

ANDRÉA BENÍCIO DE MORAES

A EXPRESSÃO GRÁFICA EM CURSOS DE ENGENHARIA:
ESTADO DA ARTE E PRINCIPAIS TENDÊNCIAS

Dissertação apresentada
à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo
para obtenção do título
de Mestre em Engenharia

São Paulo
2001

ANDRÉA BENÍCIO DE MORAES

A EXPRESSÃO GRÁFICA EM CURSOS DE ENGENHARIA:
ESTADO DA ARTE E PRINCIPAIS TENDÊNCIAS

Dissertação apresentada
à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo
para obtenção do título
de Mestre em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Construção
Civil e Urbana

Orientador:
Prof. Dr. Cheng Liang-Yee

São Paulo
2001

Moraes, Andréa Benício de.

A Expressão Gráfica em cursos de Engenharia: Estado da Arte e Principais Tendências. São Paulo, 2001.

136 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana

1. Engenharia - Estudo e Ensino. 2. Expressão Gráfica - Estudo e ensino. 3. Desenho - História. I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana II. t

Ao meu filho Luiz Víctor, que nasceu no início deste mestrado, com a esperança de que no futuro sua formação seja beneficiada com sabedoria pelos esforços desprendidos nesta etapa.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo, sempre.

Aos meus pais, Alcebíades e Luíza, pelo apoio, exemplo e amor durante toda minha vida.

Ao meu noivo, Hiran, cuja dedicação, compreensão e carinho foram permanentes inspirações para que este trabalho chegasse ao final.

A Luiz Víctor, pela alegria e inspiração.

À minha Tia Afrane que me acolheu com tanta amizade durante minhas estadas em São Paulo.

À minha Tia Elbeni pela revisão ortográfica e gramatical, e principalmente pela dedicação.

À Mércia e Márcia por me permitirem ter paz para trabalhar, enquanto cuidavam do meu filho.

Ao Prof. Dr. Cheng Liang-Yee, cuja distância geográfica não foi empecilho para a inestimável orientação, apoio e constante incentivo dispensados durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof^a. (tia) Ana Magda, pelos ensinamentos, correções e observações (as vezes contundentes!) e, por sua amizade.

Aos colegas do Lab-CAD, pela cuidadosa atenção recebida em minhas temporadas na USP, em especial a André Wakamatsu, pela ajuda nos cálculos.

À POLI - UPE pela oportunidade, apoio financeiro e incentivo que recebi em particular dos Profs. Armando Carneiro, Carlos Magno, Mário Jorge e Sérgio Dias.

Às secretárias do mestrado Ednaura e Marilza.

Aos alunos Juliana e Lucídio, pela colaboração com a pesquisa de campo.

Aos colegas do CEFET-PE pelo estímulo e compreensão nos momentos em que precisei me ausentar.

À CAPES pelo apoio financeiro.

À todos os professores da minha vida acadêmica que contribuíram com o sucesso alcançado hoje.

Aos responsáveis pelas respostas dos questionários, pela valiosa contribuição à pesquisa científica no país.

Àqueles que, através de suas publicações, foram as fontes de pesquisa e enriquecimento deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, pelo incentivo, cuja amizade conquistada ficará em minha memória para sempre.

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O advento do Sistema CAD e seu impacto no ensino do desenho	1
1.2 Justificativa	3
1.3 Objetivos	5
1.4 Escopo do trabalho	5
2. EXPRESSÃO GRÁFICA E DESENHO	7
2.1 Linguagem gráfica	7
2.2 Desenho na engenharia	9
2.3 A Disciplina Desenho	11
2.4 Diversidade de metodologias	17
2.5 Agrupamento das formas de abordagem	22
3. EVOLUÇÃO DO ENSINO DA EXPRESSÃO GRÁFICA	24
3.1 Breve Histórico	24
3.1.1 Breve Histórico do ensino do Desenho no Brasil	26
3.1.2 O computador no ensino do Desenho	31
3.2 Paradigmas do ensino do Desenho	33
3.3 As exigências do mercado	35
4. METODOLOGIA	38
4.2 Método de pesquisa e canais utilizados	39
4.3 Aplicação da pesquisa	40
4.4 Metodologia de análise dos resultados	41
4.4.1 Metodologia para análise das seqüências dos tópicos	43
5. PARÂMETROS PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS FORMAS DE ABORDAGEM	46
5.1 Formulação do questionário	46
5.2 Aspectos das disciplinas considerados no questionário	47
5.2.1 Identificação do curso	47
5.2.2 Identificação das disciplinas	47
5.2.3 Perfil do aluno e professor	47

5.2.4 Cursos de pós-graduação	48
5.2.5 Desenho auxiliado por computador	48
5.2.6 Equipamentos e recursos utilizados	49
5.2.7 Infra-estrutura	50
5.2.7.1 Salas de aula	50
5.2.7.3 Recursos audio-visuais	53
5.2.7.4 Outros recursos	53
5.2.8 Atividades	53
5.2.9 Conteúdos programáticos	54
5.2.10 Bibliografia empregada	55
5.3 Aceitação do questionário	55
6. RESULTADOS	58
6.1 Identificação das disciplinas	59
6.2 Perfil do aluno e do professor	63
6.2.1 Perfil do aluno	63
6.2.2 Perfil do professor	64
6.3 Desenho auxiliado por computador	65
6.4 Equipamentos e recursos utilizados	67
6.4.1 Hardware	67
6.4.2 Softwares	68
6.4.4 Atividades	73
6.5 Conteúdos Programáticos	75
6.5.1 Frequência dos tópicos	76
6.5.2 Atividades e enfoque dos exercícios	77
6.5.3 Seqüência dos tópicos	79
7. ANÁLISE NEBULOSA DOS PROGRAMAS	82
8. ESTADO DA ARTE EM PERNAMBUCO	96
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
ANEXO 1	105
ANEXO 2	120
ANEXO 3	129
REFERÊNCIAS	132

Figura 3.1	Aldeia Jesuíta do Espírito Santo	25
Figura 5.1	Sala de Aula com mesas para computador com espaço para desenho à mão livre ou instrumento	52
Figura 5.2	Gráfico Universidades e questionários respondidos por região	56
Figura 6.1	Número de disciplinas por curso	60
Figura 6.2	Gráficos comparativos, das cargas horárias por disciplinas e por curso	60
Figura 6.3	Períodos e naturezas das disciplinas no curso	62
Figura 6.4	Qualificação dos professores	64
Figura 6.5	Utilização do computador	65
Figura 6.6	Gráfico de implementação do CAD x tempo	67
Figura 6.7	Número de alunos e computadores por turma e alunos por professor.	71
Figura 6.8	Atividades	74
Figura 6.9	Freqüência dos tópicos	76
Figura 7.1	Histograma de posição dos tópicos	84
Figura 7.2	Dendograma resultante do Agrupamento Nebuloso por Corte de Nível α	88
Figura 7.3	Diagramas de círculos $\alpha = 1$ e $\alpha = 0,91$	90
Figura 7.4	Diagramas de círculos $\alpha = 0,87$ e $\alpha = 0,81$	90
Figura 7.5	Diagrama de círculos $\alpha = 0,77$	92
Figura 7.6	Diagrama de círculos $\alpha = 0,71$	93
Figura 7.7	Diagrama de círculos $\alpha = 0,70$	93

Tabela 2.1	Quadro comparativo de número de trabalhos por país	14
Tabela 2.2	Quadro comparativo de número de trabalhos por tema de pesquisa	15
Tabela 2.3	Comparação de temas de pesquisa	15
Tabela 4.1	Universidades por região e caráter	40
Tabela 6.1	Universidades entrevistadas	59
Tabela 6.2	Perfil do aluno antes do ingresso à universidade	63
Tabela 6.4	Hardware	68
Tabela 6.5	Atividades e enfoque dos exercícios	78
Tabela 6.6	Seqüência dos tópicos de cada universidade	80
Tabela 7.1	Seqüência dos tópicos de cada universidade	83
Tabela 7.2	Universidades	83
Tabela 7.3	Matriz de Relação Nebulosa da semelhança entre as seqüência dos tópicos	87
Tabela 6.5	Resumo dos resultados das três universidades:	100

A tecnologia CAD com suas vantagens incomparáveis ao desenho através dos instrumentos tradicionais provocou a necessidade da reestruturação nos currículos das diversas universidades, no que concerne aos conteúdos programáticos e metodologias utilizadas no ensino de Desenho. Este trabalho apresenta um levantamento e uma análise das abordagens de ensino da Expressão Gráfica adotado pelos diversos cursos de engenharia do nosso país e no exterior. Objetiva o mesmo, contribuir para a modernização do ensino do desenho com a integração da computação gráfica e o uso das novas tecnologias na formação de profissionais para um mercado de trabalho cada dia mais exigente e globalizado.

Palavras Chave

Expressão gráfica, desenho técnico, geometria descritiva, geometria gráfica, ensino desenho engenharia

The CAD technologies, with its incomparable advantages over the traditional drawing instruments has led the contents and the traditional teaching methodologies of Engineering Drawing inadequate, demanding a reformulation of the subject at several universities. This work present a survey and a analysis of the teaching approaches of Engineering Drawing adopted by several engineering courses of Brazil. It aims to contribute to the modernization of the teaching of the drawing by using new technologies in order to prepare the professionals for a more competitive market.

Key Words

Graphic expression, technical drawing, descriptive geometry, graphic geometry, teaching drawing engineering

1. INTRODUÇÃO

1.1 O advento do Sistema CAD e seu impacto no ensino do desenho

Até a década de 80, o mercado de trabalho era formado por engenheiros projetistas experientes que iniciaram sua carreira como desenhistas. Estes aprenderam a trabalhar com os tradicionais instrumentos de desenho, a caprichar na caligrafia, traçado, precisão, e a conhecer e resolver as compatibilizações entre os projetos executivos das diversas áreas (Civil, Mecânica, Elétrica, etc.) e os problemas que surgem na execução desses projetos.

Ao ingressar no curso de engenharia, a maioria dos calouros não tem conhecimento sobre o curso que está fazendo e, conseqüentemente, não dá a importância que o desenho terá para sua vida profissional. Estes novos alunos consideram o Desenho uma disciplina suplementar que não lhes traz grandes subsídios (LOPES, 1996). Este desinteresse pela disciplina tem trazido grandes prejuízos à aprendizagem, contudo, à medida que o aluno vai tendo contato com as disciplinas de Desenho Técnico, o mesmo vai percebendo naturalmente a afinidade que elas têm com a prática da engenharia.

O avanço tecnológico trouxe grandes mudanças na sociedade pós-industrial. O computador já faz parte do cotidiano de muitos em casa e no trabalho profissional. Com a chegada da computação gráfica (CAD - Computer Aided Design), houve uma revolução nos métodos tradicionais de representação gráfica. Devido aos recursos incomparáveis que esta tecnologia oferece, o aprendizado de muitos gráficos tradicionais, como mudança de plano de projeção, vistas auxiliares e rebatimentos, tornou-se aparentemente desnecessário diante da praticidade da ferramenta CAD.

Logo surgiram os “cadistas”, desenhistas que aprenderam rapidamente a utilizar a ferramenta sem, no entanto, terem tido tempo de adquirir a experiência exigida na vida profissional, pois, as escolas de computação restringem-se a ensinar como usar o computador e quais comandos utilizar para traçar as formas mais básicas. Melhor para os desenhistas/projetistas experientes que tiveram condições de aprender a manusear a ferramenta.

Os maiores reflexos trazidos pelo rápido desenvolvimento tecnológico, sem dúvida, têm sido no ensino que se vê premido pelas exigências do mercado e, nessas mudanças aceleradas, pode-se dizer que as escolas ainda não têm muito claro o seu papel diante da introdução destas novas ferramentas no ensino. Sabe-se que a introdução das novas tecnologias nessas disciplinas propicia uma motivação maior aos alunos de engenharia pela dinamização e auxílio à construção do traçado geométrico. Mas a maioria das escolas não se encontra verdadeiramente adaptada ao ensino informatizado no sentido de contar com um plano pedagógico ou, pelo menos, uma diretriz orientadora de como explorar melhor os recursos oferecidos. E os laboratórios de CAD, quando existem, não estão suficientemente adequados para a implantação e uso de programas de computação gráfica apropriados ao ensino e exercícios práticos da disciplina de desenho e de outras que são usuárias desta tecnologia.

“A informatização do ensino deve acontecer em todos os domínios em que sua aplicação tenha benefícios e vantagens sobre o processo tradicional. As atividades que hoje funcionam de forma adequada e a contento, deverão aguardar o momento oportuno, avaliando com o devido cuidado o processo de inovação. Não se deve informatizar somente por modismo” (AMORIM, 1997).

1.2 Justificativa

Diante da nova forma de trabalho gerada pela chegada dessas tecnologias foi preciso atualizar os objetivos e metodologias empregadas até então, reestruturando currículos programáticos em função da adoção do computador. Este tem sido um grande desafio para as universidades pois, segundo REGO (1999), a velocidade de desenvolvimento tecnológico e os reflexos do mesmo sobre nossa sociedade, exige da educação um trabalho permanente de atualização metodológica que explore o potencial dos novos instrumentos tecnológicos e, ao mesmo tempo, contribua para o crescimento de um profissional eclético e polivalente.

Tendo esta preocupação em vista, deve-se buscar novas formas de ensino/aprendizagem, até porque não adianta supervalorizar o uso do computador nestas disciplinas, mesmo que aparentemente se tenha obtido excelentes resultados, se não for mudado todo o processo pedagógico de uma forma coerente e planejada.

Segundo KAWANO (1997), “se essa alteração no currículo - a inclusão do ensino do manuseio de software de desenho gráfico - não for feita dentro de critérios objetivos, fruto de análise mais aprofundada, apesar da maquiagem e do apelo ao modernismo e ao marketing, pode-se correr o risco de se perder mais do que ganha”. É necessário entender o papel dos sistemas informatizados para melhor explorar seus recursos; não se deve visar diretamente o aprendizado de programas mas, utilizá-los para o aprendizado de conceitos. E em situações reais de projeto, ter uma visão realista e crítica de suas potencialidades e limitações.

Esta preocupação com o ensino e o emprego do Sistema CAD é vista em inúmeras universidades como um objetivo imediato, servindo de justificativa - em parte real - o

ingresso do aluno em mercados de trabalho que, cada vez mais, estão integrados à nova realidade tecnológica. Uma das realidades das engenharias é que o desenvolvimento tecnológico processa-se muito rapidamente, exigindo uma constante reciclagem do profissional para acompanhar a realidade nacional e global, a fim de manter-se competitivo dentro do mercado globalizado.

“As empresas requerem, com uma agilidade muito maior que o meio acadêmico, profissionais com um conjunto de habilidades diferentes daquelas que foram enfatizadas na pedagogia de meados do século XX. Os próprios empregadores estão usando novas tecnologias para treinar seus trabalhadores, dentro de uma visão do aprendizado atrelado à produtividade. Portanto, não levar isso em conta equivale a formar um aluno muito pouco preparado para o desempenho profissional” (AMORIM, 1997). Embora que, preparar um engenheiro para atender ao mercado deve ser importante mas, não deve ser a prioridade máxima em uma universidade.

Neste processo de transição encontramos uma grande heterogeneidade de metodologias utilizadas pelas universidades brasileiras, proveniente de fatores geográficos, políticos, econômicos e sociais. Entre elas, existem universidades que, há alguns anos, já utilizam computação gráfica; outras, que ainda esperam ou se esforçam para a obtenção de recursos para a compra de equipamentos adequados, treinamento dos professores e técnicos da área que possam oferecer assistência e, aquelas, onde se pode constatar passividade e omissão, mascaradas num grupo de professores, que ainda não se dispuseram a enfrentar os desafios para efetivar a idéia.

1.3 Objetivos

Através de análise crítica e objetiva, pretende-se chegar a um retrato da situação do ensino da expressão gráfica no país na virada do milênio. Para isso, pretende-se identificar e analisar as principais formas de abordagem de ensino existentes, atualmente, considerando os novos recursos tecnológicos, metodologias e as novas exigências - em sentido amplo - do mercado de trabalho.

1.4 Escopo do trabalho

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta um levantamento e uma análise das formas de abordagens de ensino do Desenho adotados pelos diversos cursos de engenharia do nosso país e do exterior. Com isso, pretendemos contribuir para o esforço que vem sendo feito para a modernização do ensino do desenho com a integração da computação gráfica e o uso das novas tecnologias na formação de profissionais para um mercado de trabalho cada dia mais exigente e globalizado.

Este trabalho apresenta, de início, uma introdução sobre o contexto do tema escolhido, sua justificativa, definição dos seus objetivos, exposição metodológica e estrutura do trabalho, compondo o Capítulo 1.

Tendo em vista a abrangência dos tópicos de Desenho em sua vertente técnica, no Capítulo 2, fez-se necessário a definição e a classificação desta ciência, como disciplina no ensino de engenharia.

O Capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica sobre a evolução do ensino do desenho destacando as experiências da introdução e da transição do ensino tradicional ao ensino auxiliado por computador.

Em seguida, no Capítulo 4, descreve-se a metodologia de execução da pesquisa em andamento, onde é detalhado todo o percurso desde o levantamento bibliográfico, as etapas cumpridas do trabalho e a metodologia de análise dos dados da pesquisa com as universidades. Conta, também, com uma introdução ao método utilizado para análise das seqüências dos tópicos.

No Capítulo 5, são definidos os parâmetros para a identificação das formas de abordagens do ensino que são caracterizados através do levantamento bibliográfico e através de pesquisa de campo sobre as disciplinas de desenho oferecidas: quanto ao período em que são ministradas, seus conteúdos programáticos, atividades realizadas, instrumentos utilizados e cargas horárias.

Os dados fornecidos, através da colaboração voluntária dos professores que, indiretamente, também buscaram os nossos objetivos, permitiu reunirmos dados que foram descritos e analisados no Capítulo 6, com a ajuda de tabelas e gráficos.

No Capítulo 7 foi feita a análise dos programas fornecidos pelas universidades, utilizando a Teoria de Conjuntos Nebulosos para identificação das semelhanças.

Com o mesmo enfoque, os cursos de engenharia das universidades pernambucanas foram retratados no Capítulo 8.

As conclusões, considerações e sugestões para trabalhos futuros estão relatadas no Capítulo 9.

2. EXPRESSÃO GRÁFICA E DESENHO

2.1 Linguagem gráfica

A concepção para o vocábulo Desenho permite estabelecer uma série de definições. De acordo com o dicionário da língua portuguesa MICHAELIS (1998), são muitas suas denotações que podem ser utilizadas de acordo com a finalidade:

- Arte de representar objetos;
- Objeto desenhado;
- Delineação do contorno das figuras;
- Delineamento ou traçado geral de um quadro;
- Plano ou projeto de um edifício;
- Desígnio (plano, projeto, intenção, propósito, destino); e outros.

Em FERREIRA (1999), encontramos: Desenho: 1. Representação de formas sobre uma superfície, por meio de linhas, pontos e manchas, com objetivo lúdico, artístico, científico, ou técnico. 4. Disciplina relativa à arte e à técnica do desenho. 6. Traçado, risco, projeto, plano. 9. Fig. Intento, propósito, desígnio.

O verbo desenhar tem a sua origem no verbo italiano disegnare que, por sua vez, vem do latim designare - que significa marcar de maneira distinta; representar, designar, indicar, ou designar para um cargo ou magistratura; ordenar, arranjar, dispor, marcar distintivamente (GOMES, 1996).

Pelo exposto observa-se em tais conceitos que desenho é uma maneira de expressar o pensamento, a materialização de uma idéia, uma linguagem gráfica que se constitui

como o principal instrumento de comunicação em muitas áreas do conhecimento. Tal como qualquer língua, onde para que alguém compreenda o que ali está dito, é necessário que exista uma “gramática”.

GOMES (1996) o destaca como “uma das formas de expressão humana que melhor permite a representação das coisas concretas e abstratas que compõem o mundo natural ou artificial em que vivemos. O exercício sistemático desse tipo de expressão nos dá condições de discernir e expandir o conhecimento e a consciência crítica sobre, por exemplo, a qualidade, a funcionalidade e a estética dos ambientes que nos abrigam, dos artefatos que nos servem e das mensagens com que nos comunicamos”.

A linguagem da expressão gráfica, o Desenho, baseando-se nos conceitos e princípios da geometria, nos postulados e nos teoremas da matemática, permitiu que o homem desenvolvesse a arte de Desenhar e Projetar manufaturas para produzir artefatos e serviços necessários às suas atividades cotidianas.

PANITZ (1996), destaca que “para os atuais padrões de qualidade de vida, seria inconcebível a vida, hoje, sem o Desenho. Quem tiver dúvidas, passe os olhos ao redor e verifique: quantas coisas, à sua volta, foram produzidas sem a participação do desenho? Basta observar-se que ele participa de todo processo e atividade humana e os serviços por ela utilizados na vida cotidiana”.

Para transformar idéias em projetos é preciso que se utilize a “gramática” do desenho que é o Desenho Técnico, ou seja, a representação gráfica de objetos e suas relações, através de uma descrição, por meio de linhas, exata e precisa de cada detalhe da forma, medidas e especificações. Já o estudo da forma, através do desenho, desvinculado da função e constituição do material do objeto podemos denominar como COSTA (1988), de Geometria Gráfica.

A representação gráfica utiliza um sistema lógico de projeções, com os mesmos princípios fundamentais utilizados internacionalmente, de tal forma, que o projetista que o concebeu seja compreendido com exatidão por qualquer um que esteja familiarizado com o sistema representativo escolhido.

Para descrever uma forma adequadamente é indispensável que a escolha de um sistema de representação seja feita de modo conveniente, onde necessariamente, a todos os sistemas, aplicam-se as projeções do objeto sobre o plano, utilizando os conceitos da Teoria Projetiva. Os sistemas mais conhecidos são: Vistas Ortográficas e Axonometria. O primeiro, Vistas Ortográficas, também conhecido como Sistema Mongeano (concebido pelo francês Gaspar Monge, 1746-1818) representa os objetos tridimensionais através da relação entre as suas projeções em planos posicionados ortogonalmente e rebatidos sobre o plano do desenho.

A Axonometria Cônica, mais conhecida como Perspectiva Cônica - embora tenha a vantagem de representar os objetos mais proximamente como são vistos, o que facilita a compreensão do objeto por um leigo - não é muito utilizada para os cursos de engenharia, pois esta perspectiva não se constitui como uma construção das mais simples quando traçada manualmente. Esta dificuldade deve-se as reduções provenientes das deformações métricas que são naturais e conseqüentes da visão binocular. Hoje, principalmente com as facilidades da gráfica computacional que elimina a dificuldade do traçado, esta perspectiva tem retomado a sua importância e seu espaço nos mais diversos projetos.

2.2 Desenho na engenharia

“O papel desempenhado pelo desenho na Engenharia é mais do que a simples documentação ou arquivamento de concepção ou de comunicação com outros” (HOHLEDER et al, 2000).

O engenheiro precisa não só do conhecimento necessário para interpretação e elaboração dos desenhos técnicos formais mas, também, das habilidades e destrezas para esboçar suas idéias sobre o papel a fim de poder sintetizar e registrar a forma, notas de dimensionamento, especificação de materiais e cálculos, as representações gráficas de suporte, de maneira que possa se comunicar com um colega por exemplo, para aperfeiçoar, analisar e decidir sobre a realização de um projeto.

Em todo projeto de engenharia onde se busca o desenvolvimento de um produto, há sempre uma etapa em que se concebe e se define a forma dos seus componentes. Nessa etapa, eminentemente criativa do processo de projeto, o engenheiro lança mão de sua “arte” ou “engenhosidade” e de seu conhecimento técnico e científico para auxiliá-lo nas tarefas de compreensão e representação das formas que estão sendo criadas (LATERZA, 1994).

Uma das fases do processo do projeto é a construção de um modelo geométrico que representa a forma. Este modelo permitirá ao engenheiro definir características materiais e dimensionais, analisar e avaliar o projeto frente às restrições existentes e requisitos de desempenho esperados. Estes modelos são chamados icônicos descritivos, por possuírem uma semelhança física com o produto, descrevendo a sua forma. Podem estar representados através de modelos numéricos, computacionais, materializados através de uma maquete (modelo reduzido) ou através de modelos gráficos que, são os desenhos.

Utilizando softwares apropriados, já é possível no processo do projeto, simular a sua manufatura, testar e operar o equipamento, permitindo a possibilidade de não ser necessária a fabricação de um protótipo. Na fase do projeto, isto permite que as

verificações necessárias sejam feitas em muito pouco tempo, para uma melhor qualidade e manufatura mais eficiente. JENISON (1996) considera que os alunos que criam e testam seu próprio modelo, têm a oportunidade de desenvolver uma maior experiência de aprendizado.

As ferramentas de manufatura (CAE-CAD-CAM), além de possibilitarem a simulação da fabricação de uma peça mecânica em 3D, permite a detecção rápida e fácil de possíveis falhas num projeto; correção imediata com baixo custo; facilidade na apresentação do projeto a outros grupos de especialistas externos e internos e tornam mais fácil a manutenção das partes que compõem produtos mais complexos.

2.3 A Disciplina Desenho

Na grade curricular dos cursos de Engenharia das diversas instituições, encontramos diferentes denominações para as disciplinas de desenho, como por exemplo: Desenho, Desenho Técnico, Geometria Descritiva, Geometria gráfica, Representação Gráfica, Desenho para Engenharia, Desenho Auxiliado por Computador, entre outras. Todas elas são disciplinas de Representação Gráfica, cujos conteúdos podem ser agrupados em:

- Teoria da Representação Gráfica
- Técnicas de Representação Gráfica

As disciplinas de Teoria da Representação Gráfica, enfoque deste trabalho, são aquelas que servem de base às de Técnica de Representação Gráfica, ou seja, as disciplinas que tratam sobre os conceitos dos sistemas de representação, e trabalham a forma sem ter como objetivo principal as especificações do objeto. Os conteúdos abordados, via de regra, são:

- Desenho Geométrico: é o estudo das propriedades relativas às formas bidimensionais.
- Desenho Projetivo: é aquele que através de projeções representa uma forma tridimensional numa superfície plana, de modo a poder resolver, graficamente, os problemas relativos à sua forma, grandeza e posição. Engloba a Geometria Descritiva.

A denominação Geometria Descritiva inclui o estudo das formas tridimensionais através de desenhos planos, mas esta expressão é mais utilizada para um dos sistemas de representação: o sistema Diédrico ou Mongeano. Em função dessa ambigüidade de interpretação nas denominações dos sistemas de representação, é que COSTA (1988) chamou de Geometria Gráfica, que engloba o estudo através do desenho, de qualquer propriedade de forma. A mesma, pode ser bidimensional, estudando apenas figuras planas diretamente sobre o plano do desenho, ou tridimensional, utilizando os sistemas de representação para estudar as formas de três dimensões em desenhos planos.

“A Geometria Descritiva, corretamente estudada, desenvolve a habilidade de imaginar objetos ou projetos no espaço, e não apenas a leitura ou interpretação de desenhos. Algumas profissões exigem a capacidade de pensar em três dimensões; sem este tipo de pensamento, mais a habilidade de transportá-lo para o desenho, é impraticável a criatividade, a inteligência para criar coisas novas” (MONTENEGRO, 1991).

As disciplinas de Técnicas de Representação Gráfica englobam os Desenhos Técnicos específicos de cada modalidade da engenharia. Estas disciplinas geralmente são posicionadas no ciclo profissional, uma vez que necessitam dos embasamentos teóricos e por serem, muitas vezes, diferenciadas por modalidade de curso.

Segundo COSTA (1988), o Desenho Técnico acrescenta à forma representada no desenho, as convenções que traduzem a função e o material de que é constituído o objeto. É especificamente dirigido aos diversos setores tecnológicos com as denominações de Desenho Mecânico, Desenho Arquitetônico, Desenho de Estruturas, Desenho de Móveis, Desenho Cartográfico e outros.

Com o desenvolvimento da Computação Gráfica, novos conteúdos como o modelamento geométrico e o próprio treinamento para sua utilização vêm sendo adicionados às disciplinas de Desenho. Correntemente é utilizada a expressão Computação Gráfica como tradução de Computer Graphics, embora esta expressão não seja coerente em termos lingüísticos, sendo mais adequada a expressão Gráfica Computacional.

A Gráfica Computacional, ou Compugrafia, utiliza ferramentas diversificadas que evoluem em grande velocidade e exigem uma constante reciclagem do profissional.

Em virtude das mudanças impostas pela tecnologia, o ensino da disciplina desenho vem exigindo uma profunda revisão dos seus conteúdos e metodologias.

“The media of papers is getting to be replaced by computers in recent information-oriented society, the descriptive geometry education must be changed” (OHTSUKI, et al, 1998).

Pode-se verificar, pelo número de trabalhos publicados nesta área em todo mundo, que inúmeras experiências vêm sendo realizadas para utilizar o computador como ferramenta, aliando suas vantagens ao ensino da geometria.

CORREIA (1994) verificou através de uma pesquisa feita nos anais da Fourth International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, sob o tema “Computer Graphics: A New Vision on Engineering”, o quanto é significativo o número

de trabalhos com conteúdos teóricos (não computacionais) apresentados em relação aos trabalhos com relação direta com a Geometria Gráfica (Tabela 2.1 e 2.2).

