar a função#
ROUTE INTERRUPTORLUZQUARTO.isActive TO ligadesligainterruptor.set_booleanluzquarto
#fim da rota para acionar a função#

```

Todas as outras animações dos equipamentos elétricos utilizaram essa mesma lógica, visto que, a VRML possui apenas o recurso de ativar a animação quando o usuário clica no sensor de toque, e, no instante seguinte, essa animação é cessada. A funções JavaScript possibilitaram, também, a conexão lógica entre o disparo da animação, que liga o equipamento elétrico, e a contagem síncrona do consumo de energia desse equipamento ligado, conforme detalhado na Seção 4.4.

Para o ar condicionado, utilizou-se a técnica de movimentar sequencialmente, em intervalos de tempo, um objeto que representou uma fita amarrada a esse equipamento elétrico. Essa fita deveria tremular quando o vento do ar condicionado atuasse sobre ela, portanto quando esse equipamento estivesse ligado (Figura 4.8). E quando desligado a fita deveria ficar dependurada no ar condicionado (Figura 4.7). Para simular essa movimentação, utilizou-se códigos VRML, mostrado a seguir, com uma série de representações do objeto fita nas diferentes posições de movimentação.

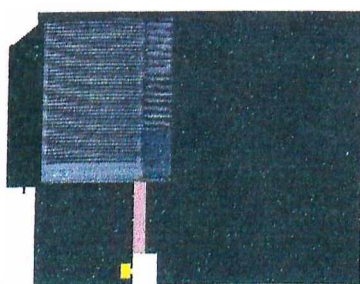


Figura 4.7 – Ar desligado

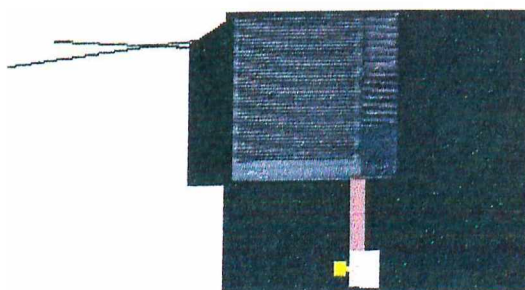


Figura 4.8 – Ar funcionando

#Códigos VRML e funções Script que geram o movimento de balanço da fita amarrada no ar condicionado, quando ligado#

```
#fita do ar
Group { children [
  DEF tremulafita1 Transform {
  children [
  DEF fita1 Shape {
    geometry IndexedLineSet {
      coord Coordinate { point [
        -25 .3 .3,
        -26 .29 .3,
        -27 .28 .3,
        -28 .27 .3,
        -29 .1 .3,
```

```

                                -.29 0 .3,
                                -.29 -.4 .3,] }
coordIndex [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, -1]
color Color      {color [0 1 0]}
colorIndex [0] }}}}}

# interpoladores de tempo que indicam os tempos de aparecimento de cada uma
das posições da fita #tremulando
DEF tempo1 TimeSensor {
  cycleInterval 2
  loop TRUE
}

DEF tempo2 TimeSensor {
  cycleInterval 1
  loop TRUE
}

DEF levantaFita Script {
  eventIn SFTime stremulafitamax
  eventIn SFTime stremulafitamin
  eventOut SFVec3f stransl
  eventOut SFVec3f stransl2
  eventOut SFVec3f stransl3
  eventOut SFRotation srotacmax
  eventOut SFRotation srotacmin
  eventOut SFRotation srotacmax2
  eventOut SFRotation srotacmin2
  eventOut SFRotation srotacmax3
  eventOut SFRotation srotacmin3

  url "javascript:
//função que gera a primeira posição para a fita tremulando
function stremulafitamax(t){
  //fita 1
  stransl[0] = -.5;
  stransl[1] = 0;
  stransl[2] = 0;

  srotacmax[0] = 0;
  srotacmax[1] = 0;
  srotacmax[2] = -1;
  srotacmax[3] = 1.8;

  //fita 3
  stransl3[0] = -.43;
  stransl3[1] = 0;
  stransl3[2] = 0;

  srotacmin3[0] = 0;
  srotacmin3[1] = 0;
  srotacmin3[2] = -1;
  srotacmin3[3] = 1.2;}

//função que gera a segunda posição para a fita tremulando
function stremulafitamin(t){
  //fita 1
  stransl[0] = -.5;
  stransl[1] = 0;
  stransl[2] = 0;

  srotacmin[0] = 0;

```

```

srotacmin[1] = 0;
srotacmin[2] = -1;
srotacmin[3] = 1.4;

//fita 3
stransl3[0] = -.43;
stransl3[1] = 0;
stransl3[2] = 0;

srotacmax3[0] = 0;
srotacmax3[1] = 0;
srotacmax3[2] = -1;
srotacmax3[3] = 1.7; }"}

#fim script

#rotas para definir o tempo em que cada posição da fita aparecerá, gerando a
sensação de movimento#
ROUTE tempo1.cycleTime TO levantafta.stremulafitamax
ROUTE levantafta.stransl TO tremulafita1.translation
ROUTE levantafta.srotacmax TO tremulafita1.rotation
ROUTE tempo2.cycleTime TO levantafta.stremulafitamin
ROUTE levantafta.srotacmin TO tremulafita1.rotation
ROUTE levantafta.stransl3 TO tremulafita3.translation
ROUTE levantafta.srotacmax3 TO tremulafita3.rotation
ROUTE levantafta.srotacmin3 TO tremulafita3.rotation
#fim da rotas para definir o tempo em que cada posição da fita aparecerá #

```

Inicialmente, quando o ar encontra-se desligado, a imagem da fita que aparece é a que ela está dependurada. As demais posições encontram-se escondidas (invisíveis). Uma vez ligado o equipamento elétrico, aparece, a cada instante, uma das posições criadas para a fita tremular, e as demais desaparecem. Esse processo vai se repetindo, em ciclo infinito (*loop* infinito), para todas as demais posições da fita tremulando, até o usuário desligar o ar condicionado. Quando isso ocorre, é restabelecida a posição da fita dependurada. Os códigos VRML e JavaScript, a seguir, expressam esse funcionamento.

#código VRML para inserir ar e sensor para aparecer o menu e controle switch fita parada ou tremulando

```

Transform{
  translation 2.7 2.5 0
  children[
    DEF toquearqt TouchSensor {
      enabled TRUE}
    #inserir arcondicionado
    DEF arfitaparada Switch {
      whichChoice 0
      choice [
        Inline{url "arcondicionado fita parada.wrl"}] }
  ]
}

```

```

DEF arfitatremula Switch
{
  whichChoice -1
  choice [
    Inline{url "arcondicionado fita tremula.wrl"}
  ] } }

#código JavaScript que gera o valor 0 ou -1 para o comando Switch
DEF ligadesligainterruptor Script {
  eventIn SFBool set_booleanluzquarto
  eventIn SFBool set_booleanlustrequarto
  eventIn SFBool set_booleanarquarto

  eventOut SFBool value_changedluzquarto
  eventOut SFBool value_changedlustrequarto
  eventOut SFBool value_changedarquarto

  eventOut SFInt32 wfitaparada
  eventOut SFInt32 wfitatremula
  #FIM QUARTO#
url
  "javascript:
  function set_booleanarquarto (bool, eventTime){
  if (bool==false) {return;}
  if (value==true) {value=false ;}
  else {value=true;}
  value_changedarquarto=value;
  if (value_changedarquarto==true){
    wfitaparada=-1;//some fita parada
    wfitatremula=0;//aparece fita tremulando

  }else{
    wfitaparada=0;//aparece a fita parada
    wfitatremula=-1;//some fita tremulando
  }

