



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO

Regina C. Ruschel (1); Márcio M. Fabricio (2)

(1) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas – e-mail: regina@fec.unicamp.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil – e-mail: marcio@sc.usp.br

RESUMO

Muito se discute em eventos da ANTAC, no Grupo de Gestão e Economia da Construção, sobre como incluir na formação do engenheiro civil e arquiteto o tema Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Neste contexto em 2007 o Programa de Pós-graduação (PPG) em Engenharia Civil da FEC-UNICAMP e Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismos da EESC-USP ofereceram conjuntamente a disciplina de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil & Gestão de Projeto. A disciplina foi desenvolvida como uma pesquisa-ação, sendo ministrada de forma simultânea nos dois programas por meio de ferramental de ensino a distância. Os tópicos de TIC abordados foram: controle pró-ativo de projeto e obra, ferramentas de gestão de projeto, ambientes colaborativos e *Building Information Modeling* (BIM). Foram realizadas cinco videoconferências com pesquisadores brasileiros especialistas em cada um dos temas abordados. As videoconferências sempre interligavam três pontos: UNICAMP, EESC-USP e a cidade do palestrante. A experiência demonstrou ser viável a aproximação entre PPGs pelo ensino a distância e aponta limites das tecnologias de comunicação síncronas utilizadas. O modelo utilizado de inclusão de uma disciplina específica para introdução ao tema também comprovou ser apropriado para o contexto de pós-graduação e estimulou o desenvolvimento de pesquisas de mestrado no tema pelos alunos envolvidos.

Palavras-chave: tecnologia da informação e comunicação, construção civil, ensino a distância.

ABSTRACT

Much is discussed at scientific meetings of ANTAC, by the Work Group of Management and Economy in Building Construction, about the inclusion of Information Technology and Communication in the formation of civil engineers and architects. Therefore, the Graduate Program of Civil Engineering of FEC-UNICAMP and the Graduate Program of Architecture of EESC-USP offered together a course of Information Technology and Communication in Building Construction & Project Management. The course was developed as an action research and was offered simultaneously by both programs using distance education resources. The topics of TIC developed during the course were: active control of project and construction; management tools, collaborative environments and Building Information Modeling (BIM). Five videoconferences were realized with Brazilian specialist in these selected topics. The videoconferences always connected three points: UNICAMP, EESC-SP and the site of the specialist. This experience demonstrated be viable for the relation strengthening of graduate programs, however points out limits in the synchronous communication technology used. The inclusion of an introductory course in TIC proved to be appropriate for the motivation of research choices by the involved students.

Keywords: information technology and communication, building construction, distance education.

1 INTRODUÇÃO

Nos eventos do Grupo de Trabalho de Gestão e Economia da Construção da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC) muito se discute sobre a inclusão de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na formação do engenheiro civil e do arquiteto brasileiro. Discute-se quando e como fazê-lo. Este artigo aborda esta questão. Este artigo apresenta uma iniciativa de aproximação de dois Programas de Pós-graduação por meio de duas disciplinas motivada pelo desenvolvimento do Projeto Temático FAPESP¹ - **O processo de projeto em arquitetura - da teoria à tecnologia** - desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, Escola de Engenharia de São Carlos da USP e Escola Politécnica também da USP.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar e avaliar uma experiência de ensino que propõe a aproximação de Programas de Pós-Graduação (PPG) por meio de tema TIC no contexto de Gestão e Economia da Construção e assim experimentar um formato específico de introdução do tema na formação de engenheiros civis e arquitetos.

3 METODOLOGIA

Este experimento teve o formato de uma pesquisa-ação, pois trata de uma tentativa continuada, sistemática e empiricamente fundamentada de aprimorar uma prática. Tripp (2005, p. 445-446) reconhece a pesquisa-ação como um tipo de investigação-ação e sendo assim segue o ciclo onde: “Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação.” Estas quatro fases foram executadas e serão apresentadas a seguir.

