

# APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE MODELAGEM NO CURSO DE DESENHO PARA ENGENHARIA – PROJETO GALPÃO

**Gustavo Moacir Razzante Filho** – gustavo.razzante@maua.br

**Jorge Kawamura** – jorge.kawamura@maua.br

**Roberto Scalco** – roberto.scalco@maua.br

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (CEUN – IMT)

Escola de Engenharia Mauá (EEM), Ciclo Básico

Praça Mauá, nº 1

CEP: 09580-900 – São Caetano do Sul – SP – Brasil

***Resumo:** Este artigo apresenta a aplicação do conceito de modelo, desenvolvido na disciplina Desenho, como fechamento do curso. Ao longo do ano, normas de desenho técnico, construções geométricas, esboço e aplicativos CAD são utilizados para a criação de modelos bidimensionais e tridimensionais, hoje utilizados tanto na engenharia quanto na reengenharia. No trabalho aqui apresentado os alunos da primeira série do curso de engenharia desenvolvem um projeto de um galpão industrial, produzindo um esboço em vistas ortográficas à mão livre e um modelo sólido tridimensional no computador. A geração dos dados do enunciado do trabalho, bem como parte da correção, foi feita por um aplicativo desenvolvido pela disciplina utilizando o ambiente Delphi. Este aplicativo gera para cada equipe um projeto original, único. Como complemento, uma representação gráfica tridimensional da solução final de cada equipe é gerada pelo aplicativo utilizando a biblioteca gráfica OpenGL.*

***Palavras-chave:** Modelagem, Desenho técnico, Esboço, CAD, OpenGL.*

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica dos computadores tem fornecido grande poder de processamento para a manipulação e extração de informações de modelos sólidos, resolução de cálculos, tratamento de imagens, entre outras. Com a evolução tecnológica, o processo produtivo nas empresas acelerou-se de igual maneira.

Em 1995 a Escola de Engenharia Mauá deu início à reformulação da disciplina Desenho, surgida da necessidade de modernização e adequação à nova realidade do mercado profissional, caracterizado pelo uso intenso de computadores como ferramenta básica de projeto e desenho. É notório que hoje as empresas de engenharia envolvidas em desenvolvimento e projeto não trabalham senão com o uso do computador.

Observando-se então o cenário de projeto em engenharia tomou-se como objetivo não só o desenho em si, mas o conceito de modelo para o curso em questão, e assim desenvolve-se hoje no curso este conceito utilizando ferramentas computacionais específicas para geração de modelos tridimensionais.

Para um aluno ingressante na universidade, a distância entre a teoria apresentada e a sua aplicação em um projeto do cotidiano do engenheiro faz com que o aprendizado daquele conhecimento, que fará parte de sua vida profissional, torne-se muito mais custoso e desgastante. No curso de desenho a diferença se faz presente na medida em que o desenvolvimento de esboço e visualização é feito primordialmente com objetos abstratos e esporadicamente com objetos reais.

Neste trabalho será apresentada uma das atividades realizadas pelos alunos da primeira série do curso de Engenharia, envolvendo conceitos como trabalho em equipe, dinamismo, organização, planejamento, responsabilidade. Para a total compreensão do processo de evolução desta atividade, este texto será dividido em: histórico; projeto galpão; aplicativo de gerenciamento e correção; recursos utilizados e conclusão.

## 2. HISTÓRICO

Desde 1995 o curso de Desenho da Escola de Engenharia Mauá faz uso de computadores nas aulas. Esta alteração, proposta por GERSON (1995), surgiu da necessidade de modernização e adequação à nova realidade do mercado profissional onde o computador tornou-se a ferramenta básica de produção de projetos/desenhos. Hoje se sabe que empresas envolvidas em desenvolvimento de projetos não trabalham senão com o uso do computador. Mais do que isso, essas empresas utilizam os sistemas CAD com o seu melhor potencial de rendimento e produtividade baseado em modelos tridimensionais.