  } //fim set_booleanarquarto

#roteamento para controlar o ar do quarto ligado e desligado, #quando ligado faz a
fita tremulando aparecer
ROUTE INTERRUPTORAR.isActive TO ligadesligainterruptor.set_booleanarquarto
ROUTE ligadesligainterruptor.wfitaparada TO arfitaparada.whichChoice
ROUTE ligadesligainterruptor.wfitatremula TO arfitatremula.whichChoice
#fim do roteamento para controlar o ar do quarto ligado e desligado, #quando
ligado faz a fita tremulando aparecer

```

Conforme código acima, para controlar a hora de aparecer ou não uma das posições da fita, e esconder as demais, utilizou-se o comando *Switch* = -1 (esconde) e *Switch* = 0 (aparece), (aplicado ao nó VRML), com funções *script*, que enviam esse valor, em forma de evento, para o nó VRML, que representa a posição do objeto fita, fazendo-as aparecer ou esconder, dependendo do valor.

A sincronização dessas ações foi viabilizada por interpoladores de tempo, que são acionados, a partir de uma sequência, em códigos VRML, e ativam e/ou desativam todas as funções responsáveis por fazer aparecer e/ou desaparecer o objeto fita nas diferentes posições.

Para a animação do chuveiro foram criados vários conjuntos de objetos (cilindros transparentes) para representar gotas de água caindo. Esses objetos encontram-se, transladados espacialmente, em diversas posições, para formar várias camadas (blocos) horizontais de várias gotas de água. Ao unir as várias camadas horizontais, definidas em diferentes posições no eixo do Y, obtém-se todas as gotas de água caindo do chuveiro até o chão.

Inicialmente, o chuveiro encontra-se desligado, e nenhuma das camadas de gotas de água aparecem.

A lógica do comando *switch* e das funções *script*, utilizada para fazer aparecer/desaparecer a fita do ar condicionado, também foi utilizada para controlar a visibilidade/invisibilidade das camadas de água do chuveiro.

Para gerar o movimento da água caindo, quando o chuveiro é ligado pelo usuário, utilizou-se a técnica de tornar visível determinadas camadas de água, e invisível outras. Essas posições de visibilidade/invisibilidade das camadas vão sendo alteradas dentro de intervalos de tempo predefinidos. Esse processo vai se repetindo infinitamente, dentro de uma sequência, até que o usuário opte por desligar o chuveiro. Quando isso ocorre, todas as camadas de gotas de água ficam, novamente, invisíveis.

Para representar a geladeira ligada ou desligada, criou-se um pequeno objeto (cubo, em uma escala alterada no eixo X), que encontra-se no canto direito da porta do *freezer* da geladeira. Esse objeto, quando a geladeira está desligada, possui a cor cinza, e, quando está ligada, torna-se vermelho.

O controle dessa animação foi realizado por uma função *script* que modifica os atributos de cor do objeto. Essa função envia, em forma de evento, essas modificações da cor ao nó VRML do cubo, anteriormente descrito, que ao receber os novos atributos modifica a aparência (cor) do objeto. O controle dessa, e das demais animações, acontece de forma assíncrona, ou seja, quando o usuário aciona o interruptor que liga a geladeira, por exemplo, a animação é disparada, - o objeto cubo da geladeira fica vermelho. E, quando o usuário aciona novamente o interruptor, desliga o equipamento elétrico, - a animação é restabelecida de acordo com representação inicial do objeto elétrico. Dessa forma, o cubo da geladeira torna-se cinza.

Para animar o microondas e a televisão, quando ligados, utilizou-se a técnica de emitir a luz em uma única direção, partindo do objeto elétrico. No caso do microondas, a luz emitida foi na tonalidade amarela, e da televisão, foi na tonalidade azul.

Nós VRML do tipo *SpotLight* foram utilizados para realizar a iluminação supracitada, uma vez que o usuário ativa o interruptor que liga o objeto elétrico. No caso, do usuário ter desligado ou não ter ligado o objeto elétrico, a iluminação ambiente inicial é mantida.

Além da animação dos objetos elétricos da casa virtual, foi realizada, também, a animação do funcionamento do medidor de indução, a fim de mostrar ao usuário a relação existente entre o consumo de energia de cada objeto elétrico, e o contabilizado no medidor. Dessa forma, o usuário tem a opção de visualizar o medidor de indução da casa virtual, para verificar o consumo de energia total.

O mostrador do medidor de energia elétrica pode ser, na vida real, do tipo ciclométrico ou do tipo ponteiro. Porém, optou-se pela representação virtual do tipo ciclométrico, porque esse tipo de mostrador apresenta a vantagem de facilitar a leitura para o usuário. Na prática, esse tipo de medidor possui um disco que gira à uma

velocidade proporcional à potência da carga. Essa velocidade é ajustada de tal modo que, o número de rotações, durante um intervalo de tempo, é proporcional à energia solicitada pela carga, durante este intervalo de tempo. Assim, o disco dará um certo número constante de voltas, proporcional aos Watts consumidos por hora. O movimento do disco é transmitido, por meio de um sistema mecânico de engrenagem, ao mostrador do instrumento (medidor), que indicará a quantidade de energia elétrica absorvida pela carga.

Para representar o funcionamento desse medidor no mundo virtual utilizou uma série de primitivas (cilindros), compostos com outras (cubos), que formaria o objeto completo – medidor (Figura 4.9.).

Cinco cilindros foram rotacionados e transladados para representar as engrenagens (cilindros) que expressam os números do medidor. Esses cilindros receberam o tratamento de textura com números de 0 a 9, dispostos ao redor do eixo da altura.

Uma vez que ocorre variação do consumo de energia na casa virtual as engrenagens são rotacionadas sincronamente, de segundo em segundo, até mostrar o número correspondente à unidade, dezena, centena, milhar, etc, do consumo total instantâneo da casa.

Isso é realizado a partir do valor do consumo total de energia, fornecido, de instante em instante, pela função *script* que realiza o cálculo desse consumo. Esse valor é utilizado para definir o ângulo de rotação que deverá ser utilizado para girar as 5 roldanas, ou as roldanas necessárias, a fim de que, a cada instante, essas engrenagens expressem, para cada unidade, o valor correspondente ao número calculado do consumo total de energia.

Além disso, existe no medidor, um cilindro (com uma escala maior no eixo X), que representa, na vida real, o disco que é rotacionado, inicialmente, no medidor, quando a carga passa por ele. Esse cilindro também recebeu o tratamento de animação, girando, sincronamente, quando o consumo total de energia da casa virtual é alterado.

Essas rotações dos cilindros são indicadas por funções *script* que geram e enviam um evento, com o valor do ângulo que deve ser atribuído ao nó VRML, em forma de atributo, a fim de rotacionar o objeto de cada engrenagem (cilindro).

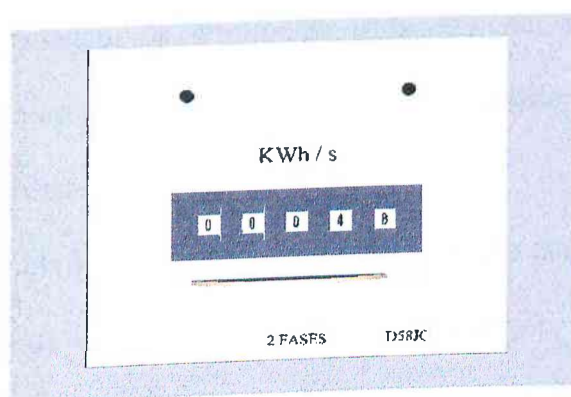


Figura 4.9 – Medidor de indução virtual

Foram criadas, também, animações para modificar a intensidade da luz, quando o usuário configura uma nova potência para certos objetos elétricos (lâmpadas e lustres). Caso o usuário configure uma potência para lâmpada fluorescente, a iluminação do ambiente terá uma tonalidade branca azulada, e dependendo da potência terá uma intensidade mais clara ou mais escura. Para a escolha da potência de lâmpada do tipo incandescente, a tonalidade será amarelada, e a intensidade da luz, também irá variar conforme a potência escolhida.

Utilizou-se para tal, funções *scripts* que recebem de outra função, que controla a escolha de potência do usuário através do menu de configuração, o valor relativo à potência escolhida pelo usuário. Esse valor de potência, gera os atributos relativos à cor

da luz e à intensidade de iluminação, que serão encaminhados, como eventos, aos nós de iluminação VRML, que, através da nova configuração gerarão nova luminosidade para o ambiente.

Dessa forma, essa nova potência oferece novas propriedades de iluminação para o objeto, de acordo com as características da potência escolhida.

4.6 Sumário e Conclusões

Para a modelagem da ferramenta tridimensional anti-desperdício de energia elétrica utilizou-se a estratégia *top-down* e *bottom-up*, respectivamente, para a concepção do mundo e implementação.

O método CSG foi utilizado para a representação dos objetos tridimensionais da casa virtual, através da viabilidade oferecida pela linguagem VRML.

Para o controle do consumo de energia geral da casa virtual e de cada equipamento elétrico, na individualidade, lançou-se mão de funções *script* inseridas nos códigos VRML.

A linguagem VRML juntamente com o JavaScript possibilitou a criação de animação para todos os objetos elétricos, quando ligados (acionados) pelo usuário. O medidor de consumo de energia (objeto do mundo virtual) também recebeu o tratamento de animação, possibilitando a simulação desse equipamento, tal qual no mundo real, além de oferecer ao usuário uma nova modalidade de visualizar o consumo de energia da casa virtual.

A objetivo do protótipo concebido é oferecer ao usuário desse mundo tridimensional a possibilidade de percepção de como acontece um maior consumo (chegando ao desperdício) e/ou um menor consumo (chegando à economia) de energia

elétrica. Entende-se que essa possibilidade de percepção pode ser gerada a partir da exploração de técnicas de interação do usuário com o mundo.