Tabela 2.1 - Quadro comparativo de número de trabalhos por país (CORREIA, 1994)

País	Pesquisa Teórica		Pesquisa c/ Computador		Ensino por Computador	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Áustria	02	9,09%				
Brasil	02	9,09%				
China	06	27,27%	05	27,77%	02	10,53%
Egito			01	5,55%		
Estados Unidos	01	4,54%	06	33,33%	07	36,84%
Hungria	01	4,54%				
Iugoslávia	01	4,54%	01	5,55%		
Irã	01	4,54%				
Israel			01	5,55%		
Japão	04	18,18%	02	11,11%	10	52,63%
Polônia	02	9,09%				
Suécia			01	5,55%		
Taiwan			01	5,55%		
Não Identificado	02	9,09%				
Total	22	100%	18	100%	19	100%

“Da sua análise, podemos ver refletida a preocupação da comunidade internacional com relação à pesquisa sobre Geometria Gráfica. Surpreendente é notar um maior número de trabalhos voltados à pesquisa teórica, embora os números sejam bem próximos. Outro ponto para reflexão, é a concentração de pesquisadores na área do ensino da Geometria Gráfica por computador em apenas três países, especialmente Japão e EUA, e a predominância do interesse na área pelos japoneses” (CORREIA, 1994).

Tabela 2.2 - Quadro comparativo de número de trabalhos por tema de pesquisa (CORREIA, 1994)

Trabalhos Apresentados	Qtd	%
Geometria Pesquisa Teórica	22	23,65
Geometria Pesquisa c/ computador	18	19,35
Geometria Ensino por Computador	19	20,44
Demais Temas	34	36,56
Total	93	100

CORREIA et al (1999), numa pesquisa mais recente, demonstraram através da tabela 2.3, o nível de discussão e mobilização na busca do desenvolvimento de metodologias apropriadas para o ensino do desenho face às denominadas 'novas tecnologias'.

Tabela 2.3 - Comparação de temas de pesquisa (CORREIA et al, 1999)

Temas	% total	Sub-temas	% total	% tema
Desenho Informatizado	59.4	Formação (A)	25.0	42.1
		Fundamentação (B)	9.4	15.8
		Aplicativos (C)	25.0	42.1
Outros	40.6	-	-	-

- (A) Formação docente frente às novas tecnologias
 (B) Fundamentação em Gráfica Computacional
 (C) Desenvolvimento de aplicativos para o ensino

Para a implementação do ensino de desenho auxiliado por computador nos cursos de Engenharia da Universidade de São Paulo, LATERZA (1991) vislumbrou três caminhos possíveis:

- Substituir as atuais disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico por uma nova disciplina de Gráfica Computacional.
- Continuar com as atuais disciplinas de Desenho e acrescentar no currículo uma nova disciplina de Gráfica Computacional.
- Criar uma nova disciplina combinando o conteúdo das atuais disciplinas de desenho com o conteúdo da disciplina de Gráfica Computacional.

Outra possibilidade, seria o acréscimo de novos tópicos nas disciplinas existentes, referentes aos assuntos da Gráfica Computacional. Entretanto, o autor considera que isto acarretaria um problema na carga horária, uma vez que, no momento em que se acrescentam novos assuntos é preciso também, aumentar a carga horária, sugerindo uma reformulação que revise mais a fundo, quais assuntos devem continuar e quais devem ser acrescentados, ou seja, o que sugere a terceira alternativa proposta por LATERZA (1991).

Na maioria dos casos, tem-se optado pela criação de disciplinas isoladas. Isto ocorre pela urgência de viabilização das mesmas e pela não alteração das disciplinas existentes. AMORIM e REGO (1999) acreditam que a incorporação paulatina das tecnologias CAD nas disciplinas de representação gráfica com a gradual substituição de conteúdos e métodos é mais produtiva. Por questões estratégicas ou operacionais poder-se-ia ter uma maneira mais equalizada: a criação de disciplinas novas que agrupassem parte dos conteúdos das tradicionais disciplinas de representação gráfica amplamente integradas com o emprego das ferramentas CAD.

FERREIRA (1998) considera que a disciplina de representação gráfica é a que mais deve estar integrada às disciplinas de computação gráfica no curso de engenharia da computação da USP, quando cita o encadeamento, a integração e a seqüencialização das disciplinas deste curso. A atualização e adequação dos programas frente à realidade tecnológica resgataram a importância da disciplina Desenho que, principalmente, em cursos como Engenharia da computação, pouco se relacionava às necessidades da profissão.

Entretanto, independentemente de como se faz esta implementação, não se pode excluir a necessidade da revisão nos conteúdos programáticos e metodologias adotadas

para uma devida adequação e/ou formulação de metodologias de ensino das disciplinas de Representação Gráfica.

Frisando que não se deve visar simplesmente o ensino/aprendizado de programas computacionais mas, servir-se deles para transmitir conceitos nas disciplinas de desenho que utilizam o computador como ferramenta.

2.4 Diversidade de metodologias

Do exposto até o momento, o grande número de pesquisas comprova que as experiências que estão sendo realizadas na tentativa de encontrar a melhor maneira de utilizar o computador na educação, resultam numa grande diversidade de metodologias de ensino.

Numa breve análise nas ementas dos cursos de engenharia, podemos verificar alguns conteúdos que não são comuns a todos os cursos. Do mesmo modo, a ordem em que são apresentados estes assuntos nem sempre obedecem um mesmo padrão. Ao mesmo tempo, podemos identificar que os assuntos conceituais que consideramos principais estão presentes como teoria das projeções.

“É muito comum que se encontrem diferenças entre programas dos cursos básicos de Desenho Técnico oferecidos nas Escolas de Engenharia das mais diversas universidades brasileiras e também de outros países. Entretanto, o conteúdo básico de todos estes cursos em muito pouco varia” (VASCONCELOS, 1998).

Quando comparamos o currículo de cursos de engenharia que já utilizam os sistemas CAD e os que ainda não implementaram esta ferramenta, esta diferença se torna mais clara. Segundo OHTSUKI et al (1998) há três formas de utilização do computador na educação, acarretando numa diversidade ainda maior de formas de metodologias:

- Auxiliando a educação da Geometria Descritiva com o computador
- Desenhando formas espaciais através de programação de computador
- Utilizando softwares de computação gráfica tridimensionais na educação da Geometria Descritiva

GERSON (1995) comparou os conteúdos de uma série de cursos de engenharia no mundo e propôs um currículo para o curso de desenho para engenharia utilizando o computador como ferramenta:

1. Desenho à mão, utilizando sempre a técnica de esboço:

- Desenho a partir de modelos reais
- Projeção 3D para 2D, obtenção de vistas ortográficas
- Perspectiva isométrica e oblíqua

2. Desenho auxiliado por computador:

- Construções geométricas, primitivos gráficos 2D e transformações
- Vistas ortográficas - construções por arestas 2D
- Visualização 3D através de objetos pré-definidos
- Modelamento de sólidos
- Operações unárias e “Booleanas”
- Representação de superfícies
- Seção 2D e 3D
- Dimensionamento 2D e 3D
- Projeto final - projeto completo e complexo para os alunos

Embora seja resultante de um estudo realizado em 1995, consideramos que o programa proposto pode ser considerado atual. Observa-se que a proposta não se trata simplesmente de um acréscimo nos programas curriculares antigos. Percebe-se que o desenho a instrumento foi substituído pelo desenho à mão livre e pela utilização do computador e que, o aluno, além dos conceitos principais, trabalha com sólidos representados inicialmente em 2D e, a seguir em 3D, objetivando a finalização de um projeto.

VASCONCELOS (1998) propõe um conteúdo programático em que a seqüência dos tópicos deve ser seguida para o alcance dos objetivos da disciplina: “Desenvolver a visão tridimensional, criar fundamentos gráficos para a solução de problemas e utilizar o computador como ferramenta de desenho e análise, respectivamente”. A seqüência proposta divide-se em três etapas: processo convencional, processo auxiliado por computador e itens que dependem do processo utilizado para o projeto final e manufatura e montagem.

Segundo OHTSUKI et al (1998) o propósito principal da Geometria Descritiva é treinar habilidades para entender e representar formas tridimensionais, através de desenhos bidimensionais. Os autores defendem que, utilizando um software de computação gráfica tridimensional, apenas dois tipos de projeções são suficientes: projeção cônica (perspectiva cônica) e a projeção ortogonal (vistas ortogonais). Estes autores examinaram vários softwares aplicativos e verificaram que não é necessário que o método de construção da perspectiva axonométrica faça parte do conteúdo, já que é obtida secundariamente girando objetos previamente modelados em projeções ortogonais. Concordando com os autores, se considerarmos o caso inicial da Geometria Projetiva, projeção cônica de três pontos de fuga, as perspectivas paralelas serão provenientes da mudança de posição do objeto.

Numa pesquisa realizada por 16 universidades americanas para o planejamento de um novo currículo de ensino da expressão gráfica para o século XXI, realizada na 8ª Conferência de Engenharia da Computação Gráfica e Geometria Descritiva em 1998, Austin, Texas, (BARR, 1999), foram classificados os tópicos e áreas da disciplina em termos de importância. Os resultados encontrados, indicaram como tópicos mais importantes: o desenvolvimento da Habilidade da Visualização Espacial, Dimensionamento e Modelamento de Sólidos e o Desenho Manual (esboço à mão livre). Como menos importantes estão os tópicos Geometria Computacional, Geometria Descritiva, Realidade Virtual, Construção Manual utilizando instrumentos e Caligrafia Técnica, caracterizando sem dúvida uma mudança de paradigma.

Como maior mudança, temos o crescimento da importância do desenvolvimento das habilidades de visualização espacial, que segundo SORBY (1999), vem sendo historicamente, relegado a um subproduto dos assuntos abordados no ensino da expressão gráfica e, no entanto, hoje é citado por inúmeras pesquisas da área como um dos maiores acertos do ensino da expressão gráfica para o ensino da engenharia.

Os conteúdos da Teoria da Representação Gráfica abordados, podem ser agrupados em uma ou mais disciplinas, com carga horária e natureza (obrigatória ou optativa) também, diferenciadas entre os cursos de Engenharia.

Os tipos de atividades realizadas são mais difíceis de investigar entretanto, influenciam muito na diferenciação das formas de abordagens e principalmente na motivação dos alunos. As aulas podem ser teóricas, à mão livre, com instrumentos tradicionais ou com o auxílio do computador. O enfoque pode ser teórico-conceitual, auxiliado pelo uso de modelos físicos ou virtuais, ou dirigido aos problemas práticos da engenharia.

“O desenho raras vezes deixou de ser um monte de problemas enfadonhos, inúteis, artificiais e abstratos. Esqueceram-se de mostrá-lo como uma representação da Natureza ou dos produtos idealizados pelo homem. Isto é essencial; não destacar a importância do Desenho é como ensinar a pauta musical sem tocar um instrumento. As notações musicais serão um conhecimento aborrecido, sem sentido e sem aplicação” (MONTENEGRO, 1991).

Uma atividade utilizada em algumas universidades e de resultados satisfatórios é a inclusão de um projeto ao final da disciplina. “Esta atividade é bastante estimuladora pois propicia ao aluno a possibilidade de pôr em prática os conceitos estudados nos cursos de Desenho Técnico (VASCONCELOS, 1998).

A preocupação das universidades em adequar os currículos para os dias de hoje, vão além da composição dos assuntos abordados pelas disciplinas. A adaptação do indivíduo às mudanças da sociedade caracteristicamente científicas e de evolução contínua, têm que ser abruptas, devido a emergência de novas tecnologias, altamente aceleradas e imprevisíveis. Logo, as universidades procuram despertar a consciência crítica do aluno em relação as situações existenciais.

Outros fatores, como infra-estrutura, também influenciam estas diferenças de metodologias. As instituições que contam com salas equipadas com pranchetas já se diferenciam das que só contam com pequenas mesas para pranchas no formato A3. Quando estas salas de Desenho começam a ser equipadas com computadores, impressoras e plotters, a distância fica ainda maior.

2.5 Agrupamento das formas de abordagem

Para que possam ser identificadas as formas de abordagem de Ensino da Expressão Gráfica para cursos de Engenharia, é preciso primeiramente classificar as principais características das mesmas. Depois de ordenadas e agrupadas, permitem identificar grupos de universidades que utilizam as mesmas abordagens.

Com base na bibliografia levantada, o que diferencia nestas instituições não são apenas os conteúdos, mas uma série de itens que trazem semelhanças e diferenças nos programas e métodos de cada instituição, resultando em diversas formas de abordagem:

- Conteúdo do programa das disciplinas
- Seqüência dos conteúdos
- Carga horária
- Natureza obrigatória ou optativa
- Modo de utilizar o CAD
- Infra-estrutura das salas de aulas, laboratórios, equipamentos utilizados
- Metodologia utilizada
- Enfoque e atividades da aula

Mesmo que a pesquisa se limitasse às ementas oficiais dos cursos, ainda assim poderíamos encontrar diferenciações com a prática em sala de aula. Isto acontece porque cada instituição tem a liberdade de determinar como vai ensinar. Além disso, via de regra, cada professor de uma mesma instituição e uma mesma disciplina tem a sua metodologia particular.

Através da comparação das ementas de diversas disciplinas, foi possível a identificação das principais semelhanças e diferenças programáticas. A característica mais significativa na análise foi a utilização ou não de sistemas CAD. Mesmo nas universidades onde já se dispõe esta ferramenta, pôde-se verificar, também, a utilização dos processos tradicionais.

Os conteúdos de computação gráfica, podem vir inseridos nas disciplinas de teoria da representação ou isolados numa disciplina, apenas de desenho por computador. O uso do computador em sala de aula pode se dar de três formas:

- Editor gráfico 3D/2D
- Aplicativo
- Hipermídia

Através da análise de agrupamento dos programas das disciplinas de Teoria de Representação Gráfica, procuramos investigar as diferentes formas de abordagem do ensino e, a partir daí, identificar as propostas originais, discutir os respectivos méritos que podem no futuro servir de parâmetro para novas reformulações no ensino da expressão gráfica.

3. EVOLUÇÃO DO ENSINO DA EXPRESSÃO GRÁFICA

3.1 Breve Histórico

“Desenho é criação do homem, seja pela necessidade de comunicar-se, de extravasar as sua angústias e alegrias, de se lançar ao mundo, de se organizar no espaço individual e coletivo, de estabelecer seus domínios, seja para registrar as suas idéias, e inegavelmente o Desenho tem a sua história na história da humanidade e, a cada dia, são estabelecidas novas conexões com as mais diversas áreas do conhecimento, merecendo atenção especial por toda a sua evolução e inclusão em diversos campos do conhecimento humano” (CAMPOS, 2000).

Desde a pré-história, o homem já utilizava o Desenho como linguagem gráfica. Através dos registros encontrados, é possível conhecer e estudar seus costumes, desenvolvimento intelectual e técnico.

Observou-se, através desta primeira forma de comunicação, que a evolução do Desenho acompanhou a disponibilidade de materiais e instrumentos, ao adotar placas de argila e estiletas, papiros, pergaminhos, tecidos, penas, corantes, esquadros, compassos e régua graduadas. Estes foram utilizados obedecendo técnicas específicas de representação, à medida em que iam evoluindo ao longo do tempo.

“Num primeiro momento, o desenho assumiu a função simbólica, mística ou ‘mágica’, onde os povos primitivos representavam, com os meios disponíveis, cenas de caça, achando que com isto teriam o sucesso na empreitada e o domínio sobre o animal. Assim, desde a sua origem o desenho já continha (projetava) uma intenção ou desejo” (AMORIM & REGO, 1998).

Segundo MONTENEGRO (1991), os primeiros desenhos utilizavam muito o rebatimento, embora, também foram encontrados desenhos em perspectiva. Para o autor, “Não há a menor dúvida de que os artistas pré-históricos fizeram perspectivas (não torcida, sequer distorcida)... sem conhecer coisa alguma da teoria geométrica. Que formidável intuição e poder de observação!” (MONTENEGRO, 1991).

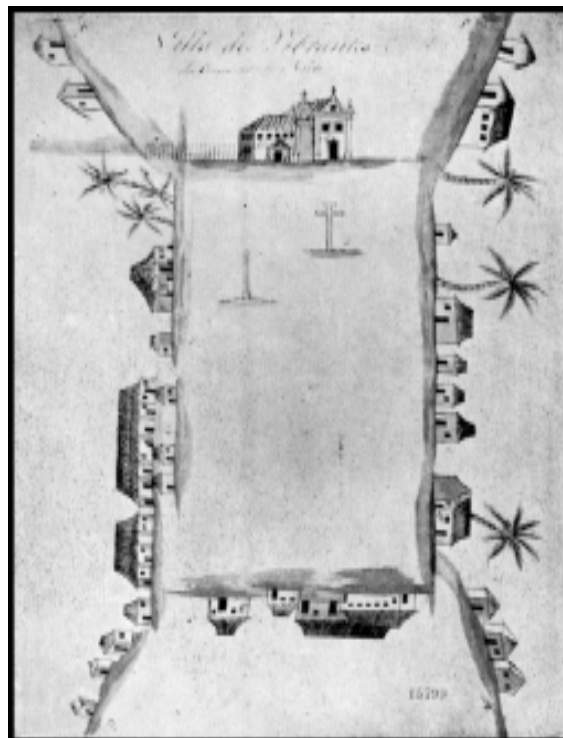


Figura 3.1 Aldeia Jesuíta do Espírito Santo

Tal afirmação pode ser ilustrada através da figura 3.1, no desenho de José Antonio Caldas, de meados do sec XVII. Na aldeia jesuíta localizada no Espírito Santo, mais tarde Vila de Abrantes, as edificações de ‘pau a pique’ construídas em longas fileiras, estão desenhadas nos planos verticais que contornam o terreno, rebatidos sobre o plano horizontal (SMITH, 1955).

O desenho era realizado de maneira que cada profissional se baseava na sua experiência empiricamente, não havendo um tratamento científico para a representação. Até a

Revolução Industrial, a representação gráfica era vista de uma maneira global, envolvendo a concepção e a manufatura. Utilizava-se o desenho apenas para registrar idéias, sem preocupação com a descrição completa do objeto pois o executor era também o projetista, fazendo do projeto e da manufatura, praticamente, uma só atividade - uma produção artesanal (VELASCO, 1998).

A necessidade de uma padronização para os projetos de produto e processos de projeto, surgiu com a Revolução Industrial e suas máquinas que permitiam a repetibilidade de peças. Isto resultou numa separação mais nítida entre a concepção e a execução, gerando com isso, a demanda por um sistema de representação que permitisse a comunicação entre as duas fases.

Apenas no final do século XVIII, o francês Gaspar Monge concebeu uma técnica de representação gráfica, por ele designada Geometria Descritiva. As formas tridimensionais são representadas, através de suas relações no espaço, por sua projeção bidimensional. Este método que permite descrever o objeto de tal forma que qualquer um possa produzi-lo, foi denominado Sistema Mongeano e, ainda hoje, é o método que constitui a base dos desenhos na engenharia que, pela sua importância, passaria a fazer parte do currículo escolar (TRINCHÃO & OLIVEIRA, 1998).

O Desenho passou então a servir às necessidades industriais e não apenas aos interesses da arte. Estes foram os dois caminhos básicos que o desenho seguiu: Desenho nas artes plásticas e Desenho técnico de representação.

3.1.1 Breve Histórico do ensino do Desenho no Brasil

Segundo Luiz Antônio Cunha e Francisco Alves (1980, apud CAMPOS, 2000), provavel-

mente o primeiro curso superior implantado no Brasil foi o de Artes, no ano de 1572, no Colégio dos Jesuítas da Bahia, onde estudava-se lógica, física, metafísica, ética e matemática. Estes estudos foram deslocados para os cursos médicos e para Academia Militar, a partir de 1759, como consequência das mudanças ocorridas na estrutura política de Portugal, que objetivavam a industrialização.

CAMPOS (2000), revela que o ensino do Desenho tinha uma importância especial no período entre 1808 e 1889, destacando a Carta Régia de 1810 que tornava obrigatório o ensino da Geometria Descritiva, e a criação do curso de Desenho e o curso de Belas Artes. Sob a orientação da escola francesa, em 1889 torna-se obrigatório o ensino do Desenho Técnico e do Desenho Geométrico, com a adoção do método Guillaume (Geométrico).

A disciplina Desenho, até a década de 40, era obrigatória no ensino médio. A Matemática se encarregava de dar o suporte geométrico que ela precisava. Esta importância, que se dava à disciplina Desenho, trazia um embasamento aos alunos que permitia um maior desenvolvimento dos conteúdos em nível universitário.

Em 1961 a Lei 4.024 integra o estudo das artes em uma única disciplina - Educação Artística, e torna exclusividade dos cursos colegiais e superiores as disciplinas Desenho Geométrico e Desenho Técnico.

Segundo VELASCO (1998) a reforma Francisco Campos incorpora às modalidades já existentes o Desenho Projetivo, como necessidade de desenvolvimento da percepção e representação espacial através de projeções e, mais tarde, no curso científico, a introdução ao estudo da perspectiva. Isto tornou o Desenho uma disciplina de integração de conhecimentos, de técnica e de formação estética com valor cultural próprio, ampliando as habilidades e conhecimentos do aluno no campo das artes e domínio da técnica.

Através do artigo 7º, a LDB 5692/71 torna obrigatória a inclusão da Educação Artística nos currículos plenos de 1º e 2º graus, e deixa de tratar o Desenho como disciplina, passando a entendê-lo como conteúdo relativo ao estudo das Artes e ao estudo da Matemática, da 5ª a 8ª série do 1º grau (CAMPOS, 2000).

Segundo VELASCO (1998), dicotomia do desenho é acentuada pois, como arte, passa a inscrever-se no âmbito das Artes Plásticas junto à diversidade de conteúdos que deveria ser trabalhado na escola e como ciência, fica circunscrito ao desenvolvimento científico e tecnológico, materializados nos cursos técnico-profissionalizantes e afins.

Para comprovar a desvalorização do ensino do desenho nos 25 anos de vigência da lei, principalmente da 5ª a 8ª série, basta-nos verificar nos livros didáticos que o desenho apresenta-se fragmentado sob os títulos: Desenho Geométrico, Educação Artística e Matemática. Nos livros de Educação Artística: Desenho artístico, publicitário, animado, industrial, técnico, arquitetônico, em quadrinhos e de decoração, sem que haja uma inter-relação entre as modalidades consideradas artísticas e as consideradas técnicas.

Nos livros de matemática, na representação das formas geométricas ou como acessório para o desenvolvimento de cálculos, raramente são apresentadas as relações com suas aplicações. Além disso, a Geometria é, geralmente, apresentada nos últimos capítulos e, via de regra, não trabalhada na apresentação do conteúdo.

Outro fator a considerar é a ausência de professores com formação específica, atuando na área da Educação Artística, que por não terem a devida compreensão do princípio da livre expressão, usaram o Desenho como atividade lúdica “deixando fazer”, sem trabalhar os conteúdos devidamente.

No 2º grau, as modalidades do Desenho aparecem, apenas nos Cursos Profissionalizantes específicos, como Desenho Arquitetônico, Desenho Técnico, entre outros. MACEDO & GONÇALVES (1998), consideram que os alunos que chegam no 2º grau não desenvolveram a percepção básica para lidar com questões espaciais. Além disso, mesmo constando da grade curricular da disciplina Matemática, alguns conteúdos da geometria plana não são contemplados.

Novas alterações na grade curricular aconteceram a partir da sanção da Lei 9394/96 que valoriza novos paradigmas em função dos aspectos mínimos exigidos pelo mercado internacional, segundo o Ministério da Educação e Cultura (MEC). Presente nas áreas curriculares de Artes e Matemática do Ensino Fundamental, o Desenho é também incluído no Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil, como elemento indispensável à formação pessoal e social da criança.

Com a fragmentação do Desenho no ensino fundamental e médio, coube aos professores universitários suprirem esta defasagem, ministrando assuntos mais básicos em disciplinas existentes com ou sem nenhum aumento de carga horária ou a inserção de novas disciplinas, cujos conteúdos já deveriam ser familiares para os alunos.

Os critérios de redução de conteúdos ficaram à cargo de cada universidade, sob a responsabilidade dos seus professores individualmente ou de pequenos grupos. Como a maioria destes professores não têm formação pedagógica, o enfoque dado tornava-se, muitas vezes, particular a cada especialidade, segmentando cada vez mais a unidade conceitual da disciplina.

Procurando garantir a qualidade dos cursos de Engenharia no Brasil e que o formando exerça sua profissão com eficiência, o MEC criou um currículo mínimo para cada espe-

cialização com o objetivo de assegurar durante a formação do Engenheiro, um contato mínimo com diversos assuntos básicos (MEC, 1998). Em relação ao Desenho, comum a todas as especialidades, o aluno deve ter a seguinte formação básica: “Representações de Forma e Dimensão. Convenções e Normalização. Utilização de Elementos Gráficos na Interpretação e Solução de Problemas”.

Baseado nesta diretriz compacta e resumida, sem objetivos detalhados, podemos encontrar uma grande diversidade de abordagens nas ementas e conteúdos das disciplinas de Desenho dos Cursos de Engenharia.

A principal consequência dessas modificações foi a redução dos fundamentos teóricos em detrimento dos aspectos técnicos ou práticos que, seguindo os princípios da era industrial, reforçam a padronização, sincronização, especialização, maximização, concentração e centralização. Segundo VELASCO (1998), com a perda de sua base conceitual o Desenho passa a ser uma técnica onde os professores são os instrutores e os alunos os adestrados. O aluno não consegue mais perceber a importância do desenho no seu futuro cotidiano profissional. A disciplina, muitas vezes, se resume a execução de tarefas sem deixar claro o seu objetivo final.

O processo de projeto na Engenharia utiliza a ferramenta Desenho para a concepção, comunicação e documentação das idéias, constituindo-se assim, em uma das principais ciências de auxílio à formação profissional do engenheiro. Permite o estudo do conceito de espaço e de seus atributos, tais como forma, dimensão e posição relativa. A habilidade de visão espacial (capacidade extremamente necessária ao engenheiro) é adquirida com o domínio da geometria e não apenas com a utilização dos métodos de construções gráficas. Portanto, é preciso urgentemente, repensar o Ensino.

No início dos anos 90, a introdução intensiva da computação gráfica, com suas grandes vantagens sobre as técnicas e instrumentos tradicionais, trouxeram mais à tona o problema do ensino do Desenho. Além de trazer novas questões aos conteúdos e metodologias utilizados (por deixarem os tradicionais métodos de representação gráfica um tanto obsoletos) trouxeram a necessidade maior da visualização, percepção espacial e raciocínio geométrico, fazendo uma verdadeira revolução no ensino do Desenho (AMORIM, 1998; LATERZA, 1991).

O Desenho de um objeto tridimensional é baseado no estudo das suas projeções no plano. Já o desenho tridimensional no computador se dá pela descrição direta do objeto tridimensionalmente, através das denominadas técnicas de modelamento geométrico. Apesar desta grande diferença, a construção da representação do objeto continua necessitando de toda a base conceitual do Desenho, tornando inútil, contudo, a fase de “adestramento”, realizada por tantos anos, com o objetivo de desenvolver a habilidade manual, inclusive na manipulação dos instrumentos de Desenho.

3.1.2 O computador no ensino do Desenho

Vantagens como maior precisão, rapidez e facilidade na solução de problemas, logo encantaram os jovens profissionais que atuavam com projetos. Entretanto, a dificuldade de aprender a utilizar os softwares e o alto custo dos equipamentos, fizeram com que os profissionais da área demorassem um pouco para utilizar cotidianamente estas ferramentas. A transição mais lenta, sem dúvida, tem sido observada no ensino formal, uma vez que, os professores muitas vezes, não têm o contato suficiente com a ferramenta para elaborar metodologias adequadas para sua utilização ao ministrar os conteúdos no dia a dia das salas de aula.

Em maio de 1998, o Ministério da Educação e do Desporto publicou um documento elaborado por uma comissão de especialistas de ensino de engenharia, intitulado Padrões de Qualidade para Cursos de Graduação em Engenharia (MEC, 1998). O documento se baseia no curso de Engenharia englobando todas as suas habilitações, concentrando-se nos atributos comuns a todos os profissionais de engenharia.

Sob este enfoque, os cursos deverão ser avaliados pelo MEC e as instituições devem demonstrar claramente que atendem aos critérios exigidos pelos padrões de qualidade através de um Programa de Ensino. O desempenho dos estudantes e graduados está sendo avaliado, por exemplo, pelo Exame Nacional de Cursos direcionado aos graduandos. Mas cada instituição deve acompanhar a avaliação do estudante durante todo o curso.

O referido documento determina critérios de qualidade para os estudantes, para as disciplinas de formação profissional, para a administração acadêmica e para as instalações. Nos critérios referentes às disciplinas, o programa de ensino deve garantir que o currículo dedique atenção e tempo suficientes para cada assunto mas não determina que cada disciplina correspondente seja discriminada. Genericamente, determina que: O currículo deve preparar o estudante para a prática da engenharia.

Como se pode notar, este documento não define quantos e quais conteúdos devem constar em cada disciplina. Seu, objetivo é bem geral: quanto à preparação do aluno para a prática da engenharia, o estímulo ao aprimoramento do ensino e encorajamento ao desenvolvimento de abordagens inovadoras para o ensino e identificação para o público dos índices de qualidade das habilitações.