3.1 Planejamento da disciplina

A disciplina foi planejada da seguinte forma. Seria ministrada conjuntamente por dois programas de pós-graduação de forma simultânea e a distância ocorrendo ocasionalmente encontros presenciais entre os participantes. Escolheu-se abordar quatro temas: controle pró-ativo de obras e projeto, gestão de projeto, ambientes de colaboração e *Building Information Modelling* (BIM). Os quatro temas foram escolhidos e ministrados nesta seqüência com o intuito de abordar TIC do amplo para o específico. A seguinte dinâmica foi proposta: para cada tema convidar-se-ia um pesquisador brasileiro especialista para ministrar uma vídeo-conferência, anteriormente a cada vídeo-conferência os participantes fariam leitura e discussão de artigos específicos que tratavam do assunto, após esta preparação os alunos desenvolveriam trabalhos acadêmicos. A decisão do que deveria ser produzido, e como, seria feita em comum acordo com os alunos participantes. Duas aulas presenciais foram planejadas com o objetivo de sociabilizar o grupo e discutir o desenvolvimento da disciplina. Uma avaliação de satisfação sobre a experiência foi planejada para o final de disciplina.

3.2 Temas da TIC abordados

3.2.1 Controle Pró-ativo de obra e projeto

Por controle pró-ativo subentende-se a antevisão dos problemas que poderão vir a ocorrer, a fim de propiciar a tomada de ações corretivas e não somente paliativas (SOIBELMAN; GARRETT JR.; JAMES, 2005). Segundo estes autores esta área de pesquisa surgiu a partir da necessidade de se obter maior controle sobre as atividades desenvolvidas no canteiro de obras e maior integração entre os coordenadores de projeto e os gerenciadores de obras. Para que o controle pró-ativo ocorra na obra é necessário coletar dados em diferentes momentos e freqüências, por meio de diferentes modalidades incluindo pessoas e/ou sensores em vários níveis de precisão. A coleta de dados deve ser efetuada durante todo o ciclo de vida da construção e estes dados devem ser transformados em informação útil

¹ FAPESP Processo 04/15737-0

no momento apropriado. Para tal é necessário pesquisa e desenvolvimento na área de sensores, modelagem de dados, análise, simulação, tomada de decisão, visualização e interface homem-máquina.

Três artigos foram selecionados para leitura e discussão. Akinci *et al* (2006) propõe um formalismo para utilização de sistema de sensores integrado ao modelo do projeto para se efetuar controle ativo de qualidade. O formalismo proposto é composto de cinco processos principais: transformação do modelo de projeto, a identificação de metas de inspeção, planejamento de atividades de inspeção, coleta de dados *as-built* e análise dos dados visando o controle da qualidade. Navon (2005) apresenta vários exemplos de automação para o controle de desempenho na construção civil que incluem: produtividade de trabalhadores, produtividade de movimentação de terra, gerenciamento de estoque e controle de segurança. Brilakis, Soibelman e Shinagawa (2006) apresentam um método para a classificação e coleta de imagens de obras. Segundo os autores grande quantidade de fotografias é coletada diariamente numa obra e a forma tradicional de se organizar e se consultar estas imagens não são úteis para o controle ativo de obras. Este fato os motivou a desenvolver uma forma automatizada de coleta e classificação imagens da construção civil.

3.2.2 Gestão de Projeto

Os empreendimentos de edifícios contemporâneos são caracterizados por sua singularidade e complexidade, configurando segundo Amorim (1996), uma indústria de protótipos, organizados para produzir produtos diferenciados. Assim, a produção na indústria de construção se organiza segundo uma lógica de projetos particular na qual co-habitam problemas singulares e diferenciados a cada novo empreendimento, com soluções tecnológicas e construtivas padronizadas (JOUINI; MIDLER, 1996). Nesse contexto a capacidade de desenvolver novos projetos é fundamental para indústria da construção.

A gestão do processo de projetos se caracteriza pelas atividades de planejamento, organização, direção e controle, envolvendo a definição do programa, a montagem e condução da equipe de projetistas do empreendimento, bem como a integração do projeto com a obra. A problemática da gestão do processo de projeto é cada vez mais atual devido à contínua ampliação da complexidade dos empreendimentos de construção e a consequente subdivisão e especialização dos projetos em um número crescente de especialidades e intervenientes.

Foram adotados como bibliografia de referência o livro Gestão e Coordenação de projetos (MELHADO *et. al.* 2006) e dois capítulos da tese de livre docência do Prof. Silvio Melhado (MELHADO, 2001). Através dessas referências, das aulas e da palestra do autor por vídeo conferência o tópico de gestão e coordenação de projetos abordou a necessidade de uma gestão eficiente do processo de projeto e da colaboração entre os projetistas envolvidos. Foram discutidos modelos de colaboração, bem como os conceitos e práticas de coordenação de projetos versus compatibilização de projetos. Especial atenção foi dada às ações de divulgação e apoio aos profissionais envolvidos nos projetos e na coordenação de projetos, sendo destacado o papel de associações setoriais e de classe e os manuais de escopo de projetos, destinados a balizar a prática dos projetistas – <http://www.manuaisdeescopo.com.br/>.

3.2.3 Ambientes de Colaboração

Ambientes de colaboração são muito bem classificados e descritos por Nitithamyong e Skibniewski (2004). Estes autores denominam ambientes de colaboração como Sistemas de Gerência de Projetos Baseados na WEB (*Web-base Project Management Systems* – WPMS), que são sistemas eletrônicos de gerência de projeto conduzidos em *extranet* (rede privada que utiliza protocolos da internet para transmitir informação). Os WPMS são sistemas de acesso restrito ao time de projeto, provêem forma centralizada e segura de transmitir e armazenar informação de projeto, sendo que os dados são armazenados num servidor e utiliza-se um navegador WEB como porta para trocar informação se eliminando diferenças e limites geográficos. Quatro categorias de informação são armazenadas: de projeto, de desenho, de gerenciamento e financeira. Existem hoje três tipos de implementações de WPMS: customizada, pacote pronto e alugado. WPMS customizados são sistemas desenvolvidos especialmente para empresas. Alguns exemplos de pacotes prontos de WPMS são: Microsoft project 2002, P3e/c e SureTrak, Prolog Project Pack. WPMS do tipo alugado são desenvolvidos como uma APS (*Application Service Provider*), onde seu uso é cobrado mensalmente por projeto levando em

consideração número de usuários e espaço de armazenamento. Esta última categoria de WPMS é denominada por Nitithamyong e Skibniewski (2004) de PM-ASP.

Além do artigo acima citado, dois trabalhos que descrevem o desenvolvimento e/ou uso de ambientes de colaboração foram selecionados para leitura e discussão. Bläckblom, Ruohutula, e Björk (2003) apresentam um estudo empírico executado em 2002 sobre o uso de PM-ASP por empresas Finlandesas da construção civil. Scheer *et al* (2007) apresenta estudos de casos desenvolvidos no Brasil.

3.2.4 Building Information Modeling

Building Information Modeling (BIM) é uma abordagem de projeto, análise e documentação de edifícios (KRYGIEL; DEMCHAK; DZAMBAZOVA, 2007, p. 1-8). BIM está relacionado à gerência da informação em todo o ciclo de vida da edificação, abrangendo da concepção até a obra, incluindo sua pós-ocupação. O termo informação refere-se a qualquer dado do projeto incluindo: geometria, quantidades, especificações, custo, equipamentos e análise. Esta informação é ligada ao modelo geométrico da edificação, podendo ser compartilhada por múltiplas disciplinas, servindo como uma ferramenta centralizada de gerenciamento.

Cinco artigos foram selecionados para a leitura e discussão sobre o tema. Autodesk (2002), Cyon Research (2003), Bentley e Workman (2003) são *white papers* que apresentam propostas de ferramentas BIM. Tse, Wong, Wong (2005) apresentam um levantamento realizado na cidade de Hong Kong sobre o uso de BIM em escritórios de arquitetura. Fu *et al* (2006) apresenta os objetivos do projeto de pesquisa “*3D to nD Modelling*” financiado pela *UK's British Engineering and Physics Sciences Research Council* (EPSRC) focando no desenvolvimento de um visualizador IFC (*Industry Foundation Classes*) como uma interface holística para ferramentas de modelagem nD. IFC pode ser entendido como um tipo de especificação para modelagem de produto e processos da indústria de AEC. IFC é desenvolvido pela *International Alliance for Interoperability*² e também representado na linguagem EXPRESS.

3.3 Implementação

A disciplina foi oferecida no primeiro semestre de 2006/7 No PPG em Engenharia Civil da FEC-UNICAMP foi denominada Tecnologia da Informação na Construção Civil (IC072) e no PPG em Arquitetura e Urbanismo da EESC-USP foi denominada Gestão e Coordenação de Projetos (SAP5857). Trinta e um alunos participaram desta experiência, sendo que 12 eram do PPGEC-FEC/UNICAMP e 19 do PPGAU-EESC/USP. Foi utilizado o ambiente de aprendizado eletrônico TelEduc³ da UNICAMP como meio de comunicação e compartilhamento entre as duas turmas. Neste ambiente disponibilizava-se material de apoio (artigos e *links*), descrição das atividades, apresentação dos participantes. Também era possível o compartilhamento de informação entre participantes por meio da ferramenta Portfólio. Ferramentas de comunicação como fórum, correio eletrônico e *chat* também foram utilizadas.

Foram realizadas quatro videoconferências. Estas videoconferências foram realizadas utilizando-se salas de videoconferências da Faculdade de Educação da UNICAMP e da EESC-USP. Em cada videoconferência fazia-se ligação entre três pontos: as duas salas de videoconferência anteriormente citadas e um terceiro ponto, podendo este ser uma terceira sala de videoconferência ou até mesmo a sala do próprio professor palestrante. Todas videoconferências obedeceram a seguinte agenda: teste de comunicação UNICAMP-EESC/USP-3º.Ponto, apresentações, palestra, discussão e agradecimentos. Dependendo o programa executava-se uma discussão sobre o tema da videoconferência na aula anterior ou posterior a mesma. Os artigos apresentados na seção anterior formavam a base para as discussões.

A primeira videoconferência foi realizada em 16/03/2007 sobre o tema controle pró-ativo de projeto/obras e contou com a participação do pesquisador especialista no tema **Prof. PhD. Lúcio Soibelman** do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Carnegie Mellon University. Em

² <http://www.iai-international.org/>

³ <http://www.ead.unicamp.br/~teleduc>

sua aula abordou o uso de CAD4D, classificação de imagens e uso sensores como *Radio Frequency Identification Data* (RFID), códigos de barras, laser scanners, *Global Positioning System* (GPS). Esta videoconferência foi realizada entre os pontos: Campinas (UNICAMP), São Carlos (EESC-USP) e a sala do próprio professor em Pittsburg (Carnegie Mellon). A videoconferência foi gravada e está disponível no servidor de câmera web da Faculdade de Educação da UNICAMP⁴.

A segunda videoconferência foi realizada em 20/04/2007 sobre o tema gestão de projetos e contou com a participação do pesquisador especialista no tema **Prof. Dr. Silvio Burrattine Melhado** do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Em sua aula o professor abordou a importância, práticas e tendências na coordenação de projetos. Esta videoconferência foi realizada entre os pontos: Campinas (UNICAMP), São Carlos (EESC-USP) e a sala de videoconferência da Faculdade de Engenharia Elétrica da USP (São Paulo). A videoconferência foi gravada e está disponível no servidor de câmera web da Faculdade de Educação da UNICAMP⁵.

A terceira videoconferência foi realizada em 04/05/2007 sobre o tema ambientes de colaboração e contou com a participação do pesquisador especialista no tema **Prof. Dr. Sergio Scheer** do Setor de Tecnologia, Centro de Estudos de Engenharia da Universidade Federal do Paraná. Em sua aula o professor abordou a problemática e busca da integração de sistemas, apresentou ambientes virtuais em projetos, estudos de casos, pesquisas na área e tendências. Esta videoconferência foi realizada entre os pontos: Campinas (UNICAMP), São Carlos (EESC-USP) e a sala de videoconferência do Centro de Estudos de Engenharia da Universidade Federal do Paraná (Curitiba) (Figura 1). A videoconferência foi gravada e está disponível no servidor de câmera web da Faculdade de Educação da UNICAMP⁶.



Figura 1: Videoconferência sobre o tema Ambientes Colaborativos: (A) Slide do palestrante com imagem do professor no canto direito superior; (B) Imagem dos sites participantes e (C) Imagem da sala de videoconferência de Campinas

A quarta videoconferência foi realizada em 25/05/2007 sobre o tema BIM e contou com a participação do pesquisador especialista no tema **Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos** do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Em sua aula o professor apresentou definições sobre BIM, predecessores, o que é possível fazer com BIM, benefícios, padronização, IFC, IFD, produtos BIM e referências. Assim como na segunda videoconferência esta foi realizada entre os pontos: Campinas (UNICAMP), São Carlos (EESC-USP) e a sala de videoconferência da Faculdade de Engenharia Elétrica da USP (São Paulo). A videoconferência foi gravada e está disponível no servidor de câmera web da Faculdade de Educação da UNICAMP⁷.

Foram realizados dois encontros presenciais entre as duas turmas. Nestes encontros fazia-se uma discussão geral e uma visita técnica. O primeiro encontro foi realizado em 11/05/2007. Nesta ocasião discutiu-se com os alunos o processo de avaliação da disciplina: produtos a serem gerados, composição de grupos e formas de trabalho (Figura 2). Confirmou-se apresentações finais destes

⁴ <http://www.cameraweb.unicamp.br/video/videoformrm.php?video=eventos/fae/IC072160307.ram>

⁵ <http://www.cameraweb.unicamp.br/video/videoformrm.php?video=eventos/fae/IC072200407.ram>

⁶ <http://www.cameraweb.unicamp.br/video/videoformrm.php?video=eventos/fae/IC072040507.ram>

⁷ <http://www.cameraweb.unicamp.br/video/videoformrm.php?video=eventos/fae/IC072250507.ram>

trabalhos por meio de videoconferência. Também se realizou uma visita ao Laboratório de Prototipagem Rápida⁸ (LAPAC) da FEC-UNICAMP. Nesta visita os equipamentos foram apresentados assim como exemplo de maquetes desenvolvidas.

O segundo encontro presencial entre as turmas dos dois PPGs ocorreu em 18/05/2007. Nesta ocasião visitamos o Instituto Fabrica do Milênio e o Laboratório de Manufatura Avançada (NUMA) da Engenharia de Produção da EESC-USP, onde foi realizada uma palestra sobre desenvolvimento integrado de produto na indústria manufatureira e apresentados os projetos do referido laboratório. Também foram realizadas visitas aos grupos de pesquisa ARCHTEC, NOMADS, HABIS do departamento de arquitetura e urbanismo da EESC - USP onde foram apresentadas de forma sucinta as pesquisas em andamento. Por fim, realizou-se uma quinta videoconferência onde o tema Ambiente Colaborativo continuou sendo abordado (Figura 3). Esta videoconferência interligou dois sites: EESC-USP (São Carlos) e UFMG (Belo Horizonte). Nesta ocasião o **Prof. Dr. Eduardo Arantes** apresentou o ambiente de colaboração em desenvolvimento pelo seu grupo de pesquisa. Esta videoconferência não utilizou salas de videoconferência específicas e sim salas comuns com acesso a internet. Utilizou-se aplicativos como Skipe e Netmeeting.



Figura 2: Primeiro encontro presencial: (A) Discussão sobre produtos de avaliação; (B) e (C) visita ao laboratório de maquetes e prototipagem (LAPAC) da FEC – UNICAMP.



Figura 3: Segundo encontro presencial: (A) e (B) Visita ao laboratório de prototipagem rápida no NUMA EESC USP e (C) Continuação da videoconferência sobre o tema Ambientes Colaborativos com UFMG

3.4 Descrição e avaliação

Ficou estipulado que os grupos seriam formados com membros do mesmo programa de pós-graduação, diferentemente da idéia original dos professores, onde se imaginava mesclar alunos entre os programas e fazer uso de ferramentas de comunicação e compartilhamento para o desenvolvimento de trabalhos. Ficou também estabelecido que cada grupo faria uma monografia com a revisão bibliográfica do tema escolhido e um estudo de caso ou exploratório sobre o mesmo tema. O estudo de caso ou exploratório deveria ser apresentado em forma de artigo.

Desenvolveu-se uma enquete para avaliar o nível de satisfação dos alunos com a pesquisa-ação. Cinco questões foram propostas: (1) O quanto inovadora você considera esta disciplina?; (2) Qual das

⁸ <http://www.fec.unicamp.br/~celani/lapac.htm>

videoconferências mais apreciou?; (3) Com quais das atividades você mais aprendeu?; (4) Qual dos temas abordados considerou mais inovador? e (5) O que você achou mais inovador nesta disciplina?

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Vídeo conferências realizadas

A realização das videoconferências foi o ponto chave desta experiência. Nos dias que antecediam cada videoconferência realizava-se pelo menos um teste de comunicação entre os sites que estariam participando. Participavam destes testes o palestrante, os professores da disciplina e técnicos de suporte das salas de videoconferência em uso. Estes testes consumiam tempo, principalmente quando um dos sites era uma sala comum. É necessário verificar restrições de comunicação e configurar equipamento. Também se fazia teste de visibilidade do conteúdo a ser apresentado. Após todas as videoconferências indagamos a opinião do conferencista, e todos expressaram que a experiência foi interessante, mas que se sentiram em certos momentos sozinhos enquanto estavam ministrando a aula. Isto ocorreu, pois enquanto o palestrante estava falando os microfones das salas que assistiam eram desligados.

4.2 Estudos de Caso

Sete estudos foram desenvolvidos pelos alunos. Destes estudos destacaram-se dois onde os artigos desenvolvidos foram aceitos para publicação em anais de eventos.

Jacomit *et al* (2007) desenvolveram um estudo preliminar que deverá subsidiar futuros estudos de campo sobre a aplicação de ferramentas que permitem a coleta de dados em tempo real (*Laser-scanner*, *Radio Frequency Identification Data* (RFID), *Global Positioning System* (GPS) e sensores) no contexto de pró-atividade no controle de obra no Brasil. Iniciou-se por uma revisão bibliográfica no tema da Tecnologia da Informação e Comunicação na construção civil (CC) e no seu refinamento referente ao controle pró-ativo de obra. Em seguida efetuou-se uma busca na web de representantes em âmbito brasileiro destas tecnologias. A seguir, desenvolveu-se um questionário para ser aplicado com as empresas selecionadas. As entrevistas foram realizadas por telefone com os representantes das empresas no segundo semestre de 2007. Da análise e interpretação dos dados coletados não se conseguiu detectar a presença da tecnologia RFID no setor da CC brasileira. Já a tecnologia GPS mostrou-se amplamente difundida com forte destaque à área de topografia. Os laser-scanners apresentaram uso consolidado, principalmente na geração de modelos as-built de edificações, plantas industriais e tubulações. Dentre as empresas consumidoras das tecnologias GPS e laser scanner, foram detectadas algumas construtoras usuárias desta tecnologia.

Camargo *et al* (2007) apresenta um estudo de caso da gestão e uso de TI no escritório que desenvolve e coordena projetos para a Unicamp; portanto, vinculado a um órgão público. A profunda revisão bibliográfica de temas como qualidade, gestão, desenvolvimento do processo e etapas de elaboração de projeto, assim como visitas ao escritório objeto de estudo, foram alguns dos elementos de apoio para o desenvolvimento deste trabalho. Desta forma, ao deparar-se com informações cruzadas entre estratégias de produção e as práticas e gestão de projetos, o estudo promoveu reflexão sobre a necessidade de integração estruturada das equipes de projeto e de obra, bem como sobre as barreiras geradas pelo descasamento entre a utilização eficiente de TI e as estratégias gerenciais adotadas pela organização.

4.3 Satisfação dos alunos

A enquete foi aplicada ao final da disciplina. Indagamos sobre quão inovadora⁹ consideravam a experiência e 64% dos alunos a caracterizaram como muitíssimo inovadora e 36% como muito inovadora. Com relação ao conteúdo, quando questionados sobre qual dos temas abordados consideraram mais inovador indicaram controle pró-ativo de projeto/obra seguido pelo tema BIM (Figura 4A). Ainda sobre o conteúdo ministrado perguntou-se qual videoconferência foi mais apreciada. Confirmou-se o interesse pelo tema controle pró-ativo de projetos/obras seguido pelos temas gestão de projeto e BIM (Figura 4B). Com relação ao oferecimento da disciplina se buscou conhecer a opinião dos alunos quanto a aspectos inovadores no programa sendo indicado o fato da disciplina ser ministrada simultaneamente e integrada em dois programas de pós-graduação e a realização de videoconferências (Figura 5A). Também se perguntou sobre o aprendizado com atividades realizadas, sendo que os alunos apontaram por melhor aproveitamento do conteúdo ministrado por meio de videoconferências, desenvolvimento de monografia e estudos de caso (Figura 5B). Observa-se que mesmo sendo o recurso de videoconferência uma tecnologia já conhecida e estabelecida seu uso no cotidiano desta disciplina de pós-graduação foi representativo para os alunos.

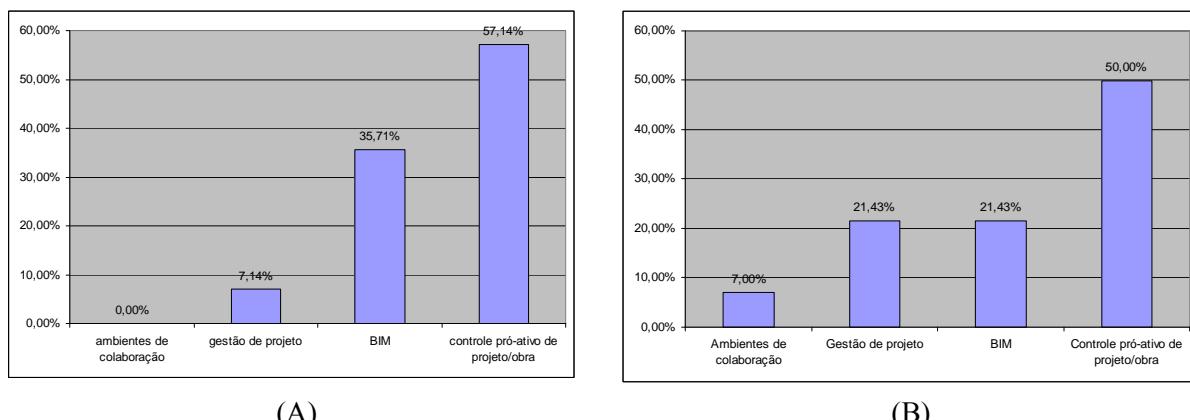


Figura 4: (A) Qual dos temas abordados considerou mais inovador? e (B) Videoconferências mais apreciadas

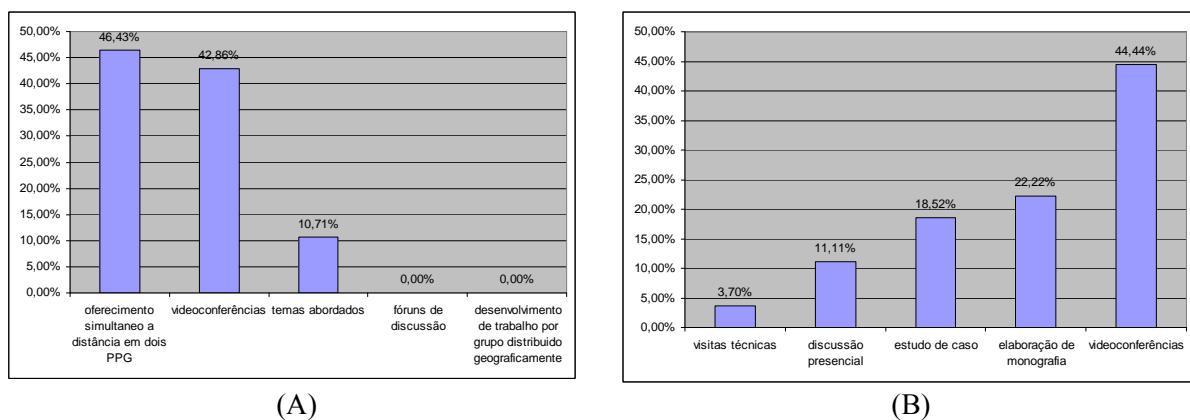


Figura 5: (A) Aspectos inovadores da disciplina e (B) Atividades com melhor aproveitamento em termos de aprendizado

⁹ O termo inovador nesta questão da enquete está relacionado ao perfil diferenciado da disciplina com relação às tradicionalmente ministradas nos PPGs envolvidos. Sendo assim, não está exclusivamente relacionado ao uso de videoconferência e de ambiente de ensino a distância, mas também ao fato de integrar dois PPGs, de possibilitar o contato direto com múltiplos especialistas e de envolver os alunos numa pesquisa ação.

5 LIÇÕES APRENDIDAS

O modelo utilizado de inclusão de uma disciplina específica para introdução ao tema comprovou ser apropriado para o contexto de pós-graduação e estimulou o desenvolvimento de pesquisas de mestrado no tema pelos alunos envolvidos. Dois temas discutidos destacaram-se no interesse pelos alunos: controle pró-ativo e BIM.

A experiência demonstrou ser viável a aproximação entre PPGs pelo ensino a distância e aponta limites das tecnologias de comunicação síncronas utilizadas. Numa reedição desta disciplina caso se queira ampliar o número de PPGs, i.e., número de sites participantes, deverá ser adotado outro esquema para videoconferências. As salas utilizadas restringem-se a ligar no máximo quatro sites.

REFERÊNCIAS

AKINCI, B.; BOUKAMP, F.; GORDON, C.; HUBER, D.; LYONS, C.; PARK, K. A formalism for utilization of sensor systems and integrated project models for active construction quality control. **Automation in Construction**, v. 15, n. 2, p. 124-128, March 2006.

AMORIM, S.L. Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.3, n.3, p.262-73. 1996.