No próximo capítulo será analisado o impacto desse protótipo quando submetido a um grupo de avaliadores, identificando-se deficiências e contribuições.

CAPITULO V

RESULTADOS E LIMITAÇÕES

5.1 Introdução

Este capítulo tem por objetivo mostrar o funcionamento da ferramenta anti-desperdício de energia elétrica que utiliza técnicas de Realidade Virtual, propostas nesta dissertação. Além disso o capítulo tem por objetivo descrever o processo de avaliação desse *software*, realizado por um grupo de potenciais usuários do sistema, através da utilização dessa ferramenta, observação da sua utilização e aplicação de um questionário.

5.2. Utilizando o Sistema

Inicializando o sistema, o usuário deparar-se-á com a visão geral da Casa Virtual (Figura 5.1.), onde é possível visualizar, a uma certa distância do mundo virtual, todos os cômodos da casa (na Figura 5.1, da direita para a esquerda, o quarto, o banheiro, a cozinha, e as salas de estar e jantar), o medidor de indução ciclométrico (mais à esquerda), e, fora do mundo virtual imersivo um Painel, que mostra o consumo de energia elétrica instantâneo da Casa Virtual (igual a 0, pois não há consumo de energia),

e, ao lado direito do Painel, uma caixa de mensagem Aparelhos Ativos, que ao ser clicada com o *mouse* disponibiliza todos os aparelhos elétricos da casa que estão ligados, e suas respectivas potências.



Figura 5.1.- Visão geral da Casa Virtual

Nesse mundo, o usuário tem a opção de dirigir-se (seja navegando ou com o *viewer* do *browser* VRML) a qualquer um dos cômodos supra-citados aonde poderá interagir com os objetos elétricos desse ambiente.

Como exemplo, escolheremos o banheiro da Casa Virtual, e ligaremos os lustres, através do acionamento do interruptor amarelo (na parede esquerda do cômodo) (Figura 5.2.). Após a interação com esse objeto elétrico, é possível verificar que o ambiente tornou-se iluminado, que o consumo instantâneo (Painel fixo) passou a ser contabilizado aproximadamente 1,566 W/s, e que ao clicar a caixa de mensagens Aparelhos Ativos verifica-se a indicação de que os lustres do banheiro estão ligados, e possuem uma potência de 60 Watts (a potência padronizada para esse objeto elétrico).

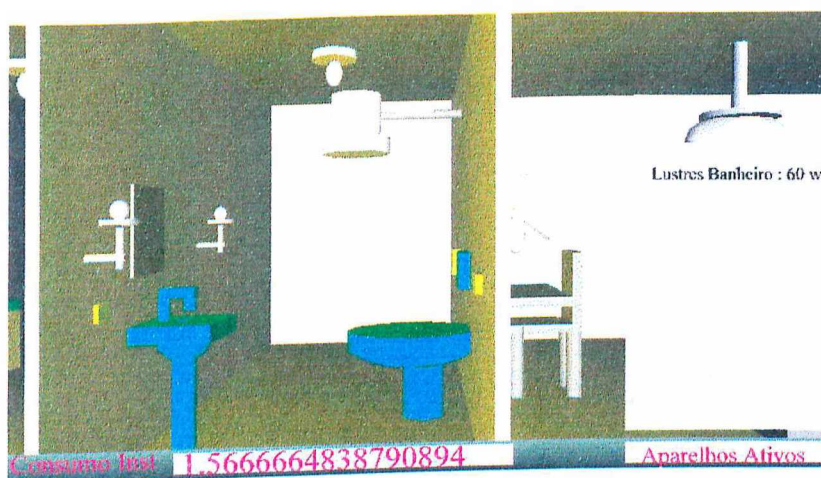


Figura 5.2. – Visão do banheiro com os lustres (potência 60 Watts) ligados

É possível definir uma potência diferenciada da padronizada para as lâmpadas dos lustres do banheiro, sobrepondo com o *mouse* um desses objetos elétricos. Após essa interação, um Menu de configuração de potência desse objeto aparecerá ao seu lado (Figura 5.3.), oferecendo as seguintes possibilidades de potência: 11 Watts, 15 Watts, 40 Watts, 60 Watts, 100 Watts.

Escolheremos, agora, uma potência de 15 Watts para as lâmpadas desses lustres. Com essa nova configuração, é possível verificar uma iluminação de banheiro com características diferenciadas da anterior (luz branca azulada com uma intensidade mais suave), conforme ilustra Figura 5.3. Outra percepção possível, é a diminuição do consumo contabilizado a cada instante, verificada a partir do Painel de Consumo Instantâneo, e nos Aparelhos Ativos os lustres passam a ser configurados com a nova potência (15 Watts).

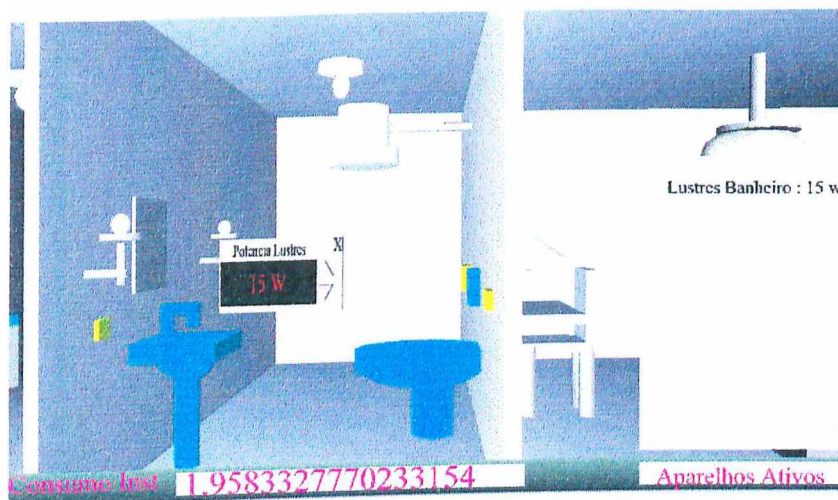


Figura 5.3. – Visão do banheiro com os lustres ligados com uma nova potência definida (15 Watts)

Conforme uma casa real, a casa virtual oferece a possibilidade de desligar o objeto elétrico que foi ligado (lustre), ou deixá-lo ligado, ou, ainda, ligar um novo objeto elétrico, ou vários novos. Dessa forma, o sistema oferece ao usuário a liberdade para criar/escolher as combinações de interações com os objetos elétricos, que serão necessárias à sua percepção sobre o consumo de energia elétrica da casa virtual, visualizando o consumo atualizado a partir da sua escolha.

Exemplificando, escolheremos deixar os lustres do banheiro ligados (potência 15 Watts) e ligaremos ainda o chuveiro, configurando a sua potência para (3200 Watts) - água morna. A Figura 5.4. ilustra essa interação com a água caindo do chuveiro, com o consumo instantâneo sendo modificado (aumentado muito), e com os Aparelhos Ativos mostrando que os objetos elétricos da casa virtual que estão ligados são: o chuveiro (3200 Watts) e os lustres (15 Watts).



Figura 5.4.- Visão banheiro lustres e chuveiro ligados e respectivos consumos

Outra possibilidade de visualizar o consumo de energia da casa virtual é a partir da visão do Medidor de Indução Ciclométrico (Figura 5.5.), que expressa o funcionamento desse tipo de medidor conforme a vida real, além de expressar o mesmo valor inteiro do consumo instantâneo do Painel fixo (23 KWh/s).

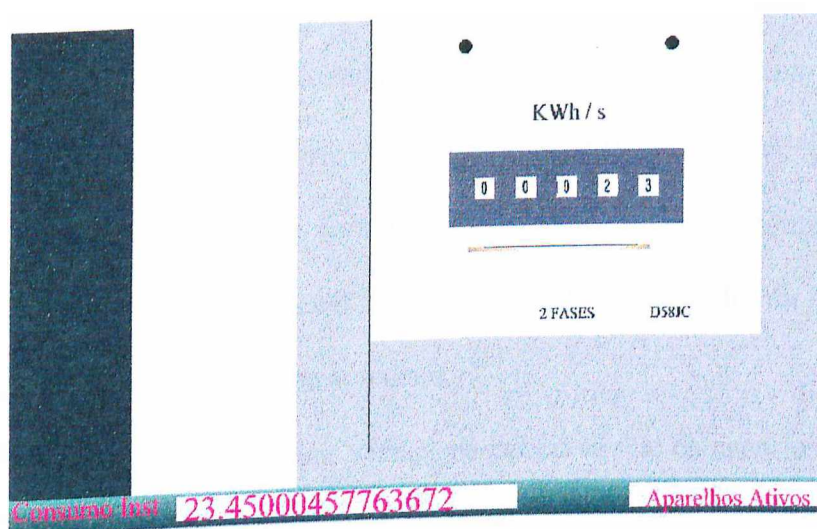


Figura 5.5. – Medidor de indução

Os demais objetos elétricos da Casa Virtual (luz do quarto, do banheiro, da cozinha, da sala de estar e jantar, luminária do quarto e ar condicionado, televisão da

sala de estar) oferecem as mesmas possibilidades de interação com o usuário que os objetos elétricos anteriormente citados ofereceram.

5.3. O processo de Avaliação do Sistema

Com o objetivo de analisar o protótipo criado, foram escolhidos, para avaliar o sistema, 16 usuários em potencial.

Esses usuários tiveram a ferramenta disponibilizada para navegar e interagir com o mundo virtual, de acordo com as suas escolhas. A eles foi explicado como utilizar o *browser* VRML e qual o objetivo do sistema proposto, a fim de que pudessem melhor avaliá-lo.

A partir de então, o usuário iniciou o processo de exploração do mundo virtual, através da ferramenta, e cada um desses usuários foi observado com relação à utilização desse sistema.

A partir das observações realizadas, constatou-se que alguns dos usuários não sentiram facilidade em navegar com o *browser* VRML (Cortona), pois, muitos questionamentos, e dúvidas de ações foram requisitadas ao avaliador. Questionamentos especialmente voltados ao entendimento das indicações/*help* em inglês da ferramenta, e do entendimento do significado dos seus ícones.

Com relação ao mundo da Casa Virtual percebeu-se que os usuários interagiram intuitivamente nesse ambiente, e com os seus objetos elétricos. Isso porque todos eles atuaram nesse mundo sem questionamentos, e dúvidas durante as interações.

Um questionário de três páginas foi aplicado a cada um dos avaliadores (os questionários são apresentados no Apêndice A). Esse questionário perguntava da finalidade, da interface, da usabilidade, e dos recursos do programa, além de verificar se

o software propiciou ao usuário a percepção de economizar o próprio consumo (conforme modelo em anexo).

Alguns dos usuários sugeriram alterações e inserções em formas específicas, e de acordo com as respostas contidas nos itens dos questionários, constatou-se que o *software* mostrou-se:

- Quanto à finalidade:

(x) Muito útil 85,8%

(x) útil 14,2%

() pouco útil

- Quanto à Interface:

(x) Fácil entendimento dos comandos 71,5%

(x) Médio entendimento dos comandos 28,5%

() Difícil entendimento dos comandos

Foi verificado que os 28,5% dos usuários escolheram a opção de Médio entendimento dos comandos pelo fato de possuírem dúvidas a respeito da utilização do *browser* (Cortona), quando disponibilizado o protótipo virtual.

- Quanto à Facilidade de Uso:

(x) Muito intuitivo 64,3%

(x) Intuitivo 35,7%

() Pouco Intuitivo.

- Sobre a percepção de economizar o próprio consumo e visualizar no software informações úteis sobre essa economia de energia:

(x) sim 64,3%

() não

(x) em parte 35,7%

A situação de 35,7% dos usuários terem escolhido a opção “em parte” é justificada pelo fato de parte desses usuários serem conhecedores da área de Engenharia Elétrica. Portanto os valores de consumo dos vários equipamentos elétricos, nas suas variadas especificações, fornecidos pelo ambiente virtual, não trouxe novidade para esses usuários. Na outra parte dos usuários que escolheram essa opção foi constatada a dificuldade visualizar a diferença entre o consumo anterior e o atual, para verificar a constante de gasto entre uma experiência e outra. Assim, a forma de visualização do consumo de energia no mundo virtual não mostrou-se intuitiva para alguns dos usuários.

5.4 Discussão dos Resultados da Avaliação

As sugestões fornecidas pelos avaliadores são relatadas a seguir:

- a) inserção de novos objetos, quais sejam: área de serviço, ferro de passar roupa, máquina de lavar roupa, secadora de roupa, fogão elétrico, liquidificador, freezer, máquina de lavar louça, som, ventilador, vídeo cassete, secador de cabelo, computador, fax, secretária eletrônica.
- b) reduzir o número de algarismos do indicador de consumo e indicá-lo em KWh.
- c) indicar no painel do indicador de consumo que a contagem hora acontece por segundo.
- d) indicar no painel um valor constante de consumo por aparelho ligado e o tempo que está funcionando.
- e) fixar o menu dos aparelhos ligados, sumindo somente quando o usuário clicar novamente.
- f) um menu/tomada que insira qualquer outro objeto.
- g) utilizar um *browser* VRML – plug-in com legenda e comandos em Português.

- h) utilizar um disco girando, por exemplo, que altere a velocidade de acordo com o consumo simulado.