As diretrizes do curso de desenho foram redefinidas de tal maneira que a utilização de sistemas CAD não se equiparasse às pranchetas eletrônicas, onde o *software* seria a simples substituição das régua, compassos e pranchetas, mas esses seriam geradores de modelos tridimensionais. Nesse ambiente existe a necessidade do aprimoramento da habilidade de visualização espacial. Trocaram-se então as régua pelo sistema CAD, com ênfase no modelo, e aprimorou-se o esboço à mão livre para o desenvolvimento das habilidades de traço e visualização.

Desde então os desenhos são feitos sob a forma de esboço à mão livre para se trabalhar a percepção da proporção, a aplicação de geometria e a visualização espacial dos objetos analisados, e criar as representações gráficas de modelos que serão gerados no computador. Atualmente, 70% das aulas é gasto no aprimoramento da técnica de esboço, enquanto que o restante do tempo é despendido para os conhecimentos, as normas e o computador.. Desta forma o futuro engenheiro estará capacitado a expressar suas idéias de forma simples para a compreensão de outros profissionais que o cercam, capacitados com a habilidade da interpretação da linguagem gráfica.

Na reforma curricular proposta em 1995, os seguintes tópicos foram abordados: vistas ortográficas, cortes, seções, perspectivas axonométricas, ambiente 2D e ambiente 3D auxiliados pelo computador. Com o decorrer do tempo, os seguintes tópicos foram agregados ao curso: análise de projetos (1997), modelagem geométrica (1998), engenharia reversa utilizando objetos do cotidiano (2002), construções geométricas (2003) e noções de conjunto mecânico (2003), além da utilização de um livro-texto. Em paralelo com estas mudanças, as versões do aplicativo CAD (MicroStation®) foram atualizadas, além da distribuição autorizada pelo fabricante (Bentley) da versão acadêmica para os alunos.

O esboço e a visualização de modelos são os assuntos de maior enfoque do curso de Desenho. Utilizando esta abordagem, é possível que os conceitos abstratos sejam transformados em um modelo, isto é, permitir com que o aluno esboce o que conseguiu criar mentalmente e posteriormente reproduzi-lo em um modelo no computador.

Outra característica do curso é a forma de trabalho dos alunos. Em 2001, duas novas salas foram desenvolvidas para o curso de Desenho. PASSOS e BISSOLI (2003) e RAZZANTE FILHO *et al* (2003) verificaram que o novo ambiente de trabalho, além de permitir que sejam realizados trabalhos em dupla ou com grupos contendo quatro alunos, possibilitou uma interação maior entre os alunos, aumentando o aproveitamento da aula e das atividades realizadas em sala. A interferência do professor diminuiu, uma vez que a demanda ao atendimento às dúvidas pode ser suprida, em parte, pela interação entre os alunos da mesa.

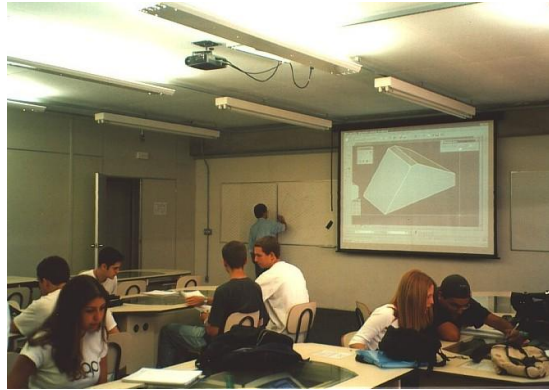


Figura 1: Ambiente de trabalho em sala de aula.

Com o novo ambiente de trabalho, algumas mudanças em relação ao desenvolvimento de trabalhos foram possíveis de serem implementadas. Hoje existem três trabalhos realizados durante o ano que demonstram as diversas aplicações de desenho em diferentes áreas da Engenharia.

Uma das aplicações demonstradas é a reengenharia de produtos, sendo que cada dupla recebe um objeto e esboça suas vistas ortográficas. Para esta atividade são utilizados conceitos de geometria e de representação de vistas ortográficas (primeira fase). Com o esboço em mãos este será desenhado no computador (2D) obedecendo às normas de desenho técnico, gerando assim uma documentação do produto.

