

COMUNICAÇÃO GRÁFICA ENTRE PROFISSIONAIS PARCEIROS NO PROJETO DE EDIFÍCIOS NA ERA DIGITAL: diretrizes para o ensino de engenharia e de arquitetura

Alexandre Monteiro de Menezes¹; Maria de Lourdes Silva Viana²; Mário Lucio Pereira Junior³; Sérgio Ricardo Palhares⁴

¹Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade FUMEC
Departamento de Arquitetura e Urbanismo – PUC Minas
Escola de Arquitetura - UFMG
ammenezes@terra.com.br

²Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade FUMEC
malu@fea.fumec.br

³Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade FUMEC
Departamento de Arquitetura e Urbanismo – PUC Minas
mario@fea.fumec.br

⁴Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade FUMEC
z3ap@uol.com.br

Resumo: *Este artigo apresenta uma pesquisa em desenvolvimento na Universidade FUMEC (Belo Horizonte, Brasil) com o objetivo de identificar diretrizes que contribuam para a minimização das falhas na comunicação gráfica entre os profissionais parceiros no projeto de edifícios. A expectativa é de que, a partir dessas diretrizes identificadas, possa ser possível uma sistematização de procedimentos que visem melhorar a comunicação gráfica na concepção e/ou compatibilização dos diversos projetos nos processos de planejamento e construção de edifícios. Numa primeira etapa, a pesquisa investiga como os profissionais envolvidos nos projetos de arquitetura e de estruturas utilizam a tecnologia CAD. Os primeiros resultados indicam evidências de que o uso das ferramentas informáticas tem acompanhado o raciocínio utilizado na época da cópia heliográfica, caracterizando uma subutilização das potencialidades que os sistemas CAD oferecem. Numa segunda etapa, partindo das evidências encontradas, a pesquisa passa a se interessar pela identificação de procedimentos para a elaboração e/ou compatibilização dos projetos que contribuam positivamente, ou não, para a qualidade da comunicação gráfica entre os profissionais parceiros. O produto final a ser gerado será constituído por diretrizes para identificação e minimização das falhas na comunicação gráfica entre os profissionais parceiros, que possibilitarão a sistematização de procedimentos para melhorar a comunicação na elaboração e/ou compatibilização dos diversos projetos, visando a melhor eficiência dos processos de planejamento e construção de edifícios.*

Palavras-chave: *Desenho de arquitetura, CAD, Projeto de edifícios, Projeto de Arquitetura, Projeto de Estruturas*

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta a pesquisa “Comunicação Gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios, na era digital”, em desenvolvimento na Universidade FUMEC, na cidade de Belo Horizonte, Brasil. O trabalho investiga o impacto da tecnologia digital na comunicação gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios, em Belo Horizonte, nos últimos três anos. Este tema vem atraindo o interesse de alguns pesquisadores, nacional e internacionalmente (Fabrício & Melhado, 1998; Fabrício & Melhado, 2002; Jacoski, 2003; Usuda 2003).

Antes dos sistemas CAD (Computer Aided Design), a comunicação gráfica entre profissionais parceiros era feita através de cópias heliográficas, que eram reproduções de desenhos, geradas a partir de originais executados em papel transparente, a tinta ou a lápis. Tal processo de comunicação apresentava inúmeras limitações que, espera-se, podem ser reduzidas com o uso adequado da tecnologia CAD. Assim, numa primeira etapa, esta pesquisa investiga a maneira como os profissionais envolvidos nos projetos de arquitetura e de estruturas utilizam a tecnologia CAD. Existem suspeitas de que alguns profissionais ainda utilizam o mesmo raciocínio do desenho tradicional em cópia heliográfica, caracterizando assim, uma inadequação ao uso que os sistemas CAD possibilitam.

Desta forma, tornou-se necessário conhecer melhor a situação atual da comunicação gráfica entre profissionais parceiros, através de uma pesquisa de campo. Para isto foi desenvolvido e aplicado um questionário numa amostra de profissionais arquitetos (responsáveis técnicos pelo projeto arquitetônico) e engenheiros civis (responsáveis técnicos pelo cálculo estrutural), identificados a partir das informações fornecidas pelo CREA-MG (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, do Estado de Minas Gerais). O questionário procurou levantar o grau de utilização dos recursos de comunicação disponível nos sistemas CAD.

Os primeiros resultados do questionário indicam que, no grupo entrevistado, há evidências de que o uso das ferramentas informáticas ainda tem acompanhado o raciocínio utilizado na época da cópia heliográfica. Aparentemente, não foram encontrados procedimentos que facilitem e tornem eficaz a relação e a comunicação entre os projetos, gerando conflitos, re-trabalho e atrasos. A partir destas informações, o principal objetivo desta pesquisa passa a ser a identificação de alguns procedimentos para a elaboração e/ou compatibilização dos projetos, que contribuam positivamente ou não, para a qualidade da comunicação gráfica entre os profissionais parceiros.

Esta pesquisa trabalha com a hipótese de que é possível identificar alguns destes procedimentos facilitadores ou dificultadores da comunicação gráfica entre os profissionais envolvidos. Se isto for verdade, parece ser possível estabelecer diretrizes para uma boa comunicação entre os diversos profissionais parceiros na elaboração e/ou compatibilização dos projetos, contribuindo para a melhoria da eficiência na comunicação gráfica entre eles.