- i) o menu de configuração da potência da lâmpada deve conter os tipos de lâmpada, além da potência já especificada – mais dados sobre a especificação da carga elétrica, e a sua iluminação deve estar correspondendo ao funcionamento real.

Diante dessas sugestões foi possível constatar que:

- Nas letras (a) e (f) os usuários propõem uma expansão do protótipo, a partir da criação de novos ambientes e objetos elétricos que realizam funções semelhantes aos objetos elétricos oferecidos, porém, mostrando o consumo desses novos objetos. Isso pode ser viabilizado seguindo os mesmos passos descritos nessa dissertação, desde a concepção, modelagem e implementação, somente respeitando as especificidades dos novos objetos a serem gerados. Essas duas sugestões não se configuraram como limitações do sistema, pelo contrário, explicitaram que o protótipo gerado atendeu o objetivo de fornecer ao usuário a percepção de evitar o desperdício de energia elétrica, uma vez que foram requeridas novas experiências, semelhantes às oferecidas, para novos objetos de consumo elétrico.
- As letras (b),(c),(d),(e) e (h) mostraram que o sistema, apesar de mostrar informações relativas ao consumo de energia elétrica da casa, poderia melhor expressar essas informações aos usuários conforme as sugestões supra-citadas nessas letras. Todas as informações sugeridas pelos usuários são calculadas pelo sistema proposto, somente não estão disponibilizadas da forma sugerida. Portanto, para atender a essas sugestões, seria necessário apenas expressar as informações indicadas, relativas ao consumo de energia, no mundo virtual. Especificamente, para a efetivação da sugestão da letra (h), seria necessária a modelagem de um cilindro animado (giraria na proporção do consumo instantâneo calculado) conforme

aconteceu a modelagem e implementação do disco metálico do Medidor Ciclométrico de Indução.

- Com relação à letra (i) verifica-se, novamente, que o sistema atendeu ao objetivo inicial, ao ser solicitada a expansão dessa ferramenta para novas configurações de potências e tipos de objetos elétricos, possibilitando, dessa forma, novas percepções/experienciações para o usuário. Essas novas configurações podem ser implementadas seguindo-se a mesma estratégia utilizada para as configurações das potências iniciais.
- A sugestão da letra (g) constatou, não a limitação do sistema virtual proposto, mas a limitação do *browser* VRML que necessita ser utilizado juntamente com a ferramenta modelada. Diante dessa sugestão, e após pesquisa atual realizada sobre essa questão, foi verificada a inexistência de *browsers* VRML com legendas e *help* em português.

5.5 Sumário e Conclusões

O sistema proposto oferece recursos para o usuário interagir com vários objetos elétricos da Casa Virtual: ligando-os e desligando-os, visualizando as animações oferecidas por cada um deles quando acionados, visualizando o consumo de energia, configurando os objetos elétricos com potências variadas. A partir dessas possibilidades de interação do usuário com a Casa Virtual, pretende-se viabilizar a percepção do usuário sobre a economia/desperdício de energia.

De acordo com avaliação realizada com potenciais usuários constatou-se que esse objetivo foi alcançado, ou seja, a ferramenta propiciou o despertar da percepção supra mencionada.

O *browser* VRML utilizado (Cortona) não mostrou-se intuitivo para a manipulação do usuário, pois muitos questionamentos surgiram. Já o sistema do Mundo Virtual mostrou-se bastante intuitivo, e os avaliadores do sistema não tiveram problemas de atuação/interação nesse ambiente. Algumas sugestões de melhoria do sistema foram propostas por eles, e merecem destaque, as seguintes: desenvolver uma biblioteca de objetos, indicar o consumo em KWh, indicar no Pannel uma constante de consumo, e o valor do consumo individual para cada equipamento elétrico. Essas sugestões serão encaminhadas para futuros trabalhos de pesquisa.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

6.1 Introdução

Este capítulo tem por objetivo resgatar os pontos importantes advindos dessa dissertação, enumerar futuros melhoramentos para esse trabalho de pesquisa, e finalmente, destacar a principal contribuição, para a ciência, dessa pesquisa.

6.2 Conclusões

A carência de *softwares* educacionais voltados à utilização racional de energia elétrica foi constatada. Dentre os poucos encontrados (INTERNET) para esse fim, verificou-se, um deles (www.nos.com.br) sendo utilizado em ambientes bidimensionais, limitando, portanto, a sua aplicação ao comparar-se com as possibilidades de aplicação do *software* 3D. Em outro encontrado, já em um ambiente simulando 3D, verificou-se a pouca exploração das técnicas de Realidade Virtual, restringindo a atração do *software*

para o usuário além da sua atuação (PROCEL - <http://www.eletrobras.gov.br/procel/casa.htm>).

Apesar de muitos outros sistemas educacionais de Realidade Virtual serem desenvolvidos, especialmente com VRML, percebe-se nesses ambientes a restrição de uma maior possibilidade de interação do usuário nesses ambientes, não contribuindo como poderia, para o processo de aprendizagem do usuário do sistema [5,26,32].

A partir desse universo, e da importância de propiciar, à população, a educação sobre a utilização consciente da energia elétrica, estudou-se uma arquitetura/técnica que possibilitasse ao usuário esse recurso educacional. Dessa forma, propôs-se a utilização da linguagem VRML juntamente com JavaScript, para desenvolver um protótipo em 3 dimensões de uma casa virtual que simula o funcionamento do consumo de energia elétrica, permitindo ao usuário a exploração do mundo virtual, a fim de interagir com esse mundo para perceber como evitar o desperdício de energia.

Na concepção, modelagem e implementação desse protótipo utilizou as estratégias *top-down* e *bottom-up*. O método CSG foi, também utilizado durante a modelagem/implementação, para criar os objetos tridimensionais no mundo. Além disso, foi criada uma técnica que possibilitasse o controle do funcionamento e consumo dos objetos elétricos no mundo virtual, permitindo a interação do usuário nesse mundo. Técnicas de animação foram exploradas, também, a fim de oferecer mais vida às cenas.

Constatou-se que a Arquitetura inicialmente proposta, utilizando técnicas de Realidade Virtual, mostrou-se bastante adequada, incluindo-se nesse contexto desde a forma que foi projetada a Casa Virtual, os Objetos Virtuais definidos para interagir com o usuário e a forma que isso acontece no Mundo Virtual, até a escolha das ferramentas para modelar e implementar esses Ambientes.

Essa adequação foi verificada, primeiramente, quando se observou a forma que os usuários avaliadores interagiam com a ferramenta: admirando-a e com interesse de explorá-la ao máximo, tendo a sua curiosidade despertada para conhecer/descobrir os recursos oferecidos pela ela. Além disso, navegavam e interagiam intuitivamente na casa virtual e com os seus equipamentos, sendo perceptível as suas sensações de “estar se sentindo imerso no mundo virtual”.

Após essa percepção, as respostas dos usuários aos questionários mostraram que a ferramenta, efetivamente, ofereceu a esses usuários novidades referentes a economia de energia, possibilitando a efetivação dessa economia em sua vida real, conforme objetivo da pesquisa.

Com relação às linguagens VRML e JavaScript constatou-se que foram adequadas para a implementação da arquitetura proposta. Com os recursos oferecidos por essas linguagens (VRML e JavaScript) tornou-se possível aplicar técnicas de Realidade Virtual nesse protótipo possibilitando a imersão, navegação e interação do usuário com o mundo virtual, além de ser possível disponibilizar esse protótipo na Internet, devido à independência de plataforma oferecida pela VRML.

Portanto, a partir da avaliação desse sistema com potenciais usuários, constatou-se que o protótipo desenvolvido foi capaz de oferecer ao usuário a percepção de como é possível economizar energia elétrica no Mundo Virtual e, consequentemente, na vida real. Essa situação foi constatada apesar do *browser* VRML utilizado (Cortona) não oferecer ao usuário um ambiente intuitivo de atuação. Porém, em contrapartida, o Mundo Virtual gerado mostrou-se bastante interativo e intuitivo para o usuário.

Sugestões referentes à proposições de novas experiências de consumo, além de expressar o consumo de energia elétrica da Casa Virtual, de forma diferenciada à

proposta inicial, são consideradas como melhorias para o sistema desenvolvido, e são indicadas como um dos trabalhos futuros, conforme seção 6.3.

Assim, entende-se que esse sistema atingiu o objetivo proposto devido às possibilidades e liberdades de interação do usuário com o Mundo Virtual gerado.

6.3 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros de pesquisa, serão indicadas algumas sugestões oferecidas pelos avaliadores do sistema, que propiciarão melhorias ao sistema proposto, e outras percebidas pelos autores como importantes durante o decorrer dessa pesquisa. São elas:

- Aumentar a quantidade de objetos virtuais na casa, a fim de ampliar a percepção do usuário sobre o consumo de energia de equipamentos elétricos existentes na vida real, e que não estão simulados no sistema.
- Expressar o consumo em KWh.
- Indicar no Painel uma constante de consumo, e o valor do consumo individual para cada equipamento elétrico.