Outra atividade aplicada pela disciplina consiste na interpretação de projetos de diversas áreas da Engenharia (Civil, Mecânica e Química), sendo que uma equipe com quatro alunos responde três séries de questionários.

A última atividade desenvolvida pelos alunos no ano letivo consiste no Projeto Galpão, detalhado a seguir.

### **3. PROJETO GALPÃO**

A criação desta atividade surgiu da necessidade de uma verificação dos conceitos apresentados durante o ano letivo de forma integrada, ou seja, um método de avaliação que permitisse que os alunos pudessem, de maneira organizada e responsável, aplicar os assuntos abordados em um projeto que envolvesse a leitura e interpretação de desenho técnico, criação de um esboço e de um modelo tridimensional no computador.

Para que o interesse seja despertado e haja entrosamento harmonioso entre as habilidades desenvolvidas de cada um, torna-se necessário que exista a oportunidade do aluno encontrar uma situação em que a inovação e criatividade sejam despertadas.

Uma vez que os alunos do curso pertençam a todas as habilitações da Engenharia oferecidas pela Escola, torna-se necessário criar uma atividade que associe uma situação que seja relacionada ao universo de conhecimento de um aluno da primeira série com uma situação que qualquer engenheiro possa vir a defrontar-se: a compreensão de uma planta de

um galpão comercial ou industrial para a instalação de equipamentos industriais, instalações elétricas e hidráulicas, implantação de um processo industrial, entre outras atividades relacionadas aos diversos ramos da Engenharia.

Considerando que um galpão deve ser dimensionado, é necessário definir um local apropriado com características que permitam a construção. Cada grupo recebe um terreno com formato e inclinação diferentes. Os terrenos podem possuir o formato da letra “L”, com uma única inclinação na superfície superior ou um terreno retangular com um plano oblíquo limitando-o. Um ponto importante consiste em que a inclinação do terreno é medida a partir da entrada pela rua, ou seja, como hipótese simplificadora, o plano horizontal inferior é definido pelo nível de referência da rua.

O uso de terrenos limitados por planos ocorre pelo fato de que o aluno, ao final da primeira série do curso, ainda não possui ferramentas para calcular o volume sobre uma curva ou a aplicação de algum método de integração numérica, pois tais assuntos são abordados por disciplinas da segunda série do curso.

A figura 2 mostra dois exemplos de terrenos utilizados na atividade:

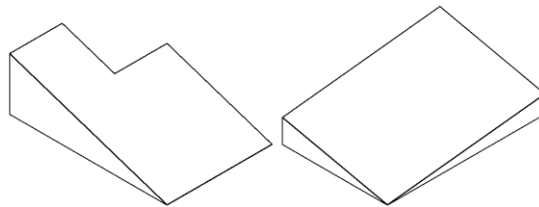


Figura 2: Tipos de terreno.

Para que o galpão possa ser construído, é necessário que haja movimentação de terra de maneira tal que a área útil do galpão seja limitada por dois planos horizontais (inferior e superior). Por restrição, não é permitido que a terra seja retirada ou acrescida ao terreno, ou seja, o volume total de terra é constante.

Seguindo algumas premissas, as dimensões dos terrenos são definidas de tal maneira que sempre irá restar, após a movimentação da terra, um volume de terra deve ser distribuído ao redor da área útil, ou seja, deve-se determinar a altura do recuo lateral e posterior, uma vez que o recuo frontal avança cinco metros no mesmo nível que o da entrada.

Na primeira aula o projeto é apresentado aos alunos utilizando recursos audiovisuais, destacando os objetivos do trabalho e as tarefas que deverão ser realizadas em cada uma das duas fases (as fases são realizadas em duas aulas distintas). Realizada a explanação, os alunos são divididos em grupos e recebem os dados e materiais necessários. Ao final da primeira fase, os cálculos e o esboço são corrigidos pelo professor.

Na segunda fase, todo o material é devolvido ao grupo para que o terreno e a estrutura do galpão sejam modelados no computador. O grupo pode completar alguma tarefa que não foi concluída durante a primeira fase, embora a nota total referente à tarefa será reduzida pelo não cumprimento do prazo.

É permitido que o grupo desenvolva suas atividades no tempo total da aula, ou seja, três horas-aula (duas horas e trinta minutos) para cada uma das duas fases.

### 3.1 Criação do grupo

No primeiro ano de aplicação do trabalho verificou-se a dificuldade dos alunos em planejamento e organização. Para que se obtivesse um melhor rendimento do mesmo induziu-se nos grupos a formação de uma equipe de trabalho organizada.

Os grupos são definidos pelos quatro alunos de uma mesma mesa. Estes alunos deverão escolher, em comum acordo, uma entre as quatro funções específicas, descritas a seguir:

- **Gerente:** Responsável pela organização e divisão das tarefas entre os membros do grupo. É o único integrante que pode tirar as dúvidas da equipe com o professor, pois essa deveria ser disseminada no grupo bem como a solução apresentada pelo professor;
- **Projetista:** Responsável pela escolha e distribuição dos pilares e vigas, apresentados em um catálogo, que serão utilizados na construção;
- **Desenhista:** Responsável pelo esboço e modelagem, sendo permitido ao grupo o uso de dois computadores para a execução do modelo;
- **Calculista:** Responsável pela centralização dos dados referentes às características do terreno após a terraplanagem.

O termo “responsável” foi utilizado exaustivamente para descrever as características de cada função, ou seja, o aluno que assume um determinado cargo não será exatamente o executor da tarefa, mas um profissional que está organizando um grupo com funções dinâmicas.

A escolha do gerente, na grande maioria das situações, pode representar a garantia de sucesso da realização da tarefa ou a personificação do caos. Isto ocorre pelo fato de que o gerente deve compreender o problema descrito por um dos especialistas, transmiti-lo ao professor, compreender a solução proposta e apresentar a solução para o grupo.

### 3.2 Fornecimento dos dados e materiais

Com o grupo definido, os alunos recebem os materiais necessários para execução do projeto: uma folha com enunciado e espaço destinado a um relatório, uma folha de tamanho A3 para o esboço e um catálogo contendo as informações sobre vigas e colunas de estruturas pré-moldadas, bem como a maneira de como estes elementos devem ser unidos. Os grupos são chamados pelo contratante (professor) para que sejam fornecidas as especificações do projeto.

Foi elaborado um aplicativo para gerenciamento das informações das equipes. O processo de gerenciamento ocorre da seguinte maneira: ao início das atividades o gerente fornece ao professor a identificação (o número do Registro Acadêmico) de cada integrante do grupo. Estas informações serão armazenadas em um banco de dados para que, em momento oportuno, o professor responsável pela turma receba uma planilha contendo a listagem dos alunos que participaram da atividade e as notas referente ao cálculo das grandezas.

Grupo	A	B	C	D	Inclinação	Pé Direito	Coluna	Frente
01	60m	44m	32m	27m	4,5%	4m	Duas águas	Lado A
02	55m	56m	38m	25m	3,5%	6m	Duas águas	Lado A

Figura 3: Cadastro dos grupos.

Logo após o cadastramento, as dimensões do terreno, as características da inclinação, o posicionamento da entrada, o pé direito e o tipo do galpão são sorteados para equipe. Os valores sorteados, dentro de um intervalo pré-determinado, garantem que haja uma solução única para cada grupo. A necessidade de uma solução única provém do fato de que haja um fechamento do processo de concepção do aluno, ou seja, o trabalho deve possuir um começo, meio e fim. Em uma primeira experiência com esta atividade, em 2002, tais limites não foram impostos, acarretando em dúvidas dos alunos com relação às soluções encontradas pela mesma equipe, pois como as duas soluções estavam corretas, os alunos tinham a impressão de que “qualquer coisa” estaria correta e também se perdeu a uniformidade de aplicação do trabalho pelos diversos professores.

O formato do terreno também é sorteado, sendo que a superfície do terreno pode ser limitada por um plano inclinado ou oblíquo. Após a movimentação de terra, é definida uma região horizontal, menor do que a área total do terreno, que será a área útil do galpão, destinada à distribuição e fixação dos pilares.

Durante o sorteio dos valores, o aplicativo calcula as grandezas solicitadas no projeto. Estes valores são armazenados para futura comparação dos valores calculados pelas equipes. Também é calculada a quantidade de pilares e vigas necessárias, além da sua correta distribuição na área útil do terreno.



Figura 4: Execução da atividade.

### 3.3 Execução dos cálculos

A equipe deverá calcular algumas grandezas solicitadas pelo contratante, explicitando todos os cálculos e considerações adotadas para que os resultados pudessem ser determinados. As grandezas podem ser facilmente determinadas, utilizando conhecimentos do Ensino Médio sobre o cálculo de áreas e volumes:

- **Volume total:** volume total de terra contida no terreno. Deve-se lembrar que o mesmo com a movimentação da terra, seu volume é constante, pois não é permitida a retirada ou acréscimo de terra;
- **Área útil:** área limitada pelos recuos em relação às dimensões máximas do terreno. Esta região é limitada pelos planos horizontais inferior, localizado no nível da rua, e superior; cujo nível é de um metro em relação ao nível da rua;
- **Área do galpão:** representa a área da construção, contida na área útil. Seu perímetro está distante meio metro do perímetro da área útil;

- **Altura do recuo:** após a movimentação de terra e da definição da área útil, o volume de terra excedente deve ser distribuído igualmente pelo recuo lateral e posterior. Deve-se lembrar que o recuo frontal possui o mesmo nível da rua e cinco metros de extensão.

Realizados os cálculos e com o terreno devidamente dimensionado são dispostos os pilares e vigas de acordo com as especificações do projeto da equipe. Seguindo as regras apresentadas pelo enunciado, os pórticos devem ser dispostos transversalmente pelo terreno.

Utilizando os dados do catálogo, verifica-se que os pórticos devem possuir o vão livre pertencente ao intervalo de dez a dezesseis metros (valores inteiros), enquanto que o espaçamento longitudinal entre os pórticos deve ser cinco, seis ou sete metros.

### 3.4 Esboço

Em paralelo com as atividades de cálculo, é realizado o esboço das vistas frontal (fachada) e superior (planta) do terreno com a estrutura do galpão devidamente cotado. Devido às dimensões do terreno, alguns trechos do esboço necessitam de um detalhamento para melhor compreensão do projeto.

Desta maneira, a primeira fase do projeto consiste em mostrar que as modificações das características de um terreno irregular podem ser facilmente calculadas por equações de volume de prismas. Para esboçar o galpão em duas vistas, detalhando os trechos mais importantes, é necessário que o grupo entre em acordo para determinar corretamente a distribuição dos pilares e vigas que compõem a estrutura.

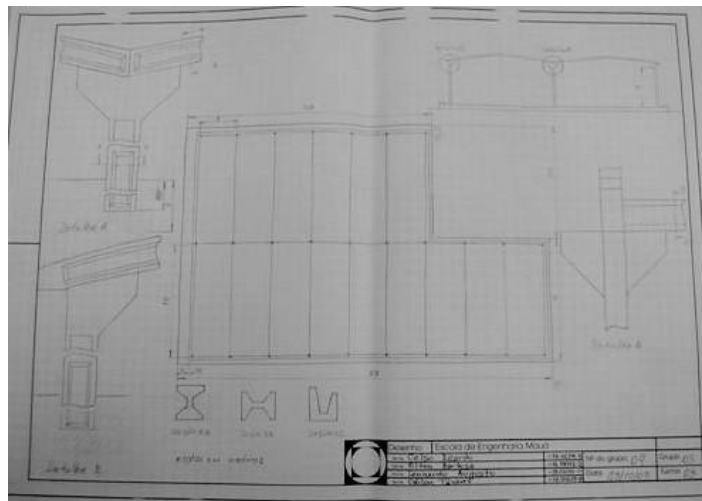


Figura 5: Esboço.

### 3.5 Modelagem

A segunda fase consiste na criação de um modelo tridimensional do galpão. A modelagem é realizada no computador a partir do catálogo e do esboço criado durante a primeira fase, ou seja, utilizando-se as vistas ortográficas é criado o modelo real do projeto com todos os detalhes das vigas, pilares, terreno e fundação.

O grupo deve utilizar os recursos do modelador de sólidos contido no aplicativo CAD MicroStation®. Por tratar-se de uma repetição de cópias de uma mesma estrutura, é solicitado que todos os detalhes sejam representados no modelo.

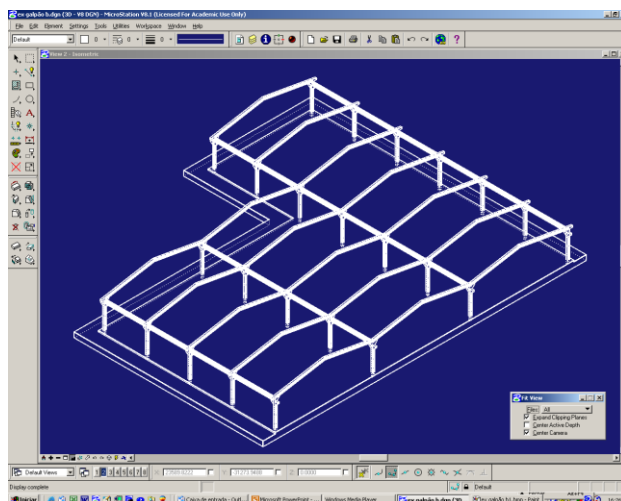


Figura 6: Galpão modelado no MicroStation®.

### 3.6 Correção

Ao final da primeira fase, as equipes podem checar a confiabilidade dos valores calculados no aplicativo controlado pelo professor. A checagem dos dados é indicada por somente por símbolos (correto ou incorreto). Existe uma tolerância de  $\pm 5\%$  para que um valor calculado seja considerado correto (como existe uma solução única para cada projeto, a tolerância não é aplicada aos valores das quantidades de pilares e vigas).

**EFB 301 - Desenho**

Passo 1 - Dados do Grupo:

Turma: TD04 Grupo: 3 Localizar

Componentes do Grupo: 81.21247-7, 81.21248-9

Valores Sorteados: A: 41m, B: 32m, C: 2%, D: 2,5%, Inclinação: Obliquo, Pé Direito: 4m, Tipo de Pilar: Shed, Frente: A

Passo 2 - Valores Calculados pelo Grupo:

Pilares Simples:	5	✓	Volume Total:	1000	m <sup>3</sup>	✗
Pilares Duplos:	15	✓	Altura do Recuo:	0,9	m	✗
Vigas Simples:	9	✗	Área Útil:	800	m <sup>2</sup>	✗
Vigas Duplas:	7	✗	Área do Galpão:	850	m <sup>2</sup>	✓

Corrigir

Terreno: Diagrama de um retângulo com dimensões A e B.

Tipo de Pilar: Diagrama de um pilar em um terreno inclinado.

Opções: Terreno Inclinado, Terreno Horizontal, Galpão

Figura 7: Correção dos dados calculados.

É permitido que o professor habilite a opção para visualização de um esquema simplificado da disposição dos pilares e vigas.

Os pesos relacionados a cada uma das atividades são: 20% referente aos cálculos, 45% referente ao esboço e 35% referente ao modelo do computador.



## 4. APLICATIVO DE GERENCIAMENTO E CORREÇÃO

O desenvolvimento do aplicativo decorre da necessidade da geração automática de um número relativamente grande de enunciados diferentes. Quando os valores são sorteados, verifica-se que nenhum outro grupo, pertencente à mesma turma, possua dados semelhantes.

O aplicativo foi desenvolvido utilizando o Delphi 6®. Para a manipulação dos dados foi escolhido o padrão de banco de dados Paradox 7®.

Com relação à visualização da solução do projeto, utilizou-se a biblioteca gráfica OpenGL para criar uma animação do projeto individualizado contendo o terreno, após a movimentação de terra, com os pilares e vigas esquematizados.