Este trabalho pretende identificar algumas diretrizes que contribuam para a minimização das falhas na comunicação gráfica entre os profissionais parceiros. A expectativa é de que essas diretrizes contribuam para a sistematização de procedimentos para melhorar a comunicação gráfica na elaboração e/ou compatibilização dos diversos projetos, visando à eficiência dos processos de planejamento e construção de edifícios. O interesse é participar da construção e ampliação do conhecimento sobre o uso dos novos instrumentos, pelos profissionais envolvidos na construção civil.

O primeiro passo neste processo de investigação, limitou-se ao estudo da relação entre o projeto de arquitetura e o projeto de estrutura, sem, entretanto, desconsiderar a importância dos demais profissionais parceiros no processo de produção de um edifício. Esse processo

envolve a criação, etapa intelectual e intuitiva, assim como a execução, etapa tecnológica e material.

1.1. Equipe interdisciplinar

Como este estudo apresenta um caráter interdisciplinar, a equipe de pesquisa está formada por professores pesquisadores que lecionam nos cursos de engenharia civil e arquitetura e urbanismo, da Universidade FUMEC, estudantes de graduação de ambos os cursos e um estudante do mestrado em Construção Civil. Os benefícios de se contar com uma equipe interdisciplinar advêm da possibilidade de se conhecer visões diferenciadas sobre dois campos de atuação profissional diferentes, o arquiteto e o engenheiro, e matérias de formação diversas como: desenho arquitetônico, desenho informatizado (CAD), projeto de arquitetura, sistemas estruturais, estruturas em concreto armado. Como a pesquisa enfatiza uma comunicação bilateral, torna-se importante a troca de experiências e o confronto das opiniões.

O grupo de pesquisa é formado por um professor coordenador e três professores pesquisadores, cada um com uma área de atuação acadêmica e profissional diferenciada, porém apresentando uma superposição de interesses. Também fazem parte do grupo cinco estudantes bolsistas, sendo um aluno do mestrado em Construção Civil, dois alunos da graduação em Arquitetura e Urbanismo e dois da Engenharia Civil. A estratégia de trabalho adotada inclui duas reuniões semanais, sendo uma delas deliberativa, envolvendo todo o grupo e outra executiva, envolvendo apenas os bolsistas, e coordenada pelo estudante do mestrado.

Esta superposição de interesses profissionais diferentes é representada pela necessidade de comunicação entre as áreas, feita através do desenho, que mais recentemente está informatizado. Esta informatização, por sua vez, induz à evolução do desenho, que adquire um novo status de informação mais dinâmica. Assim, a meta deste trabalho é criar subsídios para uma reflexão crítica sobre o ensino nas escolas de arquitetura e de engenharia e fornecer informações para futuras pesquisas, principalmente nos cursos de pós-graduação.

1.2. Projetos, Desenhos e Comunicação Gráfica entre profissionais

O projeto arquitetônico é considerado um meio de ligação entre os diversos projetos que se relacionam desde a criação até a execução de uma obra. O desenho – representação gráfica – é a maneira mais usual de materialização do projeto, utilizando uma linguagem gráfica para a expressão de uma intenção. O objetivo primeiro deste desenho é a comunicação da idéia arquitetônica que se manifesta em três diferentes momentos. No primeiro, representa uma conversa do arquiteto com ele mesmo. Não é feito para ser mostrado a outras pessoas, mas, sim, serve como ferramenta para o processo de desenvolvimento das suas idéias. A técnica mais usual é o desenho a mão livre, os chamados croquis de concepção. No segundo momento, o desenho é usado na comunicação entre o arquiteto e o cliente/usuário. Nesta etapa, a principal busca é pelo realismo e apresentação da idéia, sendo a informação técnica não relevante. No terceiro e último momento, o desenho assume a função de comunicação técnica entre os profissionais envolvidos (Figura 1).

Este terceiro momento também é subdividido em três objetivos distintos: o desenho legal, o desenho compartilhado entre parceiros e o desenho executivo para a obra. O desenho legal é usado para aprovação nas diversas instâncias exigidas pela legislação local, como prefeitura, corpo de bombeiros, departamento de águas e esgotos e patrimônio histórico. Ele é um documento com características estáticas, técnicas e de registro. O desenho executivo para a obra comporta-se como ordem de serviço. Ele também é um documento estático, técnico e de uso. Já o desenho compartilhado entre parceiros – os diversos profissionais: arquitetos e

engenheiros envolvidos no conjunto de projetos que antecedem à obra – não possui uma característica estática e sim dinâmica. Neste sentido, pode ser apropriado como uma informação multilateral, dinâmica e interativa.



1º momento

O desenho de concepção

2º momento

O desenho para o cliente

3º momento

O desenho entre profissionais

Figura 1 - Três diferentes momentos do desenho na comunicação de idéias

A partir desta classificação e da confirmação da suspeita de uma subutilização das novas tecnologias, o foco desta pesquisa está neste último uso do desenho entre parceiros, buscando identificar procedimentos que facilitam esta interação e a utilização da informação de forma dinâmica. A relevância desta pesquisa está no fato de que a eficiência da comunicação entre os profissionais, envolvidos durante o processo de elaboração e/ou compatibilização de projetos, está diretamente relacionada à eficiência da obra, no que se refere aos aspectos técnico-construtivos e econômicos.

Um dos grandes problemas existentes na construção civil é a pequena quantidade de estudos das interferências entre os projetos, gerando re-trabalho para os profissionais de projeto, desperdícios e descontentamento. Tais interferências são detectadas no processo denominado compatibilização de projetos, no qual são analisadas as interfaces técnicas, a fim de que sejam evitadas as incoerências que geram pontos críticos e conflitos, para que seja dada uma solução antes do início da obra.

