

## DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE REALIDADE VIRTUAL, APLICADA NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DE MOTORES ELÉTRICOS

Samila Carolina Costa<sup>1</sup>  
Marlus Dias Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFG/Jataí/Engenharia Elétrica - PIBIT, samilac.costa@gmail.com

<sup>2</sup>IFG/Jataí/Departamento dos cursos de Informática, marlus.guitar@gmail.com

### Resumo

Este trabalho apresenta uma aplicação de Realidade Virtual, tendo como foco principal a visualização de um motor de indução trifásico como ferramenta de ensino e aprendizagem. A visualização do mesmo muitas vezes não é possível devido a sua não disponibilidade ou a disponibilidade desses motores apenas fechados, impossibilitando o estudo de suas partes internas para melhor entender o seu funcionamento. A intenção deste trabalho é que o motor possa ser visualizado em tempo real, pelo usuário, com o uso da Realidade Virtual, possibilitando interagir e manipular e simular o funcionamento.

**Palavras-chave:** Computação Gráfica, Realidade Virtual, Motor de indução trifásico, Aplicações educacionais

### 1. Introdução

O surgimento dos computadores visava solucionar problemas humanos como cálculos e operações repetitivas.

Desde o seu surgimento existia uma forma do homem interagir com a máquina de forma que a máquina conseguisse gerar os resultados esperados pelo homem. Ao longo da história as formas de interação foram modificando e tornando-se cada vez mais simples e com resultados mais claros.

Em meados da década de 40, Howard Aiken, de Harvard, John Von Neumann, do Instituto de Estudos avançados de Princeton, J. Presper Eckert e William Mauchley, da Universidade da Pensilvânia e Konrad Zuse, na Alemanha, entre outros, tiveram sucesso na construção de máquinas de cálculo utilizando válvulas (Tanenbaum, 1997).

Naqueles tempos as formas de interação eram reduzidas, de acordo com (Tanenbaum, 1997) em apenas um único grupo de pessoas projetava, construía, programava, operava e mantinha cada máquina, de forma que apenas especialistas trabalhavam com os computadores. Após esse período surgiram os cartões perfurados que permitiam incluir dados e comandos nas máquinas. Tal forma de interação com a máquina dependia da preparação dos cartões para posterior operação da máquina, o que acarretava em um processo lento e propenso a erros.

Existem diversas formas de interação com os computadores, sejam utilizando dispositivos de entrada de dados tradicionais como teclados, mouse, ou através de dispositivos especiais como o Kinect, luvas e capacetes.

Cada vez mais, a computação gráfica tem sido utilizada para a criação de imagens que representam modelos do mundo real (Oliveira, 2010). Neste sentido, por meio da Realidade Virtual,

tenta-se criar um ambiente que proporcione a sensação de imersão total ou parcial em um mundo virtual, onde objetos imaginários podem ser sentidos e manipulados.

## **2. Realidade Virtual**

Realidade Virtual é um sistema computacional usado para gerar um ambiente artificial, no qual o usuário tem a impressão de não somente estar imerso nesse ambiente, mas também pode interagir com os objetos nele existentes, explorando os diferentes setores simulados no ambiente, por meio de dispositivos multisensoriais (Cardoso, 2006). Desta forma, a Realidade Virtual é uma “interface avançada”, que possibilita ao usuário interação, navegação e imersão (Cardoso, 2006), (Villela, 2013).

A Realidade Virtual possibilita também interagir no espaço virtual, e com os objetos nele presentes, locomover-se em três dimensões, ter a sensação de estar presente naquele ambiente gerado por computador, em alguns casos utilizando equipamentos especiais como luvas e capacetes (Cardoso, 2004).

É importante destacar que a interação em ambientes virtuais está relacionada com a capacidade do computador em detectar as ações do usuário e reagir instantaneamente às mesmas, modificando os aspectos da aplicação. Considere por exemplo os vídeo-games que possibilitam ao usuário interagir com o ambiente tridimensional em tempo real, as cenas são modificadas como resposta aos comandos realizados pelo usuário, o que torna a interação mais rica e natural (Cardoso, 2006), (Villela, 2013).

A educação é fundamentalmente um processo de exploração, de descoberta, de observação e construção do conhecimento, que vivenciamos no mundo. Em aplicações educacionais a potencialidade da Realidade Virtual, está no fato de permitir que se explore alguns ambientes, processos ou objetos, não através de livros, filmes ou aulas, mas através da manipulação e análise virtual do próprio alvo do estudo (Villela, 2013).

O uso da computação como ferramenta de educação, tem se tornado a cada dia indispensável para a melhoria da qualidade e dinamismo como alternativa ao ensino tradicional (Oliveira, 2010). As técnicas computacionais bem como as estratégias possíveis para sua utilização são bastante variadas. Neste cenário a Realidade Virtual vem ganhando uma gama significativa de adeptos desta forma viabilizando o desenvolvimento de aplicações em diversas áreas do conhecimento (Kirner, 2004).

