

124 – GESTÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS EM ESPAÇOS VIRTUAIS E PROTOTIPAGEM RÁPIDA

ARAÚJO,N.S.(1),FLORIO,W.(2),SEGALL,M.(3)

(1)Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo
nieri@mackenzie.br (Arquiteto, Msc.)

(2)Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo / UNICAMP
wflorio@mackenzie.br (Arquiteto, Doutor)

(3)Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo
mario@sqmaquetes.com.br (Arquiteto, Msc.)

Resumo

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm alterado a gestão e produção de projetos em arquitetura e engenharia. Neste artigo analisamos dois processos que lidam, respectivamente, com Gestão Eletrônica de Documentos e Prototipagem Rápida.

Com o surgimento dos portais na segunda metade da década de 90, novos servidores de hospedagem passaram a estimular e promover a criação de *home pages* corporativas e acadêmicas. Esse comportamento provocou um processo de digitalização das bases iconográficas, projetos e documentos em geral para possível publicação na *web* denominada Gestão Eletrônica de Documentos (GED).

A Prototipagem Rápida (PR) utilizada como parte do processo de projeto contribui com eficiência na redução de erros interpretativos de projeto. Além disso, a fabricação digital tem favorecido a produção de modelos físicos que antecedem a visualização do sistema construtivo. A partir de um experimento realizado pelos autores, pôde-se apontar algumas vantagens e desvantagens no uso destas novas tecnologias.

Palavras-chave: TIC; Gestão Eletrônica de Documentos; Prototipagem Rápida; Processo de Projeto

ABSTRACT

The information and communication technologies (ICTs) have affected the management and production of engineering and architectural designs. In this article the authors bring to light two processes which deal, respectively, with the Electronic Management of Documents (GED) and Rapid Prototyping (RP). With the establishment of sites in the second half of the 1990's, host servers started to encourage and promote the creation of academic and corporate home pages. This behavior induced a process of digitalization of iconographic bases, as well as of projects and documents in general for possible publication in the web. This has been called Electronic Management of Documents. Rapid Prototyping, in turn, used as part of the process of design has contributed efficiently for the reduction of misinterpretations in design. Furthermore, digital fabrication has favored the production of physical models in advance to the visualization of building systems. From an experiment organized by the authors, some advantages as well as disadvantages in the use of these technologies can be pointed out.

Keywords: *ICT; Electronic Management of Documents; Rapid Prototyping; Design Process*

Introdução

Na segunda metade da década de 90 a Internet se tornou referência de comunicação nas várias áreas do conhecimento. Com os rápidos avanços nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) ocorreram grandes transformações no modo de produção e gestão de projetos colaborativos em arquitetura e engenharia. Laudon & Laudon (2004) cita algumas características comportamentais das empresas tradicionais e emergentes.

Empresa Tradicional	Empresa Emergente
Burocracia	Consenso
Padronização dos produtos e dos serviços	Massificação personalizada e qualidade
Padronização dos salários	Salários baseados no conhecimento agregado aos negócios
Estrutura hierárquica	Descentralização e diluição da hierarquia
Autoridade	Gerência participativa e diluição da autoridade
Centralização	Recursos descentralizados, sinergia, trabalho em equipe
Controle, planejamento e processos centralizados	Pensar globalmente e agir localmente
Ritmo "lento"	Controle descentralizado

Tabela 1 – Fonte: Laudon & Laudon, 2004.

Após esse período de imersão em ambientes digitais os escritórios passaram a se apropriar do seu espaço virtual para armazenamento digital de arquivos como modelo de *backup* secundário. O estudo de caso aqui apresentado identifica as ações promovidas em uma incorporadora onde mediante a criação de um sistema organizacional integrado e remoto, as reuniões entre projetistas decorrentes do processo de desenvolvimento dos projetos foram potencializadas pela nova interface entre projetos denominados Sistema de Gestão de Arquivos pela Internet.

Segundo Laudon & Laudon (2004), com uso intensivo das TICs nas empresas aliadas a uma remodelagem organizacional o escritório digital criou condições para um novo fenômeno no meio corporativo. Esta nova ordem de escritório digital é aquela em que praticamente todos os relacionamentos empresariais significativos como clientes, fornecedores e funcionários são habilitados e mediados por meios tecnológicos. Os processos de negócios essenciais são realizados por meio de redes digitais que abrangem todo o escritório ou interligam vários escritórios. Qualquer informação necessária para dar suporte às principais decisões de negócios está disponível a qualquer hora e lugar, ela percebe e reage aos seus ambientes muito mais rapidamente do que os escritórios com padrões tradicionais, o que lhe dá maior flexibilidade para sobreviver em uma sociedade em plena transformação.

No modelo dos escritórios de arquitetura, por um bom período ainda nas reuniões entre projetistas com intuito de sanar incompatibilidades dos seus respectivos projetos na construção de um determinado empreendimento, alguns projetistas ainda seguiam um modelo tradicional enquanto a maioria já dispunha em seus escritórios um arsenal de computadores e profissionais cada vez mais imersos nesta nova ordem.

O processo colaborativo no meio digital

O surgimento dos portais e novos servidores de hospedagem estimulou e promoveu a criação de *home pages* corporativas e acadêmicas. Esse comportamento provocou um processo de digitalização das bases iconográficas, projetos e documentos em geral para possível publicação na web. Escritórios provindos do modelo tradicional passaram a sistematicamente digitalizar seus arquivos, enquanto que nos escritórios implantados nos moldes emergentes mantiveram-se à frente na manutenção de seu sistema e, conseqüentemente no aprimoramento proporcionado pelas novas tecnologias.