- Pesquisar a concepção de um protótipo semelhante que ofereça a percepção de não desperdiçar energia elétrica em indústrias.
- Pesquisar a concepção de um protótipo que ofereça a possibilidade de utilização de fontes alternativas de energia, enfocando a importância de utilizá-la racionalmente.
- Pesquisar novos *browsers* VRML, que sejam de fácil percepção e utilização pelo usuário, a fim de ser utilizado, sem dificuldade, com o protótipo proposto.

6.4 Considerações Finais

SISBI/UFU
205270

O desenvolvimento dessa dissertação, propiciou à autora constatar o grande potencial da Realidade Virtual na Educação. Foi possível tomar contato com algumas delas, destacando-se e enfocando-se as que auxiliam/propiciam uma maior interação do usuário no mundo virtual. Ao trabalhar visando esse fim, foi possível constatar o resultado positivo, através da avaliação do protótipo proposto. Assim, baseada nos questionários, foi possível concluir que o sistema mostrou-se útil para educar as pessoas sobre o desperdício de energia elétrica. Acredita-se que tal utilidade foi adquirida pela exploração do potencial das técnicas de Realidade Virtual.

Dessa forma, foi atingida a contribuição de estudar/propor uma arquitetura/técnica para gerar uma ferramenta de conscientização/educação do consumo da energia elétrica, visando promover ao usuário a sensação de estar e interagir com o mundo para a melhor aquisição do processo de educação.

Nesse contexto, as linguagens VRML e JavaScript mostraram-se adequadas para simular o consumo de energia elétrica dentro de uma casa virtual. A linguagem JavaScript, que é compatível com a VRML, possibilitou todas as simulações necessárias para a implementação do funcionamento da energia elétrica na casa virtual. Importante ressaltar que, para gerar aplicações dinâmicas baseadas na linguagem VRML, a utilização de JavaScript ou Java é fortemente recomendada.

Finalmente, esta autora entende que o trabalho desenvolvido e relatado nesta dissertação contribui como um exemplo de exploração do uso das técnicas de Realidade Virtual como ferramenta auxiliar no processo de Educação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] JAMES, A L, NADEAU, D R, MORELAND, J L, VRML 2.0: Source book, New York, NY, John Wiley & Sons, 1997
- [2] BELL, J., FOGLER, H. S., The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool, Jun. 1995, on site: <http://www.engin.umich.edu/labs/vrichel/aseepap2.htm>.
- [3] BORGES, Eila C., CARDOSO, Alexandre, JR., Edgard L., O Uso de Realidade Virtual na Visualização e Corte de Poliedros, IVo. SBC Symposium on Virtual Reality – SVR 2001, pág 363-364, Florianópolis, Outubro de 2001.
- [3] BYRNE, C., The Use of Virtual Reality as Educational Tool, Washington University, 1995
- [4] BURDEA, G. COCO, G., Virtual Reality Technology, John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.
- [5] C, Ost., INDRUSIAK, Luciano, REIS, Leandro S., Dynamic 3D Models of Integrated Circuits using VRML, IIo. Workshop Brasileiro de Realidade Virtual – WRV'99, pág 95-101, Marília, Novembro de 1999.
- [6] CARDOSO, Alexandre, JR, Edgard L., TORI, Romero, Interactive 3D Physics Experiments Through the Internet, IVo. SBC Symposium on Virtual Reality – SVR 2001, pág 280-290, Florianópolis, Outubro de 2001.
- [7] CARDOSO, Alexandre, JR, Edgard L., TORI, Romero, Sistema de Criação de Experiência de Física em Realidade Virtual para Educação a Distância, Anais 2º Workshop Brasileiro de Realidade Virtual – WRV99, Novembro 1999, pp.173-181.
- [8] COLEMAN, Derek et al, Desenvolvimento Orientado a Objetos: o método fusion, Rio de Janeiro, Campus, 1996
- [9] CRONIN, Paul., Report on the Applications of Virtual Reality Technology to Education, 1997., on site <http://www.Cogsci.ed.ac.uk/~paulus/vr.htm>, Fevereiro.1999
- [10] DOBSON, Daniel Wolff, RIESBECK, K.Cristopher, Tools for Incremental Development of Education Interfaces, ACM Computer Human Interaction – CHI'98, pp.384-391, April,1998
- [11] FAGUNDES, L. C., PAIM, M F R, VIANNA, R L, REIS, C G, Desenvolvendo Recursos para Construção de Museus Virtuais, IVº Symposium on Virtual Reality – SVR 2001, pág 270-279, Florianópolis, Outubro de 2001.

- [12]FOLEY, James D., DAM, Andries V, FEINER, Steven K, HUGHES, John F, Computer Graphics: Principles and Practice, 2^a ed., EUA, Addison-Wesley Publishing Company, 1996.
- [13]GOLDEMBERG, José, Em Busca de Energia Limpa e Saudável, 12/02/2000, on site: <http://www.geocieties.com/maisbrasil/enelimp.htm>,
- [14]JAMES, K, VRML: Biblioteca do Programador, São Paulo, SP, Makron Books, 1999
- [15]JERN, M, 3D Date Visualization on the Web, Proceedings of the 1998 Multimedia Modeling, Lausanne, Switzerland, October, 1998
- [16]KIRNER, Claudio, http://www.realidadevirtual.com.br/publicacoes/tutorial_rv/tutrv.htm, outubro de 2001
- [17]KIRNER, Claudio, on site http://www.realidadevirtual.com.br/publicacoes/apostila_rv_disp_aplicacoes/apostila_rv.html, outubro de 2001
- [18]KIRNER, Claudio, Sistemas de Realidade Virtual, Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual, Departamento de Computação – UFSCAR, 1996. <http://www.dc.ufscar.br/~gov>
- [19]KUBO, M. M. et al, Virtual Videoconference Room (VVR): uma aplicação de trabalho cooperativo suportado por computador baseada em técnicas de realidade virtual, II^o Workshop Brasileiro de Realidade Virtual – WRV'99, Marília, novembro de 1999, 1-11
- [20]KUBO, M. M., VICENTIN, V. J.; DERIGGI Jr., KIRNER, C. Distance Education and Training Based in the Virtual Reality Technology, Proceedings of the V Computation in Education Workshop- WIE'99/SBC'99; (in Portuguese), Rio de Janeiro
- [21]LIANG, Jiandong, An introduction to Virtual Reality, on <http://www.arc.ab.ca/%7Eliang/vr.htm>
- [22]MARTIN, James, MCCLURE, Cara, Técnicas Estruturadas e Case, São Paulo, Makron Books, McGraw-Hill, 1991
- [23]MEIGUINS, Bianchi S., BEHRENS, Frank H., Laboratório Virtual para Experiências de Eletrônica, II^o. Workshop Brasileiro de Realidade Virtual – WRV'99, pág 56-77, Marília, Novembro de 1999.
- [24]NADEAU, D. R., MORELAND, J.L., HECK, Mickael M., Introduction to VRML97, SIGGRAPH 98, 1998.
- [25]PANTELIDIS, V.S., Reasons to Use Virtual Reality in Education, 1995, on site: <http://eastnet.educ.ecu.edu/vr/reas.html>

- [26]PASQUALOTTI, A., FREITAS, Carla M. D. S., Ambientes VRML para o Ensino-Aprendizagem de Matemática: Modelo Conceitual e Protótipo, IIIo. Workshop on Virtual Reality – WRV'00, pág 65-76, Gramado, Outubro de 2000.
- [27]PIAGET, Jean, The Mechanisms of Perception, London, Routledge & Kegan Paul, 1969.
- [28]PINHO, M. S, Realidade Virtual como Ferramenta de Informática na Educação. VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Belo Horizonte/MG. 1996.
- [29]PRESSMAN, Roger S., Engenharia de Software, São Paulo, Makron Books, 1995
- [30]ROBERTSON, G.G. et. al., Nonimmersive Virtual Reality, IEEE Computer, Feb. 1993, pp. 81-83.
- [31]SALGADO, Rob, VRML Gallery of Eletromagnetism, on site: <http://www.phy.syr.edu/courses/vrml/eletromagnetism>, Jan., 2001
- [32]SILVA, André T., OSÓRIO, Fernando S., Modelagem de Objetos 3D em VRML: Uma Implementação Multiplataforma Orientada ao Ensino, IIIo. Workshop on Virtual Reality – WRV'00, pág 43-53, Gramado, Outubro de 2000.
- [33]SILVA, André Tavares, OSÓRIO, Fernando Santos. Integração de Técnicas de Modelagem com a VRML. Trabalho de Conclusão de Curso de Informática . UNISINOS - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. São Leopoldo, 1999.
- [34]YODON, E., CONSTANTINE, L., Structured Design, New Youk, 1975
- [35]VASCONCELLOS, A et al, Modelos de Casas Modernas, Rio de Janeiro, RJ, Edições de Ouro, 1987.

APENDICE A

Questionários De Avaliação Do Programa Gerador De Consumo Elétrico

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Nelcileno Virgilio de S. Araújo Data da Avaliação: 31/01/2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau () 3º. grau ☒ pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Estudo, Preparação de aula

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

☒ Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

É importante saber o consumo dos equipamentos p/ saber onde racionalizar o uso da energia elétrica

II. Quanto à Interface:

- () Fácil entendimento dos comandos
☒ Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

A resolução não estava muito boa e a interface deve ser melhorada quanto a interface do ambiente, pois é pouco amigável

III. Quanto a facilidade de uso

- () Muito intuitivo;
☒ Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

As janelas indicam bem a função de cada aparelho

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

- ☒ foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

Ele cumpre a ideia de mostrar ao consumidor como racionalizar o uso dos equipamentos

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ conceber a experiência proposta
- ☐ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☐ Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

ferro elétrico, Máquina de Lavar Roupa

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Justifique :

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Exemplifique :

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

É interessante mostrar p/ o usuário um valor constante de quanto é consumido pelos equipamentos, pois fica mais fácil de visualizar qual aparelho aumenta mais o consumo na casa