A educação é uma área ampla, onde o conhecimento é um ativo que possui diversas formas de aquisição. Nessas diferentes maneiras de aprender, a troca da abstração pelo real vem fazendo com que excelentes resultados, possam ser alcançados em relação à aprendizagem (Oliveira, 2010).

Uma subárea da educação, dentro do curso de engenharia elétrica são os motores elétricos. Este trabalho pretende desenvolver uma ferramenta de auxílio, que viabilize a experimentação de diversos cenários utilizando motores elétricos, para isso utilizando alguns artefatos tecnológicos.

## **3. Motor Elétrico**

O motor elétrico transforma energia elétrica em energia mecânica. De todos os tipos de motores o elétrico é o mais utilizado, pois combina as vantagens que a energia elétrica tais como: facilidade

de transporte, construção simples, simplicidade de comando, alta versatilidade, adaptação aos mais diversos tipos de carga, e por fim o baixo custo (Silva, 2013).

Existem dois principais tipos de motores elétricos: os de corrente contínua e de corrente alternada. Os de corrente contínua, por necessitarem de um dispositivo que converta a corrente alternada em corrente contínua, acabam tendo um alto custo. Já os motores de corrente alternada são mais utilizados e a energia elétrica é distribuída em forma de corrente alternada, reduzindo assim seu custo (Silva, 2013).

Um exemplo de motor de corrente alternada é o motor de indução que normalmente funciona com velocidade constante, variando ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. O motor de indução é o mais utilizado de todos e isso se deve ao seu baixo custo, a sua simplicidade e robustez. É adequado a quase todos os tipos de máquina (Villela, 2013).

Um motor de indução é composto basicamente de duas partes: Estator e Rotor. O espaço entre o estator e o rotor é denominado entreferro. O estator constitui a parte estática e o rotor a parte móvel.

O estator é composto de chapas finas de aço magnético que são tratadas termicamente para reduzir ao máximo que se conseguir as perdas por correntes parasitas e histerese. Estas chapas têm o formato que lembra um anel com ranhuras internas olhando frontalmente de tal maneira que possam ser alojados enrolamentos, os quais por sua vez, quando em operação, deverão criar um campo magnético no estator.

O rotor também é composto de chapas finas de aço magnético que são tratadas termicamente, com o formato também parecido com um anel olhando frontalmente e com os enrolamentos alojados longitudinalmente.

O motor de indução é o motor de construção mais simples. Estator e rotor são montados solidários, com um eixo comum aos “anéis” que os compõem. A aplicação de tensão nos enrolamentos do estator irá fazer com que apareça uma tensão nos enrolamentos do rotor. Assim, o estator pode ser considerado como o primário de um transformador e o rotor como seu secundário.

O princípio de funcionamento baseia-se no torque ou momento. O torque normalmente é produzido por forças magnéticas desenvolvidas entre os pólos magnéticos do rotor e aqueles do estator. Forças de repulsão ou de atração, desenvolvidas entre rotor e estator, empurram ou puxam os pólos móveis do rotor, produzindo torques ou momentos, que fazem o rotor girar em alta velocidade, até que os atritos ou cargas ligadas ao eixo reduzam o torque resultante ao valor zero. Após esse ponto, o rotor passa a girar com velocidade angular constante. O rotor e o estator do motor devem ser magnéticos, e são essas forças entre pólos que produzem o torque que será necessário para fazer o rotor girar (Delaiba, s/d).

Tendo sido apresentados os conceitos relativos ao ensino, e especificamente, o ensino das características e funcionamento dos motores elétricos, se mostra necessária a especificação da técnica pela qual busca-se representar tais motores de forma a criar uma ferramenta auxiliar de ensino. O presente trabalho fez opção pela Realidade Virtual para modelagem do motor.

#### **4. Realidade Virtual com Aplicação na Aprendizagem**

No contexto computacional, a Realidade Virtual se mostra uma tecnologia aplicável à criação de cenários, desta forma solucionando o problema de abstração de alguns conteúdos. Esta

potencialidade da Realidade Virtual está no fato que através das ferramentas de modelagem, é possível criar uma representação fiel da abstração no mundo tridimensional, gerado por algum aparato tecnológico, que no caso deste trabalho é o computador.

Muitos estudos já foram realizados objetivando fazer uso de conceitos e ferramentas de Realidade Virtual voltadas para área da educação, e os resultados tem sido satisfatórios, exemplo disso é o artigo que descreve o uso de aplicações gráficas de tempo real no auxílio à aprendizagem, mais especificamente voltado para pessoas com dificuldades na aprendizagem (Vera, 2007).