Esta forma geral de abordar o assunto deixa as Instituições de Ensino Superior livres para definir suas “estratégias de ensino”, levando-as a um processo indiscriminado de corrida para implementação do sistema CAD, sem haver um aprofundamento sobre o tema.

Não se discute mais a implementação ou não do uso de Sistemas CAD nas universidades; mas como fazê-la e/ou efetivá-la. As Universidades pioneiras nesta mudança mostram através de sua experiência que, enquanto uma série de processos de representação ficaram ultrapassados, a modelagem através do computador exige uma maior capacidade de visualização espacial, renovando a importância dos conceitos da Geometria Projetiva. É importante ressaltar, também, a necessidade do esboço que precede a elaboração do projeto e, conseqüentemente, o ensino do Desenho à Mão Livre.

3.2 Paradigmas do ensino do Desenho

Durante muitos anos, o ensino do Desenho se pautava nos processos de construções geométricas, apresentações impecáveis, caligrafias perfeitas e traçados mecânicos que tomavam lentas e caprichosas horas.

O computador trouxe um novo potencial de exploração onde os ganhos de produtividade são enormes. As mudanças causadas por esta tecnologia deixaram no ensino do Desenho, uma série de processos de representação tradicionais ultrapassados. Entretanto, segundo MEDINA (1991), “...ver nisso o fim de todos os processos tradicionais de Desenho já é outra história”.

Modelar um objeto exige uma maior capacidade de visualização espacial e um conhecimento mais aguçado dos conceitos da geometria projetiva. O desenhista precisa “...co-

nhecer em profundidade as definições e os conceitos da geometria projetiva para que possam ser implementados computacionalmente no máximo de suas possibilidades” (MEDINA,1991). Portanto, a Geometria Projetiva ganhou um novo impulso, pois tudo é projetado sobre uma tela de trabalho.

O ensino de uma maneira geral passa por uma grande transformação. Em todas as áreas vem sofrendo alterações de metodologias, revisão de conteúdos somados às mudanças trazidas pelas facilidades do computador. “Revisar seus processos e repensar seus métodos em função das alternativas que o computador pode oferecer, consiste em se remover verdadeiros ‘dogmas’ tradicionais, muito difíceis de se derubar (MEDINA,1991).

Em relação aos conteúdos das Disciplinas de Teoria da Representação, várias pesquisas têm sido feitas para se chegar a um currículo adequado às mudanças aqui comentadas. Segundo MILLER (1999), para que os estudantes de engenharia venham a ter sucesso profissional no mundo digital de hoje, é preciso mostrar seus conhecimentos na prática e na teoria e, diz que é preciso que este currículo tenha como ênfases principais:

- Habilidade visual como ponto central
- Habilidade em identificar e resolver problemas
- Habilidade em utilizar ferramentas computacionais modernas
- Habilidade em expressar suas idéias
- Conhecimento das normas técnicas relacionadas à representação

Aliados à tantas mudanças, os problemas do Desenho no Ensino Fundamental, discutidos anteriormente, trazem uma preocupação maior quanto os conteúdos que vão compor os programas das disciplinas de Desenho do Ensino Superior. MOURA (2000), acredita que os alunos que ingressam na graduação sem antes ter estudado Desenho, ou que tenham apresentado dificuldades de compreensão durante o aprendizado de suas noções básicas, poderão se dispor mais ao aprendizado da Geometria Descritiva, se na fase inicial do ensino, forem fixados:

- Noções de projetividade
- Diferentes posições dos elementos no espaço.
- Capacidade de relacionar as diferentes figuras geométricas nos principais sistemas de representação.

3.3 As exigências do mercado

As novas possibilidades permitem soluções extremamente vantajosas que aliadas ao rápido desenvolvimento e implementação com custos cada vez mais baixos das ferramentas computacionais, atrai cada vez mais novos usuários. Porém, para os resultados esperados serem alcançados é preciso que haja um profundo embasamento: “A correta e adequada utilização de novas ferramentas requer a formação de uma ‘cultura computacional’, que deve estar necessariamente embasada no conhecimento teórico e interdisciplinar, com a estruturação de metodologias que contemplem o ensino e a prática profissional” (AMORIM, 1999).

Ao mesmo tempo em que a disponibilidade destas novas ferramentas trouxeram enormes vantagens, vários problemas também surgiram, como a necessidade de revisão das atuais técnicas de ensino e de representação gráfica.

Segundo AMORIM (1999), o Desenho de fabricação tradicional composto de plantas, vistas, cortes, seções e projeções axonométricas em suporte papel está gradualmente sendo substituído pelos recursos da modelagem tridimensional disponíveis nos programas CAD e manufatura auxiliada por computador através de máquinas de comando numérico. A peça é modelada tridimensionalmente no ambiente computacional e visualizada com muito mais facilidades e recursos que do modo convencional. Em seguida é gerada uma instrução de usinagem em linguagem de máquina para uma máquina operatriz de controle numérico, a partir de um software específico para este fim. A peça é então usinada com a exatidão dimensional determinada pela tolerância imposta ao modelo, sem os problemas com relação à cotação e conferência dos desenhos.

Um Sistema CAD quando utilizado adequadamente, produz benefícios incontestáveis ao projetista, mas requer cada vez mais competência e experiência desses profissionais para lidar também com equipamentos e programas cada vez mais sofisticados.

Seu processo de implementação numa empresa traz grandes mudanças nas formas e relações de trabalho. Um Sistema CAD dispensa mão de obra pouco qualificada, requer profissionais competentes e experientes e aumenta a precisão e o poder de análise do usuário.

O desenvolvimento dos projetos torna-se um processo interativo e preciso, aliado a uma grande velocidade de processamento dos dados pela máquina. Estas possibilidades trazem conseqüentemente um ritmo de trabalho mais severo onde o projetista precisa cada vez mais de velocidade de raciocínio e robustez técnica. Neste processo interativo, onde homem e máquina reúnem as suas melhores características na resolução de um dado problema, é cada vez mais importante a visão global, a formulação conceitual, a fundamentação teórica e a integração interdisciplinar (BESSANT, 1988).

O projetista assume a responsabilidade de dedicar uma maior parcela de tempo à concepção e análise do projeto, a cotejar alternativas e validar hipóteses (AMORIM, 1999). Entretanto, tem-se percebido que o desenvolvimento das ferramentas de projeto e construção não tem correspondido à uma efetiva melhoria na qualidade dos projetos e das construções, levando-nos a conjecturar que a falha está na componente humana. Do exposto, registramos a necessidade de buscarmos alternativas para a educação/formação profissional em condições de satisfazer as demandas dos novos tempos, calcadas nos preceitos de qualidade e competitividade.

4. METODOLOGIA

4.1 Introdução

Inicialmente foi feita a pesquisa bibliográfica visando o embasamento teórico sobre o assunto. O levantamento da literatura procurou identificar os elementos que pudessem caracterizar as diversas formas de abordagem do ensino da expressão gráfica. Paralelamente ao contato com professores e coordenadores, visitas e pesquisa de ementas de diversas universidades, foi elaborado um questionário de pesquisa encaminhado aos professores das disciplinas da teoria de expressão gráfica dos cursos de engenharia.

Os elementos identificados como parâmetros diferenciadores das formas de abordagem de ensino foram os mais diversos. Com a finalidade de cobrir todos os elementos identificados, elaborou-se um questionário com os seguintes itens:

- Identificação do curso
- Identificação das disciplinas
- Perfil do aluno e professor
- Desenho auxiliado por computador
- Equipamentos e recursos utilizados
- Infra-estrutura
- Atividades realizadas
- Conteúdos programáticos
- Seqüência dos conteúdos
- Bibliografia empregada

Através do questionário, foram coletadas as informações relacionadas às disciplinas de desenho para engenharia, quais os seus conteúdos, a seqüência dos tópicos, quais são os pré-requisitos, períodos nos quais são ministradas, carga horária, atividades realizadas e bibliografias adotadas.

Foram levantadas as informações sobre as instalações físicas, instrumentos e equipamentos utilizados, recursos de multimídia e internet, assim como questões sobre o perfil dos alunos e professores dessas disciplinas, quanto à formação acadêmica e conhecimentos sobre computação gráfica.

4.2 Método de pesquisa e canais utilizados

Uma relação de universidades foi encontrada na Internet, no site do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras - CRUB. Foi elaborada a lista das universidades que possuem cursos de engenharia e as respectivas habilitações, com base nas informações do site, constando dados adicionais tais como os endereços postais, eletrônicos e telefones de cada universidade, nomes e endereços de professores conhecidos ou pesquisados nos trabalhos publicados com os quais poderíamos manter contato (anexo 1).

A tabela 4.1, mostra o universo considerado (93 universidades) e a sua distribuição em percentagem, por região.

Da tabela 4.1, constata-se que mais de 50% das universidades estão concentradas nas regiões Sudeste e Sul, com 34 e 25 unidades respectivamente, seguidas das regiões Nordeste, com 14, e Centro-oeste, com 13. Em minoria, a região Norte, com apenas 7 universidades.

A tabela 4.1 também mostra que, considerando o caráter público e privado destas instituições. As universidades federais estão distribuídas nas regiões sem grandes variações. Já as universidades estaduais e particulares, estão mais concentradas nas regiões Sul e Sudeste, respectivamente.

Tabela 4.1 - Universidades por região e caráter

Região	Caráter			Total
	Federal	Estadual	Particular	
Norte	5	2	0	7
Nordeste	7	5	2	14
Sul	5	17	3	25
Sudeste	4	7	23	34
Centro-oeste	7	3	3	13
Total	28	34	31	93

4.3 Aplicação da pesquisa

Os primeiros questionários foram enviados por e-mail para professores com quem já havíamos feito algum contato ou cujos endereços estivessem disponíveis nos trabalhos ou nas listas de endereços utilizadas pelo GRAPHICA - Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e Encontro Nacional de professores dos CEFETS.

Para as demais universidades, os questionários foram enviados pelo correio ou por e-mail para suas reitorias, usando para isso os endereços disponíveis no site do CRUB.

Dos envios feitos eletronicamente, cerca de 50% retornaram por erro de endereço. Para estas universidades, foi feita uma pesquisa nas suas “home-pages” e/ou contato por

telefone, solicitando o endereço eletrônico ou postal do departamento ou de algum professor indicado pela universidade.

Ao mesmo tempo, foi feito o levantamento de ementas das disciplinas, disponíveis no site da instituição. Embora boa parte dessas ementas seja desatualizada, as mesmas servem bem ao propósito de identificação dos parâmetros para o estudo da frequência e seqüência dos tópicos adotados nas mais diversas universidades.

4.4 Metodologia de análise dos resultados

Após contabilizados os dados resultantes das respostas do questionário, foi estudada a melhor forma de representá-los: graficamente, através de tabelas ou, simplesmente, texto. Buscou-se sintetizar os dados de forma a facilitar tanto o trabalho de análise quanto o de apresentação visando clareza e aproveitamento.

As seqüências dos tópicos fornecidas pelas universidades foram analisadas porque podem refletir a “estratégia de ensino” da teoria de representação gráfica das diversas universidades. Através da identificação de seqüências características ou seqüências mais divergentes, de experiências isoladas, procura-se discutir a adequação em termos de tecnologia e formação de engenheiros.

Como as seqüências são muito diversificadas, é muito difícil identificar grupos de universidades que apresentam seqüências iguais através dos métodos mais comuns da matemática clássica. No entanto, seria mais fácil encontrar grupos de seqüências semelhantes, muito semelhantes, ou completamente diferentes.

Estes conceitos de “semelhança” entre dois elementos podem ser muito bem modelados através de uma relação nebulosa. Por essa razão, foram utilizados os conceitos da Teoria de Conjunto Nebuloso (*Fuzzy Set Theory*) para modelar e analisar as seqüências.

Na Teoria Clássica de Conjuntos, um elemento x pode pertencer ou não a um determinado conjunto. A Teoria de Conjunto Nebuloso (*Fuzzy Set Theory*), possibilita que um elemento seja incluído parcialmente em um determinado conjunto, de acordo com certas características e ao mesmo tempo incluído parcialmente em outro conjunto (CHENG, 1999).

Um conjunto nebuloso pode ser definido através de uma função de pertinência $\mu_{\tilde{A}}(x)$ cujo valor é definido no intervalo fechado $[0,1]$. Os valores extremos indicam uma completa exclusão (zero), ou completa inclusão (um) em um conjunto. E os valores entre 0 e 1, representam os graus de pertinência intermediários de um elemento com relação ao conjunto sendo que, quanto mais próximo de 1, maior será a pertinência.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \rightarrow [0,1] \subset \mathbb{R} \quad (1)$$

A relação de semelhança pode ser descrita como uma relação nebulosa, pois ao contrário de uma relação exata do tipo “ x é igual a y ”, expressa o quanto “ x é parecido com y ”. A relação nebulosa é definida pela função de pertinência que expressa o grau do relacionamento entre 2 elementos x e y , na forma

$$\tilde{R} = \{((x, y), \mu_{\tilde{R}}(x, y)) / (x, y) \in X \times Y\} \quad (2)$$

Se X e Y forem conjuntos finitos $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ e $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ respectivamente, podemos representar a relação nebulosa \tilde{R} de $X \times Y$ por uma matriz $M_{\tilde{R}}$ de dimensões $m \times n$. Como o grau de pertinência varia entre 0 e 1, os coeficientes da matriz também terão valores neste intervalo.

$$M_{\tilde{R}} = \begin{bmatrix} \mu_{\tilde{R}}(x_1, y_1) & \mu_{\tilde{R}}(x_1, y_2) & \cdots & \mu_{\tilde{R}}(x_1, y_n) \\ \mu_{\tilde{R}}(x_2, y_1) & \cdots & \cdots & \mu_{\tilde{R}}(x_2, y_n) \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \mu_{\tilde{R}}(x_m, y_1) & \cdots & \cdots & \mu_{\tilde{R}}(x_m, y_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Como o intervalo semelhança varia entre 0 e 1, e os valores mais próximos a 1 serão os mais semelhantes, logo, podemos atribuir um valor α como critério para considerarmos se são semelhantes ou não. Este procedimento de análise é conhecido como Método de Corte de Nível α .

4.4.1 Metodologia para análise das seqüências dos tópicos

A metodologia adotada para identificar as abordagens didáticas semelhantes em função da sequenciação dos tópicos foi baseada no método de agrupamento nebuloso utilizado por COLLET et al (2000).

Inicialmente foi utilizado o conceito de grau de conformidade para definir o índice da relação de semelhanças entre as universidades, duas a duas, baseada na seqüência dos tópicos, através da expressão:

$$\mu_{S_{m,n}} = \frac{1}{o} \times \sum_{k=1}^o \frac{\tilde{a}_{km} \wedge \tilde{a}_{kn}}{\tilde{a}_{km} \vee \tilde{a}_{kn}} \quad (4)$$

Onde:

$\mu_{S_{m,n}}$ = Índice de semelhança dos programas entre 2 universidades (m, n);

$\tilde{a}_{k,m}$ = grau de pertinência de um determinado tópico k ocupar a posição inicial no programa da disciplina da universidade m ;

m, n = índices que representam as universidades; $m=1, \dots, p$ e $n=1, \dots, p$;

k = índice que representa o tópico; $k=1, \dots, o$;

o = número de tópicos.

Este índice de relação de semelhança entre as universidades corresponde ao grau de pertinência ou coeficiente da matriz de relação nebulosa de semelhança de seqüências de tópicos entre as universidades.

Sendo assim, aplicando-se a expressão (4) para todas as combinações possíveis, obtemos a matriz de relação nebulosa $p \times p$ que expressa a semelhança entre as universidades, conforme a expressão abaixo:

$$\tilde{R}_{\text{semelhanças}} = \begin{bmatrix} \mu_{S_{11}} & \dots & \mu_{S_{1p}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{S_{p1}} & \dots & \mu_{S_{pp}} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Onde:

$\mu_{S_{m,n}}$ = grau de pertinência da relação de semelhança entre as universidades m e n

p = número total de universidades analisadas

Para agrupar as universidades de acordo com o nível de semelhança dada na matriz nebulosa definida acima, que considera o aspecto da sequenciação dos tópicos das disciplinas de teoria da representação, utilizamos o método de corte de nível α .

O método de agrupamento por corte de nível α é um método simples onde se atribui um valor $\alpha \in [0,1]$, que expressa a exigência sobre o nível de semelhança entre os elementos a serem agrupados.

Para índice de semelhança $\mu_{S_{m,n}}$ entre as universidades m e n , se:

$\mu_{S_{m,n}} \geq \alpha \rightarrow$ os elementos n e m são considerados semelhantes,
e alocados no mesmo grupo.

$\mu_{S_{m,n}} < \alpha \rightarrow$ os elementos n e m são considerados diferentes,
e alocados em grupos diferentes.

Em outras palavras, caso $\mu_{S_{m,n}} > \alpha$ podemos dizer que as universidades m e n são semelhantes para um dado nível α preestabelecido.

Os resultados obtidos encontram-se no capítulo 7.

5. PARÂMETROS PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS FORMAS DE ABORDAGEM

A partir da pesquisa bibliográfica e da coleta de ementas, foi possível extrair alguns parâmetros como o planejamento da disciplina (conteúdo, carga horária, enfoque e atividades), infra-estrutura (incluindo equipamentos disponíveis), que serviram para identificação das formas de abordagem utilizadas pelas universidades.

5.1 Formulação do questionário

Visando levantar com clareza a situação das disciplinas de teoria da representação para cursos de engenharia, o questionário, baseado nos parâmetros identificados, foi elaborado com o objetivo de esmiuçar os vários aspectos das formas de abordagem de cada instituição. O modelo do questionário encontra-se no anexo 2 .

O questionário é composto de 9 partes diferentes com questões relacionadas aos aspectos:

- Identificação do curso
- Identificação das disciplinas
- Perfil do aluno e professor
- Desenho auxiliado por computador
- Equipamentos e recursos utilizados
- Infra-estrutura
- Atividades realizadas
- Conteúdos programáticos
- Bibliografia empregada

5.2 Aspectos das disciplinas considerados no questionário

5.2.1 Identificação do curso

Neste item o entrevistado preenche os espaços com a identificação da instituição: nome, endereço, curso e modalidades do curso. Também é solicitado ao mesmo que se identifique para que se possa entrar em contato posteriormente através de telefone ou endereço eletrônico.

5.2.2 Identificação das disciplinas

Pede-se para que seja preenchido um questionário para cada modalidade de engenharia (civil, elétrica, mecânica, etc.), caso as disciplinas de desenho não sejam comuns.

Neste item o entrevistado encontra uma tabela com as informações solicitadas de cada disciplina que, em seu conteúdo programático, constem assuntos relacionados ao desenho para engenharia, como desenho geométrico, esboço à mão livre, desenho técnico de representações, geometria descritiva, desenho arquitetônico ou desenho auxiliado por computador. Para cada disciplina citada, são solicitadas informações sobre carga horária (número de horas aula por semestre), período (semestre o qual é ministrada a disciplina no curso), natureza (obrigatória, optativa, extensão, pós-graduação ou outros) e quanto à existência de pré-requisitos, co-requisitos, ou disciplinas anteriores relacionadas a desenho para engenharia de cada uma das citadas.

5.2.3 Perfil do aluno e professor

Com a retirada do desenho nos ensinos Fundamental e Médio, os alunos chegam na universidade com os conhecimentos da geometria vistos nas disciplinas de matemática. Para se ter uma idéia do perfil dos alunos ao ingressarem na universidade, considera-

mos pertinente fazer quatro perguntas sobre seus conhecimentos em desenho e informática, e suas instituições de origem. No perfil do aluno, são solicitadas informações ao entrevistado, em porcentagem estimada (20, 40, 60, 80% todos e nenhum), de como o aluno ingressa no curso superior, com relação a:

- Alunos que já estudaram desenho antes do ingresso à universidade;
- Alunos oriundos de escolas técnicas
- Alunos oriundos de escolas públicas
- Alunos que já tinham conhecimentos básicos em informática

No perfil do professor, são solicitadas informações quanto a qualificação dos mesmos. O entrevistado deve informar o número de professores das disciplinas analisadas por qualificação (graduação, especialização, mestrado, doutorado e outros).

5.2.4 Cursos de pós-graduação

A existência de cursos de pós graduação em áreas relacionadas ao desenho para engenharia, trazem àquele curso uma possibilidade maior da existência de trabalhos desenvolvidos na área, e por sua vez, de novas experiências metodológicas.

É solicitado o nome do curso, seu nível (especialização, mestrado, doutorado) e a periodicidade em que são oferecidas novas turmas. Em seguida o entrevistado deve informar se existe integração entre a graduação e a pós graduação como trabalhos de pesquisa, participação dos pós-graduandos em sala de aula, ou em outras atividades.

5.2.5 Desenho auxiliado por computador

O computador pode estar presente no ensino de diversas formas, mas aqui estamos

nos referindo ao uso do computador como instrumento para o ensino do desenho, ou seja, o computador inserido como uma ferramenta. Para que pudéssemos identificar aqueles cursos onde esta atividade se apresenta de maneira informal ou em processo de implantação, onde nem todos os professores já o fazem, consideramos que a prática regular estaria fazendo parte do currículo do curso.

Neste item, a universidade deve informar:

- Utiliza o computador como instrumento para o ensino de desenho?
- As atividades de desenho com computador fazem parte do currículo do curso?

São solicitadas também informações sobre a implantação do CAD nas disciplinas, como:

- Quando ocorreu esta implementação
- Com quantos computadores iniciou
- Se houve financiamento para esta implementação

Quanto aos professores, é perguntado: quantos já tinham experiência em desenho com computador, e se a instituição proporcionou treinamento para a implementação através de algum curso na área.

5.2.6 Equipamentos e recursos utilizados

A implementação da computação gráfica exige das universidades um alto dispêndio financeiro, novos equipamentos e softwares. Estes cada vez mais velozes e poderosos, são lançados a cada dia, exigindo que as máquinas sejam atualizadas, suas memórias ampliadas, armazenamento em disco, processadores e outros. Para se ter um panorama dos equipamentos utilizados nestas disciplinas, o entrevistado deve

informar a quantidade de equipamentos por tipo, sendo fornecido os modelos normalmente utilizados e um espaço para preenchimento de possíveis equipamentos que não tenham sido citados.

- Tipo do processador
- Dispositivos de entrada
- Periféricos de saída
- Softwares utilizados

Em recursos de multimídia, é solicitado o nome dos softwares utilizados, juntamente com a informação de autoria (se o mesmo é comercial, ou desenvolvido pelos professores ou alunos pesquisadores). O entrevistado deve informar em que atividades são utilizados estes recursos.

A internet abriu novas perspectivas para ensino e pesquisa, e hoje tornou-se o elemento central na disseminação da informação. No questionário é solicitado ao entrevistado que informe as atividades nas quais são utilizados este recurso.

5.2.7 Infra-estrutura

5.2.7.1 Salas de aula

O número de alunos numa sala de aula interfere no rendimento dos mesmos. Do mesmo modo, que o número de professores numa disciplina prática, onde muitas vezes, o acompanhamento individual é rotineiro. O aluno monitor ou bolsista em sala de aula, também é desejável, sendo uma prática muito comum nas instituições de ensino, atividade esta que contribui muito para o desenvolvimento da disciplina, basta pensar por exemplo no auxílio ao professor no acompanhamento dos exercícios práticos.

O número de alunos por computador é um fator importante a considerar. Muitos alunos preferem estar ao lado de um colega, para que possam trocar seus conhecimentos num momento de dúvida durante as aulas. Já no desenvolvimento de projetos, a utilização individual do computador é preferida. Quanto aos professores, também existe a preferência por um ou dois alunos por computador, mas o que influencia mais na escolha deste número, na realidade são as condições financeiras das instituições, pelo alto custo despendido na compra e manutenção dos equipamentos. Neste item, o questionário apresenta 4 quadros, onde o entrevistado deve preenchê-los com o número correspondente de alunos por:

- Turma
- Professor em sala de aula
- Computador
- Aluno monitor ou bolsista em sala de aula

As salas de aula utilizadas para desenho, muitas vezes se diferenciam em relação àquelas destinadas para outras disciplinas, onde geralmente utilizam-se carteiras comuns. As primeiras podem ser equipadas com pequenas mesas para desenho, pranchetas, ou terem só pequenas mesas para o computador. No exemplo da figura 5.1, a sala de Desenho dispõe de mesas com espaço para computador e para o desenho manual. Neste item do questionário, o entrevistado encontra quadros com seis possibilidades:

- Carteiras comuns
- Mesas para desenho com instrumentos
- Pranchetas

- Mesas para computador com espaço para desenho a mão livre
- Mesas para computador com espaço para desenho a instrumento
- Mesas apenas para computadores

O entrevistado deve preencher no quadro, o número de salas de aula utilizadas para as disciplinas de desenho.



Figura 5.1 - Sala de Aula com mesas para computador com espaço para desenho à mão livre ou instrumento.

5.2.7.2 Laboratórios de CAD

Algumas instituições, além das salas de aula com computador, destinam um espaço para o desenvolvimento de atividades como a prática do CAD por professores e alunos, desenvolvimento de projetos, preparação de aulas, etc. Depois de esclarecer ao entrevistado o que a pesquisa está considerando como Laboratório de CAD, é perguntado ao mesmo, se:

- Possui o laboratório
- O laboratório é integrado à sala de aula
- O laboratório é independente da sala de aula

5.2.7.3 Recursos audio-visuais

Neste item, o questionário contém quatro alternativas de recursos utilizados nas disciplinas em questão, e mais uma, a ser preenchida com o equipamento utilizado que não tenha sido listado:

- Quadro e giz
- Retroprojektor e transparências
- Projetor de slides
- Datashow

5.2.7.4 Outros recursos

A prática de utilizar modelos (conhecidos também como peças) em sala de aula é uma das alternativas utilizadas para contribuir na visualização do aluno. Neste item, são dadas duas alternativas, e mais uma para o preenchimento de outros recursos que não tenham sido listados :

- Modelos tridimensionais pré confeccionados para representação
- Modelos tridimensionais confeccionados pelos alunos como parte das atividades

5.2.8 Atividades

Neste item, através de uma tabela com algumas atividades previamente listadas, além

de identificar quais são as atividades realizadas, o entrevistado deve informar onde esta foi desenvolvida, indicando os locais possíveis de ocorrerem estas atividades. Também foram deixados espaços para outras possibilidades.

Atividades: Aula teórica, aula prática e desenvolvimento de projetos, pesquisas e softwares.

Locais: Sala de aula sem computador, sala de aula com computador e laboratório de CAD.

Para as atividades realizadas além da carga horária curricular, é solicitado o número de aulas extras por semana, com:

- Professor em sala de aula
- Professor no laboratório
- Aluno monitor na sala de aula
- Aluno monitor no laboratório
- Outros

5.2.9 Conteúdos programáticos

Neste item, tivemos a intenção de identificar, por cada tópico do conteúdo programático: as diferenças nos conteúdos das universidades, a ordem em que são vistos, as atividades realizadas e o enfoque dos exercícios. Para tal, foi confeccionada uma tabela, onde são listados tópicos extraídos de ementas de várias universidades. Nas colunas relativas às Atividades, são encontradas quatro possibilidades: Aula teórica, à mão livre, instrumento e CAD. Nas colunas relativas ao Enfoque dos exercícios: Teórico conceitual, uso de modelos físicos, problemas práticos de engenharia e uma coluna para outros enfoques. A tabela completa, encontra-se no anexo 2 - modelo do questionário.

5.2.10 Bibliografia empregada

Finalmente, é solicitado ao entrevistado que liste a bibliografia básica utilizada nas disciplinas analisadas. Com este item foi possível chegar a uma bibliografia bem diversificada, listada no anexo 3.

5.3 Aceitação do questionário

Até se chegar à 1ª versão enviada, foram feitas duas pesquisas piloto, para sentir as dificuldades que pudessem vir a surgir, no entendimento das perguntas. Alguns esclarecimentos foram acrescentados, mas pôde-se verificar pelas respostas, que mesmo assim, novas dúvidas surgiram.

As primeiras respostas foram de encaminhamento para outros departamentos ou professores das disciplinas de desenho para engenharia. E assim, os questionários eram constantemente enviados à medida em que surgiam novos contatos, e suas respostas de certa forma, eram cobradas aos professores mais próximos.

O primeiro questionário respondido, só foi recebido após dois meses. Com três meses, havíamos recolhido apenas sete respostas: três da região Sudeste e quatro da região Nordeste, destes, três de Pernambuco.

Foi feita uma análise nos questionários respondidos onde foram identificadas algumas dúvidas de preenchimento por parte dos entrevistados. Estas serviram para, numa reedição do questionário, revisar as perguntas esclarecendo-as melhor. Nas perguntas onde se pede a quantidade, algumas respostas foram simplesmente assinaladas. Quando se pede a qualificação dos professores, três entrevistados responderam apenas a sua qualificação.

O fato do 1º questionário ter 15 páginas, devido a tabelas espaçosas e fontes tamanho 12, trazia um aspecto longo ao questionário, não contribuindo no preenchimento dos professores. Para contornar este problema, houve uma redução para 7 páginas, através de nova apresentação, sem retirar itens.

Paralelamente foi feita uma nova pesquisa de “busca de contatos” na internet, em todas as instituições que não haviam respondido até o momento. Foram enviados pelo correio eletrônico mais um grande número de questionários, dos quais, em torno de 40% não encontraram o destinatário por motivo de falha de endereço, ou no servidor, etc. Alguns endereços postais também foram localizados, para onde foram enviados mais um lote de questionários.