Alguns pesquisadores têm planejado, experimentado e aplicado novos instrumentos, como a computação gráfica, a hipermídia e a internet, com o objetivo de melhorar os resultados do ensino, da aprendizagem e da comunicação envolvendo o desenho, incluindo o desenho projetivo, o desenho técnico e a geometria descritiva – Coutinho & Queiroz (2000), Gomez (1998), Harris (1998), Menezes (2006), Petreche, Graça & Santos (2000), Souza & Fávère (2000), Teixeira, Silva & Silva (2000), Ulbricht & Mattia (1998).

Pode-se observar, portanto, através dos trabalhos citados acima, que um grande esforço tem sido empregado na tentativa de melhorar as condições de ensino e facilitar a aprendizagem nessa área do desenho aplicado à construção civil. Para esse fim, várias ferramentas tecnológicas e metodológicas têm sido empregadas, entre elas a internet, a hipermídia, os programas CAD e a realidade virtual. Buscando participar desta discussão, este trabalho não só estuda os profissionais envolvidos na construção civil de forma individual, como também a comunicação gráfica entre eles.

1.3. Estrutura do artigo

Este artigo está dividido em seis partes. A primeira parte apresenta uma introdução geral à pesquisa e aos seus interesses e objetivos. A segunda traz algumas reflexões e considerações sobre o uso da informática no ensino de representação gráfica nos cursos de arquitetura e de engenharia civil. A terceira parte do artigo comenta a metodologia adotada nas diferentes etapas da pesquisa assim como os primeiros resultados encontrados e suas análises. Na quarta parte, são apresentadas algumas considerações finais e os possíveis desdobramentos deste trabalho. A quinta parte refere-se aos agradecimentos e a sexta e última parte do artigo é formada pelas referências bibliográficas.

2. A INFORMÁTICA NO ENSINO DA ENGENHARIA CIVIL E DA ARQUITETURA

O rápido e constante desenvolvimento tecnológico da informática aplicada à engenharia e à arquitetura tem criado a necessidade de uma constante atualização tanto dos equipamentos quanto dos programas disponíveis. Hoje, apesar das realidades e condições diferenciadas das escolas brasileiras de engenharia e de arquitetura, nitidamente se nota a crescente utilização da computação gráfica e a influência nos procedimentos de concepção e projeto. Cada vez mais, com a queda considerável do preço do hardware e o constante e acelerado desenvolvimento do software, a peça mais importante no processo da informatização passa a ser o usuário. A sua capacidade criativa passa a ser a ênfase e o foco de interesse das instituições de ensino e não a capacidade da máquina. O uso adequado da tecnologia associado ao conhecimento de suas potencialidades deve ser incentivado e priorizado no ensino em instituições acadêmicas.

O setor de edificações talvez seja um dos que mais se beneficiou da difusão da informática. Já no levantamento topográfico do terreno, teodolitos gravam o que lêem e vários programas fecham a caderneta de campo com rapidez e precisão. Os arquitetos têm à sua disposição excelentes programas para a concepção, representação e apresentação dos seus projetos. Cortes e perspectivas podem ser feitos mais rapidamente e o levantamento de áreas é preciso. Maquetes eletrônicas permitem percorrer um caminho dentro da edificação e pode-se visualizar o edifício no local onde será construído.

A engenharia de estruturas, tanto em concreto armado quanto em aço, conta hoje com programas de diferentes categorias. Existem no mercado desde programas simples que calculam os elementos separadamente (uma laje, uma viga e um pilar) até softwares sofisticados que têm como resultado os desenhos finais prontos para o envio para a obra. E como o tempo de processamento é relativamente curto, podem-se experimentar diferentes hipóteses, como tipos de laje, resistência do concreto e mesmo posições de pilares. Com isso é possível analisar qual é a opção mais econômica. Vale dizer que tais programas sofisticados não fazem o cálculo sozinhos e nem devem ser operados por leigos, devido à alta complexidade da concepção estrutural, do rigor necessário à correta entrada de dados assim como análise dos resultados.

É de grande valia a compatibilização de todos os projetos da edificação. Certamente conflitos podem ser detectados antes de se tornarem problemas na obra, e recursos podem ser economizados resolvendo-os antecipadamente.

2.1. A formação do profissional

A Universidade vem implantando a computação gráfica com atraso em relação ao mercado profissional, e deve tomar uma direção diferente dele. A forma de utilização da

computação gráfica nas escolas de engenharia e de arquitetura deve ser feita de maneira criteriosa. Os desenhos gerados no computador ainda parecem reproduzir os métodos tradicionais de representação, o que leva a uma subutilização do equipamento. A forma de utilização do computador no ensino de desenho na arquitetura não deve ser direcionada para a simples produção de desenhos construtivos, baseados em métodos convencionais. Aquelas Escolas que não assimilarem esta nova tecnologia estarão certamente se distanciando cada vez mais da realidade de seu tempo.

O ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil vem passando por um processo de renovação nos últimos anos, destacado em diversas oportunidades, entre elas os eventos convocados pela ABEA de 1989 até hoje, a Portaria MEC 1770/94 e a declaração sobre a Educação de Arquitetos da UNESCO/UIA. O uso dos recursos da informática no processo de projeto e no ensino é um dos principais responsáveis por essa renovação. A existência de um laboratório de informática aplicada é hoje recurso indispensável nas escolas de arquitetura e de engenharia. Com a portaria MEC 1770/94 (Brasil, 1994), o ensino da Informática Aplicada à Arquitetura passou a ser obrigatório nos currículos. A tendência das escolas, num primeiro momento, foi a criação de uma disciplina com esse nome, solução de curto prazo, que tem como mérito o início do ensino desses conteúdos e como viés o fato de não garantir a apropriação dessa nova tecnologia no cotidiano de todo o curso, de forma consciente e interdisciplinar, envolvendo todas as áreas e matérias. A marca do segundo momento é o processo de transição para a reformulação de metodologias de ensino para todas as disciplinas, usando o computador como instrumento de criação, produção e comunicação.

Neste processo de informatização dos cursos de arquitetura e de engenharia duas questões se apresentam. A primeira diz respeito ao confinamento dos laboratórios, prática que deve ser evitada, que limita seu funcionamento ao mesmo raciocínio das salas de aula tradicionais, ou seja, as aulas são oferecidas em laboratório sem previsão de tempo para as atividades de ensaio, experimentação e apoio ao desenvolvimento dos trabalhos dos alunos, relativos às diversas matérias ao longo do curso. Essa utilização dos laboratórios envolve a abordagem dada às disciplinas específicas de Informática aplicada à Arquitetura e à Engenharia assim como sua utilização pelas outras disciplinas do curso.

O uso da informática nos cursos de arquitetura e de engenharia foi iniciado através de disciplinas específicas e isoladas, cujos programas abordam o uso dos equipamentos e programas ligados ao exercício profissional. Os laboratórios são normalmente utilizados como sala de aula. Além disto, os laboratórios não devem se limitar às disciplinas específicas. O uso da informática requer o envolvimento do estudante em todas as atividades práticas, para que possa experimentar a aplicação dos conhecimentos, competências e habilidades.

A segunda questão está relacionada ao ensino tutorial dos aplicativos gráficos, novamente uma prática a ser evitada. É claro que um curso de arquitetura e urbanismo tem como objetivo capacitar o aluno na utilização de equipamentos e programas aplicáveis ao seu trabalho profissional. Entretanto, mais importante é criar ou desenvolver no aluno uma visão crítica sobre o uso da informática na arquitetura e no urbanismo. Na utilização dos computadores deve-se ter sempre uma consciência crítica. Não se deve apenas ensinar a utilizar um programa, mas desenvolver uma reflexão sobre ele e sobre seu constante aprimoramento.

O ensino deve privilegiar os conceitos e não os comandos. O aluno deve entender a tarefa a ser executada, inserida em todo o universo da cadeia produtiva, e não somente o comando disponível em determinado programa. Toda ferramenta pressupõe uma maneira mais eficiente de utilização. No desenho manual, cada técnica tem seu processo diferenciado. Não se pode, portanto, adotar a mesma metodologia tradicional de desenho e de projeto quando se utiliza o computador. Não é adequado usar a tela do monitor de vídeo como uma prancheta e nem o *mouse* como um lápis. Deve-se entender a natureza e o raciocínio de cada programa gráfico e trabalhar o modelo do objeto arquitetônico, adotando mais o conceito de modelar com o

computador, ao invés de desenhar no computador. Este ensino baseado no pensamento do desenho manual pode ter contribuído para a formação de profissionais incapazes de explorar as potencialidades dos novos aplicativos gráficos, principalmente nas questões que envolvem a comunicação gráfica entre profissionais.

Oliveira & Victor (2000) investigaram os currículos mínimos dos cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo através da análise documental histórica e legal, especificamente relativa ao ensino da representação gráfica e as novas tecnologias. Apontaram que o currículo mínimo de Arquitetura e Urbanismo, vigente entre 1969 e 1995, caracterizava-se pela desvinculação do ensino de desenho do ensino de planejamento-projeto, “ambos, entretanto, impregnados, ao menos na teoria, dos princípios originais de interdisciplinaridade”. Na reestruturação curricular implantada a partir de 1996 (Brasil, 1994), o desenho é alocado como Matéria de Fundamentação, passando a abranger todos os meios de expressão e representação. Entretanto, a Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo estava inserida como Matéria Profissional. Para as autoras, o texto legal considerava a representação gráfica desenvolvida por meio da informática como uma exceção, como outra matéria, estando à parte do desenho e não como parte dele. Hoje se sabe que a informática trouxe uma alteração substancial no desenho e na representação gráfica da arquitetura, bem como nos processos de projeto. No texto da comissão de especialistas em Arquitetura e Urbanismo da Secretaria de Ensino Superior do MEC, em 1998 (Brasil, 1998), é estabelecido um novo currículo mínimo. Nela o termo “Matérias” é substituído por “Conhecimentos” e reconhece o Desenho envolvendo modelos e imagens virtuais, reparando-se a incoerência anterior. Assim o Desenho retoma o lugar como a ciência da expressão e representação gráfica, seja ela artística ou técnica, tradicional ou com o uso de novos meios.