As vantagens são avaliadas, no referido artigo, em comparação à metodologias pedagógicas tradicionais. Os autores após avaliarem a metodologia chegaram à conclusão de que a computação gráfica facilita a abstração de conceitos que normalmente são difíceis de serem representados, tornando o processo de aprendizagem mais intuitivo e produtivo (Braga, 2001), Carvalho, 2002).

Tendo em vista os desafios inerentes à iniciativas pedagógicas voltadas a pessoas com dificuldade em aprendizado e os bons resultados obtidos na pesquisa citada, acredita-se que a utilização de uma metodologia semelhante aplicada ao ensino das características de um motor de indução trifásico possa seguir o mesmo caminho e obter resultados satisfatórios.

## **5. Realidade Aumentada e Educação**

O uso da informática já se tornou um recurso indispensável em todas as áreas. No cenário da educação não foi diferente o uso constante e crescente da mesma vem chamando atenção e fazendo com que vários estudos surjam sobre o porquê utilizar, como e quando é indicado o uso do computador e a inserção de ferramentas digitais voltadas para o ensino com o intuito de melhorar a absorção do conteúdo pelo aluno e obter um maior nível de aprendizagem.

As novas tecnologias que utilizam a informática pra o ensino lançam mão de vários recursos para utilização da mesma, como uso de jogos educacionais utilizando o meio virtual, softwares de simulação, etc.

Outra tecnologia com fins educativos que vem se destacando e se tornando alvo intenso de estudos nos últimos tempos é a Realidade Aumentada (RA) (Milgram, 1994), (Camargo, 2010). E os resultados desses estudos mostram, uma absorção maior de conteúdo e uma reflexão imediata no nível de aprendizagem do aluno se comparada com outras ferramentas que utilizam o computador (Forte, 2013), (Camargo, 2010).

A utilização de Realidade Aumentada tem sido observada nas mais variadas áreas de ensino, como medicina, matemática básica, na engenharia elétrica com simulações de circuitos integrados (Forte, 2013), (Camargo, 2010). O ensino de motores, na engenharia elétrica, é uma área de ensino que pode ser muito abrangida com softwares em RA, pois a técnica de desenvolvimento oferece muitas vantagens.

Em muitas Escolas Técnicas e Universidades os alunos não tem acesso a laboratórios suficientemente equipados. São muitas as dificuldades enfrentadas pelas mesmas durante o planejamento e montagem de seus laboratórios. O trabalho tem por objetivo colocar em prática técnicas de Realidade Virtual (RV) para modelar um motor de indução trifásico, ao usar RV para virtualizar e visualizar esse motor estaríamos deixando de lado a necessidade de comprar um motor e dando a oportunidade a cada aluno de ter seu próprio motor de uma forma mais barata e com

grande acessibilidade, possibilitando ao aluno entender melhor o funcionamento do motor e gerando economia aos cofres públicos.

## 6. Metodologia

O presente capítulo visa apresentar a metodologia seguida para a realização do projeto. A partir da descrição dos passos seguidos é possível compreender o trabalho desenvolvido e também, caso seja necessário, repetir esses passos para o desenvolvimento de projetos similares.

A metodologia foi descrita com base nas duas ferramentas de modelagem testadas, mostrando seus pontos positivos e negativos, e evidenciando o porquê da utilização do Blender em detrimento ao AutoCAD.

### 6.1. Ferramentas

Para a realização deste projeto foram analisadas duas ferramentas e comparadas suas vantagens e desvantagens, tendo como parâmetro a melhor qualidade do modelo final, que visa atender aos objetivos do projeto. As ferramentas analisadas foram os softwares, AutoCAD, da Autodesk, e Blender, da Blender Foundation. Ambos podem ser considerados como ferramentas de modelagem bi e tridimensional, e contam com recursos bastante específicos para a mesma.

#### 6.1.1. AutoCAD

Existem vários sistemas de ajuda ao desenho no mercado, um dos mais conhecidos é o AutoCAD criado, em 1982, pela Autodesk. O autoCAD foi um dos primeiros sistemas CAD a serem comercializados em escala global e a rodar em computadores pessoais, além de ser compatível com as necessidades de várias áreas, como engenharias, arquitetura, informática, indústrias automobilísticas, etc. Por essa razão ganhou tantos adeptos e hoje é o um dos sistemas CAD com maior implementação e visibilidade no mercado (Amariz, 2013), (Rui, 2013).

O AutoCAD ainda é, primeiramente uma ferramenta mais vocacionada para a confecção de projetos em ambiente 2D, visto que a versão mais comercializada é o AutoCAD LT (light) onde ferramentas poderosas, como o 3D, foram retiradas (Rui, 2013).