Após um ano de envios e recolhimentos de questionários, o número de respostas foi 20. Um deles foi retirado das contagens de dados por compreender conteúdos apenas do profissional.

O gráfico a seguir faz uma relação entre o número de universidades por região e o número de questionários respondidos.

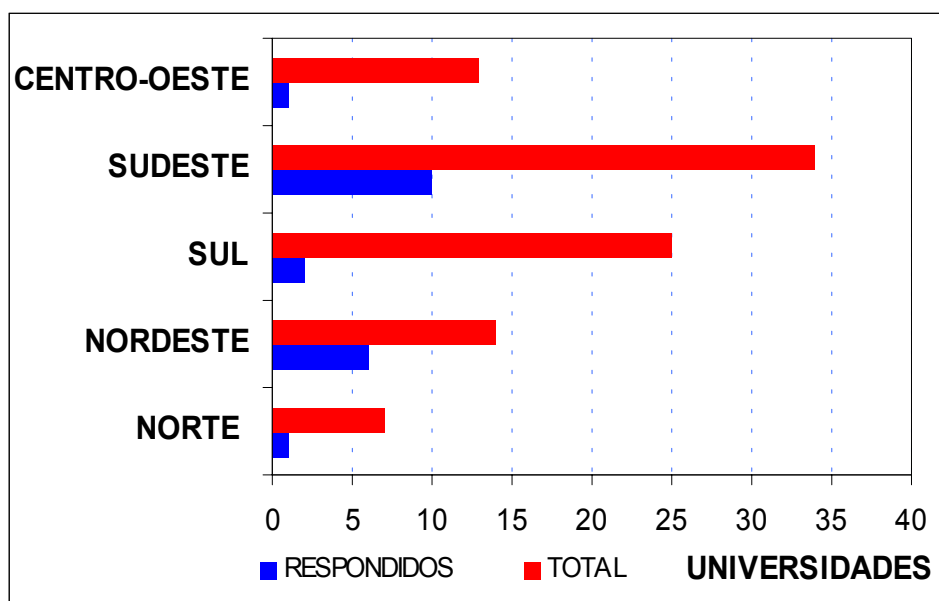


Figura 5.2 - Gráfico Universidades e questionários respondidos por região

Às universidades que responderam o questionário, foi enviada uma carta de agradecimento. Para aquelas, cujas respostas trouxeram dúvidas, consultamos o professor que preencheu o questionário com algumas perguntas de esclarecimento. Destes, apenas dois retornaram.

A seguir serão apresentados os resultados do levantamento sobre os dados gerais no capítulo 6, e no capítulo 7 a análise nebulosa dos programas. Uma introdução aos métodos de análise utilizados, podem ser encontrados no capítulo 4.

6. RESULTADOS

Embora a amostra desta pesquisa tenha sido muito pequena, não permitindo uma descrição mais detalhada do estado da arte no país, os dados fornecidos pelas ementas colhidas e pelos questionários respondidos permitem-nos extrair algumas observações significativas em relação aos parâmetros principais pesquisados, além de uma visão geral da situação atual, expostas a seguir.

Num universo de 93 universidades brasileiras apenas 20 questionários foram respondidos. Destes, 5 foram de uma mesma universidade, já que as disciplinas se diferenciam por modalidade e um deles foi retirado da pesquisa por ser de uma disciplina de técnicas de representação gráfica, o que não faz parte do enfoque desta pesquisa. Assim, restaram 19 questionários para nossa amostra.

Às universidades entrevistadas, atribuímos letras para facilitar a contagem dos dados fornecidos. Na tabela 6.1 as universidades foram listadas na ordem citada, com seus respectivos estados, região e caráter (público ou privado). A lista de universidades consultadas, com endereços eletrônicos e postais, encontra-se no anexo 1.

Tabela 6.1 Universidades entrevistadas

	Universidades	Estado	Região	Caráter
A	UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO	Pernambuco	Nordeste	Privada
B	UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL	São Paulo	Sudeste	Privada
C	UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO	Pernambuco	Nordeste	Estadual
D	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	São Paulo	Sudeste	Estadual
E	UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS	Goiás	Centro oeste	Federal
F	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	Pernambuco	Nordeste	Federal
G	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	Sergipe	Nordeste	Federal
H	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA	Paraná	Sul	Federal
I	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAÚI	Piauí	Nordeste	Federal
J	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - Elétrica	São Paulo	Sudeste	Estadual
K	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - Mecânica	São Paulo	Sudeste	Estadual
L	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - Produção	São Paulo	Sudeste	Estadual
M	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - Eletrotécnica	São Paulo	Sudeste	Estadual
N	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - Civil	São Paulo	Sudeste	Estadual
O	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	São Paulo	Sudeste	Estadual
P	UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE	Rio de Janeiro	Sudeste	Federal
Q	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	Rio de Janeiro	Sudeste	Federal
R	UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA	Bahia	Nordeste	Federal
S	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Santa Catarina	Sul	Federal
T	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	Pará	Norte	Federal

6.1 Identificação das disciplinas

As universidades pesquisadas distribuem os conteúdos de Teoria da Representação Gráfica em disciplinas, comuns a todas as habilitações da engenharia ou em disciplinas com enfoques distintos (MORAES & CHENG, 2000). As disciplinas técnicas de desenho ditas específicas a cada curso, não serão consideradas por não fazerem parte do enfoque deste trabalho.

O número de disciplinas por curso pode ser de 1 a 5 disciplinas. Sendo comum a preferência por duas ou três disciplinas. Como pode ser visto no gráfico da figura 6.1:

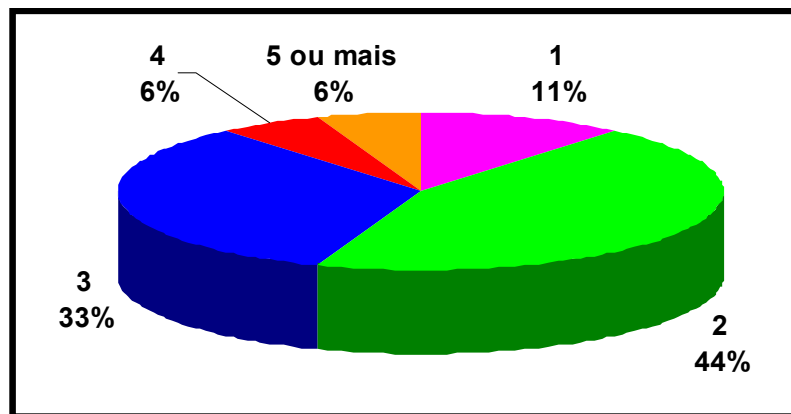


Figura 6.1 - Número de disciplinas por curso

As cargas horárias por disciplina, e por curso, podem ser comparadas nos gráficos da figura 6.2. Vale observar algumas queixas por parte dos alunos e professores que por ser uma disciplina prática, a carga horária deveria ser maior, ou que pelo menos as aulas fossem concentradas num mesmo dia, para um maior rendimento.

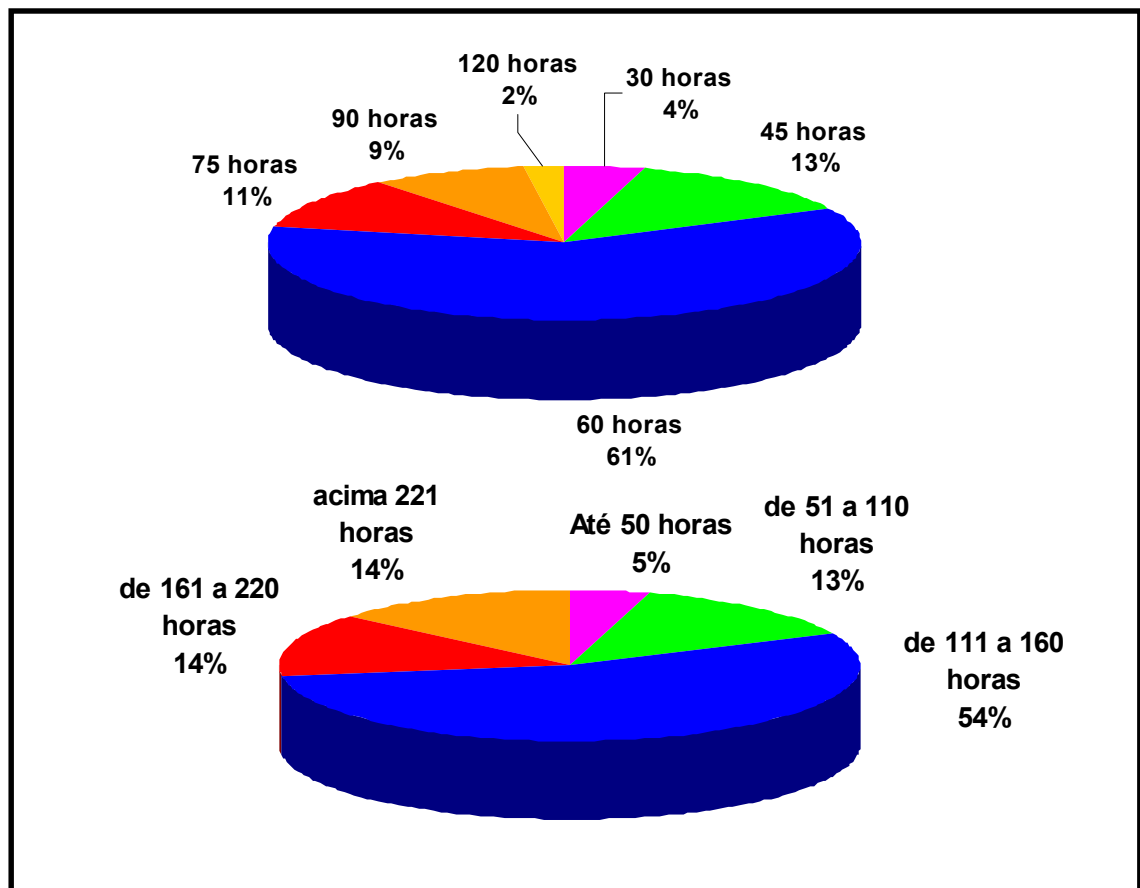


Figura 6.2 - Gráficos comparativos, das cargas horárias por disciplinas e por curso

A carga horária pode estar variando em função da metodologia utilizada pelo professor quanto à exposição da teoria e prática dos exercícios. Pois desenho envolve não só conhecimentos, mas também habilidade e atitude (disciplina no trabalho e no uso dos equipamentos).

Quanto ao ano de oferecimento podemos notar uma preferência pelos primeiros períodos (semestres) no primeiro gráfico da figura 6.3, isto ocorre porque as disciplinas de teoria da representação gráfica precedem as diversas disciplinas de prática ao longo do curso. O problema é que, muitas vezes, o intervalo entre o oferecimento destas disciplinas é grande, não deixando uma conexão mais clara para os alunos além de contribuir com a perda da prática adquirida na ferramenta utilizada. Caso houvesse um incentivo à prática dos conhecimentos adquiridos durante este espaço, o resultado poderia ser muito melhor.

Quanto a desatualização da versão do software enquanto o aluno ainda está na universidade, não tem se caracterizado um problema, como vimos ao longo da pesquisa, ao aluno é esclarecido que é função dos professores possibilitá-los a serem autônomos em seu desenvolvimento, já que, ao final da disciplina, os conceitos básicos são de seu conhecimento. Além do que, o progresso rápido e os recursos limitados não permitem realizar atualizações constantemente.

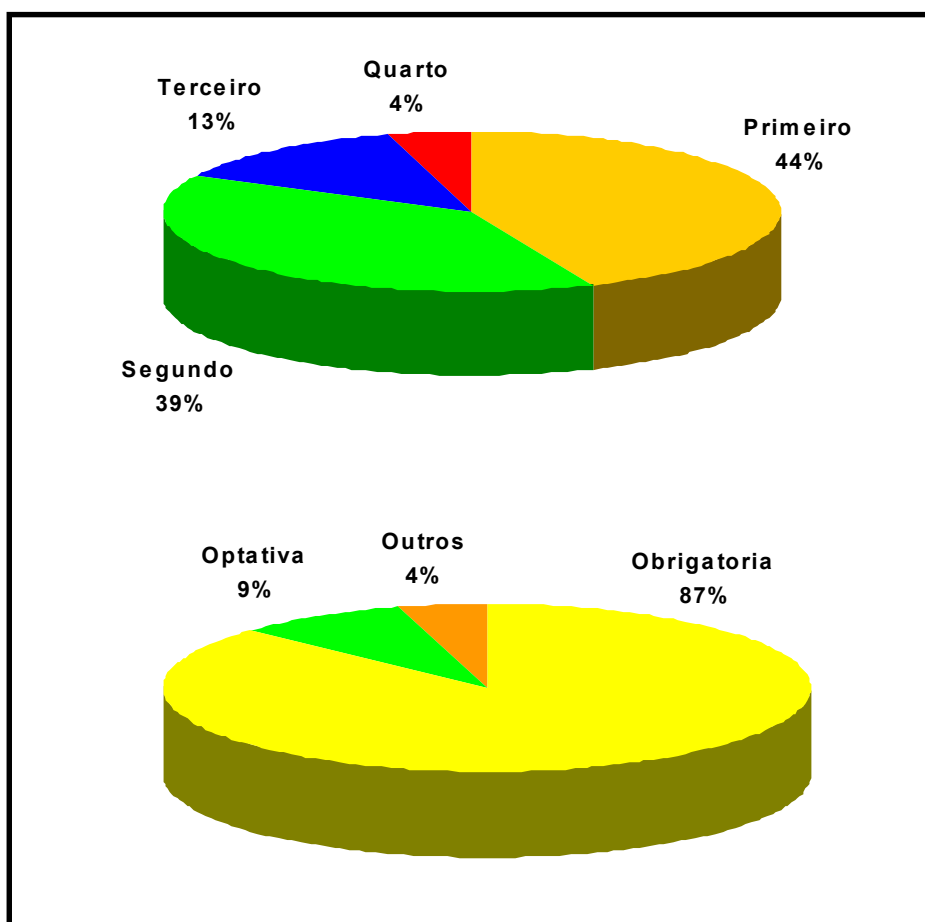


Figura 6.3 - Períodos e naturezas das disciplinas no curso

O segundo gráfico da figura 6.3 mostra a porcentagem da natureza das disciplinas, onde podemos perceber que 83% das disciplinas são obrigatórias.

Chamamos aqui a atenção para as disciplinas citadas, que apareceram nas respostas como optativas (eletivas): das quatro, uma delas foi Desenho Geométrico, outra foi Tópicos Especiais de Desenho e as duas restantes foram de CAD (AutoCAD 3D aplicado à engenharia e Introdução ao uso de CAD 2D no desenho de edificações).

6.2 Perfil do aluno e do professor

6.2.1 Perfil do aluno

As respostas deste item foram através de alternativas com percentagens estimadas de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%. Os valores na tabela 6.2 informam o número de universidades que assinalaram a alternativa correspondente ao percentual aproximado.

Tabela 6.2 - Perfil do aluno antes do ingresso à universidade

Perfil do aluno	Número de universidades					
	100%	80%	60%	40%	20%	Nenhum
Alunos que estudaram desenho antes do ingresso à universidade			2	1	11	3
Alunos oriundos de escolas técnicas			1		15	3
Alunos oriundos de escolas públicas		1		2	8	3
Alunos que já tinham conhecimentos básicos em informática		2	1	4	6	1

Mesmo sem termos um número preciso, podemos claramente concluir, através das alternativas mais freqüentes respondidas por estas universidades, que são poucos os alunos que já estudaram desenho antes do ingresso à universidade. Isto só confirma o fato de o desenho não ser mais visto nos Ensinos Fundamental e Médios. Podendo ainda, destes 20% citados, estarem incluídos os alunos oriundos de cursos técnicos, pois a alternativa mais freqüente à pergunta relativa a alunos oriundos de escolas técnicas, também foi alternativa de 20% dos alunos.

Quanto aos alunos oriundos de escolas públicas, a resposta mais freqüente, também foi de 20%. Apenas uma universidade respondeu 80%. Isto reflete o desnível entre o ensino público e privado no ensino Fundamental e Médio.

Quanto à questão dos conhecimentos em informática adquiridos antes do ingresso à universidade, só servem para avaliar o número de alunos que tiveram a oportunidade até aquele momento de utilizar um microcomputador, pois não perguntamos que tipo e nível de conhecimentos seriam estes. Seria pertinente uma pesquisa mais profunda, que posicionasse estes alunos em regiões, os separasse por classes sociais ou ainda examinasse quais os conhecimentos a que se referem, o que foge completamente do enfoque deste trabalho. Entretanto, a partir das respostas, constatamos que aproximadamente 30% dos alunos que entraram nestas universidades já tiveram algum conhecimento em informática.

6.2.2 Perfil do professor

O gráfico a seguir fornece em porcentagem a qualificação dos professores que lecionam as disciplinas em questão. Para este item, não questionamos o fato dos professores citados serem exclusivos ou não dos cursos de engenharia. Pois em vários casos cujo número de professores foi alto, as disciplinas de desenho de cursos como arquitetura, química e agronomia também faziam parte de um mesmo corpo docente.

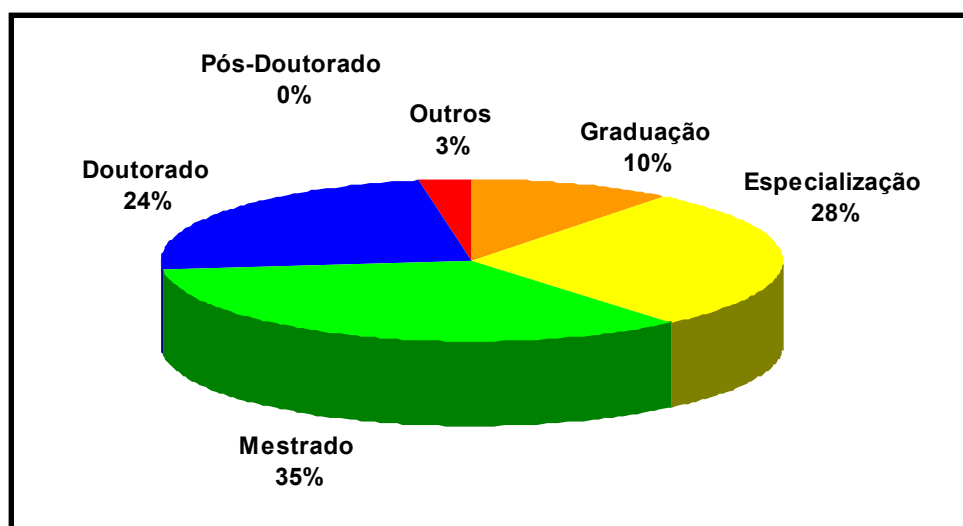


Figura 6.4 - Qualificação dos professores

Verificamos nas universidades consultadas, que a soma dos professores com pós graduação aproxima-se de 90%, demonstrando um resultado questionável: “Será mesmo esta a realidade em todo o país?”. Fica fácil entendermos este quadro tão promissor, quando verificamos a distribuição em termos regionais, destes professores através das suas universidades de origem. De 20 universidades, 10 foram do sudeste, onde concentram-se cursos de mestrado e doutorado. Além de Nordeste, onde existe o curso de especialização gráfica.

6.3 Desenho auxiliado por computador

Das universidades entrevistadas, 16 responderam que utilizam o computador como instrumento para o ensino do desenho, sendo que em 6 delas esta atividade ainda não faz parte do currículo do curso, ou seja, as atividades realizadas com o computador ainda são informais, ou não se estendem para todas as turmas. Quanto à implementação, apenas quatro delas obtiveram financiamento, e sete prepararam seus professores proporcionando algum tipo de treinamento para esta implementação (figura 6.5).

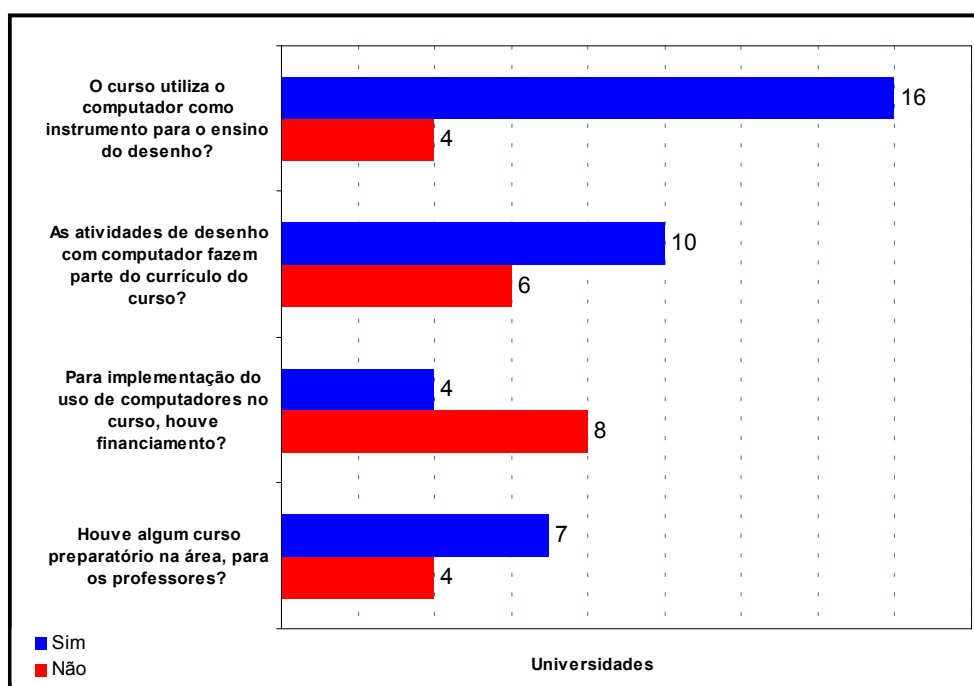


Figura 6.5 - Utilização do computador

A tabela 6.3 fornece uma noção de quanto estes cursos estão em processo de mudança, através do ano de implementação, quantidade de máquinas e quantos professores já tinham experiência em desenho com computador no momento da introdução de ensino de CAD.

Das instituições consultadas que usam os sistemas CAD, 50% fizeram esta implementação no ano 2000, caracterizando recentes reformulações em suas metodologias na maioria dos casos. O número de computadores existentes na implementação foi em torno de 20, ou seja, o suficiente para equipar uma sala. O número de professores com prévia experiência em desenho por computador foi muito baixo, demonstrando mais ainda esta mudança, já que muitos tiveram que além de aprender a utilizar a ferramenta, se preparar para ensinar sob outra ótica, já discutida ao longo deste trabalho.

Tabela 6.3 - Dados sobre Implementação do computador

Universidades	Ano de Implementação	Número de Computadores	Nº Professores Atualmente	Professores c/ Prévia Experiência
A	2000	-	5	2
B	1999	20	Não informou	2
C	2000	30	4	2
D	1991	20	7	0
E	-	-	2	-
F	-	-	3	-
G	1998	07	5	2
H	2000	20	10	3
I	-	-	Não informou	-
J	1996	20	2	0
K	1995	20	1	0
L	1996	20	2	1
M	-	-	Não informou	-
N	1995	20	1	-
O	1989	20	6	2
P	2000	1	7	Não informou
Q	1990	10	10	10
R	1999	Não informou	22	Não informou
S	1995	Não informou	30	Não informou
T	1995	Não informou	16	Não informou

Com o gráfico da figura 6.6, fica mais fácil se perceber como tem sido crescente o número de universidades a implementar o CAD nas disciplinas de teoria da expressão gráfica nos últimos anos.

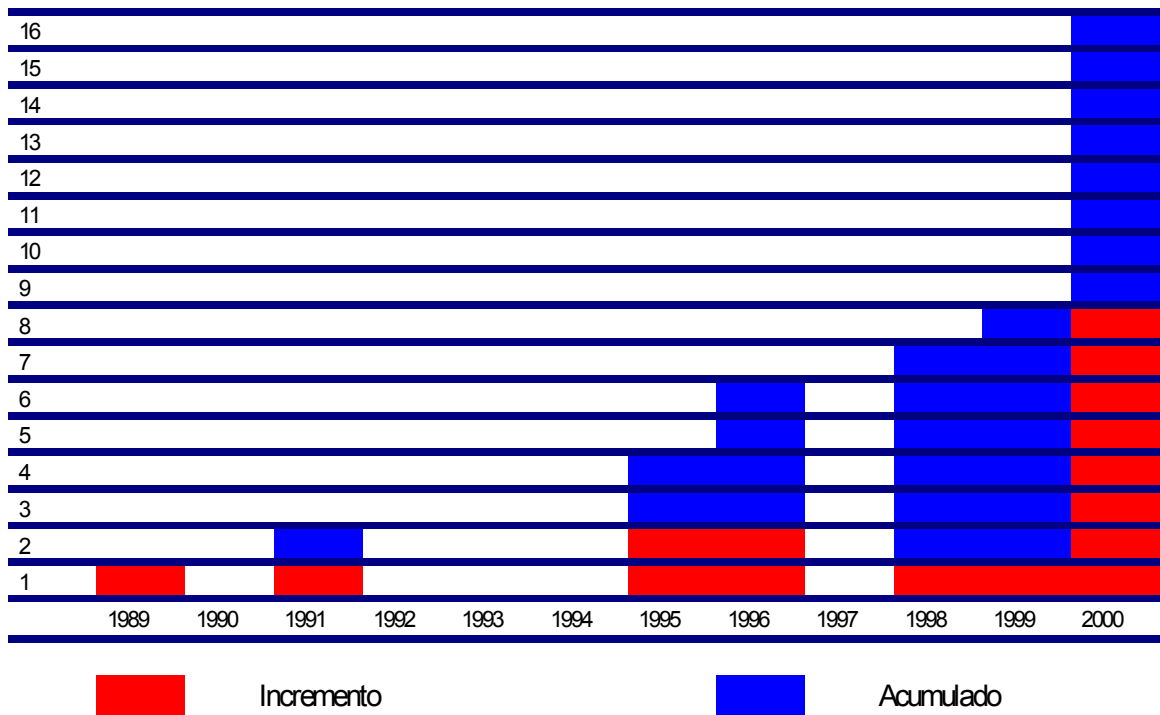


Figura 6.6 - Gráfico de implementação do CAD x tempo

Das 16 universidades que implementaram o CAD, 8 delas o fizeram no ano 2000. Logo, percebe-se que o uso da ferramenta é muito recente nos cursos, e mesmo aquelas que foram pioneiras, pelas informações colhidas ao longo da pesquisa, ainda não têm seu uso efetivamente consolidado.

6.4 Equipamentos e recursos utilizados

6.4.1 Hardware

A tabela 6.4 nos permite ter um parâmetro da configuração dos computadores e acessórios utilizados nessas disciplinas, quanto a: CPU, tamanho dos monitores, periféricos de saída e outros:

Tabela 6.4- Hardware

CPU	386	486	pentium	Pentium II	Pentium III
Universidades	-	4	6	2	1
Monitores	14"	15"	17"		
Universidades	7	1	4		
Periféricos de saída	Impressora Matricial	Impressora Jato de tinta	Laser	Plotter	Projektor LCD
Universidades	2	7	4	7	2
Outros	Mesa digitalizadora	Máquina de prototipagem	Scanner	Scanner 3D	Outros
Universidades	-	1	4	1	-

Quanto maior a capacidade de processamento do computador, melhor para trabalharmos em CAD. Mas, manter os equipamentos no “top de linha” é um tanto impossível, principalmente no desenho. O processadores pentium foram os mais citados, o que é compreensível se observarmos as datas de implantação dos equipamentos.

Um dos pontos fracos do uso do computador como ferramenta de projeto, é justamente o tamanho reduzido da tela. O usuário perde a visão do todo, para ter que trabalhar em trechos. Logo, quanto maior a tela, melhor. Embora a preferência pelos monitores de 17" tenha aumentado, seu preço ainda está bem acima dos monitores de 14", e infelizmente não se pode ignorar o custo, fator preponderante sob a escolha.

6.4.2 Softwares

O editor gráfico mais utilizado (13 vezes) foi o AutoCAD. As outras alternativas continham: Microstation (citado 3 vezes), 3D Studio (2 vezes), TurboCAD (nenhuma) e em “outros”, foram citados (uma vez) os softwares: FormZ, Vector Works e Corel Draw . Duas universidades citaram mais de um editor acima.

Em recursos de multimídia comercial, nada foi citado.

Os softwares multimídia, desenvolvidos pelos professores ou alunos pesquisado-

res, citados como recurso instrucional para atividades como auto estudo, resolução passo a passo dos exercícios e auxílio na preparação de aulas, foram:

- Tutorial para ensino da geometria descritiva (USP)
- Tutorial para ensino da teoria geral das projeções (USP)
- Vistas Ortográficas (UFF)

Embora apenas 4 exemplos tenham sido citados, através dos eventos da área, percebe-se o aumento da produção desses aplicativos. Numa pesquisa realizada por CORREIA et al (1999) encontramos alguns exemplos como:

- Visual DG e Visual GD sistema hipermídia para o ensino do desenho geométrico e geometria descritiva, respectivamente.
- Multimídia no ensino do desenho geométrico (CDRom) e BIDI mencionando um sistema, para o ensino do desenho geométrico.
- Tutorial Interativo para Internet, para o ensino da Teoria Geral das Projeções
- Software Hipertexto para o Desenho Técnico
- Aplicativo para o Ensino da Geometria Descritiva
- Hypergeo

As atividades citadas no item Internet, foram desde tarefas administrativas à disponibilização de aplicativos para educação à distância:

- Publicação de informações, como programas de disciplina, calendário, notas, notas de aula, listas de exercícios, testes, etc.
- Comunicação entre os alunos e com o professor

- Disponibilização de material didático em arquivos para download como tutoriais on-line ou outros aplicativos.