É preciso ter em mente que, seja qual for o seu uso, o computador não substitui o profissional. Ele é somente uma ferramenta bastante útil que faz o trabalho repetitivo que é passível de ser programado. Ainda não se tem, a um custo razoável, inteligência artificial que possa criar um projeto arquitetônico e que possa lançar uma estrutura. A criação ainda é particularidade do homem. Os projetos de instalações – elétricas, hidráulico-sanitárias, de telefonia, de ar-condicionado - também podem ser desenvolvidos através de programas que facilitam o desenho e já trazem várias bibliotecas com todos os elementos e símbolos necessários para a composição do projeto. Rotinas de cálculo analisam a eficiência da instalação e sugerem modificações. Listas de materiais são automaticamente feitas. Mas, o lançamento de cabos, tubos e peças é tarefa do engenheiro. É seu conhecimento e experiência que farão, com o auxílio do programa, um projeto eficiente e viável economicamente. A execução da obra foi também muito beneficiada com a era da informática. Softwares de orçamento, planejamento e acompanhamento de obra, corte e dobra de aço, proporcionam rapidez e redução de desperdícios.

Acredita-se que, se toda essa tecnologia for utilizada com consciência e da maneira correta, existe ganho em vários pontos. Do lado da engenharia, se ganha em rapidez de execução, economia de material, a tão falada qualidade, redução de re-trabalho. Do ponto de vista de usuários, em segurança porque ocorrem menos erros. Entretanto, é fundamental conscientizar os estudantes de que o computador nada mais é que uma ferramenta útil para agilizar o desenvolvimento do seu trabalho.

2.2. O ensino da computação gráfica na Universidade FUMEC

Em relação ao ensino de computação gráfica nas escolas de engenharia civil de Belo Horizonte, sabe-se que não existe um padrão. Algumas faculdades adotam uma disciplina

obrigatória, mas com carga horária pequena e outras oferecem aos alunos uma disciplina optativa. O que parece acontecer é que os cursos mais antigos, que nasceram com carga horária total do curso alta, foram obrigados, em função de mudanças de diretrizes curriculares, entre outros motivos, a reduzir drasticamente suas matrizes curriculares. Como a oferta de cursos extra-universidade é grande, vários alunos já ingressam no curso de engenharia com algum conhecimento; fazendo assim com que as coordenações de cursos optem por colocá-la como optativa. No entanto, isto causa a distorção de permitir que alguns estudantes terminem o curso sem conhecimento mínimo do assunto.

Na Universidade FUMEC, onde os autores lecionam, a disciplina Desenho Informatizado Aplicado à Engenharia é optativa e atente aos cursos de engenharia Ambiental, Civil e de Produção/Civil. Pode ser feita a partir do segundo período, já que tem como pré-requisito a Computação na Engenharia – esta obrigatória – na qual o aluno tem noções de algoritmos, programação, banco de dados, etc. Para o curso de arquitetura e urbanismo são oferecidas três disciplinas que abordam a computação gráfica aplicada: Informática Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo (1º período), Desenho Informatizado (4º período) e Softwares Aplicados à Arquitetura e ao Urbanismo (optativa).

A Universidade FUMEC adota uma solução acadêmica da Autodesk, que faz com que a última versão do Autocad® esteja sempre disponível. As disciplinas acontecem em laboratório com computadores compatíveis e buscam capacitar os alunos para construir modelos bi e tridimensionais, com eficiência e de maneira adequada, utilizando ao máximo as potencialidades do software, com discussão sobre o protótipo adotado, orientando o aluno a raciocinar a respeito do uso de layers e da escolha de cores. O Autocad® foi escolhido por ser o software CAD mais utilizado pelos escritórios de Arquitetura e Engenharia de Belo Horizonte, mas o aluno é informado da existência de outros programas, mostrando a ele a importância de compreender a lógica dos comandos e não somente decorar a seqüência de teclas. Desta maneira, a faculdade busca preparar o aluno para o mercado de trabalho.

No que diz respeito aos programas de cálculo estrutural, existe uma disciplina obrigatória de nome Introdução ao Método dos Elementos Finitos, na qual a técnica de solução de estruturas é estudada, inclusive com o uso de um programa didático. Apesar da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade da FUMEC possuir licenças de um software comercial de cálculo, dimensionamento e detalhamento de edifícios, ele não é utilizado em nenhuma das disciplinas da matriz curricular do curso de engenharia, em função de, pelo menos, dois motivos. O primeiro é a carga horária justa das disciplinas de estruturas, tanto em concreto armado quanto em aço. O segundo é a necessidade de apresentar ao aluno os fundamentos teóricos do cálculo e inculcar nele o “sentimento” da coerência ou não dos resultados. Calculando manualmente cada peça – laje, viga e pilar – espera-se que o aluno adquira, paulatinamente, sensibilidade em relação às cargas atuantes em cada ambiente, os esforços que estas cargas produzem e as armaduras necessárias para combatê-los. Usando um programa com alto grau de automatização, suspeita-se que o aluno – aprendiz de calculista - possa ter excessiva confiança no software e não perceber erros de entrada de dados ou da escolha de um modelo virtual que não represente a estrutura real. Para que os alunos tomem conhecimento da existência deste tipo de programas, palestras são ministradas para os formandos, geralmente na disciplina Supervisão de Estágio que busca sempre colocar o aluno em contato com o mercado de trabalho.

3. METODOLOGIA

Esta seção do artigo apresentará a metodologia adotada nesta pesquisa, dividindo-a em duas etapas.

Numa primeira etapa, a pesquisa investiga como os profissionais envolvidos nos projetos de arquitetura e de estruturas utilizam a tecnologia CAD. Os primeiros resultados indicam evidências de que o uso das ferramentas informáticas tem acompanhado o raciocínio utilizado na época da cópia heliográfica, caracterizando uma subutilização das potencialidades que os sistemas CAD oferecem.