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador: Rhênio

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Constantino Data da Avaliação: 31 / 01 / 2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau (☒ 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Pesquisa - Ensino

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

(☒ Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

O planejamento doméstico de consumo de energia elétrica está se tornando comum nas residências, principalmente após a crise energética

II. Quanto à Interface:

(☒ Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

O usuário só tem o "trabalho" de ligar os aparelhos e observar o gasto. Uma interface que pudesse conter mais dados estatísticos ou pré-configurados seria diferencial.

III. Quanto a facilidade de uso

(☒ Muito Intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

Como já disse a situação e a interface sugerem o que deve ser feito.

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

(☒ foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ conceber a experiência proposta
☐ conceber parte da experiência proposta
☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. () Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

Computadores, video-camêra, DVD e outros aparelhos que já fazem do cotidiano das residências.

IV.e. () Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____, tais como:

talvez um menu, e objetos que podem ser inseridos para funcionar.

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ sim
☐ não
☐ em parte

Justifique: Condicionador de ar e chuveiro fazem o "relaxo" disparar.

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☐ sim
☐ não
☒ em parte

Exemplifique: Uma interface que fornecesse maiores informações sobre o equipamento / objeto e talvez possibilidade de consumo e tempo de consumo sua intervenção.

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

As sugestões como poderiam tomar o programa mais funcional e melhorar p/ usuários que não são do meio acadêmico.

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador: Constantino Lucas da Cruz Neto

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: CRISTINA A. DO NASCIMENTO BAERES Data da Avaliação: 30/01/2002

Escolaridade: 2º Grau () 1º grau () 2º grau () 3º grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

internet (pesquisa e troca de e-mail), emissão de orçãos, planilhas
tabelas

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

(x) Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

II. Quanto à Interface:

- (x) Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

III. Quanto a facilidade de uso

- (x) Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

- (x) foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ (x) conceber a experiência proposta
- ☐ () conceber parte da experiência proposta
- ☐ () não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ (x) é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. () Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

IV.e. () Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____, tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ (x) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Justifique :

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ (x) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Exemplifique :

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador: Quintia A do N. Barros

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: EDNA AYAKO HOSHINO Data da Avaliação: 01/02/2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau ☒ 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

☒ Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

Vale a pena qdo é p/ fins educativos e informativos, principalmente na época de raciocínio em que nos situamos.

II. Quanto à Interface:

() Fácil entendimento dos comandos
☒ Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

Os botões, além de estarem em língua estrangeira, não têm mensagem de utilização (placa) serve e como manipular.

III. Quanto a facilidade de uso

() Muito intuitivo;
☒ Intuitivo;
() Pouco intuitivo.

(Justificativa)

Os interruptores luminosos auxiliam e a iluminação resultante na operação do aparelho é muito intuitiva. Operações de "ligar/ativar" poderiam ser melhor exploradas, como o de "andar" na sala.

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta:

☒ foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem:

- ☐ conceber a experiência proposta
- ☒ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☐ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☒ Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

Temporizador - p/ marcar quanto tempo um aparelho ficou ligado.

IV.e. ☒ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____, tais como:

Um histórico detalhado sobre onde o consumo foi maior, mostrando (se possível por tabelas estatísticas ou gráficos)

aparelho	tempo uso	Kw consumido	\$ gasto	em valor absoluto e %

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Justifique:

Acredito que deveria ter uma maneira do usuário definir melhor os seus aparelhos de consumo (lâmpadas, geladeira, etc) tais como existem em suas casas. Isso tornaria o software mais atraente (pois o usuário não quer fazer cálculos de proporcionalidade).

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Exemplifique:

Sim, bastante interessante, além do marcador de consumo, dar informações sobre custos!! Muito embora, seja um simples cálculo, o valor em reais de uma dimensão melhor da economia conseguida com a experiência. Veja item (IV)(e)

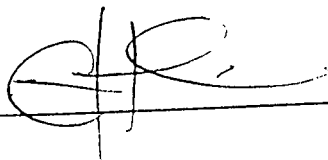
VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

Quando usava os botões de "mover" / "andar" na casa, me perdia (eu ficava no telhado). Talvez fosse interessante, permitir ao usuário se posicionar melhor na casa, p.e., informando onde ele está.

Outra sugestão é que os históricos de consumo que mencionei em (e) do item IV sejam gravados p/ posterior comparação.

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador:

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'C' or 'G' shape with a vertical line through it, followed by a horizontal line.

QUANTO À EXPECTATIVA DE DADOS (POR EX. TIPOS DE LÂMPADAS E HISTÓRICO DE CONSUMO)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem:

- ☐ conceber a experiência proposta
- ☒ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☐ Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

* HISTÓRICO DE CONSUMO + LISTA DE EQUIPAMENTO POR DETERMINADO PERÍODO

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

*

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Justifique:

Por que a medida é instantânea, não há um histórico de consumo com lista de equipamento no período de 7 dias.

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Exemplifique:

O trabalho de implementação do ambiente foi muito bom e por isto gerou uma expectativa de obtenção de mais informações do ambiente.

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

O programa está bem desenvolvido. A interface operacional deveria ser feita em português.

VII. Sugestões Adicionais:

Com o sistema uso um amputador, e uma aplicação real do movimento (sistema) teria servido nos equipamentos externos, a melhor forma de melhorar o sistema é adicionar a ele um banco de dados que permita gerar relatórios, em objetos já existentes.

Assinatura do Avaliador:

Leandro Rêus

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: JOSE ANTONIO LAMBERT Data da Avaliação: 01/02/2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau () 3º. grau (X) pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Editor de texto
Simulação de circuitos eletrônicos
Comunicação via Internet

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

(X) Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

Em tempos atuais, em que o raciocinamento de energia
é com que o governo impresse medidas drásticas de
contenção de consumo, este programa é muito útil para que
os consumidores tenham uma ideia qualitativa e quantitativa do
que pode ser feito para diminuir seu custo de energia elétrica.

II. Quanto à Interface:

(X) Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

Para mim os comandos são fáceis de entender
porque, por ser a simulação das coisas da
vida real, a linguagem utilizada não é muito complicada.

III. Quanto a facilidade de uso

(X) Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

Como é feito inteiramente pelo ambiente da casa
e a maioria de equipamentos a facilidade de uso é
bastante grande.

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta:

() foi integralmente desenvolvida.
(X) não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

Na minha concepção um software tem condições
de cada vez ser mais melhorado.

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ (x) conceber a experiência proposta
- ☐ () conceber parte da experiência proposta
- ☐ () não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ (x) é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. (x) Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais

como:

Borrão de borracha de água, feijão, máquina de lavar,
etc