Hoje em dia o autoCAD conta com uma vertente tridimensional poderosa e organizada, mas nem sempre foi assim, os poucos comandos que antes faziam parte do software eram integrados no ambiente 2D e exigiam conhecimentos avançados para serem utilizados. (Rui, 2013)

Atualmente mesmo o ‘módulo’ 3D estando sempre disponível dentro do ambiente 2D, é possível criar um ambiente específico de trabalho para modelar em forma tridimensional. (Rui, 2013)

Após a escolha da função do layout que é pretendido usar, o ambiente de trabalho é modificado e os diferentes *icons*, *menus*, *ribbons*, etc, são ajustados de forma a mostrar as ferramentas mais comuns e com maior usabilidade do 3D, ocultando assim alguns comandos do ambiente 2D, isso dá a impressão de que entramos em outro programa. Existe a possibilidade comutar entre os ambientes 2D, 3D e clássico, mesmo os comandos estando disponíveis independentemente do módulo utilizado, através da prompt. E é por esse motivo que se habituar a

invocar os comandos desde a prompt. Isso torna o processo de modelagem mais prático e rápido (Rui, 2013).

### **Vantagens**

- Oferece um sistema robusto e cumpridor;
- Oferece produtividade em potencial;
- Oferece ferramentas simplificadas;
- É um sistema de aprendizagem fácil, dispensando assim a necessidade de um longo período de preparação;
- Tem sua programação feita por objetos onde e o próprio software tem noção das dimensões dos modelos, o que o torna capaz de detectar colisões.

### **Desvantagens**

- Custo da aquisição do Software: existem no mercado várias soluções mais econômicas, exemplo disso são os softwares livres;
- Pouca flexibilidade para modelagem de formas complexas;
- Não tem a capacidade de modelação por blocos;
- Só é compatível com o sistema operacional Windows;
- Poucos recursos de render;
- Não possui ferramenta de animação;

A utilização de um sistema CAD como ferramenta de modelagem deste projeto foi analisada, o sistema escolhido foi o autoCAD, e embora a aprendizagem do mesmo seja rápida e seus menus e ferramentas estejam distribuídos de forma simples em sua interface (o que facilitaria bastante o processo de modelagem), o autoCAD deixa a desejar na riqueza de detalhes da modelagem, possui poucos recursos de textura e render, e não possui uma ferramenta de animação, o que contribuiu para o descarte do autoCAD como ferramenta de modelagem escolhida para utilização no projeto, visto que um dos objetivos inicialmente proposto no projeto é mostrar o objeto modelado em funcionamento, possibilitando ao usuário uma interação maior com o mesmo, contribuindo assim, positivamente com o seu aprendizado. Por fim, o autoCAD não é um software livre, e seu preço estava muito além do orçamento do projeto. (Amariz, 2013), (CADaula, 2013), (Rui, 2013), (Sá Pinto, 2005).

### **6.1.2. Blender**

O Blender é um software voltado para a computação gráfica, e munido de poderosas ferramentas de animação em 3D, renderização de imagem que se destaca pelo seu alto padrão de realidade e também a parte interativa para criação de jogos. É um Software Livre liberado para o público sob os termos do GNU General Public License (GLP). O Blender foi inicialmente criado em um estúdio de animação holandês chamado NeoGeo, co-fundado em 1988, por Ton Roosendaal. Este estúdio criou várias produções premiadas para grandes clientes como a Multinacional Philips Electronics Company (Blender, 2013).

Dentro da NeoGeo era responsabilidade de Ton, a direção de arte e o desenvolvimento interno de software. Após uma deliberação cuidadosa, Ton concluiu que era hora de aperfeiçoar a



atual ferramenta 3D interna usada pela NeoGeo estava ultrapassada, necessitando de uma mudança geral. Essa mudança teve início, em 1995, com a criação de uma nova empresa chamada Not a Number (NaN) que veio a ser uma subsidiária do NeoGeo, e tinha como foco realizar as mudanças necessárias para a criação de um novo software de modelagem 3D, hoje conhecido como Blender.

Após algumas tentativas, umas com sucesso e outras não, Ton fundou, em 2002, a Blender Foundation, uma organização sem fins lucrativos, que tinha como objetivo encontrar uma maneira de continuar o desenvolvimento do Blender e promover o mesmo como uma comunidade baseada em projeto Open Source. Em outubro do mesmo ano, o Blender foi liberado para o público sob os termos do GNU General Public License (GLP) (Blender, 2013).

O Blender oferece um abrangente conjunto de funcionalidades, tais como, transparência, opacidade, projeção de sombras, espelhamento, que são recursos utilizados para criar efeitos especiais, como um objeto incandescente, ou para fazer uma fonte de luz visível, dentre outros recursos oferecidos pela computação gráfica (Salvino, 2013).