Numa segunda etapa, partindo das evidências encontradas, a pesquisa passa a se interessar pela identificação de procedimentos para a elaboração e/ou compatibilização dos projetos que contribuam positivamente, ou não, para a qualidade da comunicação gráfica entre os profissionais parceiros.

3.1. Primeira etapa

A início da primeira etapa da pesquisa tratou de uma revisão da bibliografia sobre o tema em estudo. O levantamento das referências bibliográficas foi feito em bibliotecas, universidades, anais de congressos e seminários, nacionais e internacionais, e internet. Em seguida partiu-se para a organização, classificação, leitura e fichamento das referências encontradas.

Em função da pluralidade apontada pela revisão da literatura e pela característica multidisciplinar do grupo, houve a necessidade de estudos práticos e aprofundados de alguns aplicativos atualmente usados no mercado profissional. Procedeu-se à análise do histórico do ensino e da utilização dos programas de cálculo estrutural, em Belo Horizonte. A seguir, optou-se por uma simulação, onde foi possível a demonstração e a avaliação da comunicação entre projeto de Arquitetura e de Estruturas. Analisou-se um projeto de arquitetura elaborado no AutoCAD e simulou-se a entrada de dados do referido projeto no programa de cálculo estrutural CypeCAD® disponível na Universidade FUMEC. O CypeCAD® é um programa para cálculo estrutural de edifícios, desenvolvido por uma empresa espanhola, de engenharia, que criou suas próprias ferramentas computacionais para auxílio nos projetos.

Após essa simulação da comunicação entre um projeto de Arquitetura e de Estruturas, buscou-se estabelecer o universo a ser pesquisado. Este universo é composto pelos profissionais, de Arquitetura e Engenharia, a serem entrevistados através de um questionário interessado em coletar dados acerca da metodologia e rotinas de trabalho. A grande questão neste momento era como e onde buscar dentro da cidade de Belo Horizonte, profissionais que pudessem não só responder aos questionamentos levantados, mas também representar a sistemática atual de comunicação gráfica no mercado de construção civil.

Para obtenção dos dados da população a ser pesquisada, foi escolhido o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Minas Gerais, CREA-MG, uma vez que este é o órgão oficial de registro das atividades deste grupo de profissionais. Sendo assim, representa uma fonte confiável e legal. Em função do tempo e do número de bolsistas disponíveis, após uma reunião com funcionários do Conselho, tomou-se a decisão de estudar aqueles profissionais que registraram seus projetos, via ART (Anotações de Responsabilidade Técnica), nos últimos três anos, a saber, de junho de 2004 a junho de 2007. Foram considerados, ainda, apenas projetos de edificações em Belo Horizonte, com as finalidades 34900 (conjunto comercial), 34480 (construção em alvenaria para fins comerciais), 34450 (construção em alvenaria para fins residenciais), 34501 (construção em estrutura metálica para fins comerciais), 34471 (construção em estrutura metálica para fins residenciais), 34500 (construção mista para fins comerciais), 34470 (construção mista para fins residenciais).

Tomou-se o cuidado de solicitar que fossem listadas somente as ARTs dos projetos de arquitetura registradas por arquitetos e as dos projetos estruturais registradas por engenheiros civis. Vale salientar que a equipe foi prontamente recebida pelos funcionários do CREA-MG que atendeu com solicitude o pedido feito. Os dados foram gerados pela Superintendência de

Tecnologia e entregues em CD, em dois arquivos formato texto, de fácil transferência para planilhas eletrônicas do MS Excel®. Cada arquivo contém os dados: Nome do Profissional, Carteira, Endereço, Bairro, Cidade, UF, CEP, DDD, Telefone, Endereço eletrônico, Nº ART, Data Pagamento, Finalidade, Área da construção. Foram ordenados primeiramente por finalidade, em seguida pelos nomes dos profissionais, em ordem alfabética, e, finalmente, pela data de pagamento das ARTs. A listagem informa que 1062 ARTs de projetos de arquitetura foram registradas, por 432 arquitetos, e 2082 ARTs de projeto estrutural, por 575 engenheiros civis. (Figura 2)

Em seguida foi elaborado um questionário para buscar identificar características e procedimentos comumente usados na comunicação entre os profissionais parceiros, na tentativa de confirmar a hipótese do trabalho. Após a aplicação desse questionário, as informações foram coletadas e organizadas para análise. Com a organização dos dados coletados foi possível identificar procedimentos adotados pelos arquitetos e pelos engenheiros na comunicação entre eles, considerados “mais adequados” ou “menos adequados”. Os primeiros resultados indicam que, no grupo entrevistado, há evidências de que o uso das ferramentas informáticas tem acompanhado o raciocínio utilizado na época da cópia heliográfica. Aparentemente, não foram encontrados procedimentos que facilitem e tornem eficaz a relação e a comunicação entre os projetos, gerando conflitos, re-trabalho e atrasos.

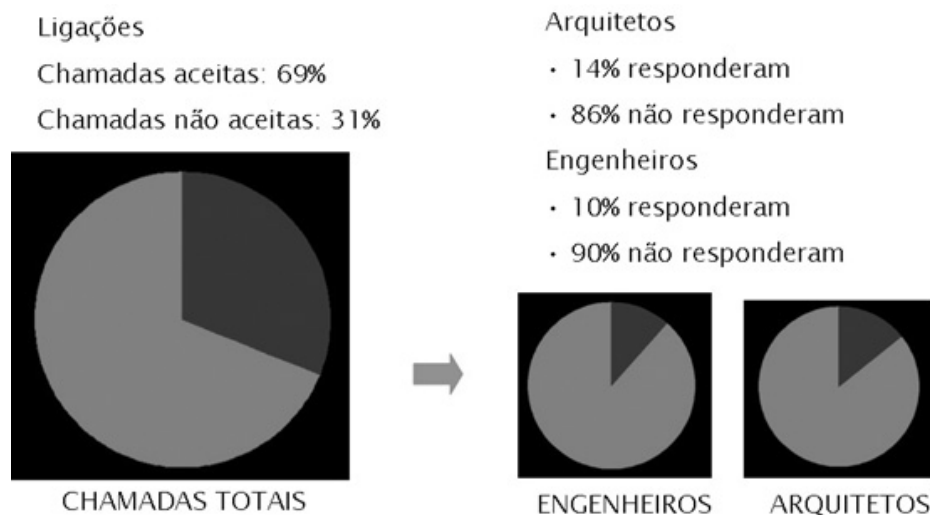


Figura 2 - Número de profissionais contatados e o número de profissionais que responderam ao questionário

3.2. Segunda Etapa

Na segunda etapa buscou-se uma revisão bibliográfica complementar a fim de gerar um arcabouço conceitual e teórico como subsídio para o argumento da pesquisa. O levantamento das referências bibliográficas, a exemplo da etapa anterior, também foi feito em bibliotecas, universidades, anais de congressos e seminários, nacionais e internacionais, e internet. Em seguida partiu-se para a organização, classificação, leitura e fichamento das referências encontradas.

Nesta segunda etapa o interesse foi identificar o percentual de procedimentos considerados “mais” ou “menos” adequados, bem como os respectivos profissionais – arquitetos e engenheiros - anteriormente entrevistados. Consideraram-se, para tal, apenas as perguntas do questionário aplicado na primeira etapa, que respondessem diretamente aos pressupostos da pesquisa. Esta organização gerou uma tabela (Figura 3) que permitiu extrair,

numa leitura imediata, os profissionais com maior ou menor recorrência de procedimentos considerados “mais” ou “menos” adequados.

Figura 3 - Tabela para análise dos dados dos estudos de caso

Após essa sistematização dos dados extraídos do questionário da primeira etapa e sintetizados na tabela, buscou-se avaliar quais profissionais identificados seriam objeto de investigação. Ainda que as escolhas destes profissionais tenham sido amparadas pelos dados estatísticos gerados pela tabela, optou-se pela metodologia de pesquisa organizacional qualitativa. “Na pesquisa qualitativa, o pesquisador é necessariamente envolvido na vida dos sujeitos, visto que seus procedimentos baseiam-se em conversar, ouvir e permitir a livre expressão dos interlocutores. Tais procedimentos acabam por resultar num certo clima de informalidade, e o simples fato de os sujeitos poderem falar livremente a respeito de um tema sem obedecer a roteiros rigidamente determinados, ou responder a um questionário, colabora para diminuir o distanciamento entre pesquisador e pesquisados” (Oliveira, 2005).

Como modalidade de pesquisa qualitativa, optou-se pelo estudo de caso, indicado para situações em que se pretende investigar as principais características de procedimentos operacionais. Na ocasião da submissão deste artigo para o COBENGE 2008, a pesquisa encontra-se nesta etapa dos trabalhos. Entretanto, na apresentação do trabalho no referido evento, serão apresentados resultados dos estudos de caso a serem realizados em seis empresas, considerando-se três com maior recorrência de procedimentos considerados “mais adequados” e outras três com recorrência de procedimentos considerados “menos adequados”. Esta seleção obedece a uma situação típica do estudo de caso, caracterizada como “caso extremo” e, portanto, podendo ser considerada de maneira não estatística.

Segundo Yin (2001), as habilidades básicas desejáveis para um pesquisador realizar um estudo de caso são: capacidade de fazer boas perguntas e interpretar as respostas; ser bom ouvinte e não ser enganado por suas próprias ideologias e preconceitos; adaptabilidade e flexibilidade, de forma que as situações recentemente encontradas possam ser vistas como oportunidades, e não como ameaças; total domínio das questões que estão sendo estudadas; e imparcialidade com relação a noções preconcebidas, incluindo aquelas que se originam de uma teoria. Dessa forma, o pesquisador deve ser sensível e estar atendo a provas contraditórias.

A partir deste entendimento, optou-se por realizar uma “entrevista piloto” em um escritório de projetos de arquitetura, a fim de desenvolver as habilidades acima relacionadas, tanto para os professores pesquisadores, quanto para os alunos bolsistas. Escolheu-se um escritório no qual os profissionais estão habituados a lidar em sua rotina de trabalho com a comunicação com os parceiros dos projetos complementares – estrutura, hidráulico/sanitário e elétrico, na busca pela compatibilização destes projetos. Considerando-se que os alunos bolsistas serão os responsáveis por visitar os escritórios selecionados como estudo de caso, esta “entrevista piloto” pretendeu orientar tais alunos na abordagem do objeto da pesquisa, desenvolvendo as habilidades necessárias para uma maior aproximação entre pesquisador e pesquisados.

Os resultados da experiência piloto já se revelam satisfatórios como ferramentas para criação de procedimentos norteadores para as visitas nos Estudos de Caso, além de apontarem novos ruídos de comunicação entre os profissionais parceiros. Numa amostra mais representativa, outras recorrências poderão orientar procedimentos que maximizem o potencial da ferramenta como instrumento de comunicação entre parceiros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS

Esta pesquisa procura apresentar um diagnóstico da situação atual da comunicação gráfica existente entre profissionais parceiros durante a elaboração dos projetos de uma edificação. Apresenta também suas deficiências e eficiências a partir de uma análise crítica do potencial de utilização dos aplicativos CAD por profissionais do mercado da construção civil, e de um levantamento inicial de possibilidades metodológicas que explorem este potencial.

Acredita-se que este estudo possa repercutir na metodologia de ensino nas escolas de arquitetura e engenharia, contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas e beneficiar tanto os profissionais quanto a academia.

Agradecimentos

À FUNADESP - Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular, ao Mestrado em Construção Civil e à Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC, pelo apoio financeiro e logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Cursos de Arquitetura e Urbanismo**: Diretrizes Curriculares Gerais – Portaria no. 1770, de 21/12/1994. Brasília, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Superior. **Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Arquitetura e Urbanismo (DCAU-98)**. Brasília, 1998 (versão do dia 04/12/98).

COUTINHO, H.J.S.; QUEIROZ, R. **Aprendizado de Geometria Descritiva Auxiliado por Computação Gráfica - Animação**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, Minas Gerais, 2000, Anais: CD-ROM.

FABRÍCIO M.M., MELHADO, S.B. **Impactos da tecnologia da informação no conhecimento e métodos projetuais**. In: SEMINÁRIO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2002, Curitiba.

FABRICIO, M.M., MELHADO, S.B. **Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: ARQUITETURA E URBANISMO: TECNOLOGIAS PARA O SÉCULO XXI. Anais: FAU-USP, São Paulo, 1998

GOMEZ, L.A. *et al.* **Modelos em VRML auxiliando no processo de ensino aprendizagem do desenho técnico**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE INFORMÁTICA NO ENSINO DA ARQUITETURA, 1., SEMINÁRIO NACIONAL DE INFORMÁTICA NO ENSINO DA ARQUITETURA, 4., 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 1998. 1CD.

HARRIS, A.L.N.C. **A utilização da Web no apoio ao ensino de Desenho na Arquitetura**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE INFORMÁTICA NO ENSINO DA ARQUITETURA, 1., SEMINÁRIO NACIONAL DE INFORMÁTICA NO ENSINO DA ARQUITETURA, 4., 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 1998. 1CD.

JACOSKI, C.A. **Integração e interoperabilidade em projetos de edificações - uma implementação com IFC/XML**. 2003. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

MENEZES, A. **Multimídia Interativa para o ensino de Desenho Arquitetônico**. In: X CONGRESSO IBEROAMERICANO DE GRÁFICA DIGITAL, 2006, Chile, Universidad de Chile

OLIVEIRA, M. M. P. de; VICTOR, C. L. A base legal e o ensino de desenho frente às novas tecnologias. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 4., SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., 2000, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2000. 1CD.

OLIVEIRA, O. J. **Modelo para gestão de pequenas empresas para projetos de edificações**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) Programa de Pós-Graduação Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica USP, São Paulo.

PETRECHE, J.R.D.; GRAÇA, V.A.C. *et al.* **O uso de animação como ferramenta de ensino-aprendizado vinculado ao processo de abstração geométrica**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 4., SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., 2000, Ouro Preto. Anais. Ouro Preto: UFOP, 2000. 1CD.

SOUZA, L.I.G.; FÁVERE, L.M.F.; **A geometria descritiva como modelagem da realidade**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 4., SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., 2000, Ouro Preto. Anais. Ouro Preto: UFOP, 2000. 1CD.

TEIXEIRA, F.G.; SILVA, R.P. *et al.* **Ambiente de aprendizagem hipermídia para geometria descritiva**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 4., SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., 2000, Ouro Preto. Anais. Ouro Preto: UFOP, 2000. 1CD.

ULBRICHT, V.R.; MATTIA, R.; **O ensino da projeção cilíndrica ortogonal utilizando a hipermídia.** In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE INFORMÁTICA NO ENSINO DA ARQUITETURA, 1. , SEMINÁRIO NACIONAL DE INFORMÁTICA NO ENSINO DA ARQUITETURA, 4., 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 1998. 1CD.

USUDA, F. **A integração do projeto estrutural e projetos associados,** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001-2004.

GRAPHIC COMMUNICATION BETWEEN PROFESSIONAL PARTNERS IN BUILDING DESIGN IN THE DIGITAL AGE: GUIDELINES FOR THE TEACHING OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

***Abstract:** This article presents a research in development at the University FUMEC (Belo Horizonte, Brazil) in order to identify guidelines that contribute to the minimization of failures in graphic communication between professional partners in the building design. The expectation is that since these guidelines are identified, it could be possible a systematization of some procedures aimed to improving graphic communication in building design and / or compatibility of various projects in the processes of planning and construction of buildings. As a first step, the research investigates how the professionals involved in projects of architecture and structures are using CAD technology. The first results show evidence that the use of software tools has followed the reasoning used at the time of heliographic copy, featuring an underspending of the potential that the CAD systems offer. In a second stage, from the evidence found, the search becomes an interest in identifying procedures for the preparation and / or compatibility of the projects that contribute positively or not, for the quality of graphic communication between the professional partners. The final product being created will consist of guidelines for identifying and minimizing the gaps in graphic communication between the professional partners, allowing the systematization of procedures to improve communication in developing and / or compatibility of various projects, aimed at better efficiency of processes planning and construction of buildings*

***Key-words:** Architectural drawings, CAD, Building design, Architectural design, Structural design*