IV.e. (x) Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____

tals como:

Uma sugestão seria por exemplo, em condições
com uma lâmpada, fechando e em condições,
etc

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☐ () sim
- ☐ () não
- ☒ (x) em parte

Justifique :

Em parte porque notei que o consumo é maior
quando está ligada a lâmpada ou mais potências. Então
tentei se possível ser colocando menos lâmpadas
no caso de apagar, reduzindo o tempo que ele está ligado
este talvez permitisse maior variedade pelo espaço.

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☐ () sim
- ☐ () não
- ☒ (x) em parte

Exemplifique :

Como já disse no item anterior se houve uma
melhoria e tempo em que a economia foi
devido a este experimento com a utilização

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

Condições físicas está relacionada com o sistema
de energia (aquecimento) com o sistema de
água com a situação geral entre as casas e
situação ambiental pela urbanização da casa

VII. Sugestões Adicionais:

Incluir alguns equipamentos importantes como: ventilador, friteira, máquina de lavar roupa, máquina de lavar louça, forno elétrico etc.

Isto porque, por exemplo, se o ar condicionado é um equipamento que consome muita energia elétrica, porque não estudar a possibilidade de utilização de ventilador.

De ao lado de cada aparelho deve ser colocado uma tabela dando o tempo que ele fica ligado, a potência e consumo etc. Assim, será possível fazer na visualização a comparação entre os equipamentos.

Assinatura do Avaliador:

Prof. A. K. L. L.

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: José Wagner Sabia de Aguiar Data da Avaliação: 30/01/2002

Escolaridade: 3º grau incompleto () 1º. grau () 2º. grau (x) 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

No trabalho, para projeto de sistemas, programação
Em casa

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

(x) Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

O simulador permite a exploração do consumo de energia dos diversos aparelhos,
possibilitando um controle real de uma residência.

II. Quanto à Interface:

(x) Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

A mobilidade dentro do ambiente e a interação com o mesmo é intuitiva.

III. Quanto a facilidade de uso

(x) Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

A experiência de ligar/desligar equipamentos eletrodomésticos é comum a todas
as pessoas. O gerador utiliza o mesmo sistema.

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

(x) foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

O objetivo de demonstrar o consumo de energia dos equipamentos foi atingido. A
demonstração de que é possível economizar energia utilizando o gerador foi feita.

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ (X) conceber a experiência proposta
- ☐ () conceber parte da experiência proposta
- ☐ () não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ (X) é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☒ (X) Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

Ferro de passar roupas

IV.e. ☐ () Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ (X) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Justifique:

Os elementos relevantes do sistema, os eletrodomésticos, exibem informações sobre seu consumo, possibilitando avaliar seu uso e tempo de uso.

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ (X) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

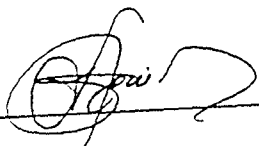
Exemplifique:

Permitindo fazer comparações de potência dos equipamentos; facilitando a compreensão da importância da economia de energia

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador:

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized, cursive script. The signature is written over a horizontal line that extends to the right.

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Leila Bumlai Borges Data da Avaliação: 01/02/2002

Escolaridade: fonaudiologia () 1º. grau () 2º. grau ☒ 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

☒ Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

porque nos ajuda a ter noção dos gastos com a
energia e a controlá-la.

II. Quanto à Interface:

☒ Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

III. Quanto a facilidade de uso

☒ Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

☒ foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ conceber a experiência proposta
- ☐ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☒ Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

obter; área de serviço com: máquina de lavar roupa, ferro, aspirador, secadora; fogão elétrico; liquidificador.

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____, tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Justifique :

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Exemplifique :

na área do quarto um maior gasto.

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

Colocar também as seguintes aparelhos: computador, secador de cabelo, mais luz na sala, som, ventilador, vídeo...

Assinatura do Avaliador: Lia Bundo Brito

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Adriana Cirqueira G. de Faria Camargo Data da Avaliação: 03/02/2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau (☒) 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

() Muito útil (☒) útil () pouco útil

(Justificativa)

II. Quanto à Interface:

(☒) Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

III. Quanto a facilidade de uso

(☒) Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

(☒) foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ (X) conceber a experiência proposta
- ☐ () conceber parte da experiência proposta
- ☐ () não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ (X) é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☐ () Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

IV.e. ☐ () Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____, tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ (X) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Justifique :

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ (X) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Exemplifique :

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

Usar símbolo da energia consumida
ter menu de aparelhos ligados e energia
consumida por aparelho ligado

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador:

Juliano Ribeiro Gonçalves

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: JOÃO PAULO RIBAS Data da Avaliação: / /2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau (X) 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

1. Quanto à Finalidade:

☒ Muito útil ☐ útil ☐ pouco útil

(Justificativa)

II. Quanto à Interface:

() Fácil entendimento dos comandos
(X) Médio entendimento dos comandos
() Dificil entendimento dos comandos

(X) Médio entendimento dos comandos

() Dificil entendimento dos comandos

(Justificativa)

(Justificativa)
PARA USUÁRIOS LEIGOS SERIA DECISÃO DE ALMAR
A FINALIDADE DE CADA COMANDO. POR EXEMPLO, A UTILI
ZACÃO DE ROTULOS (LABELS)

III. Quanto a facilidade de uso

(x) Muito intuitivo;

() Intuitivo:

() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta:

(x) foi integralmente desenvolvida.

() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ (X) conceber a experiência proposta
- ☐ () conceber parte da experiência proposta
- ☐ () não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ (X) é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☒ (X) Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

UMA LEGENDA PARA VISUALIZAR O CONSUMO DE ENERGIA
EM RELAÇÃO AO TEMPO

IV.e. ☐ () Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ (X) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Justifique :

VI. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

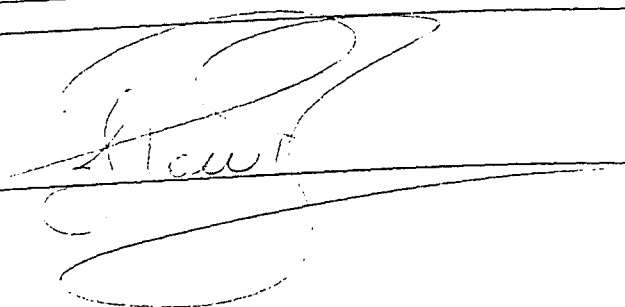
- ☒ (X) sim
- ☐ () não
- ☐ () em parte

Exemplifique :

VII. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador:

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'S' or 'B' shape with a horizontal line extending to the right.

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Bernard Castillo Cervantes Data da Avaliação: 1 / 1 / 2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau () 2º. grau (X) 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

1. Quanto à Finalidade:

(X) Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)
É importante que toda cidadã aprenda a ter "sensibilidade" sobre o consumo de energia, tanto p/ economia própria como p/ uso racional deste recurso.

II. Quanto à Interface:

(X) Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Dificil entendimento dos comandos

(Justificativa)
Sem a ressonância constante nos sugiteiros

III. Quanto a facilidade de uso

() Muito intuitivo;
(X) Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta:

() foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ conceber a experiência proposta
- ☐ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☐ Sugiro inserir novos objetos no experimento Computador, tais como:

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Justifique :

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Exemplifique :

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