Além disso, o Blender conta com um motor de jogos integrado, um diferencial único se comparado com outras ferramentas de modelagem 3D disponíveis no mercado. A existência de um módulo interno para desenvolvimento de jogos possibilita ao Blender um projeto mais complexo e completo, não sendo necessário o uso de outros softwares como o Crystal Space e o Ogre, para acabamento nos projetos, e é essa uma das maiores vantagens no Blender como plataforma de criação e jogos (Brito, 2008).

A aplicação de texturas é outro recurso oferecido pelo Blender que vale a pena salientar, texturas como madeira, mármore, e muitas outras que podem ser criadas ou inseridas no Blender em forma de figuras, o que é algo bem útil, visto que, existe uma extensa biblioteca na internet com todo o tipo de texturas, inclusive texturas de inúmeros materiais utilizados na Engenharia (Salvino, 2013).

Outro diferencial é que seu modelo final permite que o usuário crie jogos sem a necessidade de programação e realize pós-produções de animações utilizando o editor de vídeo integrado (Oliveira, 2010) apud (Brito, 2008).

O projeto foi executado utilizando o Software de modelagem Blender 2.67, o mesmo foi escolhido devido às suas vantagens em comparação com o autoCAD, como ferramenta de modelagem em 3D, mas o que pesou para essa escolha, foi o fato do Blender permitir criar animações com objetos modelados, e contar com um motor de jogos integrado, o que atende de forma mais completa à proposta inicial do projeto, outras vantagens como ser um software gratuito, existir diversos tutoriais onde se ensina de forma mais dinâmica a utilizar o software, ter sempre ótimas recomendações em blogs e sites de computação gráfica, e permitir a modelagem de objetos altamente complexos, com alto grau de realidade, pesaram também para a escolha do Blender como ferramenta para este projeto.

### **Vantagens**

- Software gratuito e de código aberto;
- Oferece um abrangente conjunto de funcionalidades;
- Permite a modelagem de objetos com alto grau de complexidade;
- Sistema de Renderização que permite um resultado com um alto grau de

- realidade;
- Suíte integrada de modelagem e animação 3D.
- O processo pode ser realizado em apenas um software;
- Sistema baseado em interações visuais, não há necessidade de usar programação;
- Multiplataforma: compatível com Windows, Linux, FreeBSD, BeOS, Irix, etc.

### **Desvantagens**

- Difícil aprendizagem. O manual é de difícil entendimento, sendo mais fácil aprender por tutoriais e vídeos na internet.
- Não oferece ferramentas simplificadas;
- Limitação no desempenho do computador, o software é pesado e exige alguns requisitos mínimos de hardware para processamento gráfico;
- Seu menu é disposto de forma pouco intuitiva.

## **6.2. Desenvolvimento da Modelagem Geométrica do Motor de Indução Trifásico**

Muitos motores foram analisados e o Steel Motor NEMA 56 carcaça de chapa lisa da Weg foi escolhido devido à facilidade para modelar seus componentes, dentre eles a carcaça que contém menos detalhes pelo fato de ser lisa, e não interfere nos componentes internos de maior importância. O Steel Motor NEMA 56 tem diversas aplicações e pode ser usados em compressores, bombas, ventiladores, trituradores e máquinas em geral. Segue abaixo as especificações do motor:

### **Características**

- Trifásico;
- Grau de proteção: IP21;
- Carcaças: chapa;
- Potências: 1/4 a 3 cv (carcaças A56 a F56H);
- Classe de Isolamento “B”;
- Categoria: N;
- Tensões: 220/380 V;
- Cor: Preto Fosco Munsell N1;
- Apto a operar com inversor de frequência.
- Frequência: 50 Hz;
- Classe de Isolamento “F”;
- Outras tensões;
- Eixo em aço inoxidável;
- Sem pés com flange;
- Outros opcionais sob consulta.

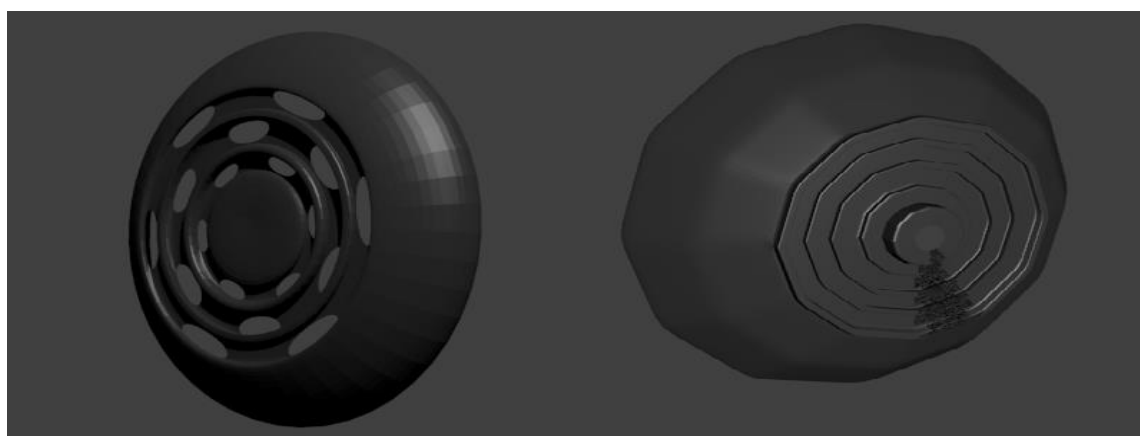
### **6.2.1. Descrição da Modelagem**

A modelagem a seguir tem como objetivo detalhar os componentes do motor de indução trifásico, como: enrolamentos, rotor, rolamentos, hélice, carcaça e tampas traseira e dianteira. Para

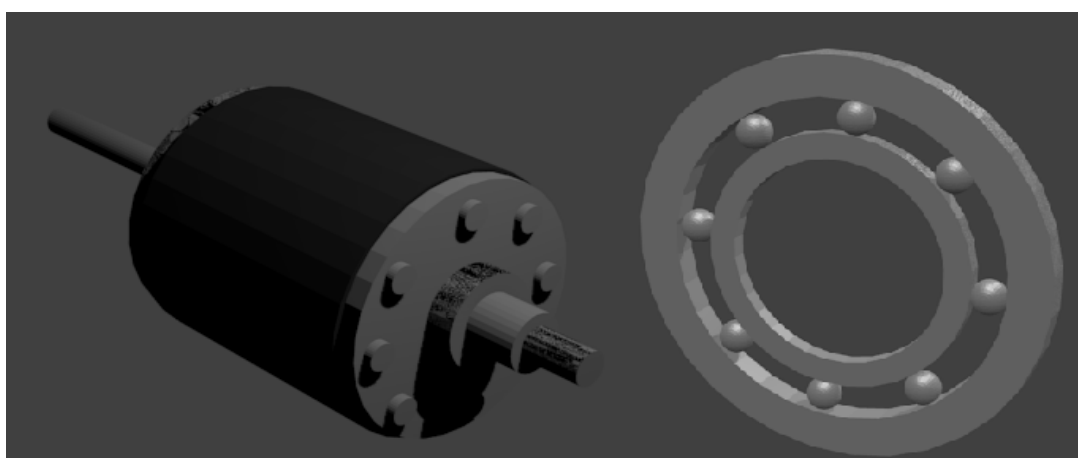


modelagem dos mesmos foi lançado mão de várias ferramentas, figuras geométricas primitivas tais como cubo, esfera, cone, cilindro, e figuras geométricas complexas como casca cilíndrica, toróides e outros (Cardoso, 2003).

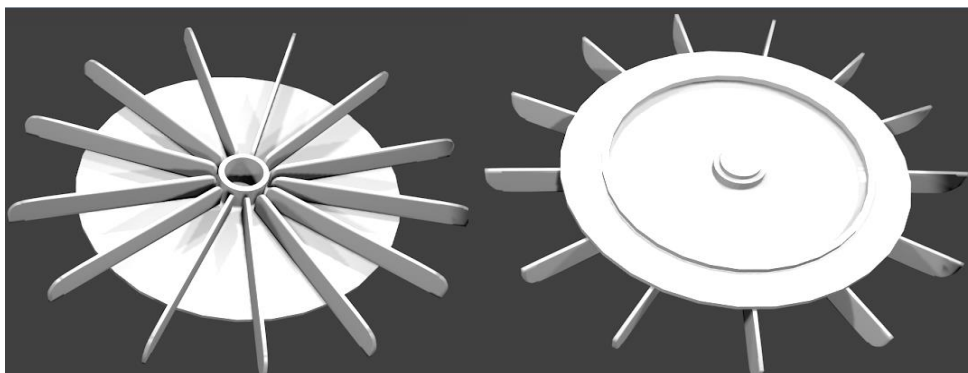
As primeiras peças a serem modeladas foram as tampas que juntamente com a carcaça tem a função de proteger e dar suporte ao conjunto interno de componentes (Oliveira, 2010). Ferramentas como Extrude, Smooth Vertex, Scale, Solidify e Subdivision Surface foram usadas para modelar as tampas dianteira e traseira e as mesmas foram feitas respectivamente a partir de um cilindro e uma casca esférica.



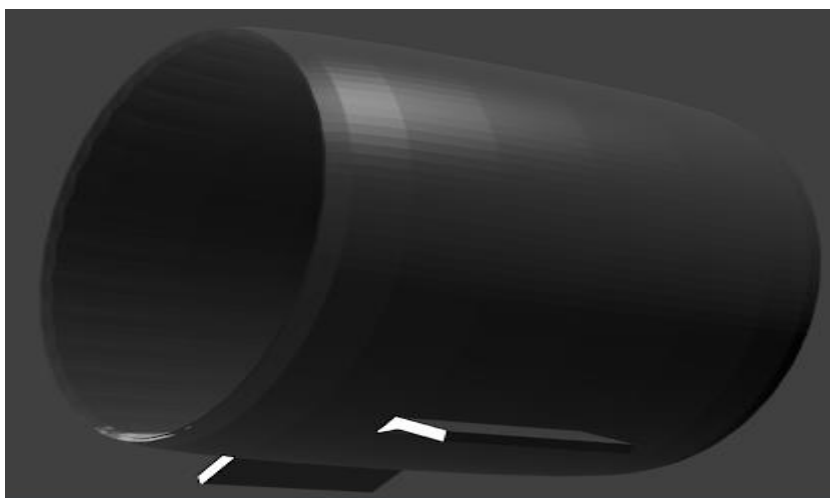
A seguir foi modelado o rotor (tudo que produz movimento rotacional girando em torno do seu próprio eixo) que tem como função girar no sentido do campo magnético existente no (Oliveira, 2010) e o rolamento. Para a modelagem do mesmo foi utilizado como figura inicial um cilindro e as ferramentas Extrude, Scale, e Solidify foram constantemente usadas.



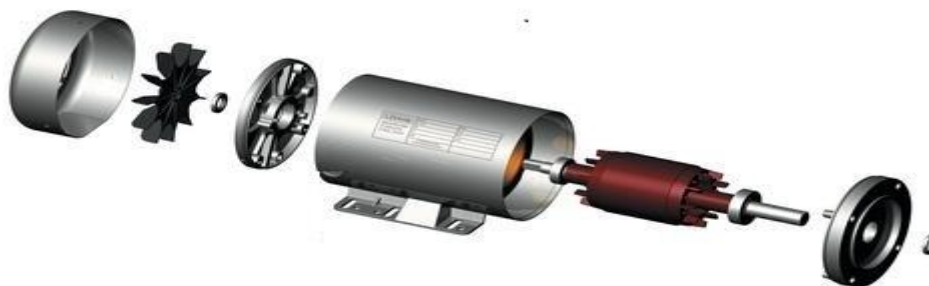
A hélice foi modelada utilizando o círculo como figura geométrica da base, e a ferramenta faces para preencher os círculos e as pás da hélices foram modeladas utilizando um cubo com a dimensão “x” reduzida e a dimensão “y” alongada. Para dar contorno às pás foi utilizada a ferramenta subdivides diversas vezes e depois foram reposicionados os vértices no modo edit.



O ultimo componente a ser modelado foi a carcaça, a mesma tem as funções de proteger e dar suporte aos componentes internos já citados neste trabalho. A figura. A modelagem da mesma foi simples, sendo inclusive a motivação da escolha do modelo de motor a ser modelado nesse trabalho. A figura inicial foi um cilindro e as ferramentas utilizadas foram anteriormente citadas na descrição dos outros componentes.



A imagem abaixo é um exemplo ilustrativo de como ficaria o motor explodido exibindo todas as peças internas em uma mesma cena.



## 7. Conclusão

Durante a realização de pesquisas para a realização desse projeto, foi possível constatar que existem muitos estudos, alguns citados no decorrer deste trabalho que visam ajudar alunos e professores, no campo de estudo sobre motores elétricos. Já existem muitos motores modelados, cada um de acordo com a necessidade de cada projeto.

A Realidade Aumentada e a Realidade Virtual vêm se firmando cada vez mais como ferramentas de apoio no ensino-aprendizagem, visualização e interação com objetos modelados em ambiente virtual. A possibilidade de análise visual, a sensação de presença do objeto em ambiente virtual, e a realidade com a qual o mesmo se apresenta são com certeza alguns dos benefícios mais notáveis e positivos proporcionados por essa tecnologia.

Portanto, tendo em vista todos os benefícios já citados e por ser um objeto de fácil acesso e receptível a mudanças devidas ao rápido avanço tecnológico, este trabalho contribui positivamente para a interação com o objeto modelado, facilitando assim a compreensão do mesmo.

## 8. Trabalhos Futuros

A Realidade Virtual e a Realidade Aumentada e a possibilidade de navegação, onde usuário pode ter diversas visões do objeto de estudo dispensando assim o reposicionamento de câmaras ou observadores, e sendo suportado apenas pela intuição de andar ao redor do motor. E também a maior sensação de interação com o objeto, permitindo testar alguns parâmetros de funcionamento do motor utilizando ferramentas de animação que o Blender oferece, dispensando o uso de linguagem de programação, são motivações para trabalhos futuros que explorem essa área, proporcionando ao usuário uma ferramenta completa, com possibilidade de testes e uma maior interação do mesmo com o ambiente virtual, facilitando sua compreensão no estudo de motores.