### 4.1 Cadastro

São matriculados na primeira série do curso de Engenharia aproximadamente 1400 alunos, divididos em turmas contendo aproximadamente 40 alunos. Desta maneira, o cadastro dos alunos em um banco de dados torna-se fundamental para uma futura atribuição de nota de trabalho. O cadastro inclui informações como: identificação dos elementos do grupo e a turma, professor, dados fornecidos, valores calculados para comparação da resposta e uma estrutura codificada contendo a distribuição dos pilares dentro da área útil.

Para garantir que exista uma solução única para o projeto, durante o sorteio são realizados testes que verificam se os dados fornecidos serão dúbios. Em caso positivo, novos valores são sorteados e testados novamente. Os valores sorteados pertencem a um intervalo pré-determinado pelas limitações impostas pelo catálogo entregue aos alunos.

Uma outra condição verificada consiste na unicidade do projeto em cada turma. No caso do sorteio dos valores serem iguais ao de outro grupo, o aplicativo irá sortear novos valores.

### 4.2 Correção

Ao final da primeira fase, o gerente de cada grupo pode verificar os cálculos do grupo. Para os valores caracterizados como ponto flutuante, é aplicada uma tolerância de 5% na correção. Com relação aos valores inteiros (quantidade de pilar e vigas), somente são considerados corretos os valores que coincidirem com a solução determinada durante o sorteio dos valores.

O valor atribuído à correção destas grandezas é armazenado no banco de dados para cada componente do grupo e as planilhas contendo as notas são distribuídas em momento oportuno aos nove professores da disciplina.

Caso o grupo refaça os cálculos, a nova nota sobrescreve a anterior, armazenada no banco de dados.

### 4.3 Visualização

Uma vez que o professor deseje corrigir a distribuição dos pilares e das vigas realizada pelo grupo é possível visualizar a estrutura do galpão em uma animação contendo os pilares, as vigas e o terreno. Como o intuito é orientar a correção do trabalho, os pilares e vigas são representados por paralelepípedo com as dimensões fornecidas pelo catálogo. Para otimizar o tempo de processamento do *hardware* gráfico, os pilares e vigas não possuem os detalhes pertencentes às estruturas originais.

Estes paralelepípedos são constituídos por um conjunto de faces poligonais cujos vetores normais são orientados para a região externa do pilar ou viga, garantindo a correta

visualização de tais elementos quando um modelo de iluminação é aplicado pelo OpenGL, como descrito por WOO (1999) .

Quando os dados são armazenados no banco de dados, após o sorteio, é criada uma seqüência de caracteres que representa a codificação da distribuição dos pilares dentro da área útil do terreno, considerando as distancias do vão livre e o espaçamento entre os pórticos, além das quantidades de pilares necessárias nas direções apresentadas.

A construção do esquema é realizada de maneira procedural, ou seja, uma vez que a seqüência de caracteres armazenada no banco de dados é decodificada, estruturas repetitivas são executadas pelo aplicativo que calcula a posição e verifica qual deve ser o tipo do pilar ou viga que deve ser posicionado. Em momento oportuno, a sub-rotina que contém as instruções do OpenGL sobre cada um dos tipos de pilares ou vigas é executada.

Como é possível armazenar a codificação da distribuição dos pilares, a animação do esquema representa a solução única de cada um dos projetos.

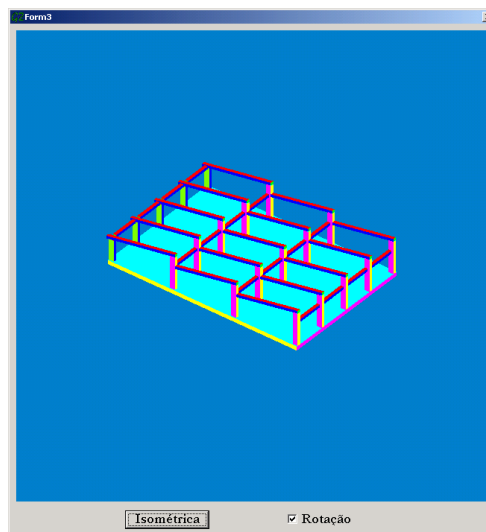


Figura 8: Representação esquemática da estrutura sobre o terreno.