- De maneira a atender todo tipo de clientela, de possível,
- Colocar as legendas dos comandos em português,
- Reduzir o n.º de argumentos do ciclo de comando?
- Caso ainda não esteja, indicar em kWh.

B. Barbeiro

Assinatura do Avaliador: _____

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: HAMILTON DIAS DE CARVALHO Data da Avaliação: 02/02/2002

Escolaridade: SUPERIOR () 1º. grau () 2º. grau () 3º. grau ☒ pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Implementação de um programa gerador de Consumo de
Eleticidade para, orientar e entendimento por parte dos
Consumidores de energia.

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

☒ Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

A crise energética, pela qual nosso país tem passado,
exigindo transformações em nosso cotidiano, torna necessária
quanto ao nosso modo de ser. Este programa objetiva alertar o
consumidor de energia no que diz respeito ao Consumo de Eleticidade
de principais "cargas" existentes em uma residência.

II. Quanto à Interface:

☒ Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

É de fácil manuseio; isto é, os comandos são
muito simples.

III. Quanto a facilidade de uso

() Muito intuitivo;
☒ Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

Existia a necessidade de orientação, principalmente, no
que diz respeito ao modo de usar o programa.

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

() foi integralmente desenvolvida.
☒ não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

Não foi desenvolvida por completo "ainda", pois faltam alguns recursos.

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☐ conceber a experiência proposta
☒ conceber parte da experiência proposta
☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☒ Sugiro inserir novos objetos no experimento "especificação da carga." tais como:

nível de tensão da carga (no quadro onde se encontra a potência)

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☒ sim
☐ não
☐ em parte

Justifique :

A medida em que "ligo" parte da carga o consumo aumenta. A preparação mostra os "vilões" que temos de consumo de energia. Tais como: chuveiro elétrico, ferro elétrico, etc. condicionando, etc.

VI. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ sim
☐ não
☐ em parte

Exemplifique :

A medida que se vai introduzindo cada carga, a medida que a energia muda e digitar sem medir a velocidade.

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

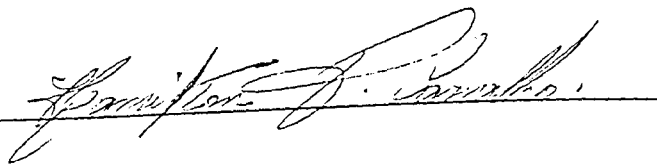
incômodo x conveniente.

4-
100
150
casa + 1 com a mesma potência. Juntos não +

VII. Sugestões Adicionais:

- 1ª Colocar exemplos nas diversas Categorias de Bônus para estimular consumo não fixos; tais como: Liquidificador, Batedeira, Churrasco, Forno elétrico, Secador de cabelo, etc. ...
- 2ª Medir a unidade de consumo de energia para kWh.
- 3ª Colocar mais itens nas especificações das Bônus elétricas.

Assinatura do Avaliador:



Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Jede, Maria Mazzo Martins Data da Avaliação: 31 / 02 / 2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau ☒ 2º. grau () 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador
Fazer gráficos, etiquetas, Trabalhar com planilha
e cadastros, Internet.

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

☒ Muito útil () útil () pouco útil

(Justificativa)

II. Quanto à Interface:

☒ Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

III. Quanto a facilidade de uso

☒ Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

☒ foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ conceber a experiência proposta
- ☐ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. ☐ Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Justifique :

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Exemplifique :

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador:

Amatino

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: LUIS JOSÉ LOBO BORGES Jr. Data da Avaliação: 31/2/2002

Escolaridade: _____ () 1º. grau (☒) 2º. grau () 3º. grau () pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

TRABALHO, LÁSER.

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

() Muito útil (☒) útil () pouco útil

(Justificativa)

II. Quanto à Interface:

(☒) Fácil entendimento dos comandos
() Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

III. Quanto a facilidade de uso

(☒) Muito intuitivo;
() Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

() foi integralmente desenvolvida.
(☒) Não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

IV.b. Os objetos disponíveis permitem :

- ☒ conceber a experiência proposta
- ☐ conceber parte da experiência proposta
- ☐ não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;
- ☒ é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto

IV.d. ☒ Sugiro inserir novos objetos no experimento _____, tais como:

ESCRITÓRIO, COM FAX, COMPUTADOR, SECRETÁRIA ELETRÔNICA.

IV.e. ☐ Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____, tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☒ em parte

Justifique :

SUGIRO ALGO EM MOVIMENTO, COMO UMA RODA GIRANDO, POR EXEMPLO, QUE MUDA DE VELOCIDADE DE ACORDO COM O AUMENTO DE CONSUMO QUE VAI SENDO SIMULADO.

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☒ sim
- ☐ não
- ☐ em parte

Exemplifique :

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

VII. Sugestões Adicionais:

Assinatura do Avaliador:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'D. A. B.', written over a horizontal line.

Avaliação do Programa Gerador de Consumo Elétrico

Avaliador: Rebeca Moreira Sena Data da Avaliação: 06/02/2002

Escolaridade: Cursando () 1º. grau () 2º. grau () 3º. grau ☒ pós-graduado

Principais finalidades de utilização do computador

Facilitar serviços que envolvam informática, dados etc...

Avalie o Programa Gerador de Consumo Elétrico:

I. Quanto à Finalidade:

() Muito útil (x) útil () pouco útil

(Justificativa)

É interessante porque a criança pode passar pela casa ligando ou desligando aparelhos elétricos que contém. Quando os aparelhos ela vê e percebe o gasto real que os mesmos resultam. Nesse sentido é útil.

II. Quanto à Interface:

() Fácil entendimento dos comandos
(x) Médio entendimento dos comandos
() Difícil entendimento dos comandos

(Justificativa)

Existe comando de áreas horizontais e verticais, mas os mesmos são em Inglês. Para quem não domina o Inglês existe dificuldade no seu manuseio

III. Quanto à facilidade de uso

() Muito intuitivo;
(x) Intuitivo;
() Pouco Intuitivo.

(Justificativa)

É fácil andar pela casa, está destacada em cinza diferente os botões que ligam aparelhos, facilitando o manuseio

IV. Quanto aos recursos do Programa, a experiência proposta :

(x) foi integralmente desenvolvida.
() não foi desenvolvida por completo.

(Justificativa)

Pelo que percebo a proposta é levar ao usuário verificar gastos de energias de aparelhos ligados e nesse sentido foi integralmente desenvolvido.

IV.b. Os objetos disponíveis permitem:

- ☐ () conceber a experiência proposta
- ☐ () conceber parte da experiência proposta
- ☐ () não permitem conceber a experiência.

IV.c. A relação entre os objetos disponíveis e suas propriedades:

- ☒ (x) é simples de ser definida e permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida, mas permite o desenvolvimento proposto;
- ☐ () não é simples de ser definida e não permite o desenvolvimento proposto;

IV.d. (x) Sugiro inserir novos objetos no experimento um sinal de + e -, tais como:

Esse sinal ficaria na tela onde permite ao usuário tocar os valores de potência. Esses sinais ficariam mais intuitivos

IV.e. () Sugiro inserir novas relações entre objetos no experimento _____ tais como:

V. Conseguiu visualizar onde diminuir seu próprio consumo em sua casa?

- ☐ () sim
- ☐ () não
- ☒ (x) em parte

Justifique:

é possível verificar com facilidade aparelhos que ligadas gastam mais energia. No entanto coloco em parte pois não tenho um sub-total desses aparelhos

V. O programa permitiu a aquisição de informações úteis sobre consumo/economia de energia?

- ☐ () sim
- ☐ () não
- ☒ (x) em parte

Exemplifique:

Visualizei com quais aparelhos ligados que o consumo de energia cresce rapidamente, mas ao ligando e desligando em determinados aparelhos verifico relação consumo e economia.

VI. Observações sobre o programa que achar relevante:

Achei muito interessante e divertido manusear e brincar com o programa. Cui que está muito bom e só precisa de algumas alterações para que o mesmo atinja de forma eficaz os objetivos a que se propõe

VII. Sugestões Adicionais:

Item da sugestão p/ criação de um botão com + e - para troca de proteção seguro.

a) Que apareça de alguma forma registrada quanto gastaria em 1 hora se mantivesse todos aparelhos ligados em 1 experimento de minutos.

talvez seria possível com a criação de um botão

que depois que ligasse todos os aparelhos e

cliquesse nesse botão ele usaria esse dado p/ fazer uma estimativa de 1 hora.

b) Seria interessante também um relatório de

consumo mensal sendo mantida determinados aparelhos

por quantidade de horas. Isso seria possível analisar

comparando com a conta de casa.

Todas as sugestões n. são para modificar o que está feito, seria p/ acrescentar e ter mais essas opções.

Assinatura do Avaliador:

