# 1
# Introdução

Uma das técnicas de simulação numérica largamente utilizada para calcular esforços e o comportamento de estruturas em engenharia, mediante a utilização de computadores, é a Análise de Elementos Finitos (*Finite Element Analysis* - FEA). Esta técnica é utilizada para calcular deslocamentos, tensões, deformações, vibrações e muitos outros fenômenos. O uso de computador é necessário pois existe um enorme número de operações de cálculo para analisar uma estrutura de grande porte (Budgell, 1998).

A Análise de Elementos Finitos é uma técnica de análise numérica para obter soluções aproximadas em uma ampla variedade de problemas de engenharia. É por essa diversidade e flexibilidade em sua aplicação, como uma ferramenta de análise, que recebe a atenção no ambiente acadêmico e industrial (Kenneth et al., 2001).

No FEA, uma estrutura é dividida imaginariamente em muitos blocos pequenos os quais são chamados de elementos e o comportamento de um elemento individual poderia ser descrito por um conjunto simples de equações. O comportamento de uma estrutura composta de diversos elementos é descrito por um sistema de equações que representa o comportamento de cada elemento, individualmente, e suas ligações. Soluciona-se numericamente este grande conjunto de equações simultâneas e extrai-se o comportamento de cada elemento individualmente. Podem ser extraídos dados como tensões e deslocamentos de todas as partes da estrutura. As tensões irão ser comparadas com valores permitidos de tensão para o material a ser usado na construção da estrutura e ver se a estrutura está corretamente dimensionada. (Budgell, 1998; Kenneth et al., 2001).

Existem muitas opções de software que servem como ferramentas computacionais na FEA. Dentro das mais conhecidas ferramentas temos: ABAQUS (http://www.aceng.com/), ANSYS (http://www.ansys.com/), COSMOS/M (http://www.ctceng.com/), LUSAS (http://www.lusas.com/), MECANO (http://www.samcef.com/), MSC/NASTRAN (http://www.mscsoftware.com/), MSC/PATRAN (http://www.mscsoftware.com/), Pro/MECHANICA (http://www.ptc.com/), SOLVIA (http://www.solvia.com/), entre

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210230/CA

outras. O ANSYS é a ferramenta genérica mais utilizada tanto no ambiente acadêmico como no ambiente industrial, na área de Engenharia.

A melhor forma de compreensão da enorme quantidade de dados numéricos resultantes e originários de simulações numéricas como a FEA, é mediante a utilização de técnicas de Computação Gráfica. Esta área é conhecida como Visualização Científica.

A integração de computadores armazenadores de dados ou aplicações, telecomunicações, visualização e novas técnicas de interação provocam uma mudança e ampliação do paradigma atual de trabalhar das pessoas que utilizam os computadores como ferramentas. Um novo ambiente de trabalho deve ter disponível as seguintes características: distribuído, sempre disponível, portável ou remoto, configurável, dinâmico e cooperativo.

A integração das telecomunicações providencia acesso a um grande número de informações compartilhadas para muitos usuários simultaneamente. Logo, pessoas em diferentes localizações podem cooperar na solução de problemas usando esta informação compartilhada. Novas tecnologias como computadores portáteis conectados, mediante redes sem fio, a grandes redes como a Internet podem ter acesso a informações compartilhadas e gerar visualizações destas informações (Rosenblum et al., 1994).

A figura 1 ilustra uma possível forma de acesso à informação compartilhada.

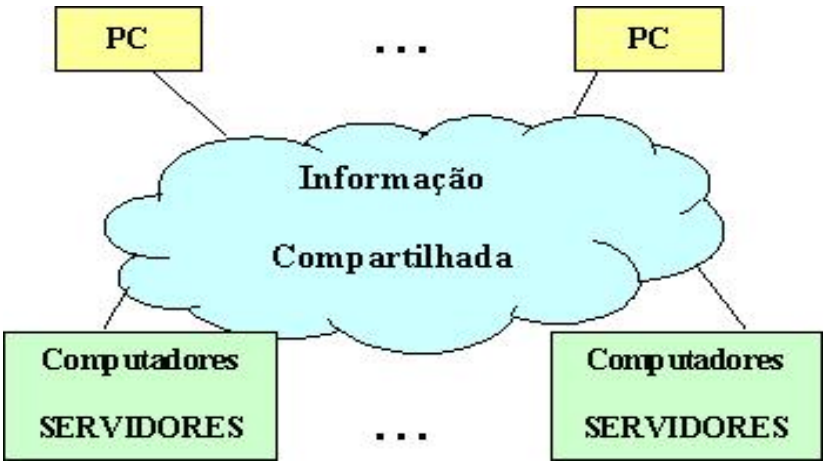


Figura 1 - Uma possível forma de acesso à informação compartilhada.

Problemas de engenharia de grande porte envolvem o trabalho de diversas organizações geograficamente distribuídas. Em geral os integrantes deste tipo de projetos sentem falta de uma visão integrada das informações necessárias

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210230/CA

para a sua condução. Existem algumas alternativas de arquitetura possíveis para a integração de dados geograficamente dispersos. A implantação de um ambiente colaborativo é uma forma de atacar o problema de integração no contexto de projetos de engenharia de grande porte (Felicíssimo & Salles, 2002).

Considerando-se a construção de uma hidroelétrica, por exemplo, há a necessidade da colaboração de equipes de Geologia, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, entre outros. Cada uma destas equipes possui, ainda, subgrupos de trabalho responsáveis por CAD, CAE, recursos e aquisição de materiais, situação ilustrada na figura 2.

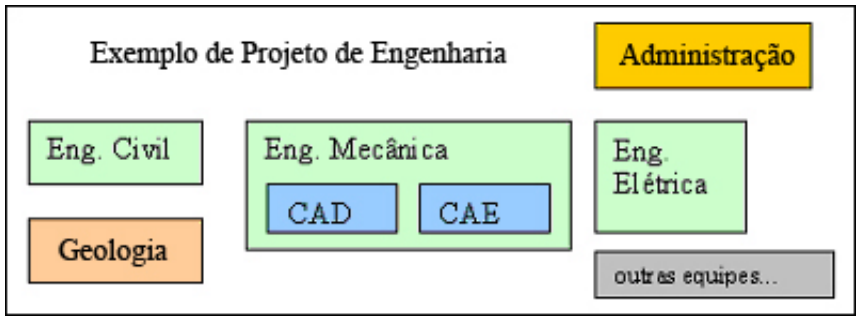


Figura 2 - Organização de equipes e de áreas de um projeto de engenharia de grande porte.

Tomando como base que a Internet foi criada como uma rede de computadores individuais, logo ela pode ser interativa e pode responder a entradas do usuário. Aplicações da Internet em várias áreas têm disponibilizado uma interface amigável. Por exemplo, muitas empresas colocam os catálogos de seus produtos on-line e usuários consumidores podem adquirir os produtos on-line também.

Há também aplicações na área de Engenharia porém ainda há a necessidade de alguns aperfeiçoamentos. Uma destas necessidades de aperfeiçoamento está no processo de transferir modelos 3D através da Internet.

A Internet é uma excelente ferramenta para a visualização de informações distantes, pois os dados que são transmitidos eletronicamente são acessados de forma rápida e fácil. Uma das mais difundidas tecnologias e padrão de linguagem que define modelos geométricos 3D para serem visualizados na Internet mediante a utilização de um navegador de Internet é o VRML (Virtual Reality Modeling Language). Existem outros padrões de linguagem que define modelos geométricos 3D como IGES (Initial Graphics Exchange Specification) (Kemmerer, 2001) e STEP (Standard Template for Electronic Publishing)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210230/CA

(BSISG, 1998) entre os mais difundidos; mas nenhum destes tem plug-ins de visualização para browser gratuitos na Internet como é o caso do VRML. Basicamente, VRML é um arquivo em formato texto que define um mundo virtual com objetos em 3D com capacidades de animação, interação, controle de propriedades mediante a utilização de programas scripts dentro do mesmo mundo virtual (Marudur, 1998).

Considerando-se que o meio de interação entre as diferentes equipes de um projeto é a WEB, teríamos a utilização de um Servidor HTTP (Hypertext Transfer Protocol) (Berners-Lee et al., 1996) e diferentes integrantes interagindo através da Internet, como pode ser observado na figura 3.

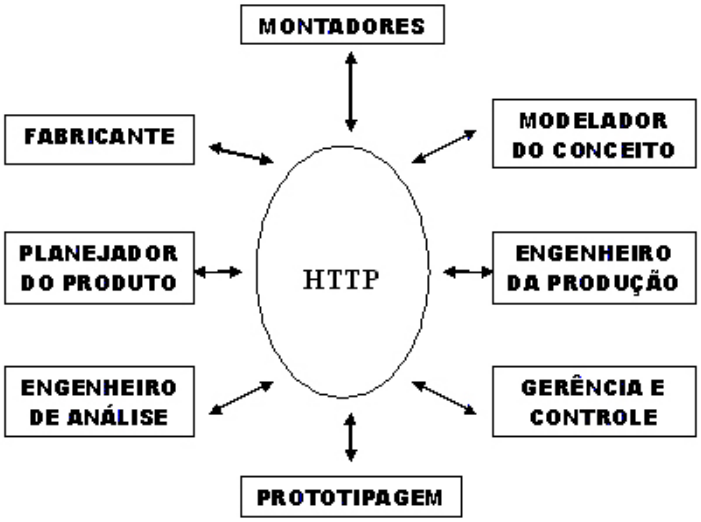


Figura 3 - Modelo interativo entre diferentes equipes utilizando a Internet.

Como já mencionado, VRML é o padrão mais popular usado para representar objetos 3D na Internet disponibilizando o básico de características de modelos geométricos. VRML é também um formato 3D de intercâmbio que define a maioria das semânticas usadas hoje em aplicações 3D como transformações hierárquicas, iluminação, pontos de visão, geometria, animação, *fog,* propriedades de materiais, mapeamento de texturas entre outras.

VRML poderia ser considerado como uma analogia 3D de HTML (HyperText Markup Language) (Raggett, 1999), isto quer dizer que VRML serve como uma linguagem multi-plataforma simples, para publicar paginas WEB em 3D. Sua motivação está no fato que algumas informações são melhor

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210230/CA

visualizadas em três dimensões, como é o caso de jogos, visualização cientifica e de engenharia, experiências educacionais e de arquitetura.

Na maioria das vezes projetos nestas áreas precisam interação, animação, participação do usuário e exploração além das capacidades do formato HTML. VRML provê a tecnologia que integra 3D, 2D, texto e multimídia em um modelo coerente. Arquivos VRML podem conter programas Java (http://www.java.com) ou JavaScript (Goodman, 2001) para definir comportamentos para os objetos colocados dentro do mundo VRML (Ranga, 2000).

## 1.1. Objetivos

Os objetivos deste trabalho são:

- Implementar um gerador de informações VRML que vai ser chamado de VRMLGer, o qual deve ter como dados de entrada, informações numéricas de dados a serem simulados em uma ferramenta de FEA como também dados numéricos que são resultado da simulação numérica. Os dados de saída serão arquivos VRML contendo objetos gráficos em um mundo virtual 3D que são a representação gráfica dos dados de entrada.

- Adaptar o Gerador para funcionar em uma arquitetura distribuída via WEB.

- Usando como caso de estudo o ANSYS, como software de FEA,, criar macros que extraiam, de seus arquivos proprietários, os dados de entrada necessários para o gerador de arquivos VRML.

## 1.2. Distribuição dos capitulos

**Capitulo 2:**

Será feita uma revisão sobre a história e principais propriedades da linguagem VRML de interesse para o nosso estudo, como uma das tecnologias de mais alto nível, voltadas para a Internet, que podem ser usadas para a criação de aplicações sofisticadas, tais como mundos virtuais e animações interativas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210230/CA

**Capitulo 3:**

Será apresentada a Arquitetura de Ambiente Distribuído no qual está implementado o Gerador VRML (VRMLGer) e o fluxo de dados que há entre as diferentes camadas da Arquitetura.

**Capitulo 4:**

São apresentados o desenvolvimento do Gerador de arquivos VRML - VRMLGer, a linguagem de programação utilizada, a estrutura da entrada de dados e dados resultantes da simulação, informações geométricas, de configuração do Gerador, de escolhas de geração e o que é gerado em cada escolha.

É apresentada também a linguagem de programação em scripts do software de FEA com a qual foram criados os macros para geração dos arquivos texto, que servem de entrada para o VRMLGer.

**Capitulo 5:**

São apresentados diversos testes, utilizando diferentes malhas e com visualizações gráficas com várias das configurações disponíveis no VRMLGer.

**Capítulo 6:**

Resume quais foram as metas atingidas e descreve trabalhos futuros a serem considerados como temas de pesquisa e desenvolvimento.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210230/CA