Além dos itens extraídos das respostas das universidades, vasculhando páginas na Internet, podemos encontrar sites de disciplinas de desenho, onde são tratados assuntos referentes, disponibilizados arquivos, onde algumas vezes estas atividades são de iniciativas individuais dos professores. Como exemplo:

- www.desenho-online.net
- www.desenho.com.br
- www.aeg.ufpb.br
- www.ul.ie/~gaughran/Quinn/home.html
- www.pcc.usp.br/Pesquisa/tgp/
- www.geom.umn.edu/
- www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/matdidatico/tc2000/tecnico/des_tecnico/des_tecnico.html
- http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/tecmat/software/softw.htm
- www.cinderella.de/

6.4.3 Salas de aula

A infra-estrutura em muito influencia a forma de abordagem dos conteúdos. Enquanto antes havia dois modelos de salas de aula, bancadas e pranchetas, hoje temos, também, as salas de aula com computadores e os laboratórios de CAD. Estas salas podem conter ainda um data-show e ter todos os seus computadores ligados por uma rede. Os

equipamentos, incluindo os softwares utilizados, suas manutenções e atualizações, além de treinamento dos professores exigem das instituições um grande esforço e investimento, diferenciando, ainda mais, as formas de abordagens das disciplinas.

Qualquer professor sabe a dificuldade de transmitir o assunto da aula para uma turma grande de alunos e que turmas menores propiciam maior rendimento, principalmente quando o professor leva a sério a função dos exercícios práticos.

O quadro a seguir faz uma relação entre:

- número médio de alunos por turma
- número médio de computadores por turma

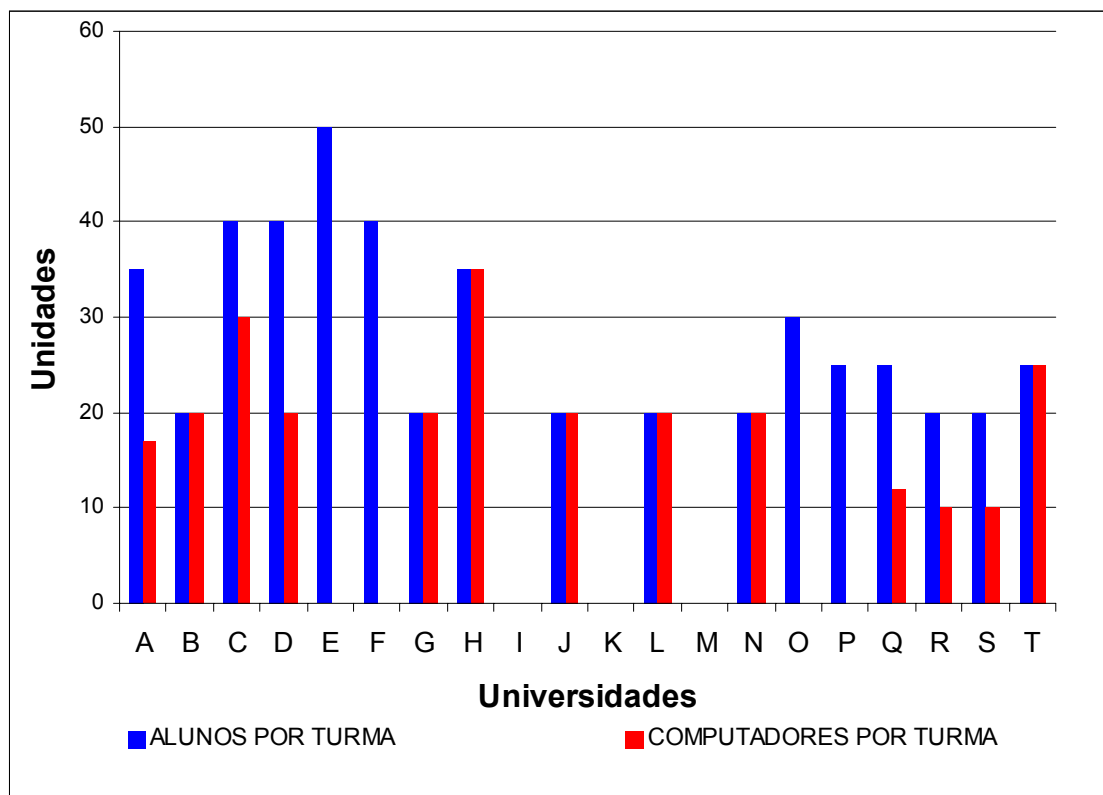


Figura 6.7 - Número de alunos e computadores por turma e alunos por professor.

Apenas duas universidades contam com dois professores por turma, geralmente utilizadas para disciplinas práticas com grande número de alunos em sala.

Os alunos-monitores ou bolsistas foram citados cinco vezes com atividades diferentes:

- Em sala de aula auxiliando o professor
- Na sala de aula em horário específico para monitoria
- No laboratório, disponível para dúvidas e/ou como responsável pelos equipamentos.

Quanto às mesas utilizadas pelos alunos na sala de aula, percebe-se que a alternativa mais apontada foi a de salas com pranchetas, embora sabemos que esta questão está diretamente relacionada às condições financeiras e físicas da universidade, seguida da própria estrutura que é dada ao curso (o número entre parênteses é o de universidades).

- Salas com pranchetas (11)
- Mesa apenas para computador (8)
- Mesas para desenho com instrumentos (7)
- Mesa para computador com espaço para desenho à mão livre (6)
- Carteiras comuns (3)
- Mesa para computador com espaço para desenho à instrumento (1)

É importante destacar aqui o grande número de salas com pranchetas, e o raro número de salas de desenho por computador que têm espaço para desenho a instrumento. A maioria das salas para desenho por computador utilizam mesas apenas para o equipamento, ou destinam um pequeno espaço para o desenho à mão livre.

O Laboratório de CAD é o espaço destinado a atividades como desenvolvimento de

projetos, preparação de aulas, prática de CAD por professores e alunos, etc. Onze universidades possuem o laboratório de forma independente (7) ou integrada à sala de aula (4). Cinco não o possuem.

Outros elementos em sala repercutem no bom rendimento da aula. São os que propiciam conforto, como os recursos audio-visuais, boa iluminação e condicionamento do ar. O quadro de giz e o retroprojetor são os aliados mais comuns, mas podemos encontrar equipamentos mais modernos que facilitam a exposição da aula, como os citados na pesquisa:

- Quadro branco
- Sistema de som
- Data show

Outros recursos propiciam este melhor rendimento e podem ser confeccionados pelos próprios professores e alunos. Além de cartazes impressos, o professor pode utilizar modelos tridimensionais (maquetes). Oito das universidades consultadas, utilizam modelos confeccionados pelos alunos ou professores e duas, modelos virtuais.

6.4.4 Atividades

Para saber onde são desenvolvidas as atividades das disciplinas, foi montada uma tabela no questionário com 5 tipos de atividades e espaços para outras não citadas. Dos locais possíveis de realização destas atividades, foram citados três e mais o espaço para outros. O gráfico a seguir, resume os resultados, destacando as salas sem computador. O laboratório de CAD foi citado em todas as atividades. A coluna “outros” foi citada por uma universidade na atividade “desenvolvimento de pesquisas”, realizadas pelos alunos em suas casas ou no departamento com o professor.

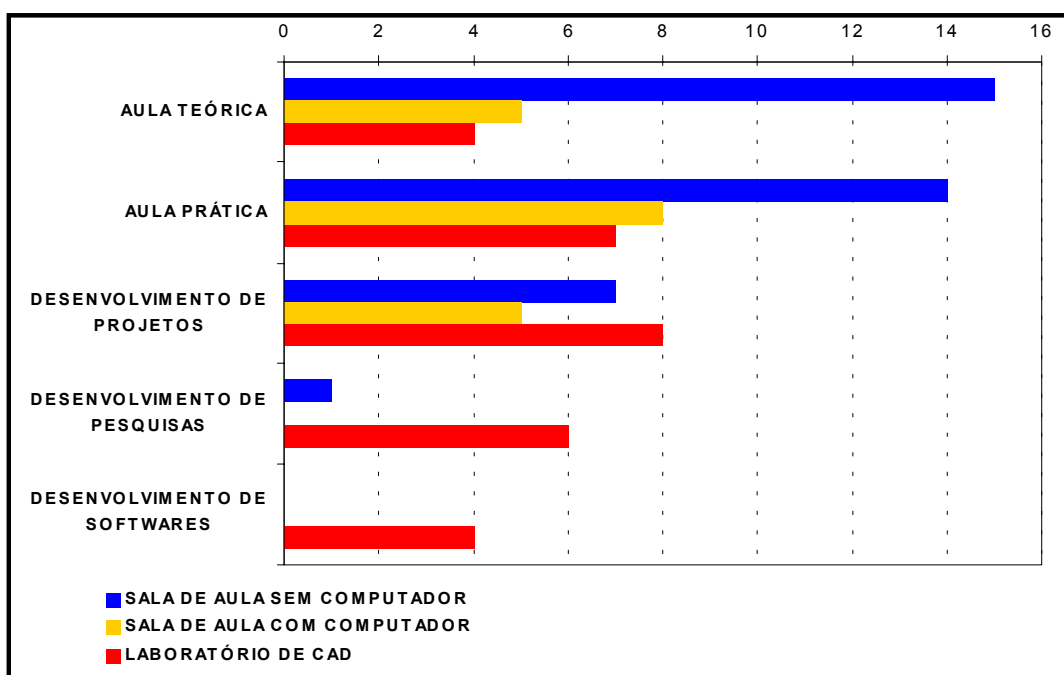


Figura 6.8 - Atividades

Para as atividades extras (além da carga horária), foram dadas 5 alternativas. Foi pedido que avaliassem as horas consumidas por estas atividades, mas muitos entrevistados não informaram a quantidade de horas, apenas marcaram as alternativas, por má interpretação da pergunta ou por serem horários muito variáveis (o número entre parênteses é o de universidades).

- Aulas extras com o professor em sala de aula (1)
- Aulas extras com o professor no laboratório (3)
- Aulas extras com o aluno-monitor em sala de aula (3)
- Aulas extras com o aluno-monitor no laboratório (1)

Na alternativa “outros” foram citadas atividades na sala de aula sem orientação (1), em casa (2) e com o professor em sua sala particular (1). Uma universidade não preencheu nenhuma das lacunas mas acrescentou que “suas atividades são dimensionadas para o tempo disponível da aula”.

Vê-se com estes resultados parciais, que as atividades extra-aulas não são muito comuns, como também, a prática do aluno monitor. O que é de lamentar, pois a prática das aulas extras, que embora não constem na carga horária, são extremamente importantes à prática dos exercícios, desenvolvimento de pesquisas ou projetos, trabalhos coletivos, aulas de reposição, treinamento no computador etc. Nestas aulas, nem sempre se faz necessária a presença do professor, e sim do aluno-monitor, que fica responsável pelas dúvidas que possam surgir, como também da disciplina e cuidados com os equipamentos em sala.

6.5 Conteúdos Programáticos

Partindo-se de uma das ementas colhidas, foram listados no questionário, seus tópicos e acrescentados novos, à medida em que eram examinados novos conteúdos. Foi montada uma tabela, para que nela o entrevistado, além de marcar a presença do tópico em sua ementa, numerasse sua seqüência, marcasse as atividades realizadas e o enfoque dos exercícios, de cada tópico.

É preciso lembrar que os dados utilizados foram extraídos dos questionários respondidos, entretanto algumas vezes, as formas de abordagens utilizadas por um professor não é a mesma utilizada por outro professor, da universidade, que leciona a mesma disciplina. Para isto, como o questionário foi dirigido à instituição, consideramos que foram respondidos em comum acordo com todos os professores envolvidos e representando a instituição como um todo. Embora estas experiências individuais sejam válidas, não teríamos como analisá-las, já que estamos discutindo e expondo a metodologia dos cursos.

6.5.1 Frequência dos tópicos

No quadro da figura 6.9, temos listados todos os conteúdos no eixo das ordenadas e o número de vezes citados no eixo das abcissas. Com isto, teremos a frequência dos tópicos.

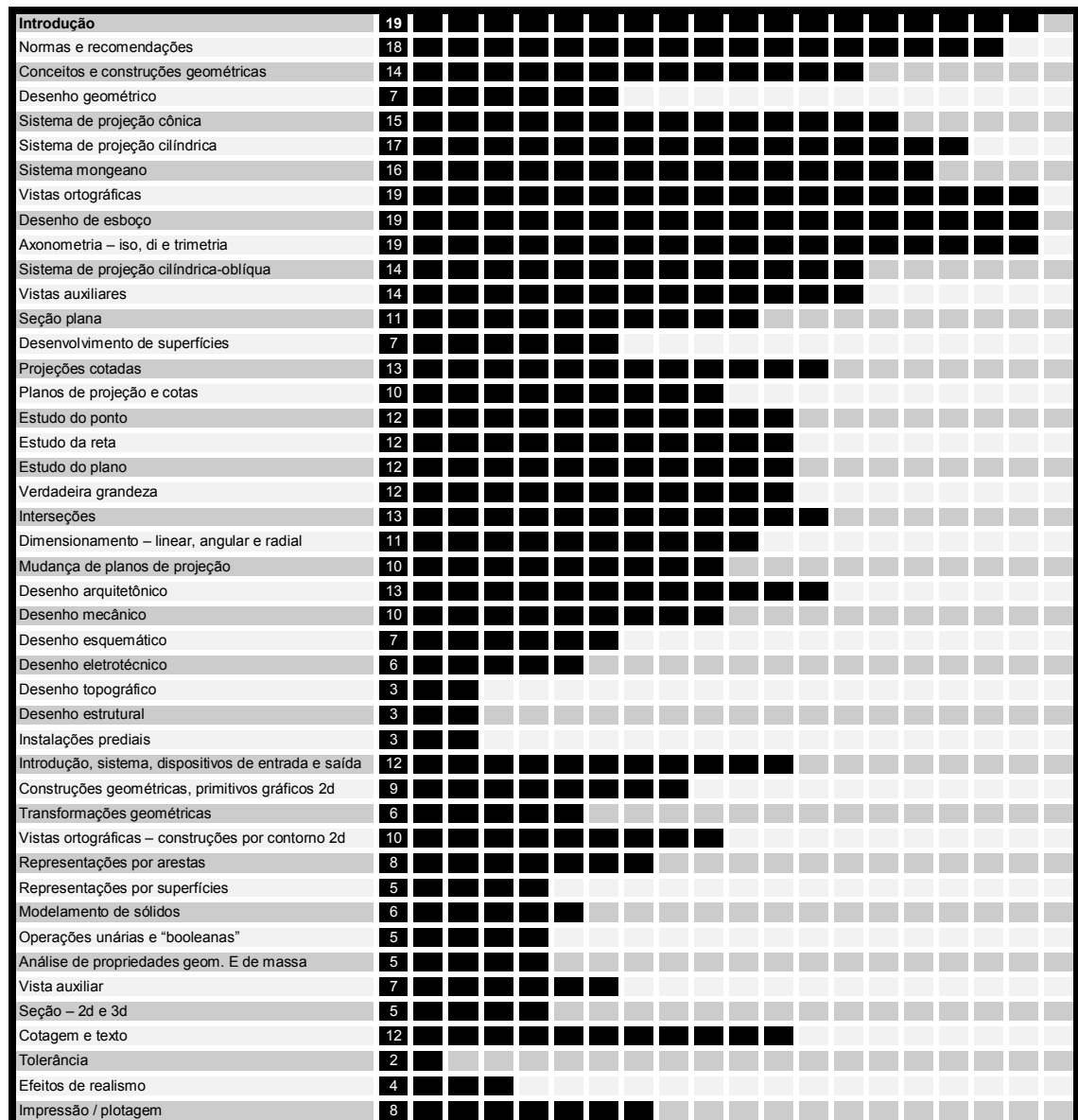


Figura 6.9 Frequência dos tópicos

Observando os conteúdos dessas universidades, percebemos que a variação do número de vezes que o tópico foi citado, é muito grande. Estas variações podem estar repercutindo nas diferenças de carga horária que foram mostradas anteriormente.

Para analisarmos melhor este gráfico, observemos quais os tópicos que tiveram índice de frequência de 90% nas disciplinas: Introdução, vistas ortográficas, desenho de esboço, axonometria e normas e recomendações. Estes tópicos foram citados por praticamente todas as universidades consultadas. Já os menos citados (com índice de frequência abaixo de 25%) foram: Tolerância e efeitos de realismo (utilizando CAD), desenho topográfico, predial e de instalações. Os três últimos são de prática da representação gráfica, mas foram citados por estarem incluídos nas disciplinas básicas.

As diferenças são substanciais quanto à existência ou não dos tópicos referentes à CAD. Embora 16 universidades já utilizem o computador, nos tópicos exclusivos de CAD, o maior número citado, foi 12, representando 63% do total. Isto provavelmente se dá ao fato de que as possibilidades que os programas gráficos permitem, estejam sendo insuficientemente exploradas. Os fundamentos de modelagem geométrica, por exemplo, foram citados apenas 5 vezes, representando 26% do total. Este é um ponto importante a ser analisado, pois muitas disciplinas de desenho podem estar servindo apenas para “adestramento” do aluno, não trabalhando os conceitos/fundamentos do CAD.

O desenho geométrico, foi citado 7 vezes, representando 37% do total. Estas universidades provavelmente sentiram a necessidade de compensar a sua falta, no ensino fundamental e médio dos seus alunos calouros.

6.5.2 Atividades e enfoque dos exercícios

As atividades realizadas (aula teórica, à mão livre, instrumento, CAD) e o enfoque dos exercícios (teórico conceitual, uso de modelos físicos, problemas práticos de engenharia e outros), de cada tópico, podem ser analisados na tabela 6.3, onde pode ser visto o número de vezes marcados por cada universidade.

Tabela 6.5 Atividades e enfoque dos exercícios

Tópicos	Atividade				Enfoque dos Exercícios			
	Aula teórica	À mão livre	Instrumento	CAD	Teórico Conceitual	Uso de Modelos Físicos	Problema Práticos de Engenharia	Outros (especificar)
Introdução	100%	21%	11%	0%	47%	11%	11%	
Normas e recomendações	94%	0%	22%	6%	61%	0%	28%	
Conceitos e construções geométricas	79%	14%	71%	7%	36%	14%	43%	
Desenho geométrico	86%	14%	71%	0%	43%	29%	86%	
Sistema de projeção cônica	100%	20%	53%	20%	27%	27%	53%	
Sistema de projeção cilíndrica	94%	18%	59%	12%	35%	24%	41%	
Sistema mongeano	88%	25%	75%	25%	31%	44%	44%	
Vistas ortográficas	84%	53%	84%	21%	32%	53%	58%	
Desenho de esboço	47%	63%	11%	11%	21%	47%	32%	
Axonometria – iso, di e trimetria	89%	32%	58%	26%	32%	26%	53%	
Sistema de projeção cilíndrica-obliqua	86%	21%	64%	21%	43%	36%	57%	
Vistas auxiliares	86%	21%	79%	29%	50%	29%	50%	
Seção plana	91%	18%	91%	36%	64%	55%	36%	
Desenvolvimento de superfícies	86%	29%	71%	57%	43%	43%	57%	
Projeções cotadas	100%	15%	92%	0%	92%	23%	38%	
Planos de projeção e cotas	80%	10%	80%	0%	90%	40%	40%	
Estudo do ponto	100%	8%	75%	0%	75%	17%	33%	
Estudo da reta	100%	8%	67%	0%	58%	33%	25%	
Estudo do plano	100%	8%	75%	0%	67%	33%	33%	
Verdadeira grandeza	108%	17%	83%	0%	67%	25%	50%	
Interseções	85%	15%	77%	0%	77%	38%	46%	
Dimensionamento – linear, angular e radial	91%	9%	82%	27%	55%	9%	27%	
Mudança de planos de projeção	80%	10%	70%	10%	40%	10%	40%	
Desenho arquitetônico	77%	38%	77%	69%	38%	23%	77%	
Desenho mecânico	60%	30%	90%	60%	40%	30%	90%	
Desenho esquemático	57%	29%	100%	57%	57%	29%	86%	
Desenho eletrotécnico	50%	50%	67%	67%	50%	33%	83%	
Introdução, sistema, dispositivos de entrada e saída	83%	0%	8%	67%	33%	8%	25%	
Construções geométricas, primitivos gráficos 2d	56%	11%	33%	100%	33%	11%	67%	
Transformações geométricas	50%	17%	50%	83%	33%	0%	17%	
Vistas ortográficas – construções por contorno 2D	40%	10%	30%	100%	10%	10%	70%	
Representações por arestas	38%	0%	13%	100%	13%	13%	88%	
Representações por superfícies	40%	20%	20%	100%	20%	20%	80%	
Modelamento de sólidos	50%	17%	17%	100%	17%	17%	83%	
Operações unárias e “booleanas”	60%	0%	20%	100%	20%	20%	100%	
Análise de propriedades geom. e de massa	60%	0%	20%	100%	20%	20%	80%	
Vista auxiliar	43%	14%	14%	86%	14%	14%	57%	
Seção – 2D e 3D	60%	20%	20%	100%	20%	20%	60%	
Cotagem e texto	67%	8%	17%	100%	42%	8%	83%	
Tolerância	100%	0%	100%	40%	100%	50%	100%	
Efeitos de realismo	50%	25%	25%	100%	25%	25%	75%	
Impressão / plotagem	80%	0%	10%	100%	10%	10%	70%	

Quanto às atividades realizadas na sala de aula, a aula teórica esteve à frente em quase todos os tópicos, com exceção de:

- Desenho de esboço, onde as atividades são 63% à mão livre e 47% teóricas;
- Tópicos de prática da representação gráfica (desenho arquitetônico, mecânico, esquemático e elétrico), onde a prática no computador se sobrepôs à teoria, com exceção do tópico referente à introdução e tolerância.

Os maiores percentuais de tópicos citados em enfoque das aulas, foram em maioria: Problemas práticos de engenharia. O enfoque menos citado foi Uso de modelos físicos. As percentagens de enfoque teórico conceitual foram mais altas nos tópicos: Normas e convenções, projeção cotada, estudo do ponto, reta e plano, verdadeira grandeza, interseções e dimensionamento e transformações geométricas em CAD.

Outros tópicos foram citados:

- Introdução à metodologia de projeto
- Gráficos
- Rotação
- Rebatimento
- Obtenção de vistas e cortes através do modelo 3D - Viewports
- Desenho topográfico
- Desenho Estrutural
- Instalações Prediais

Na coluna outros, foram citados os seguintes enfoques:

- Desenho a mão livre do modelo em 3D
- Desenho no computador o modelo em 3D
- Levantamentos de desenho civil
- Projetos arquitetônicos

6.5.3 Seqüência dos tópicos

A partir dos resultados das freqüências dos tópicos, para viabilizar a análise das seqüências, os mesmos foram condensados nos 7 tópicos abaixo:

- Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano)
- Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria)
- Sistemas cilíndrico-oblíquo (cavaleira)
- Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado)
- Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico)
- Vistas Ortográficas (CAD 2D)
- Modelamento geométrico (CAD 3D)

A tabela 6.6 expõe as seqüências fornecidas pelas universidades, onde os espaços com valores nulos, indicam que os tópicos não foram citados, ou informados. Como as universidades I e K não forneceram a ordem dos tópicos, não fizeram parte desta análise.

Tabela 6.6 Seqüência dos tópicos de cada universidade

TÓPICOS\UNIVERSIDADES	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano)	1	1	1	6	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3
Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria)	2	2	2	3	2	2	5	4	2	2	3	3	3	4	2	4	2	5
Sistemas cilíndrico-obliquo (cavaleira)	0	3	3	4	0	1	1	3	0	0	2	0	1	3	0	3	4	6
Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado)	3	5	4	2	0	5	4	6	3	0	0	0	5	2	0	0	5	2
Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico)	0	4	5	5	3	4	3	1	0	0	0	2	4	0	0	1	1	1
Vistas Ortográficas (CAD 2D)	4	6	6	0	0	0	6	5	4	3	0	4	6	5	3	0	6	4
Modelamento geométrico (CAD 3D)	0	7	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	4	0	7	7

Para a análise das seqüências dos tópicos, foi utilizado um método baseado nos conceitos da Teoria dos Sistemas Nebulosos, já definidos no capítulo 4. Esta análise será detalhada no próximo capítulo.

6.6 Bibliografias

No anexo 3 estão listadas todas as bibliografias citadas.

7. ANÁLISE NEBULOSA DOS PROGRAMAS

Para uma determinada disciplina, as razões que levam as universidades a trabalharem ou não com determinados tópicos e de acordo com uma seqüência específica, podem ser em virtude da abordagem didática do professor, do pré-requisito de um tópico sobre o outro, dos recursos disponíveis para implementação do sistema CAD ou simplesmente da ênfase ou modalidade do curso.

Procuramos aplicar a teoria dos sistemas nebulosos para a análise de agrupamento dos programas das disciplinas de Teoria de Representação Gráfica, adotadas pelas diversas universidades, considerando os tópicos trabalhados e suas respectivas seqüências de apresentação, com o objetivo de identificar, com o auxílio de bibliografias, professores e alunos, as principais abordagens didáticas existentes, investigar suas semelhanças e diferenças e verificar sua adequação às exigências atuais, em termos de tecnologias e, principalmente, a formação do engenheiro.

As seqüências foram obtidas com base na ordem apresentada nas respostas dos questionários, na tabela de conteúdos. Apesar da grande variedade de tópicos e abordagens diferentes para facilitar a análise, foram estabelecidos 7 tópicos principais, selecionados por sua abrangência e freqüência nas respostas:

- Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano)
- Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria)
- Sistemas cilíndrico-oblíquo (cavaleira)
- Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado)
- Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico)
- Vistas Ortográficas (CAD 2D)
- Modelamento Geométrico (CAD 3D)

A partir dos questionários respondidos, foi montada a tabela 7.1 com os tópicos acima e todas as seqüências fornecidas. Os valores referem-se a ordem em que cada tópico ocupa dentro do programa. As linhas referem-se aos tópicos acima citados e cada coluna representa as respostas obtidas da universidade identificada por uma letra conforme a tabela 7.2. Os espaços com valores nulos indicam que os tópicos não foram citados ou informados. Como as universidades I e K não forneceram a ordem dos tópicos, não fizeram parte desta análise.

Tabela 7.1 Seqüência dos tópicos de cada universidade

TÓPICOS\UNIVERSIDADES	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano)	1	1	1	6	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3
Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria)	2	2	2	3	2	2	5	4	2	2	3	3	3	4	2	4	2	5
Sistemas cilíndrico-obliquo (cavaleira)	0	3	3	4	0	1	1	3	0	0	2	0	1	3	0	3	4	6
Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado)	3	5	4	2	0	5	4	6	3	0	0	0	5	2	0	0	5	2
Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico)	0	4	5	5	3	4	3	1	0	0	0	2	4	0	0	1	1	1
Vistas Ortográficas (CAD 2D)	4	6	6	0	0	0	6	5	4	3	0	4	6	5	3	0	6	4
Modelamento geométrico (CAD 3D)	0	7	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	4	0	7	7

Tabela 7.2 Universidades

A	UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO	G	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	O	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
B	UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL	H	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA	P	UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
C	UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO	J	UNIV. ESTADUAL PAULISTA - Elétrica	Q	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
D	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	L	UNIV. ESTADUAL PAULISTA - Produção	R	UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
E	UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS	M	UNIV. ESTADUAL PAULISTA - Eletrotécnica	S	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
F	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	N	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - Civil	T	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Da tabulação inicial das respostas do questionário, observa-se que, de um modo geral, a seqüência dos conteúdos é diferenciada mesmo sem a utilização de um sistema CAD. Em todas as instituições, exceto em uma, os tópicos relacionados aos sistemas CAD foram alocados para as etapas finais de curso.

Apenas dois tópicos foram citados por todas as universidades: Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano) e Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria); ao contrário dos outros tópicos que deixaram de ser citados por uma ou outra universidade. Isto pode ser justificado pelo fato destes dois tópicos serem a base da representação gráfica, onde seus conceitos são utilizados de uma forma muito ampla na Engenharia, como no Desenho Técnico que, geralmente, utiliza as projeções ortogonais para representar um objeto através das suas vistas ortográficas e da sua perspectiva axonométrica.

Os tópicos 3, 4, 5, e 6 (Sistemas cilíndrico-oblíquo (cavaleira), Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado), Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico), Vistas Ortográficas (CAD 2D)) não aparecem em 1/3 dos programas das disciplinas.

Conforme o histograma da figura 7.1, gerado com base na tabela 7.1, podemos perceber a frequência que os tópicos ocupam em determinadas posições com relação à sequência adotada pela universidade.

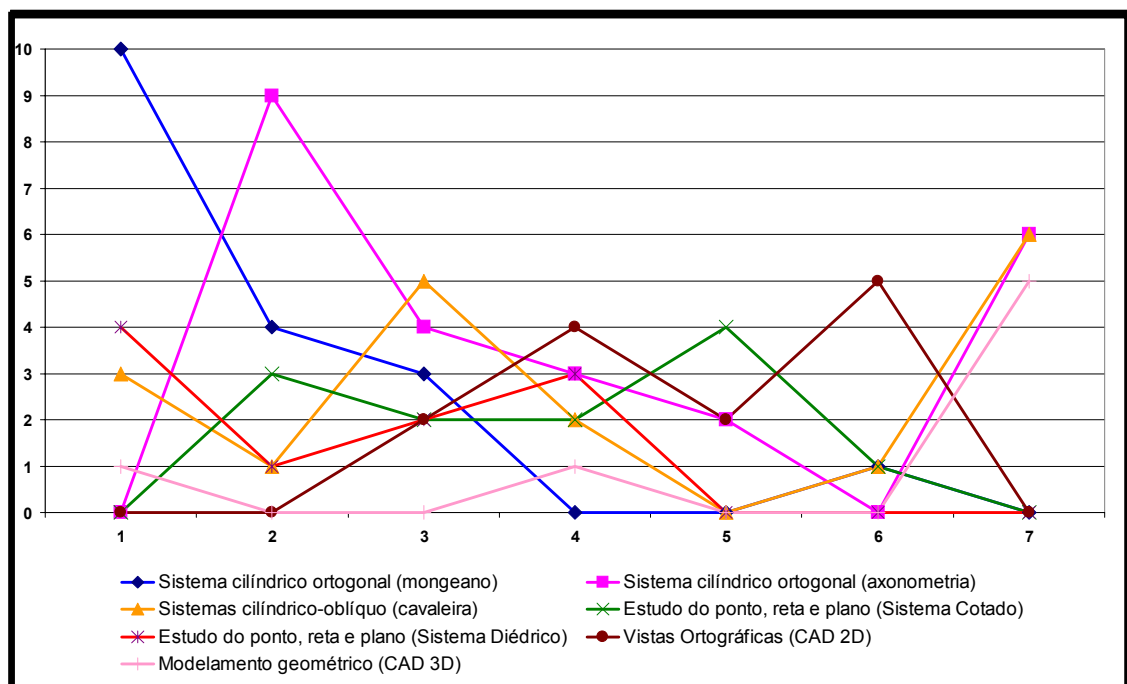


Figura 7.1 Histograma de posição dos tópicos

Na figura 7.1, cada linha representa um tópico. O eixo horizontal é a posição na sequência e o eixo vertical é o número de vezes que um determinado tópico aparece na posição correspondente àquela marcada no eixo vertical.

Como pode-se verificar no histograma, o tópico que aparece em maior número de vezes em primeira posição (10 universidades - 56% do total), é Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano). Este arranjo é normalmente encontrado nos livros de desenho técnico mais tradicionais o que pode ter contribuído para colaborar na adoção de uma programação semelhante nas universidades.

O tópico Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria) é o que caracteristicamente ocupa a segunda posição (9 vezes - 50% do total). A maioria das ementas que iniciam com representação de sólidos em vistas ortogonais apresenta a representação do sólido em perspectiva axonométrica como o segundo tópico do programa.

Quanto ao Sistemas cilíndrico-obliquo - utilizados no sistema de representação da perspectiva cavaleira - embora considerado um sistema versátil, tem a característica de deformar o objeto representado e por esta razão não ser tão utilizado quanto à perspectiva axonométrica. Em seis universidades (33% do total), este tópico não foi citado. Concordando com este fato, em 1998 numa pesquisa da universidade do Texas para a criação de um novo currículo para o ensino da Geometria Gráfica para cursos de engenharia, BARR (1998) verificou que este assunto, também não foi citado, dentre os mais importantes pelos professores consultados.

Os tópicos referentes ao sistema CAD, aparecem quase sempre nas etapas finais dos programas. O tópico Modelamento de Geométrico (CAD 3D) foi citado 7 vezes (39% do total). Apenas uma universidade o posicionou na fase inicial do programa. Este assunto

ainda é pouco explorado nas universidades, pois requer sistemas CAD mais poderosos e conseqüentemente investimentos mais elevados em hardware e software.

Na prática, constata-se que trabalhando inicialmente com sólidos tridimensionais para depois estudar seus elementos isoladamente ou modelá-lo no computador, pode-se promover um maior interesse pela disciplina, além de amenizar as dificuldades do processo de desenvolvimento da habilidade da visualização espacial.

Este fato pôde ser verificado quando examinamos a tabela 7.1, onde apenas 4 das universidades iniciam o assunto da disciplina com o estudo do ponto, reta e plano através do sistema diédrico.

Conforme a tabela 7.1, o tópico projeções cotadas ocupa as mais diferentes posições, embora nunca seja apresentado no início dos cursos. Segundo VILLAROUCO (1993), a projeção de elementos em apenas um plano, juntamente com as respectivas cotas para a solução de problemas gráficos, apresenta-se como um sistema cujas operações tornam-se mais simples que no sistema diédrico (Mongeano).

Para a aplicação da Teoria dos Sistemas Nebulosos, a matriz da tabela 7.1, que relaciona as universidades e os tópicos, foi redefinida ponderando os valores dos coeficientes pelo número total de tópicos de cada universidade. O coeficiente \tilde{a}_{ij} da matriz de relações nebulosas \tilde{A} assim calculada representa o grau de pertinência de um determinado tópico i ocupar a posição inicial no programa da disciplina da universidade j .

Feito isso, utilizamos o conceito de grau de conformidade entre 2 elementos apresentado por COLLET et al (2000) para estabelecer o índice de semelhança entre 2 universidades m e n , conforme demonstrado no capítulo 4. Em outras palavras, o índice de

semelhança $\mu_{S_{m,n}}$ dos programas de 2 universidades (m,n) é definido pela relação entre a interseção e a união de todas as suas características (no caso do problema em estudo, o grau de pertinência de um determinado tópico ocupar a posição inicial nos respectivos programas). Repetindo o cálculo para todos os pares de universidades (m,n), obtêm-se a matriz de relação nebulosa da semelhança entre as universidades (tabela 7.3).

Tabela 7.3 Matriz de Relação Nebulosa da semelhança entre as seqüência dos tópicos

Univ	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
A	1.00	0.51	0.65	0.24	0.56	0.42	0.56	0.40	1.00	0.81	0.49	0.67	0.50	0.71	0.64	0.35	0.47	0.33
B	0.51	1.00	0.70	0.41	0.34	0.49	0.60	0.78	0.51	0.38	0.33	0.46	0.91	0.51	0.43	0.32	0.87	0.60
C	0.65	0.70	1.00	0.47	0.54	0.64	0.77	0.54	0.65	0.47	0.49	0.53	0.63	0.69	0.32	0.44	0.61	0.41
D	0.24	0.41	0.47	1.00	0.45	0.52	0.33	0.37	0.24	0.17	0.34	0.19	0.41	0.36	0.19	0.40	0.41	0.41
E	0.56	0.34	0.54	0.45	1.00	0.61	0.40	0.29	0.56	0.71	0.64	0.74	0.34	0.37	0.56	0.69	0.26	0.24
F	0.42	0.49	0.64	0.52	0.61	1.00	0.59	0.46	0.42	0.35	0.53	0.39	0.54	0.42	0.22	0.58	0.46	0.33
G	0.56	0.60	0.77	0.33	0.40	0.59	1.00	0.55	0.56	0.40	0.50	0.57	0.67	0.67	0.23	0.50	0.56	0.49
H	0.40	0.78	0.54	0.37	0.29	0.46	0.55	1.00	0.40	0.35	0.34	0.44	0.78	0.46	0.43	0.44	0.81	0.73
J	1.00	0.51	0.65	0.24	0.56	0.42	0.56	0.40	1.00	0.81	0.49	0.67	0.50	0.71	0.64	0.35	0.47	0.33
L	0.81	0.38	0.47	0.17	0.71	0.35	0.40	0.35	0.81	1.00	0.64	0.79	0.38	0.60	0.79	0.50	0.34	0.28
M	0.49	0.33	0.49	0.34	0.64	0.53	0.50	0.34	0.49	0.64	1.00	0.52	0.28	0.67	0.49	0.68	0.28	0.27
N	0.67	0.46	0.53	0.19	0.74	0.39	0.57	0.44	0.67	0.79	0.52	1.00	0.46	0.51	0.60	0.64	0.41	0.39
O	0.50	0.91	0.63	0.41	0.34	0.54	0.67	0.78	0.50	0.38	0.28	0.46	1.00	0.46	0.42	0.34	0.83	0.61
P	0.71	0.51	0.69	0.36	0.37	0.42	0.67	0.46	0.71	0.60	0.67	0.51	0.46	1.00	0.42	0.42	0.48	0.49
Q	0.64	0.43	0.32	0.19	0.56	0.22	0.23	0.43	0.64	0.79	0.49	0.60	0.42	0.42	1.00	0.35	0.39	0.39
R	0.35	0.32	0.44	0.40	0.69	0.58	0.50	0.44	0.35	0.50	0.68	0.64	0.34	0.42	0.35	1.00	0.42	0.52
S	0.47	0.87	0.61	0.41	0.26	0.46	0.56	0.81	0.47	0.34	0.28	0.41	0.83	0.48	0.39	0.42	1.00	0.72
T	0.33	0.60	0.41	0.41	0.24	0.33	0.49	0.73	0.33	0.28	0.27	0.39	0.61	0.49	0.39	0.52	0.72	1.00

Através da matriz de relação nebulosa obtida, observamos que a semelhança entre as seqüências das universidades apresentaram o valor 1 para duas universidades, A e J,

caracterizando programas idênticos. O resultado está de acordo com a tabela 7.1: o programa destas universidades apresentam apenas 4 dos 7 tópicos citados e os conteúdos são abordados na seguinte ordem: Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano), Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria), Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado), Vistas Ortográficas (CAD 2D).

As semelhanças entre as seqüências dos conteúdos é observada no dendograma da Figura 7.2, resultante da aplicação do método de agrupamento nebuloso por corte de nível α na matriz da relação nebulosa da tabela 7.3. O dendograma oferece uma visualização gráfica do agrupamento entre as universidades com seqüências semelhantes. No eixo das abcissas estão as universidades e nas ordenadas está uma escala de valores referentes ao nível de semelhança.

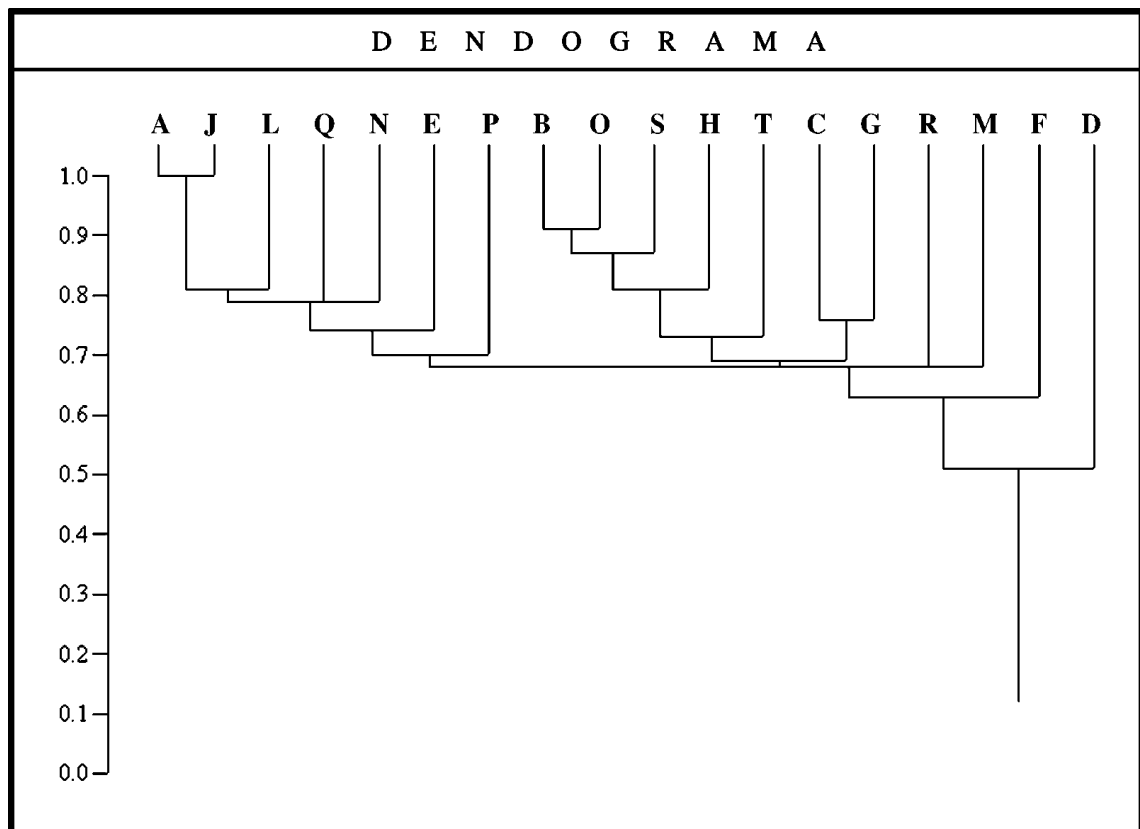


Figura 7.2 Dendograma resultante do Agrupamento Nebuloso por Corte de Nível α

Do dendograma, podemos notar que para níveis de corte variando entre 1 e 0,7, grande parte das universidades vão se agrupando gradualmente, formando 3 grupos principais que se fundem em 2 grupos grandes para valor de corte de 0,7. Com grau de aproximadamente 0,5, todas as universidades pertencem a apenas um grupo

O maior valor encontrado na matriz, abaixo de 1, foi $\alpha = 0,91$, onde as universidades B e O se agruparam. Isto pode ser comprovado ao se observar na tabela 7.1. Ambos os programas possuem os mesmos tópicos. Os tópicos 4, 5, 6 e 7, ocupam a mesma posição nas duas universidades, ou seja, Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico) na quarta posição, seguido de: Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado), Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano) e Modelamento geométrico (CAD 3D).

No grupo {B, O}, a posição dos 3 primeiros tópicos está diferente (Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano), Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria), Sistemas cilíndrico-oblíquo (cavaleira)). A universidade B inicia seu programa com apresentação de vistas ortogonais, e a universidade O inicia seu programa com o tópico Sistemas cilíndrico-oblíquo (cavaleira) seguido de Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano), assim como outras duas instituições. A razão disso pode ser o fato de que muitos alunos iniciantes em Geometria Gráfica considerem que a perspectiva cavaleira, aplicação mais usual da projeção cilíndrica-oblíqua, tenha uma construção mais simples que as demais perspectivas, considerando seu processo, sem o auxílio do computador.

Segundo COSTA (1988), a perspectiva tem a característica de ser a forma mais elucidativa de representação, por “se assimilar a imagem visual que o observador recebe quando olha para o objeto”. Somando-se à facilidade de construção, podemos aí encontrar a justificativa para sua prévia utilização.

Podemos representar os agrupamentos através de diagramas de círculos, onde cada círculo representa uma universidade que ligada à outra, formam um grupo ou conjunto de elementos semelhantes.

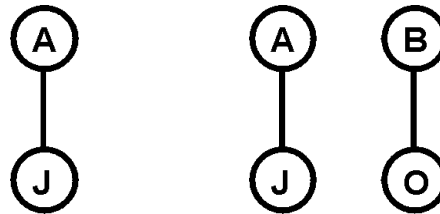
 $\alpha = 1$ $\alpha = 0,91$

Figura 7.3 - Diagramas de círculos $\alpha = 1$ e $\alpha = 0,91$

Aplicando o conceito do corte de nível alfa, se diminuirmos a exigência do nível de semelhança para próximo valor $\alpha = 0,87$, a universidade S soma-se ao grupo {B, O}. Os tópicos em posições idênticas são: Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado), Vistas Ortográficas (CAD 2D) e Modelamento geométrico (CAD 3D), em 5ª, 6ª e 7ª posições respectivamente. Todos os outros tópicos também estão presentes mas, em ordens diferentes.

Diminuindo mais o nível de semelhança temos o valor $\alpha = 0,81$, onde mais uma universidade, H, se insere ao grupo {B, O}. E a universidade L, ao grupo {A, J}. O que diferencia mais nestes dois grupos é o fato de que o grupo {A, J, L}, trabalha com um programa compacto de no máximo quatro dos sete tópicos, em contrapartida ao grupo {B, O, S, H} de programas mais extensos, todos com mais de 6 tópicos e com a seqüenciação começando com desenho a instrumento e terminando com uso de CAD, em etapas bem distintas.

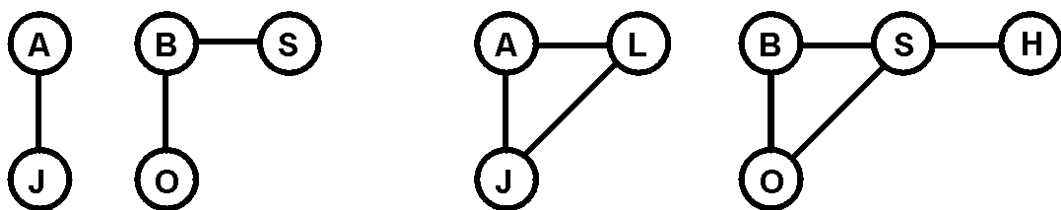
 $\alpha = 0,87$ $\alpha = 0,81$

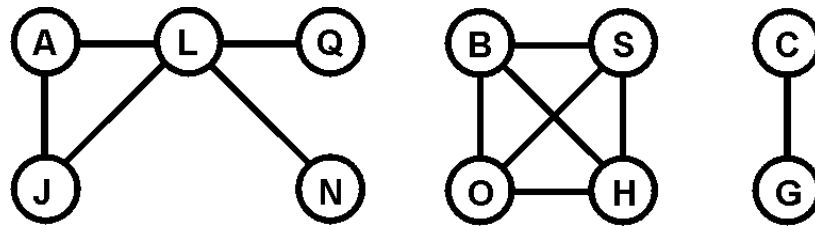
Figura 7.4 - Diagramas de círculos $\alpha = 0,87$ e $\alpha = 0,81$

Diminuindo mais ainda a exigência do nível de semelhança para próximo valor $a = 0,79$, as universidades N e Q somam-se ao grupo {A, J, L} que permanece com a característica de conter no máximo quatro dos tópicos, tendo em comum: Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano), Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria) e Vistas Ortográficas (CAD 2D).

As características destes programas compactos são: iniciar o tópico Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano); seguir com Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria) (com exceção da universidade N) e terminar com tópicos de CAD, sendo que, o Modelamento geométrico (CAD 3D) só aparece no programa da universidade Q.

Comparando os grupos {A, J, L, N, Q} e {B, O, S, H}, podemos constatar um fato curioso: no primeiro, os programas são compactos e nenhum deles incluem o tópico Sistema cilíndrico-obliquo (cavaleira), mas incluem os tópicos referentes ao sistema CAD (na maioria, trabalha pelo menos com CAD 2D). Já no segundo grupo, o tópico Sistema cilíndrico-obliquo (cavaleira) aparece nas primeiras posições e os tópicos que utilizam o sistema CAD, aparecem nas últimas posições. O que nos parece é que, devido a sua importância secundária, diante do tempo limitado de um programa compacto, a introdução do CAD tem custado a exclusão do tópico Sistema cilíndrico-obliquo (cavaleira).

O próximo nível abaixo é $\alpha = 0,77$. Os grupos {A, J, L, N, Q} e {B, O, S, H} continuam sem alterações, mas {C, G} formam um novo grupo, que caracteriza-se por não conter o tópico Modelamento geométrico (CAD 3D) e coincidir Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado), na quarta posição e Vistas Ortográficas (CAD 2D) na sexta e última posição.

Figura 7.5 - Diagrama de círculos $\alpha = 0,77$

O diagrama de círculos para $\alpha = 0,77$ (Figura 7.5) também mostra que a relação interna entre os elementos nos grupos compacto e extenso são diferentes. No caso do grupo compacto pode-se identificar a universidade L como o elemento representativo do grupo, pois, é o único que está vinculado a todos os elementos do mesmo grupo. Ao invés disso, no grupo extenso, todos os elementos se relacionam com todos, mostrando maior homogeneidade.

Ao diminuirmos o nível para $\alpha = 0,74$, a universidade E se insere ao grupo de ementas compactas, mas o que difere do grupo inicial {A, J, L, N, Q} é que seu programa, embora compacto, não utiliza os sistemas CAD.

No nível $\alpha = 0,73$, a universidade T se insere no grupo {B, O, S, H}. Nesta universidade podemos observar que o sistema CAD é abordado ao longo do curso, tendo Vistas Ortográficas (CAD 2D) logo após o tópico Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano) e Modelamento geométrico (CAD 3D) logo após os tópicos Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria) e Sistema cilíndrico-obliquo (cavaleira), com a seguinte seqüência:

$$2D \text{ (tradicional)} \rightarrow 2D \text{ (CAD)} \rightarrow 3D \text{ (tradicional)} \rightarrow 3D \text{ (CAD)}$$

No nível $\alpha = 0,71$, a universidade P é inserida no grupo {A, J, L, N, Q, E}. Esta, com cinco tópicos, inclui Sistema cilíndrico-obliquo (cavaleira) em 3ª posição, mas deixa de fora o Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Diédrico) e o Modelamento geométrico (CAD 3D). O grupo {A, J, L, N, Q, E, P} trabalha com os programas do tipo:

1. Vistas → Perspectivas ou

2. Vistas → Perspectivas → CAD

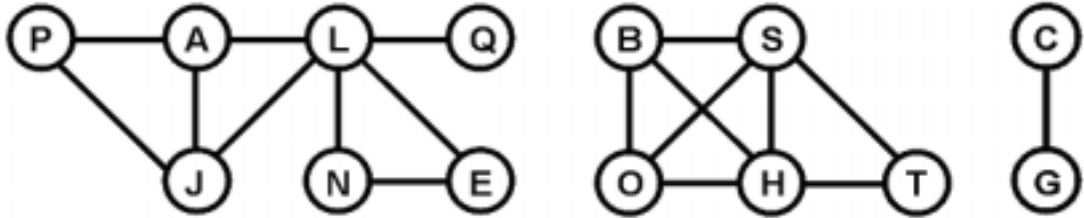


Figura 7.6 - Diagrama de círculos $\alpha = 0,71$

Com grau de semelhança $\alpha = 0,70$, os grupos $\{B, O, S, H, T\}$ e $\{C, G\}$ se fundem. Resultando assim, 2 grandes grupos: $\{A, J, L, Q, N, E, P\}$ e $\{B, O, S, H, T, C, G\}$. Suas características são bem peculiares, respectivamente, programas compactos e extensos. Por outro lado, também apresentam características em comuns: exceto alguns programas compactos que não introduziram o desenho com sistemas CAD, a divisão de tópicos em desenho instrumental (tradicional) e desenho com CAD é bastante nítida, sendo que o último é deixado para a parte final da disciplina.

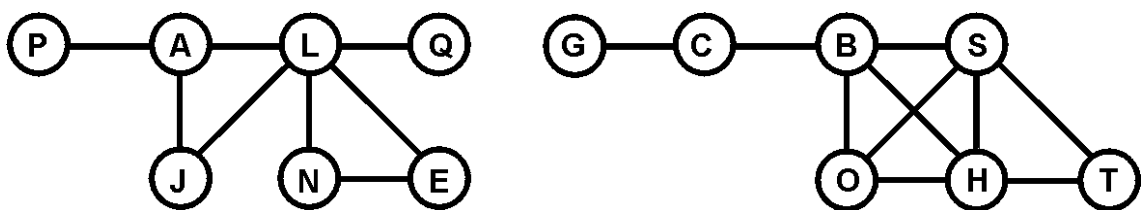


Figura 7.7 - Diagrama de círculos $\alpha = 0,70$

Ao mesmo tempo em que os resultados mostram que existem dois grupos de universidades, sendo seus programas compactos e extensos, não encontramos relação destes grupos com a carga horária determinada para estes cursos, como podemos verificar na tabela 7.3:

Tabela 7.4 Carga horária de cada universidade

CARGA HORÁRIA / UNIVERSIDADES	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
CH em horas	150	36	120	60	96	135	150	240	60	120	60	135	135	165	240	120	120	180

CH :soma das cargas horárias das disciplinas de Teoria da Representação

Os dois grandes grupos se fundem e incluem a universidade R no nível $\alpha = 0,69$, e a universidade M no nível $\alpha = 0,68$. A característica destas universidades é não trabalhar com sistemas CAD, ter o programa reduzido mas incluir o Sistema cilíndrico-oblíquo (cavaleira).

No nível $\alpha = 0,64$, entra a universidade F, que caracteriza-se por ter um programa extenso, mas trabalha apenas com instrumento tradicional, sem nenhum tópico relacionado ao CAD.

O grande grupo, {A, J, L, Q, N, E, P, B, O, S, H, T, C, G, T, R, M, F}, agora engloba todas as universidades, com exceção da universidade D, que só se insere no nível $\alpha = 0,51$.

O programa da universidade D possui uma característica própria e mostra a preocupação com a integração maior dos tópicos de CAD no curso de Desenho.

A programação da universidade D, introduzida em 1999, apresenta abordagem totalmente distinta das demais, com uma inversão radical iniciando o curso com os tópicos de Modelamento geométrico (CAD 3D) e finalizando com o Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano).

De fato, das 18 universidades consideradas no estudo, 7 lidam com Modelamento geométrico (CAD 3D), dos quais 6 universidades colocam o tópico como o último a ser trabalhado. Esta posição concorda com os autores citados nos capítulos anteriores,

que consideram necessário um embasamento teórico inicial à aprendizagem do desenho por computador.

Na abordagem da universidade D, a inovação consiste em, uma vez feita a iniciação com o embasamento das técnicas de esboço e metodologia de projetos, o aluno passa a trabalhar com o modelamento geométrico no computador com recursos computacionais que facilitam a manipulação e visualização espacial, os tópicos caminham na direção da fundamentação teórica para chegar no final, representação 2D em vistas ortográficas e desenhos técnicos propriamente ditos, assistida pelos recursos de geração automáticas de vistas a partir de modelos de sólidos. O fluxo de trabalho é extremamente lógico e similar ao procedimento moderno de projeto de engenharia.

Esta abordagem didática é acompanhada e avaliada através dos resultados do Mental Rotations Teste, ou MRT (MAFALDA et al, 1999) a qual, por ser uma experiência ainda incipiente, não forneceu dados que permitam apontar os resultados efetivos.

8. ESTADO DA ARTE EM PERNAMBUCO

Neste capítulo apresenta-se um panorama da experiência nos cursos de engenharia pernambucanos. No estudo consideramos três universidades pernambucanas que constam cursos de engenharia: Universidade de PE (UPE), Universidade Federal de PE (UFPE) e Universidade Católica de PE (UNICAP) (MORAES & CHENG, 2000). A universidade Federal Rural de Pernambuco, onde temos o curso de Engenharia Agrônômica, não participou desta pesquisa.

No ano 2000, a Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI) iniciou com mais dois cursos de Engenharia (Telecomunicações e Mecatrônica) e um novo currículo para todas as modalidades após uma reformulação que foi fruto de diversas pesquisas e discussões. No segundo semestre do mesmo ano foram inaugurados mais dois laboratórios de informática, além dos dois já existentes, possibilitando a utilização da ferramenta para as disciplinas de Desenho Auxiliado por Computador do novo currículo, além de outras, que também utilizam estes laboratórios. O editor gráfico utilizado é o Microstation.

Na POLI, as disciplinas do ciclo básico são idênticas para todas as modalidades (engenharia: civil, eletrotécnica, eletrônica, telecomunicações, mecânica, mecatrônica e da computação), com raras exceções. Entre as disciplinas dos alunos do primeiro semestre de engenharia temos Desenho e Introdução à Informática como pré-requisitos de Desenho Auxiliado por Computador, do segundo semestre. Na Disciplina de Desenho, com 60 horas por semestre, o conteúdo inclui os sistemas de representação: vistas ortográficas, axonometria e perspectiva oblíqua, em seguida o aluno estuda geometria descritiva através de projeções cotadas utilizando questões aplicadas à engenharia,

muitas vezes, dirigida à todas às habilidades já que os alunos estão mesclados. No segundo semestre, na disciplina de Desenho Auxiliado por computador, com 60 horas, os alunos têm acesso às técnicas de esboço e uso de um editor gráfico para representação de formas tridimensionais, além das convenções e normas técnicas de desenho técnico. O conteúdo da disciplina também inclui noções de modelamento de sólidos e de Desenho Arquitetônico. Numa etapa final da disciplina os alunos fazem um trabalho de pesquisa para que possam verificar a aplicação dos conhecimentos adquiridos na representação de um projeto que esteja dentro da sua modalidade de engenharia.

Em seguida, em meados do 5º semestre, os alunos terão as disciplinas ditas Desenho Técnico Específico, como: Desenho de Máquinas para Engenharia Mecânica, Desenho de Estruturas e Arquitetura para Engenharia Civil e Projetos de Instalações Elétricas para os cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica. Hoje a utilização do CAD nestas disciplinas limita-se à permissão por parte de alguns professores no sentido de que alunos façam seus trabalhos de casa utilizando a ferramenta que preferirem, mas em breve, os professores já poderão exigir os projetos digitalizados, já que o crescimento dos laboratórios de informática vêm favorecendo o acesso dos alunos à estes recursos.

Para os alunos que são do currículo anterior, como existem aqueles que têm o interesse em estudar Desenho Auxiliado por Computador, pretende-se formar uma turma com natureza optativa dirigida aos mesmos.

Na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), os cursos de Engenharia Elétrica, Química e Minas e o curso de Geologia têm as mesmas disciplinas básicas de desenho: Introdução ao Desenho e Geometria Descritiva, com 75 e 60 horas, no primeiro e segundo semestres respectivamente. Já os cursos de Engenharia Civil e Mecânica, dife-

rem no segundo semestre com Geometria Descritiva 2 para o primeiro curso e Geometria descritiva 2A para Engenharia Mecânica, com 60 e 90 horas respectivamente.

Esta disposição foi resultado de uma recente mudança em virtude do grande índice de repetência nos primeiros semestres, registrado pelo MEC. Houve uma reformulação recente nos currículos e ainda em projeto, a implantação do CAD para todos os cursos. Hoje, são utilizados os 5 laboratórios de informática do CTG - Centro de Tecnologia de Geociências, cada um com 20 máquinas. Estes, como não foram projetados para este fim, são disponibilizados à medida do possível para os alunos destas disciplinas do curso de engenharia, e também não possuem softwares apropriados, com exceção do editor gráfico InteleCAD, por ser gratuito e estar disponível na Internet. Outro laboratório utilizado para estas disciplinas, é do Departamento de Desenho, com apenas 8 computadores 486, utilizados por outros cursos como Licenciatura em Desenho e Artes, e outros. Os alunos se alternam nas máquinas uma vez por semana, para terem noção do Desenho Auxiliado por Computador que vão utilizar nas disciplinas de desenho do ciclo profissional.

As aulas são ministradas por um professor para um número que varia entre 30 e 40 alunos em sala de aula nos dias de aula teórica. Nos dias de aula prática, a turma é dividida em duas salas com um professor cada uma. O conteúdo da primeira disciplina envolve sistemas de representação gráfica, traçado à mão livre, traçado com instrumentos utilizados em desenho, e sistema oblíquo e isométrico de representação. Numa segunda unidade os alunos trabalham com vistas ortogonais, e numa terceira com as normas técnicas de desenho técnico aplicadas, juntamente com todo o conteúdo, em um trabalho prático aplicado à engenharia de sua modalidade. Nesta fase os alunos trazem um esboço de um projeto, fazem com a ajuda do professor algumas modificações, e representam o mesmo a instrumento na sala de aula.

Para o curso de Engenharia Mecânica, na segunda disciplina, o assunto de Geometria Descritiva 2A, com 90 horas, é visto por projeções cotadas - ponto, reta e plano, pertinência, interseção e ângulos e distâncias. Numa segunda unidade, os alunos estudam: pirâmide, prisma, cilindro, cone e hélices cilíndrica e cônica.

Para o curso de Engenharia Civil, na segunda disciplina, Geometria Descritiva 2 com 60 horas, são ministrados os assuntos: Posições de pontos, retas e planos, pertinência, interseção, secção plana de sólido e retas concorrentes com retas reversas. Numa segunda unidade: Distância de pontos, retas e planos, lugares geométricos de equidistância e ângulos. Em seguida os alunos trabalham com superfícies topográficas: linhas, cortes e aterros.

Os professores destas disciplinas são do Departamento de Desenho da Universidade que, por sua vez também ministram outras disciplinas de desenho da instituição como para cursos de Arquitetura, Licenciatura etc. Este departamento, localizado no Centro de Artes e Comunicação, ao lado do prédio dos cursos de engenharia, oferece o curso de Especialização em Geometria Gráfica como pós-graduação em Desenho. Os assuntos específicos a cada modalidade da engenharia serão vistos nos semestres que fazem parte do ciclo profissional.

Na Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), são duas disciplinas de desenho para o curso de engenharia civil: Geometria Descritiva (ciclo básico) e Desenho Técnico (profissional), com carga horária de 60 e 90 horas e localizadas nos segundo e terceiro semestres respectivamente. As turmas têm em média 40 e 20 alunos respectivamente, com um professor em sala de aula. As aulas são ministradas nas salas de aula comuns (salas com 60 carteiras) e no laboratório (com 18 bancadas

com computador e espaço para desenho à mão livre). Eventualmente, utilizam-se as salas de áudio e vídeo (salas multiuso).

O assunto da disciplina Geometria Descritiva é iniciado com o sistema de representação axonométrico seguido do sistema mongeano, vistas auxiliares, verdadeira grandeza, mudança de planos, projeções cotadas e vistas ortográficas. O sistema CAD começou a fazer parte desta disciplina a partir do ano 2000, onde uma vez por mês são ministrados os comandos básicos do sistema CAD aos alunos.

Na segunda disciplina são vistos os desenhos de projeto (arquitetônico, eletrotécnico, hidrossanitário, elétrico, estrutural e topográfico). Como estes assuntos são referentes à técnicas de representação gráfica, não contabilizamos a mesma para esta pesquisa nos capítulos anteriores.

Nas três instituições, o desenho de esboço é incentivado ao longo da exposição dos tópicos do conteúdo. Os alunos utilizam modelos físicos confeccionados por eles ou pelos monitores e os problemas são direcionados à prática da engenharia.

Tabela 6.5- Resumo dos resultados das três universidades:

Universidade	UPE	UFPE	UNICAP
N.º de disciplinas	2	2	2
Carga horária p/disciplina	60 / 45	75 / 60	60/90
Carga horária total	115	135	150
Semestres	1º / 2º	1º / 2º	2º/3º
N.º de professores	4	3	5
N.º de prof. p/ turma	1	1	1
N.º de alunos p/ turma	40	40	40
N.º de alunos p/ computador	1	2	2
Sala de aula	Mesas para desenho com instrumentos	Mesas para desenho com instrumentos	Mesas para desenho com instrumentos
Laboratório c/ computadores	Bancadas com computadores	-	Mesas para computadores

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços tecnológicos vêm trazendo grandes mudanças para a sociedade, e conseqüentemente para o ensino. Novas formas de trabalho foram geradas em função das possibilidades que as ferramentas computacionais podem oferecer, principalmente na área da engenharia gráfica.

Por outro lado, no fomento à Qualidade do ensino no Brasil, as avaliações do MEC instigam as universidades a se aperfeiçoarem cada vez mais. Isto leva o ensino do Desenho, assim como a outras áreas de conhecimento, a uma verdadeira revolução no processo de reestruturação dos seus currículos. Podem-se perceber investimentos despendidos na qualificação dos professores, pesquisas, e infra-estrutura.

Diante destes desafios, pode-se dizer que o papel do ensino frente a introdução das novas tecnologias computacionais, ainda não está claro, no sentido de contar com um plano pedagógico ou pelo menos, uma diretriz orientadora de como explorar melhor os recursos oferecidos.

No contexto do ensino da Representação Gráfica, muitos professores, na busca permanente de atualização metodológica, precisaram renovar as formas de abordagem de ensino, empregadas até então, em função do desenvolvimento da Gráfica Computacional. Novos conteúdos como os conceitos de modelamento geométrico e o desenvolvimento das habilidades relacionadas à ferramenta CAD vêm sendo adicionados às disciplinas de Desenho.

Neste processo de transição encontramos uma grande heterogeneidade de metodologias utilizadas pelas universidades brasileiras proveniente de fatores geográficos, políticos, econômicos e sociais.

Este trabalho apresenta um levantamento e análise das formas de abordagens de ensino, no intuito de contribuir para o esforço que vem sendo feito, instigando a discussão sobre o estado da arte das disciplinas de Teoria da Representação Gráfica em cursos de Engenharia.

O levantamento realizado, através de um questionário, foi complementado por uma pesquisa bibliográfica e o contato com professores e alunos. Os aspectos considerados foram: o planejamento da disciplina (conteúdo, carga horária, enfoque, atividades e sequência dos conteúdos) e infra-estrutura (equipamentos disponíveis e relação com o número de alunos). A amostra constituída por 20 universidades, extraída de um universo de 93, permite-nos ter uma visão da situação atual do ensino.

Dos resultados obtidos, verificam-se divergências entre os programas quanto ao número de disciplinas, às cargas horárias por disciplina e por curso e à posição das disciplinas e conteúdos no curso.

Outros aspectos importantes também podem ser observados. Constata-se, por exemplo, que a grande maioria dos alunos que ingressaram na universidade não estudou desenho e os poucos, que se beneficiaram com esta disciplina, podem ser, ainda, provenientes das Escolas Técnicas. Para uma pesquisa futura, sugerimos procurar se existe relação entre o progresso dos alunos que já estudaram desenho, antes do ingresso à universidade, e daqueles que não tiveram esta oportunidade.

As universidades que responderam ao questionário apresentam um alto índice de qualificação dos seus professores. Este resultado pode até nem refletir a situação real do país, devido à estas universidades se concentrarem próximas de cursos de pós graduação na área.

Das 20 universidades consultadas, 16 já utilizam o computador nas aulas de Desenho. Entretanto, entre estas 8 só começaram a utilizá-lo no ano 2000, representando uma mudança recente sem resultados definitivos (que permitam análises ou conclusões) desta aplicação.

Quanto aos conteúdos, estes vão desde uma breve revisão em desenho geométrico (que é parte do assunto a ser visto no ensino fundamental e ou médio), Sistema cilíndrico ortogonal (mongeano), Sistema cilíndrico ortogonal (axonometria), Sistema cilíndrico-oblíquo (cavaleira) e o Estudo do ponto, reta e plano (Sistema Cotado e Sistema Diédrico). Nas universidades que já utilizam as ferramentas CAD, podemos encontrar dois modelos básicos de abordagem: o seu uso logo na primeira disciplina de desenho; e a sua utilização nos períodos seguintes. Este último considera necessário, à aprendizagem do desenho por computador, um embasamento teórico inicial. Geralmente os assuntos envolvidos são Vistas Ortográficas em sistema CAD 2D e Modelamento geométrico (CAD 3D).

Tendo em vista que as seqüências dos conteúdos programáticos, podem refletir a “estratégia de ensino”, foi feita a análise de agrupamento das diferentes seqüências, adotadas pelas universidades, para identificar as principais abordagens didáticas existentes, investigar suas semelhanças e diferenças e verificar sua adequação às exigências atuais, em termos de tecnologias e, principalmente, necessidades do conhecimento do engenheiro.

Da tabulação inicial das respostas do questionário, observa-se que, de um modo geral, a seqüência dos conteúdos é diferenciada mesmo sem a utilização de um sistema CAD. Entretanto, as vistas ortográficas e a projeção axonométrica são os tópicos comuns a

todos os programas analisados. Em todas as instituições, exceto em uma, os tópicos relacionados aos sistemas CAD foram alocados para as etapas finais de curso.

Nos resultados encontrados, percebe-se que há dois grupos grandes e bem definidos de universidades, com características bem peculiares, cujos programas são, respectivamente, compactos e extensos. Já uma das universidades, apresenta uma abordagem totalmente distinta das demais. Estas experiências vivenciadas nos permitem discutir os méritos das diferentes abordagens de ensino, que podem no futuro, servir de parâmetro para novas reformulações no ensino da expressão gráfica.

Tendo em vista os resultados obtidos, acreditamos que o objetivo deste trabalho vem sendo alcançado, em especial, no sentido de estarmos divulgando informações que visam, a partir do intercâmbio e troca de experiências, o aprimoramento das metodologias de ensino, diante das novas tecnologias e conceitos. Com a análise feita, será possível, em etapas posteriores, a elaboração de uma proposta metodológica adequada à realidade social de cada universidade e que sobretudo, objetive a necessidade da engenharia nacional e global.

ANEXO 1

TABELA DE UNIVERSIDADES

UNIVERSIDADES DA REGIÃO I				
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO	
ACRE	UFAC - Universidade Federal do Acre	Campus Universitário BR - 364/Km 4 - Distrito Industrial Rio Branco - AC – CEP - 69.915-900		
AMAZONAS	UA - Universidade do Amazonas	Faculdade de tecnologia Av. Gen. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000 CEP: 69.077-000 – Manaus – AM	Profa. Heloisa Cardoso Coordenação do curso de Engenharia ea@vm.cpd.fua.br http://www.fua.br	
MARANHÃO	UFMA - Universidade Federal do Maranhão	Palácio Cristo Rei – Praça Gonçalves Dias, 351 – Centro - CEP: 65.020-240 - São Luís – MA	ufmagr@bacanga.ufma.br http://www.ufma.br	
MATO GROSSO	UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso	Faculdade de Tecnologia e Engenharia Departamento de Engenharia Civil Av. Fernando Corrêa da Costa s/nº - Coxipó Cuiabá – MT CEP - 78.060-900	janemar@cpd.ufmt.br http://www.ufmt.br	
PARÁ	UFPA - Universidade Federal do Pará	Rua Augusto Corrêa, nº 01 – Guamá CEP – 66.075-900 – Belém – PA	Prof. Erasmo Borges de Souza Filho efilho90@hotmail.com postmaster@ufpa.br http://www.ufpa.br	
PARÁ	UNAMA - Universidade da Amazônia	Avenida Alcindo Cacela, 287 - Belém - PA CEP - 66.060-000	Prof. Erasmo B. de Souza Filho engenha@unama.br reitor@unama.br http://www.unama.br	
RORAIMA	UFRR - Universidade Federal de Roraima	BR 174 S/N - Jardim da Floresta - Boa Vista - RR - CEP - 69.300-000		

UNIVERSIDADES DA REGIÃO II				
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO	
ALAGOAS	UFAL - Universidade Federal de Alagoas	Campus a. C. Simões br/104, km 97 - Tabuleiro dos Martins - Maceió - Al cep - 57.072-970		
BAHIA	UCSAL - Universidade Católica do Salvador	Praça Ananery, s/nº - Convento da Palma - Mouraria Nazaré - Salvador - BA - CEP: 40.040-220		
BAHIA	UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana	Km 3 - Br 116 - Campus Universitário - C.P.: 294 CEP: 44.031-460 - Feira de Santana - BA	prof. Edson Dias Ferreira edson@uefs.br Ana Rita sulz@uefs.br r6502666@cpu0001.prodeb	
BAHIA	UFBA - Universidade Federal da Bahia	Rua Augusto Viana, S/Nº - Canela - Salvador - BA - CEP: 40.110-060	Arivaldo Leão de Amor almonim@ufba.br Gilberto Corso Pereira Corso@ufba.br Cristina Araújo Pain Carri crispain@ufba.br	
CEARÁ	UFC - Universidade Federal do Ceará	Av. da Universidade, 2853 - Benfica - Caixa Postal: 2.600 - Fortaleza - CE - 60.020-181	Dep. Engenharia Mecânica de dep.eng.transp admin@deem dep.eng.elet. caees@dee http://www.ufc.br	

UNIVERSIDADES DA REGIÃO II				
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO	
CEARÁ	UNIFOR - Universidade de Fortaleza	Av. Washington Soares, 1321 - Edson Queiroz C.P.: 1258 - Fortaleza - CE - CEP: 60.811-341	Prof. Paulo Narciso alvenira@bol.com.br reitoria@uf.unifor.br http://www.unifor.br	
RIO GRANDE DO NORTE	UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Av. Sen. Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova - C.P. 0143 - Campus Universitário CEP: 59.072-970 – Lagoa Nova	gabinete@reitoria.ufrn.br http://www.ufrn.br	
RIO GRANDE DO NORTE	UnP Universidade Potiguar	Av. Sen. Salgado Filho, 1610 – Lagoa Nova – CEP: 59.056-000 – Natal – RN	Prof. José Pereira Maria das Vitória Francisco de Assis (2151208) proacad@unp.com.br	
PERNAMBUCO	UPE - Fundação Universidade de PE	Rua Benfica, 455 Madalena Recife PE 50751-460	Andréa Benício de Moraes andrea_benicio@uol.com.br upe@recife.upe.br http://www.upe.br	
PERNAMBUCO	UFPE – Univ.Federal de Pernambuco	Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Campus Universitário - Engenho do Meio CEP: 50.670-901 - Recife-PE	Ianê de Almeida D'Ángel i-dangelo@hotmail.com coord. Lícia reitor@npd.ufpe.br http://www.ufrn.br	
PERNAMBUCO	UNICAP – Univ. Católica de Pernambuco	Rua do Príncipe, 526 – Boa Vista CEP: 50.050 - 900 - Recife – PE	Alcyr e Mário iremar@elogica.com.br Ana Maria thpeters@unicap.br http://www.unicap.br	

UNIVERSIDADES DA REGIÃO II			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
PIAUÍ	UFPI - Universidade Federal do Piauí - Depto de Construção Civil	Campus Universitário s/nº - Ininga CEP: 64.049-550- Teresina – PI	Jamil Moisés Said Centro de tecnologia
PARAÍBA	UFPB – Universidade Federal da Paraíba	Campus Universitário - Cidade Universitária CEP - 58.059-900 - João Pessoa – PB	Prof. Windsor Ramos da S agosto@dem.ufpb.com johannes@dem.ufpb.br reitoria@npd.ufpb.br http://www.ufpb.br
SERGIPE	UFS – Univ. Federal de Sergipe	Cidade Universitária "Prof. Aluizio Campos" Av. Marechal Rondon s/nº - Jardim Rosa Elze - C.P.: 353 - São Cristóvão-SE - CEP: 49.100-000	Marcelo Augusto Macit mamaciel@mail.eribeiro.com.br http://www.ufs.br cpd@ufs.br ufs@ufs.br

UNIVERSIDADES DA REGIÃO III			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
ESPIRITO SANTO	UFES – Universidade Federal do Espírito Santo	Centro Tecnológico - Colegiado do Curso de Engenharia Civil (CT-1) – Av. Fernando Ferrari, s/nº - Campus Universitário - Goiabeiras CEP: 29.060-900 - Vitória – ES	reitoria@server.npd.ufes.br prograd@npd.ufes.br http://www.ufes.br
RIO DE JANEIRO	PUC-RJ- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea CEP - 22.453-900 - Rio de Janeiro – RJ	hortal@reit.puc-rio.br http://www.puc-rio.br Eduardo Thadeu Leite Corseuil thadeu@icad.puc-rio.br Luiz Fernando Martha lfm@civ.puc-rio.br Estruturas
RIO DE JANEIRO	UCP - Universidade Católica de Petrópolis	Rua Benjamin Constant, 213 - Centro - C.P.: 90944 - Petrópolis - RJ - CEP: 25621-970	reitoria@isc.ucp.br
RIO DE JANEIRO	UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro	Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20.559-900	uerj@bruerj.br http://www.uerj.br Diretor da fac. de eng Nival N. De Almeida r
RIO DE JANEIRO	UFF - Universidade Federal Fluminense	Rua Miguel de Frias 09, 7º Andar - Icaraí CEP: 24.220-000 - Niterói - RJ	garaai@vm.uff.br tgcivil@vm.uff.br http://www.uff.br Márcia M.P. de Oliveira TDT/UFF-RJ RJ" hima Clarice Loretti
RIO DE JANEIRO	UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro	Av. Brigadeiro Trompowsky S/Nº - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - C.P.: 68.536 - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21.949-900	reitoria@reitoria.ufrj.br http://www.ufrj.br Fernando Rodrigues Lima frlima@deg.ufrj.br Prof. Ricardo Naveiro ricardo@pep.ufrj.br

UNIVERSIDADES DA REGIÃO III			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
RIO DE JANEIRO	UGF - Universidade Gama Filho	Rua Manoel Vitorino, 625 - Piedade CEP: 20.740-900 - Rio de Janeiro - RJ	postmaster@ugf.br http://www.ugf.br coordenac@ugf.br
RIO DE JANEIRO	USU - Universidade Santa Úrsula	Rua Fernando Ferrari, 75, Botafogo - C.P. 16.086 CEP: 22.231-040 - Rio de Janeiro - RJ	ascon@ax.apc.org.br
RIO DE JANEIRO	USS - Universidade Severino Sombra	Praça Martinho Nóbrega, 40 - Centro - Vassouras - RJ - CEP: 27.700-000	
RIO DE JANEIRO	UVA - Universidade Veiga de Almeida	Rua Ibituruna, 108 - Bloco B - 5º andar - Maracanã CEP - 20.271-020 - Rio de Janeiro - RJ	postmaster@uva.br marcio@uva.br http://www.uva.br
SÃO PAULO	PUCCAMP - Pontifícia Universidade Católica de Campinas	Rua Marechal Deodoro, 1099 - Centro - Campinas - SP - CEP - 13.020-904	reitoria@zeus.puccamp.br http://www.puccamp.br fct@acad.puccamp.br
SÃO PAULO	UBC - Universidade Braz Cubas	Rua Francisco Rodrigues Filho, 1233, Mogilar - C. P.: 511 - Mogi das Cruzes - SP - CEP 08773-380	http://www.brazcubas.br Célia Jimenez Farfan farfan@neti.com.br Aristeu Franco Jr. aristeu@mit.com.br
SÃO PAULO	UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos	Rodovia Washington Luis - Km 235 - Monjolinho - São Carlos - SP - CEP: 13.565-905	ufscar@power.ufscar.br http://www.ufscar.br Coordenador do curso de graduação Luiz Antonio Nigro falcoski@ufscar.br
SÃO PAULO	UM - Universidade Presbiteriana Mackenzie	Rua da Consolação, 896 - Higienópolis CEP: 01302-000 - São Paulo - SP	webmaster@mackenzie.br http://www.mackenzie.br

UNIVERSIDADES DA REGIÃO III			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
SÃO PAULO	UMC – Universidade de Mogi das Cruzes	Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200 - Centro Cívico - C.P.: 411 CEP: 08.780-911 - Mogi das Cruzes – SP	www.umc.br Paulo Bastos ou Prof. Glauciano Xavier de Almeida Souza, 200 - Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200 - Mogi das Cruzes - SP. CEP. 08.780-911
SÃO PAULO	UNESP – Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho	ALAMEDA SANTOS, 647 - CERQUEIRA CÉSAR - São Paulo - SP - CEP - 01.061-970	http://www.unesp.br Maria Antônia Giunta mgiunta@bau.unesp.br Angela Dias Velasco avelasco@fe.unesp.br ichaves@uol.com.br
SÃO PAULO	UnG – Universidade de Guarulhos	Praça Tereza Cristina, 01 - Centro - C.P. 338 - CEP: 07.023-070 - Guarulhos – SP	ung@ung.br http://www.ung.br
SÃO PAULO	UNIBAN – Universidade Bandeirantes de São Paulo	Avenida Rudge, 315 - Campus Elisios - São Paulo - SP - CEP - 01.133-000	uniban@ns.uniban.br http://www.uniban.br
SÃO PAULO	UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas	Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo - C.P.: 1170 CEP: 13.081-970 - Campinas-SP	imartins@ifi.unicamp.br http://www.unicamp.br Edson Favero favero@fec.unicamp.br
SÃO PAULO	UNISANTA – Universidade Santa Cecília	Rua Oswaldo Cruz, 250/281 - Boqueirão - Santos - SP - CEP: 11045-907	scecilia@cat.cce.usp.br
SÃO PAULO	UniABC - Universidade ABC	R. Santo André	Eduardo Stefanelli edustefa@usp.br
SÃO PAULO	UNICSUL – Universidade Cruzeiro do Sul	Campus I - Av. Dr. Ussiel Cirilo, 225 - São Miguel Paulista - São Paulo - SP - CEP: 08.060-070	Chefe do Dep. de Desenho Industrial Cynthia Cristina Zaruch Calixto. cczcalixto@unicsul.br

UNIVERSIDADES DA REGIÃO III			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
SÃO PAULO	UNIFRAN – Universidade de Franca	Av. Dr. Armando Salles Oliveira, 201 - Parque Universitário CEP: 14.404-600 - Franca-SP	ronald@bardot.unifran.br http://www.unifran.br
SÃO PAULO	UNIMAR – Universidade de Marília	Campus I - Campus Universitário - Marília - SP - CEP: 17.500-000	
SÃO PAULO	UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba	Rodovia do Açúcar, km 156 - Caixa Postal 68 - Piracicaba - SP - CEP: 13.400-901	unimep@unimep.br http://www.unimep.br
SÃO PAULO	UNIP – Universidade Paulista	Rua Dr. Bacelar, 1212 - Mirandópolis CEP: 04026-002 - São Paulo-SP	http://www.unip-objetivo
SÃO PAULO	UNISANTOS – Universidade Católica de Santos	Rua Euclides da Cunha, 241 - José Menino CEP: 11.065-902 - Santos – SP	unisantos@unisantos.com http://www.unisantos.com
SÃO PAULO	UNITAU – Universidade de Taubaté	Rua Quatro de Março, 432 - Centro CEP: 12.020-270 - Taubaté – SP	
SÃO PAULO	UNIVAP – Universidade do Vale do Paraíba	Praça Cândido Dias Castejon, 116 - São José dos Campos - SP - 12.245 –720	
SÃO PAULO	UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista	Rua José Bongiovani, 700 - Cidade Universitária - C.P.: 1161 - Presidente Prudente SP - CEP: 19.050-900	

UNIVERSIDADES DA REGIÃO III			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
SÃO PAULO	USF – Universidade São Francisco	Av. São Francisco de Assis, 218 - Taboão - C.P.: 163 CEP: 12.900-000 - Bragança Paulista – SP	http://www.usf.br E-MAIL: webmaster@usf.br
SÃO PAULO	USJT – Universidade São Judas Tadeu	Rua Taquari, 546 - Mooca - São Paulo - SP - CEP: 03.166-000	webmaster@saojudas.br http://www.saojudas.br
SÃO PAULO	USP – Universidade de São Paulo	Rua da Reitoria 109 - Cidade Universitária - Butantã - C.P.: 8191 CEP: 05.508-900 - São Paulo - SP	postmaster@usp.br http://www.usp.br Cheng Liang- Yee cheng@pc
SÃO PAULO	Faculdade de Eng. Quim de Lorena	Rodovia Itajubá - Lorena, Km 74,5 12600-000 Caixa Postal 116	Prof. Eng. Antônio Carlos F franca@debas-faenquim.