## 5. RECURSOS UTILIZADOS

Para que este trabalho pudesse ser realizado, a sala de aula e seus componentes são fatores fundamentais para que o grupo possa distribuir os materiais recebidos, uma vez que tanto o catálogo quanto a folha para o esboço são maiores do que as folhas utilizadas em aula, ou seja, folhas de tamanho A3.

O catálogo desenvolvido pela disciplina contém todas as características das vigas e pilares, inclusive a maneira de encaixe dos elementos para cada tipo de construção. Os dados das vigas e dos pilares são fornecidos em um catálogo desenvolvido para esta atividade. Os dados contidos neste catálogo foram adaptados de catálogos comerciais e referências específicas de estruturas pré-moldadas, exemplificados em DEBS (2000).

Folha de relatório contendo as especificações gerais do projeto e espaços reservados para: coleta das dimensões do terreno (sorteadas pelo programa, desenvolvido para este trabalho), o tipo de terreno adotado, cálculos e observações gerais.

## 6. CONCLUSÃO

Para os alunos o trabalho permitiu a visão geral do desenvolvimento de um projeto, desde a idéia (abstração) até o projeto final (concretização), demonstrado por um modelo

tridimensional, com todos os aspectos reais como: prazos, responsabilidade, assiduidade e organização para cada membro do grupo. A realização do projeto é para o aluno uma recompensa maior até que a respectiva nota. A organização do grupo incentivada pelo professor na divisão de responsabilidades e montada por cada equipe foi fator preponderante de sucesso.

Em termos de validação a percepção pelos alunos da utilização prática de desenho utilizando o esboço e o computador, gerando modelos sólidos que permitem a extração de informações e não apenas como uma prancheta eletrônica.

A utilização de conceitos básicos de outras disciplinas projeta a perspectiva de ampliação deste para um trabalho multidisciplinar. Em uma próxima fase estuda-se utilizar terrenos de maior complexidade, portanto mais próximos da realidade, e desenvolver os cálculos necessários em parceria de disciplinas como Geometria Analítica e computação.

Os sistemas desenvolvidos com a finalidade de se gerar enunciados originais nos abre a possibilidade de caminhar com este trabalho para o ensino à distância.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEBS, M. K. E. Concreto pré-moldado – fundamentos e aplicações. São Carlos, SP : EESC–USP, 2000.

GIESECKE, F. E. *et al.* Comunicação Gráfica Moderna. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GERSON, H. B. P. Aplicação de novas tecnologias no ensino e aplicação do desenho – A visão empresarial, as modernas transformações, proposta de um currículo atualizado. 1995. 126p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

PASSOS E. M. B.; BISSOLI S. A. A experiência do novo ambiente de sala de aula auxiliando no melhor aproveitamento das aulas da disciplina de desenho. In: XXXI COBENGE Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2003, Rio de Janeiro – RJ. Anais. Rio de Janeiro, 2003.

RAZZANTE FILHO, G. M. R., *et al.* Uma nova concepção de ambiente para o ensino de desenho. In: XXXI COBENGE Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2003, Rio de Janeiro – RJ. Anais. Rio de Janeiro, 2003.

WOO, M., *et al.* OpenGL® Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 1.2. Addison-Wesley Pub Co., 1999. 3 ed.

## APPLICATION OF THE CONCEPTS OF MODELING IN THE DRAWING COURSE FOR ENGINEERING – PROJECT SHED

**Abstract:** *This article presents the application of the concept of model, developed in Drawing's discipline, as closing of the course. During the year, technician drawing norms, geometric constructions, sketch and CAD software are used for the creation of bi-dimensional and three-dimensional models, today used as engineering than in re-engineering. In this work the students of the first grades of the engineering course develop a project of an industrial*

*shed, producing an sketch with orthographic projections by hand and a three-dimensional solid model in the computer. For the generation of the data of the statement of the work, as well as part of the correction, was made an application developed by discipline members using the Delphi environment. This application generates for each team an original project, unique. As complement, a three-dimensional graphical representation of the final solution of each team is generated by the application using the graphical library OpenGL.*

***Key-words:*** *Modeling, Technical drawing, Sketch, CAD, OpenGL.*