## 9. Referências

Amariz, L. C. *AutoCAD*. Categoria: *Informática*. Disponível em <http://www.infoescola.com/informatica/autocad/>. Acesso em: 07, jul de 2013.

Blender Foundation. *História do Blender*. Disponível em: <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:PT/2.6/Manual/Introduction/History>. Acesso em: 07, jul de 2013.

Braga, M. "*Realidade Virtual e educação*" Revista Biologia e Ciências da Terra, [S.I.], 2001.

Brito, A. *Blender 3D: Guia do usuário*. [S.I.]: Novatec Editora, 2008.

CADaula. *Sobre os Softwares: Sobre Autocad, Autocad - Principais Características, Sketchup - Principais Características, Revit Architecture - Principais Características, 3DS Max*. Disponível em [http://www.cadaula.com.br/sobre-o-software.html#Sobre\\_Autocad](http://www.cadaula.com.br/sobre-o-software.html#Sobre_Autocad). Acesso em: 07, jul de 2013.

Camargo C. A. X., Camargo V. A. X, E. Raimann, I. T. Cunha e M. W. S. Ribeiro, "*Aplicações de Realidade Aumentada para Ensino de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí*," VII Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, São Paulo-SP, 2010.

CARDOSO, A.; MORETTI, Flávio; DAUD JÚNIOR, Antônio; CAMPOS, Túlio. “Motor Elétrico Virtual” In: *SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY - SVR03, 2003, Ribeirão Preto. Proceedings of SVR 2003 - Symposium on Virtual Reality*. Ribeirão Preto – SP – Brasil: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2003. v. 01, p. 389-391.

Cardoso, E. L. A. *Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada*. [S.l.]: Ed. Mania do Livro, 2004.

Cardoso, A. et al. *Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada*. [S.l.]: Universitária UFPE, 2006.

Carvalho, H. A. *Realidade Virtual em educação: um estudo da situação brasileira*. Universidade Federal de Lavras - 2010.

Delaiba, Victor. Lamounier, Edgard. *Estudo e desenvolvimento de ambientes virtuais, como ferramenta de suporte para aplicação direta no estudo de motores elétricos e na eficiência energética* – UFU. s/d.

Forte, C. E.; Kirner, C. “Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática”, VI WRVA, 2009. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/wrva/st.asp>> Acesso em: 07 jul de 2013.

Kirner, C.; Tori, R. *Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade*. Realidade Virtual, p. 3, 2004.

Milgram, P. et. al. “Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum.” *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, V.2351, 1994.

Oliveira, F. H. M. *Uso de Realidade Aumentada na melhoria do processo de ensino-aprendizagem de motores elétricos*. Instituto Federal de Goiás, 2010.

Rangel, D. *Por que usar a game engine do Blender?*. Disponível em: <<http://diegorangel.wordpress.com/2008/04/03/por-que-usar-a-game-engine-do-blender/>>. Acesso em: 07, jul de 2013.

Rui, Jorge. *Desenho Técnico Industrial: AutoCAD 3D*. Disponível em: <<http://desenhotecnico.wordpress.com/cad/autocad-3d/>>. Acesso em: 07, jul de 2013.

Sá Pinto, F. B. Ribeiro, R. A. C. Souza, A. *Reengenharia de Sistema Produtivo Integrado para Fins Educacionais: Conceitos Gerais de CAD/CAM/CAE/CIM*. FEUP, DEEC. 2005.

Salvino, R. C. *Aplicabilidade do Software Livre Blender na Engenharia Mecânica: Renderização de imagem 3D*. Disponível em: <<http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Aplicabilidade-do-Software-Livre-Blender-na-Engenharia-Mecanica?pagina=5>>. Acesso em: 07, jul de 2013.

Silva, M. A. da. *Eletricidade: Acionamento de Motores Elétricos*. 2009. Disponível em <<http://www.brasile escola.com/fisica/eletricidade-acionamento-motores-eletricos.htm>> Acesso em 08 de jul de 2013.

Tanembaum, A.; Woodhull, A. *Operating systems: design and implementation*. [S.l.]: Prentice Hall, 1997.

Tori, R.; Kirner, C. *Fundamentos de Realidade Virtual. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual Aumentada*. Porto Alegre: SBC, 2006.

Vera L., Campos R., Herrera G., and C. Romero, “Computer graphics applications in the education process of people with learning difficulties,” *Computers & Graphics*. Spain, vol. 31, pp. 649–658, August 2007.

Villela, R. *Eletricidade Industrial*. 2012. Disponível em <<http://www.senairobson.hd1.com.br/motor.pdf>>. Acesso em 08 de jul de 2013.