UNIVERSIDADES DA REGIÃO IV			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
PARANÁ	PUC-PR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - C.P. 16.210 CEP: 80.215-901 - Curitiba – PR	http://www.pucpr.br Diretor de ostrob@rla01.pucpr.br Adjunto mjustino@rla01.pucpr.br
PARANÁ	UEL – Universidade Estadual de Londrina	Rodovia Celso Garcia Cid s/nº - Campus Universitário - C.P.: 6001 CEP: 86.051-970 - Londrina – PR	http://www.uel.br Marie-Claire R. PÓLA Dep. de Matemática UEL Maripolac@uel.br
PARANÁ	UEM – Universidade Estadual de Maringá	Av. Colombo, 5790 Zona 7 - C.P.: 331 CEP: 87.020-900 - Maringá – PR	http://www.uem.br fadec@wnet.com.br
PARANÁ	UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa	Praça Santos Andrade, s/nº - Centro CEP: 84.010-330 - Ponta Grossa – PR	bicen@brfuepg.bitnet www.uepg.br
PARANÁ	UFPR – Universidade Federal do Paraná	ENDEREÇO: Rua XV de Novembro, 1299 - Centro - Caixa Postal: 441 CEP - 80.060-000 - Curitiba – PR	http://www.ufpr.br Chefe de Dep. de Desenho Cynthia Cristina Zaruch Calixto. ccz@ufpr.br
PARANÁ	UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná	ENDEREÇO: Rua Universitária, 1619 - CP: 801 CEP: 85.814-110 - Cascavel – PR	gpadv@unioeste.arauca.br
RIO GRANDE DO SUL	PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Av. Ipiranga, 6681 - Partenon - C.P.: 1.429 CEP: 90.619-900 - Porto Alegre – RS	gabreit@tauros.pucrs.br http://www.music.pucrs.br
RIO GRANDE DO SUL	UCPEL – Universidade Católica de Pelotas	Rua Felix da Cunha, 412 - Centro - C.P.: 402 CEP: 96.010-000 - Pelotas – RS	ucpel@phoenix.ucpel.tche.br http://www.ucpel.tche.br

UNIVERSIDADES DA REGIÃO IV			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
RIO GRANDE DO SUL	UFPEL – Universidade Federal de Pelotas	Campus Universitário - C.P.: 354 CEP: 96.010-900 - Pelotas – RS	http://www.ufpel.br Prof.a. Angela Petrucci Vasconcel avasc@ufpel.tche.br
RIO GRANDE DO SUL	UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Av. Paulo Gama, 110 - Farroupilha CEP - 90.046-900 - Porto Alegre – RS	http://www.ufrgs.br Chefe de Civil (Prof. Wai Ying Yuk Genlink) genlir@ufrgs.br Chefe de Mecânica (Prof. Wilson João Vbatista) mecanica@ufrgs.br
RIO GRANDE DO SUL	Unisc - Universidade de Santa Cruz do Sul		Rosanne Joachims Backes Rosanejb@dmate.unisc.br
RIO GRANDE DO SUL	UFMS – Universidade Federal de Santa Maria	Campus Universitário - Camobi CEP: 97.119-900 - Santa Maria-RS	http://www.ufsm.br Prof. Luiz Vidal vidalgom@ct.ufsm.br Benildo T. Frizzo bfyzzo@fatecnet.ufsm.br Prof. Dra. Marília Goebel Mgoebel@ct.ufsm.br
RIO GRANDE DO SUL	ULBRA – Universidade Luterana do Brasil	Rua Miguel Tostes, 101 - São Luiz - Canoas - RS – CEP - 92.420-280	http://luther.ulbra.tche.br
RIO GRANDE DO SUL	UPF – Universidade de Passo Fundo	Campus Universitário - São José - C.P.: 566 CEP: 99.001-970 - Passo Fundo – RS	http://www.upf.tche.br Coord de eng civil: Moacir Kripka sec-feat@upf.tche.br Mecânica: Luis Edson Salva sarava@vitoria.upf.tche.br Des: rsf9148@pro.via-rs.com.br
RIO GRANDE DO SUL	UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul	Rua São Francisco, 501 - São Geraldo - C.P.: 560 CEP: 98.700-000 - Ijuí – RS	http://www.unijui.tche.br E-Mail: cursos@unijui.tche.br
RIO GRANDE DO SUL	UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Av. Unisinos, 950, Cristo Rei CEP 93022-000 - São Leopoldo – RS	http://www.unisinos.tche.br Maristela Simon - Grupo de Trabalho de Engenharia de Materiais unisinos@unisinos.br

UNIVERSIDADES DA REGIÃO IV				
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO	
RIO GRANDE DO SUL	URCAMP – Universidade da Região de Campanha	Av. Tupy Silveira, 2099 Centro - C. P.: 141 CEP: 96.400-110 - Bagé-RS	http://atila.urcamp.tche.br	
RIO GRANDE DO SUL	URG – Universidade do Rio Grande	Rua Eng. Alfredo Huch, 475 - Centro - C.P.: 474 CEP: 96.201-900 - Rio Grande-RS	http://www.furg.com.br	
RIO GRANDE DO SUL	URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	Av. Sete de Setembro, 1558- 1º Andar - Centro - C.P.: 290 - CEP: 99.700-000 - Erechim – RS	http://www.uriere.tche.br	
SANTA CATARINA	FURB – Universidade Regional de Blumenau	ua Antônio da Veiga, 140-Vila Nova - C.P.: 1507 CEP: 89.012-900 - Blumenau – SC	http://www.furb.rct-sc.br Dep. das Construções nuno@furb.rct-sc.br	
SANTA CATARINA	UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina	Av. Madre Benvenuta, 2005 1. Itacorubi - C.P.: 6021 CEP: 88.035-001 - Florianópolis – SC	http://www.udesc.br Profa. Marília c2mmg@pobox.udesc.br - mmg@pobox.udesc	
SANTA CATARINA	UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina	Campus Universitário s/nº - Trindade - C.P.: 476 CEP: 88.040-900 - Florianópolis – SC	http://www.ufsc.br Profa. Vânia Ulbricht ulbricht@mbox1.ufsc.br David Lemos david@cce.ufsc.br Antônio Carlos de Souza souza@ccee.ufsc.br	
SANTA CATARINA	UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina	Av. José Acácio Moreira, 787 – Dehom CEP 88.704-900 - Tubarão – SC	http://www.unisul.br glene@unisul.rct-sc.br hercules@pa.unisul	
SANTA CATARINA	UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí	Rua Uruguai, 458 – Centro CEP: 88.302-202 - Itajaí – SC	reitoria@univali.rsc-sc.br henrique josé coutinho ricardo queiroz hcourtinho@si.univali.br	
SANTA CATARINA	UNOESC – Universidade do Oeste de Santa Catarina	Rua Uruguai, 458 - Centro CEP: 88.302-202 - Itajaí – SC	decesx@unoesc.com.br	

UNIVERSIDADES DA REGIÃO V			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
DISTRITO FEDERAL	UnB – Universidade de Brasília	Campus Universitário Darcy Ribeiro - C.P.: 15.299 - Asa Norte - CEP: 70.910-900 - BRASÍLIA – DF	http://www.unb.br Fernanda Godoy Santiago Fsan@unb.br Edson Pratini - pratini@unb.br
GOIÁS	UCG – Universidade Católica do Goiás	Praça Universitária, 1440 - Setor Universitário C.P. 86 - CEP - 74.605-010 - Goiânia – GO	Elenise Araújo Campar Campani@international.ucc.br Res. Rua T-28 nº 1075 c-1 seto oiania GO CEP: 74210-000
GOIÁS	UFG – Universidade Federal de Goiás	Campus II - Samambaia - C.P: 131 CEP: 74.001-970 - Goiânia – GO	http://www.ufg.br Antônio Manuel Fernad apombo@persogo.com
MINAS GERAIS	PUC-MG – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Av. Dom José Gaspar-500 – Coração Eucarístico - Belo Horizonte - MG - CEP - 30.535-610	http://www.pucminas.br
MINAS GERAIS	UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora	Rua Benjamin Constant, 790 - Centro - C.P.: 656 - Juiz de Fora - MG - CEP 36.015-400	http://www.ufjf.br Profa. Regina Coeli rekopke@ufjf.edu.br Marcos Borges - borges@artf.ufjf.br
MINAS GERAIS	UEMG		Maria Helena Valadares - mhvaladares@uemg.br
MINAS GERAIS	UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto	Rua Diogo Vasconcelos, 122 Pilar – C. P. – 298 CEP 35.400-000 - Ouro Preto – MG	http://www.ufop.br Prof. Humberto Guimarães, do Depto. De T Luiz Fernando ST1

UNIVERSIDADES DA REGIÃO V			
UF	UNIVERSIDADE	ENDEREÇO POSTAL	CONTATO
MINAS GERAIS	UFU – Universidade Federal de Uberlândia	Av. Engenheiro Diniz, 1178 - Martins – C. P. : 00593 - CEP: 38.401-136 - Uberlândia-MG	http://www.ufu.br deeci@ufu.br
MINAS GERAIS	UFV – Universidade Federal de Viçosa	Avenida Peter Henry Rolfs, s/nº - Campus Universitário - Viçosa - MG - CEP:36.571-000	http://www.ufv.br reitoria@mail.ufv.br
MINAS GERAIS	Universidade de Uberaba	Av. Nenê Sabino - Uberaba MG	Prof. Geancarlo N. Vinh Gvinhal@uol.com.br
MINAS GERAIS	UNIFENAS – Universidade de Alfenas	Rodovia MG 179 - Km 0 - Campus Universitário - C. P. : 23 CEP: 37.130-000 - Alfenas – MG	http://www.unifenas.br unifenas@bc.unifenas.br
MATO GROSSO DO SUL	UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Campus de Campo Grande – Cidade Universitária Cep 79.070-900 - Campo Grande – MS	http://www.nin.ufms.br
MATO GROSSO DO SUL	UNIDERP – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal	Rua Ceará, 333 CEP 79.003-010 Campo Grande – MS	http://www.msinternet.com.br uniderp@msinternet.com

ANEXO 2

MODELO DO QUESTIONÁRIO

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ESCOLA POLITÉCNICA - UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
DIVISÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Recife, março de 2000

Prezado(a) senhor(a),

Como parte do programa de Pós Graduação do Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana da Universidade de São Paulo, em convênio com a Universidade de Pernambuco, em nível de Mestrado, estamos desenvolvendo a dissertação intitulada:

MODELOS DE ENSINO DE DESENHO TÉCNICO PARA CURSOS DE ENGENHARIA.

Para o seu termo, é imprescindível o levantamento de dados para a realização de estudos com a finalidade de conhecer melhor as práticas de ensino e contribuir para a modernização das técnicas de ensino de desenho técnico.

Solicito, portanto, a V.Sa. o especial favor de providenciar o preenchimento do questionário anexo, enviando-o em seguida, juntamente com as ementas e os conteúdos das disciplinas de desenho. Os resultados da pesquisa ficarão, evidentemente, à disposição dos interessados.

Certa da atenção e colaboração de V.Sa., apresento meus sinceros agradecimentos.

Andréa Benício de Moraes¹

Endereço para correspondência:
Prof.^a Andréa Benício de Moraes
Escola Politécnica de Pernambuco
Rua Benfica, 455 Madalena - Recife, PE
CEP 50750-460 - Telefone (0..81) 445.3855 • Fax (0..81) 445.4125
E-mail: abenicio@elogica.com.br • andrea.benicio@pcc.usp.br
Os arquivos em anexo podem ser encontrados no endereço
www.upe.br/desenho

¹ Aluna regularmente matriculada no Curso de Mestrado da Escola Politécnica da USP, professora de desenho da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI-UPE) e do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco (CEFET-PE).

O presente questionário tem por finalidade contribuir para a análise do estado da arte do ensino de desenho para engenharia nas diversas universidades. Ao identificar o curso, gostaríamos de saber quem está preenchendo para que possamos entrar em contato posteriormente. Poderá ser preenchido apenas um questionário para as diversas modalidades de engenharia (civil, elétrica, mecânica, etc.), se suas disciplinas de desenho são comuns.

IDENTIFICAÇÃO DO CURSO

Universidade		
Curso		
Modalidades		
Endereço		
Seu nome		
Cargo/Função		
Telefone		E-mail

IDENTIFICAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE DESENHO

Serão analisadas todas as disciplinas que, em seus conteúdos programáticos, constem assuntos relacionados ao desenho para engenharia, como desenho geométrico, esboço à mão livre, desenho técnico de representações, geometria descritiva, desenho arquitetônico ou desenho auxiliado por computador.

Nome da disciplina: favor preencher uma linha para cada disciplina / Carga horária: preencha com o número de horas de aula por semestre / Período: semestre o qual é ministrada a disciplina no curso

Natureza: 1-obrigatória, 2-optativa, 3-Extensão, 4-Pós-graduação, 5-outros (especifique)

Pré-requisitos, co-requisitos ou disciplinas anteriores relacionadas: preencher com o nome da disciplina

Nome da disciplina	Carga horária	Período	Natureza	Pré-requisitos

PERFIL DO ALUNO

Assinale o quadro que corresponde a percentagem estimada

Alunos que já estudaram desenho antes do ingresso à universidade:

100% 80% 60% 40% 20% Nenhum

Alunos oriundos de escolas técnicas:

100% 80% 60% 40% 20% Nenhum

Alunos oriundos de escolas públicas:

100% 80% 60% 40% 20% Nenhum

Alunos que já tinham conhecimentos básicos em informática antes do ingresso à universidade:

100% 80% 60% 40% 20% Nenhum

PERFIL DO PROFESSOR

Dos professores que lecionam as disciplinas analisadas, indique o número de professores correspondente às suas qualificações:

Graduação _____ Especialização _____ Mestrado _____

Doutorado _____ Pós-doutorado _____ Outros _____

PÓS-GRADUAÇÃO

Preencha apenas se a Universidade oferece programas de pós-graduação em áreas relacionadas ao desenho para engenharia.

Nome do curso	Nível	Periodicidade

Nível: 1-especialização, 2-mestrado, 3-doutorado, 4-outros (especifique)

Periodicidade: nesta coluna informe a cada quantos anos nova turma é oferecida, se é a primeira turma ou se não é regular.

Existe integração entre a graduação e a pós-graduação através de trabalhos de pesquisa, participação em sala de aula ou outra atividade?

Explique _____

DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR

O curso utiliza o computador como instrumento para o ensino do desenho?

Sim Não

As atividades de desenho com computador fazem parte do currículo do curso?

Sim Não

Quando foi implementado? _____

Com quantos computadores iniciou? _____

Para implementação do uso de computadores no curso, houve financiamento?

Sim Não

Quantos professores já tinham experiência em desenho com computador? _____

Houve algum curso preparatório na área, para os professores?

Sim Não

CONFIGURAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

Indique a **quantidade** de equipamentos destinados ao desenho com auxílio do computador:

Processador

386 _____ 486 _____ 586 _____

Pentium _____ Pentium II _____ Outros _____

Monitores

14" _____ 15" _____ 17" _____

19" _____ 21" _____ Outros _____

Outros equipamentos

Scanner _____ Máquina de prototipagem _____

Scanner 3D _____ Mesa Digitalizadora _____ Outros _____

Periféricos de Saída

Impressora Matricial _____ Impressora Jato de Tinta _____ Plotter _____

Impressora Laser _____ Outros _____

Softwares utilizadosAutocad _____ MicroStation _____ Software de Rendering
(especificar) _____

3D Studio _____ TurboCAD _____ Outros _____

RECURSOS DE MULTIMÍDIA

Software de multimídia comercial

Software de multimídia desenvolvido pelos professores ou alunos pesquisadores para serem utilizados em disciplinas do curso:

Descreva as atividades para qual utiliza este recurso:

INTERNET

Utiliza Internet para:

SALAS DE AULA

Preencha os espaços com o **número de alunos** por:

Turma _____ Professor em sala de aula _____

Computador _____ aluno-monitor ou bolsista em sala de aula _____

Preencha os espaços com o **número de salas de aula** utilizadas para as disciplinas de desenho com:

Carteiras Comuns _____

Pranchetas _____

Mesas p/ desenho com instrumentos _____

Mesas c/ computadores e espaço para desenho a mão livre _____

Mesas c/ computadores e espaço para desenho a instrumentos _____

Mesas apenas para computadores _____

LABORATÓRIOS DE CAD

Considere um laboratório de CAD o espaço destinado a atividades como prática de CAD por professores e alunos, desenvolvimento projetos, preparação de aulas, etc.

Possui laboratório de CAD? Marque a alternativa correspondente:

Lab. Integrado
a sala de aula

Lab. Independente
da sala de Aula

Não possui

RECURSOS AUDIO-VISUAIS

Marque os quadros que indicam os recursos utilizados nas disciplinas de desenho para engenharia:

Quadro e giz

Retroprojeter e transparências

Projeter de slides

Datashow

Outros _____

OUTROS RECURSOS

Marque os quadros que indicam os recursos utilizados pelos professores:

Modelos
Tridimensionais

Modelos confeccionados
pelos alunos

Outros _____

ATIVIDADES

Favor marcar um X no espaço correspondente ao local onde é desenvolvida a atividade:

Atividade	Sala de Aula sem computador	Sala de Aula com computador	Laboratório de CAD	Outros (indicar)
Aula teórica				
Aula prática (exercícios)				
Desenvolvimento de projetos				
Desenvolvimento de pesquisas				
Desenvolvimento de softwares				

Atividades realizadas além da carga horária: indique o número de horas/aulas por semana

Com professor _____ Com professor _____ Outros _____
na sala de aula _____ no laboratório _____
Com aluno-monitor _____ Com aluno-monitor _____
no laboratório _____ na sala de aula _____

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

Ordem: numerar os quadros na seqüência dos assuntos vistos nas disciplinas de desenho para engenharia.

Exemplo: 1A (Primeiro assunto da primeira disciplina)

Atividades e enfoque dos exercícios: marcar os quadros correspondentes

Ordem	Tópicos	Atividade				Enfoque dos exercícios			
		Aula teórica	À mão livre	Instrumento	CAD	Teórico Conceitual	Uso de modelos físicos	Problemas Práticos de	Outros especificar
	Introdução								
	Normas e recomendações								
	Conceitos e construções geométricas								
	Desenho geométrico								
	Sistema de projeção cônica								
	Sistema de projeção cilíndrica								
	Sistema mongeano								
	Vistas ortográficas								
	Desenho de esboço								
	Axonometria – iso, di e trimetria								
	Sistema de projeção cilíndrica-obliqua								
	Vistas auxiliares								

Ordem: numerar os quadros na seqüência dos assuntos vistos nas disciplinas de desenho para engenharia.

Exemplo: 1A (Primeiro assunto da primeira disciplina)

Atividades e enfoque dos exercícios: marcar os quadros correspondentes

Ordem	Tópicos	Atividade				Enfoque dos exercícios			
		Aula teórica	A mão livre	Instrumento	CAD	Teórico Conceitual	Uso de modelos físicos	Problemas Práticos de	Outros especificar
	Projeções cotadas								
	Planos de projeção e cotas								
	Estudo do ponto								
	Estudo da reta								
	Estudo do plano								
	Verdadeira grandeza								
	Interseções								
	Dimensionamento – linear, angular e radial								
	Mudança de planos de projeção								
	Desenho arquitetônico								
	Desenho mecânico								
	Desenho esquemático								
	Desenho eletrotécnico								

Ordem: numerar os quadros na seqüência dos assuntos vistos nas disciplinas de desenho para engenharia.
Exemplo: 1A (Primeiro assunto da primeira disciplina)

Atividades e enfoque dos exercícios: marcar os quadros correspondentes

		CAD								
Ordem	Tópicos	Atividade				Enfoque dos exercícios				
		Aula teórica	À mão livre	Instrumento	CAD	Teórico Conceitual	Uso de modelos físicos	Problemas Práticos de	Outros especificar	
	Introdução, sistema, dispositivos de entrada e saída									
	Construções geométricas, primitivos gráficos 2d									
	Transformações geométricas									
	Vistas ortográficas – construções por contorno 2D									
	Representações por arestas									
	Representações por superfícies									
	Modelamento de sólidos									
	Operações unárias e “booleanas”									
	Análise de propriedades geom. e de massa									
	Vista auxiliar									
	Seção – 2D e 3D									
	Cotagem e texto									

ANEXO 3

BIBLIOGRAFIA CITADA NOS QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS

- ABNT **Coletânea de normas de desenho técnico**. São Paulo, SENAI DTE - DMD, 1990
- BALDAM, R. **Utilizando totalmente autocad 14 2D, 3D e avançado**. São Paulo, Érica, 1997.
- BACHMANN, A.; FORBERG, R. **Desenho técnico** 3. ed. Porto Alegre, Globo, 1977
- BORGES, G.C.M. et al. **Noções de geometria descritiva: teoria e exercícios**. Porto Alegre, Sagra Luzzatto, 1998.
- BORGES, A. C. **Topografia aplicada à Engenharia Civil**. São Paulo, Edgard Blucher, 1999.
- CARVALHO, A. P.; FONSECA, A. A. S.; PEDROSO, G. M. **GD - Noções Básicas** Salvador, Anacleto.
- BUCHARD, B. **Inside Autocad**.
- CARVALHO, B. A. **Desenho geométrico**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1986.
- CHIGIR, M. **Curso de desenho de arquitetura**. São Paulo, 1979. Vol. 1 a 4.
- CORAINI, S. **Autocad 14 avançado e 3D** vol 2. Makron Books
- COSTA, M. D.; COSTA, A. P. V. **Geometria Gráfica Tridimensional**. vol. I e II Recife, Universitária, 1988.
- FERCINI, P.B. **Normas para desenho técnico**. 2.ed. Rio de Janeiro, Globo, 1989
- FRENCH, T; VIERCK, C. **Desenho técnico**. São Paulo, Globo, 1989
- FRENCH, T. **Desenho técnico e tecnologia gráfica**. Porto Alegre, Globo, 1995
- GIONGO, A. R. **Desenho geométrico**. São Paulo, Nobel, 1984.
- JÚNIOR, A. R. P. **Noções de geometria descritiva**. Vol. I, II e III.
- MACHADO, A. **Métodos gráficos na engenharia**. McGraw-Hill do Brasil
- MACHADO, A. **Perspectiva**. 3.ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977.
- MACHADO, A. **O desenho na prática da engenharia**. 2. ed., São Paulo, 1997.
- MALATESTA, E. **Curso prático de desenho técnico mecânico**. São Paulo, Prismática, 1990
- MALHEIROS, P. **Autocad R14 - passo a passo**. São Paulo, Market Press, 1998.
- MANFE, G.; POZZA, R.; SCARATO, G. **Desenho técnico mecânico**. São Paulo,

- Hemus, 1994.
- MONTENEGRO, G. A. **Desenho arquitetônico**. São Paulo, Edgard Blücher, 1978.
- MONTENEGRO, G. A. **Geometria Descritiva**. São Paulo, Edgard Blücher, 1991.
- NÚCLEO TÉCNICO E EDITORIAL MAKRON BOOKS. **Autocad 14 passo a passo lite. NT**. São Paulo : Makron Books, 1998
- OBBERG, L.. **Desenho de arquitetura** 22. ed. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1980.
- OMURA, G. **Dominando o Autocad 2000** Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- PEREIRA, A. **Desenho Técnico Básico** 4. ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1981
- PINHEIRO, V. A. **Noções de Geometria Descritiva**. Volumes I, II e III. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1967.
- PROVENZA, F. **Desenhista de máquinas**. São Paulo, Protec, 1983
- RANGEL, A. P. **Projeções cotadas**. Rio de Janeiro, Ao livro técnico,
- RODRIGUES, A. J. **Geometria descritiva - projetividade, curvas e superfícies**. Rio de Janeiro, Ao livro técnico, 1968.
- RODRIGUES, A. J. **Operações fundamentais e poliedros**. Rio de Janeiro, Ao livro técnico, 1968.
- RESTHOU, D.N. **Atlas de construção de máquinas**. São Paulo, Hemus, 1979.
- SPELUZZI, M; TESSAROTO, M. **Disegno di machine** 1. ed. Milão, Ulrico Hoepli, 1975
- VICHNEPOLSKI, I. **Desenho técnico**. Moscou, Mir, 1986.
- VILLANUEVA, M. **Practicas de dibujo tecnico**. España, Urmo, 1972.
- WONG, W. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo, ed. Martins Fontes, 1998.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. L.; REGO, R. M. A reestruturação do ensino de Desenho. **Revista Educação Gráfica**, v.3, n.3, p.37-52, 1999.
- AMORIM, A. L.; REGO, R. M. O profissional de Desenho e as novas Tecnologias. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 2.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 13., Feira de Santana, 1998. **Anais**. Feira de Santana, Graphica, 1998. p. 252.
- AMORIM, A. L. **Tecnologias CAD no ensino de arquitetura e engenharia**. São Paulo, 1997. 215p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BARR, R. E. Planning the EDG curriculum for the 21st century: a proposed team effort. **Engineering Design Graphics Journal**, v.63, n.2, p.4, 1999.
- BESSANT, C. B. **CAD/CAM Projeto e fabricação com o auxílio do computador**. 3. ed., Rio de Janeiro, Campus, 1988.
- CAMPOS, A. R. A. O estado do Desenho no ensino oficial brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 3.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., Ouro Preto, 2000. **Anais**. Ouro Preto, Graphica, 2000.
- CHENG, L. Y. A teoria de sistema nebuloso e as informações subjetivas de conforto ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA APLICADA À CONSTRUÇÃO, 1999. **Anais**.
- COLLET, V. G.; CHENG, L. Y.; PETRECHE, J. R. D. Análise nebulosa das imagens de fachada. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 3.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., Ouro Preto, 2000. **Anais**. Ouro Preto, Graphica, 2000.
- CORREIA, A. M. A.; VELASCO, A. D. Computer education in graphic geometry. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, Rio de Janeiro, 1999. **Anais** Rio de Janeiro, ICECE, 1999.
- CORREIA, A. M. A. A gráfica computacional como ação didática e projetual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 11., Recife, 1994. **Anais**. Recife, Graphica, 1994. p. 128.
- COSTA, M. D; COSTA, A. P. A. V. **Geometria gráfica tridimensional**. v.1, Recife, UFPE, 1988.
- Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras. Catálogo das Universidades Brasileiras. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://www.crub.org.br>> Acesso em 01, maio, 2000.
- FAZENDA, I. C. A. **Didática e interdisciplinaridade**. 4 ed., Campinas, Papyrus, 2000.

- FERREIRA, A. B. de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 3. ed., Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1999.
- FERREIRA, M. A. G. V.; TORI, R. Do ensino de computação gráfica à aprendizagem de realidade virtual: experiências e novas propostas na escola politécnica da USP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 26, São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, Cobenge, 1998.
- FONSECA, V. Aprender a aprender: A educabilidade cognitiva. Porto Alegre, Artmed, 1998.
- GERSON, H. B. P. **Aplicação de novas tecnologias no ensino e aplicação do desenho: as modernas transformações – a visão empresarial – proposta de currículo atualizado**. São Paulo, 1995. 126p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- GOMES, L. V. N. **Desenhismo**. Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 120p.
- HERNAUT, K. Engineering education for a global society. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, Rio de Janeiro, 1999. **Anais**. Rio de Janeiro, ICECE, 1999.
- JENISON, R. D. New directions for introductory graphics in engineering education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING COMPUTER GRAPHICS AND DESCRIPTIVE GEOMETRY, 7., Cracow, 1996. **Anais**. Cracow, ISGG, 1996. p 15.
- KANITZ, S. Revolucione a sala de aula. **Veja**, p. 23, 18 out. 2000.
- KAWANO, A. Só o computador não basta. **CADESIGN**, v. 25, n.__, p. 66, ano. 3.
- LATERZA, L. B. M. O impacto da computação gráfica no ensino de Desenho. In: SIMPÓSIO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA, ARQUITETURA, ENGENHARIA, ÁREAS AFINS 1., Salvador, 1991. **Anais**. Salvador, 1991.
- LIRA, H. F. Geometria gráfica on line - usando a internet no apoio do aprendizado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 2.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 13., Feira de Santana, 1998. **Anais**. Feira de Santana, Graphica, 1998. p 511.
- LOPES, E. M. L.; ALMEIDA, O. Uma nova abordagem sobre o ensino de desenho e computação gráfica – relato crítico sob ponto de vista do aluno. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 12., Florianópolis, 1996. **Anais**. Florianópolis, Graphica, 1996, p. 446.

- MACEDO, S. H.; GONÇALVES, L. C. O ensino do desenho técnico projetivo numa perspectiva de construção. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 2.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 13., Feira de Santana, 1998. **Anais.** Feira de Santana, Graphica, 1998. p 174.
- MAFALDA, R., et al. Avaliação da eficácia da reestruturação dos cursos de desenho para engenharia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO NA ENGENHARIA, 27., Natal, 1999. **Anais.** Natal, Cobenge, 1999.
- Ministério da Educação e do Desporto. Padrões de qualidade para cursos de graduação em engenharia. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>> Acesso em 01, maio, 2000.
- MEDINA, A. C. Experiências no ensino de desenho por computador. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA, GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 10., Salvador, 1991. **Anais.** Salvador, Graphica, 1991.
- MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa.** São Paulo, Companhia Melhoramentos, 1998.
- MILLER, C. L. New technologies for engineering graphics. **Engineering Design Graphics Journal**, v.63, n.2, p.50, 1999.
- MONTENEGRO, G. A. **Geometria descritiva.** São Paulo, Edgard Blücher, 1991.
- MORAES, A. B.; CHENG, L. Y. Modelos de ensino de desenho para cursos de engenharia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 3.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., Ouro Preto, 2000. **Anais.** Ouro Preto, Graphica, 2000.
- MORAES, A. B.; CHENG, L. Y. O estado da arte das disciplinas de desenho para cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., Ouro Preto, 2000. **Anais.** Ouro Preto, Cobenge, 2000.
- MOURA, M. C. F. A utilização de sólidos geométricos na fase inicial do ensino de geometria descritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., Ouro Preto, 2000. **Anais.** Ouro Preto, Cobenge, 2000.
- OHTSUKI, N., et al. Evaluation of graphical user interface in three-dimensional computer graphics software for descriptive geometry education: a comparison of solution methods. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING COMPUTER GRAPHICS AND DESCRIPTIVE GEOMETRY, 8., Texas, 1998. **Anais.** Texas, ISGG, 1998. P. 317.
- OLIVEIRA, M. M.; VICTOR, C. L. Desmistificando o ensino do desenho auxiliado por computador. Uma abordagem construtivista. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 2.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 13., Feira de Santana, 1998. **Anais.** Feira de Santana, Graphica, 1998. p 485.

- PANITZ, M. A. O desenho e o desenvolvimento. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 1. e SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 12. Florianópolis, 1996. **Anais**. Florianópolis, Graphica, 1996. P. 90.
- REGO, R. M.; AMORIM, A. L. O ensino de desenho arquitetônico com programas dedicados – uma metodologia adequada ao CEFET-PE? In: ENCONTRO NACIONAL DE DESIGN 1., Recife, 1999. **Anais**. Recife, 1999.
- ROHLEDER, E.; SPECH, H. J.; GÓMEZ, L. A. A importância do desenho no processo de projeto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. 28. Ouro Preto, 2000. **Anais**. Ouro Preto, Cobenge, 2000.
- SMITH, R. C. **The colonial architecture of Bahia**. Livraria Progresso Editora, Bahia, p.77, 1955.
- SORBY, S. A. Developing 3-D spatial visualization skills. **Engineering Design Graphics Journal**, v.63, n.2, p.21, 1999.
- SUZUKI, K. Impact of computer graphics on graphic science education at japanes univessities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING COMPUTER GRAPHICS AND DESCRIPTIVE GEOMETRY, 6., Tokio, 1994. **Anais**. Tokio, ISGG, 1994. p.536.
- TRINCHÃO, G. C.; OLIVEIRA, L. R. O. A História contada a partir do desenho. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 2.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 13., Feira de Santana, 1998. **Anais**. Feira de Santana, Graphica, 1998. p 156.
- VASCONCELOS, S. O. **Contribuição para a melhoria dos cursos básicos de desenho técnico através da análise das falhas do seu processo**. São Paulo 1998. 129p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- VELASCO, A. **A informática no ensino de desenho técnico**. São Paulo, 1998. P. (Trabalho acadêmico).
- VILLAROUCO, V. **Geometria Descritiva: Como transmitir?** Recife, 1993. 45p. Monografia (Especialização) – Departamento de Desenho, Universidade Federal de Pernambuco.