AUTODESK. **Building Information Modeling**. San Rafael: Autodesk Inc, 2002.
<<http://www.autodesk.com/buildinginformation>>

BENTLEY, K.; WORKMAN, B. **Does the Building industry really need to start over? A response from Bentley to Autodesk's BIM/Revit proposal for the future**. Bentley System, Coorporated, 2003

CAMARGO, Diego ; MOSCOSO, R.M de C. ; STAUT, S.L.S. ; FABRÍCIO, Marcio Minto ; RUSCHEL, R. C. . A gestão do processo de projeto da coordenadoria de projetos (CProj-FEC) na UNICAMP. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. p. 1-10

CYON RESEARCH. **The Building Information Model: A Look at Graphisoft's Virtual Building Concept**. Bethesda: Cyon Research Corporation, 2003.

<<http://cyonresearch.com/News/tabid/58/newsid382/67/Default.aspx>>

BLÄCKBLOM, M.; RUOHTULA, A.; BJÖRK, B. Use of document management systems – a case study of the Finnish construction industry. **ITcon**, v. 8, Special Issue eWork and eBusiness , p. 367-380, October 2003 <http://www.itcon.org/2003/26>

BRILAKIS, I.K.; SOIBELMAN, L.; SHINAGAWA, Y. Construction site image retrieval based on material cluster recognition. **Journal of Advanced Engineering Informatics**, v. 20, n. 4, p. 443-452, October 2006 <[doi:10.1016/j.aei.2006.03.001](https://doi.org/10.1016/j.aei.2006.03.001)>

FU, C.; AOUAD, G.; LEE, A.; MASHALL-PONTING, A.; WU, S. IFC model viewer to support nD model application. **Automation in Construction**, v. 15, n. 2, p. 178-185, March 2006.
<[doi:10.1016/j.autcon.2005.04.002](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2005.04.002)>

HUHNT, W.; ENGE, F. Can algorithms support the specification of construction schedules? **ITcon**, v. 11, Special Issue Process Modelling, Process Management and Collaboration, p. 547-564, July 2006
<<http://www.itcon.org/2006/39>>

JACOMIT, A.M. ; SECCO, C.B. ; SANTOS, V.R.C. dos ; RUSCHEL, R. C. ; FABRÍCIO, Marcio Minto . As tecnologias empregadas no Brasil em controle pró-ativo de obras: estudo preliminar. In: CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Coimbra. **Anais..** Coimbra: CICC-FCTUC, 2007. v. CD-ROM. p. 1-11.

JOUINI, S.B.M.; MILDLER C. L'ingénierie concourante dans le bâtiment. Paris, Plan Construction et Architutre / GREMAP,1996.

KRYGIEL, E.; DEMCHAK, G.; DZAMBAZOVA, T. **Introducing REVIT Architecture 2008 – BIM for Beginner**. Indianapolis: Wiley Publishing, INC., 2007. 399p

MELHADO, S.B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. Tese (Livre-docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELHADO, S.B. et. al. **Gestão e coordenação de projetos de edifícios**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2006.

NAVON, R. Automated project performance control of construction projects. **Automation in Construction**, v. 14, n. 4, p. 467-476, August 2005.

NITITHAMYONG, P.; SKIBNIEWSKI, M.J. Web-based construction project management systems: how to make them successful? **Automation in Construction**, v. 13, n. 4, p. 491-506, July 2004 <www.elsevier.com/locate/autcon>.

SCHEER, S.; MENDES JR., R.; QUEVEDO, J. R. S.; MIKALDO JR., J.; FONTOURA, P.S. The necessary background for implementing and managing building design processes using web environments, **ITcon**, v. 12, Special Issue Construction information technology in emerging economies , p. 221-230, 2003 <<http://www.itcon.org/2007/15>>

SOIBELMAN, L.; GARRETT JR.; JAMES H. Advanced Construction Data Management to Support Proactive Project. In: SIMPÓSIO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2002

TSE, T. K.; WONG, K. A.; WONG, K. F. The utilisation of building information models in nD modelling: A study of data interfacing and adoption barriers. **ITcon**, v. 10, Special Issue From 3D to nD modelling , p. 85-110, April 2005. <<http://www.itcon.org/2005/8>>

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os alunos, aos professores, técnicos das salas de videoconferência e pesquisadores que receberam as turmas nos laboratórios e grupos de pesquisa visitados e, principalmente, aos palestrantes pelas videoconferências: Lucio Soibelman; Silvio B. Melhado; Sérgio Scheer; Eduardo Arantes; Eduardo Toledo Santos.