Após esse período de imersão em ambientes digitais os escritórios passaram a se apropriar do seu espaço virtual para armazenamento de arquivos como forma de *backup* secundário. Nas reuniões entre projetistas, o novo processo colaborativo, permitido pelas TICs, facilitou a rápida troca de informações, pois a interface contribui significativamente para minimizar erros de projeto e, por conseguinte, erros na execução da obra, tornando o sistema organizacional mais integrado.

Enquanto o modelo tradicional era hierárquico e centralizado, com pouca interatividade e baixa troca de informações entre os parceiros de projeto, no modelo colaborativo ocorreu um processo de co-responsabilidade na participação no processo de gestão do projeto, com rápidas trocas de informações via web. O processo colaborativo entre projetistas via rede de informações permitiu a constituição de um banco de dados que concentrasse todas as informações relativas ao projeto desenvolvido. O objetivo sempre foi a busca pela melhoria tanto da gestão do projeto como de sua materialização no canteiro de obras.

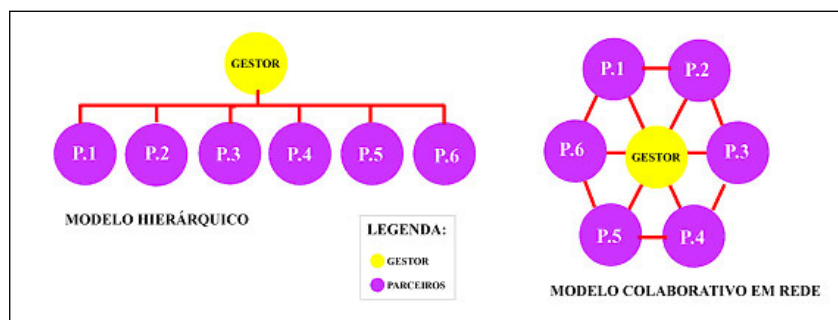


Figura 1 – Organograma dos modelos tradicional e digital. Fonte: Autores.

Problemas ocasionados pela ineficiência da gestão de projetos

As diferentes experiências e qualidade profissional dos projetistas que compunham o quadro de colaboradores da incorporadora viabilizaram a identificação das características dos escritórios. Notou-se que devido ao bloqueio do fluxo das informações, os projetistas não cumpriam o cronograma comprometendo a qualidade da obra desde o projeto até sua execução.

Em nosso estudo de caso notamos que recorrentes erros entre projetos foram identificados. Detalhes construtivos não seguiam as diretrizes do projeto arquitetônico muitas vezes devido aos limites estruturais ou falta de esclarecimento durante o processo de desenvolvimento, assim como comuns conflitos entre projetos hidráulicos e elétricos.

Devido a demanda de apartamentos personalizados, notou-se conflitos entre arquitetura e estrutura, como, por exemplo, uma planta de hidráulica incompatível com uma de arquitetura. Isto exige cuidados especiais, que incluíam também o posicionamento de prumadas das instalações hidráulicas e elétricas, potencializando as patologias pós-obra.

A origem de tais problemas estava no processo de gestão do projeto, pois notou-se que havia grande dificuldade em manter arquivos atualizados dos diversos projetos e sua compatibilização, uma vez que ficaram evidentes diferentes modos de trabalho, como por exemplo, diferentes graus de complexidade de detalhes, ou ainda notações gráficas sem padrão. A dificuldade de operar com a hibridação entre a produção tradicional e o digital, a cada novo empreendimento, foi perceptível, mostrando a vulnerabilidade da manutenção da qualidade do projeto e da obra durante os respectivos processos.

A dispersão das informações documentais, o re-trabalho, a demora e atraso no processo afetaram diretamente o cronograma das atividades, ocasionando o impedimento das melhorias da qualidade do projeto e de eficiência da construção (FLORIO & ARAÚJO, 2007). Por não existir um protocolo na troca das informações e a fragmentação dos padrões refletia diretamente na qualidade de projetos produzidos pela falta de coesão entre projetistas.

Objetivos do sistema de gestão de eletrônica de arquivos – GED

O sistema proposto visa eliminar os conflitos identificados e aperfeiçoar o processo de gestão e desenvolvimento colaborativo dos projetos por meio da empresa digital. A criação de um espaço virtual no servidor web para armazenamento de documentos e projetos tem como objetivo facilitar a troca de informações e a comunicação entre parceiros em prazos menores e maior eficiência do processo colaborativo.

Dificuldades identificadas na elaboração do sistema web

Em nosso estudo de caso, identificamos as seguintes dificuldades na elaboração do sistema web em uma construtora em São Paulo:

- Problemas na aceitação do novo gerenciamento de projetos devido aos projetistas estarem habituados a desenvolver suas atividades conforme seus padrões;
- Parecer complexo em absorver o processo de padronização proposto neste novo sistema;
- Padronização na nomenclatura dos arquivos e procedimentos para upload (envio dos arquivos ao sistema web) zipados, ou seja, compactados;
- A referência de tempo nesse procedimento não estava clara, pois o conteúdo de informação demandava mais tempo para envio dos arquivos. A base de tempo dos projetistas eram os arquivos anexados e enviados por email;
- Dificuldade no gerenciamento do controle da hospedagem dos arquivos atualizados devido as constantes atualizações durante as fases do processo de projeto. Os parceiros tinham a responsabilidade de preservar sempre atualizadas suas pastas no sistema conforme contrato acordado com o incorporador;
- Falta de hábito na execução das etapas para envio do arquivo ao sistema. No início, constante esquecimento da utilização da caixa texto para descrever a natureza do arquivo, informações essenciais para integridade da gestão;
- Devido às raras instabilidades do servidor os projetistas sempre entravam em contato com o gestor (coordenado de projetos) solicitando a permissão do envio de arquivos por email, procedimento inviável para o protocolo.

Vantagens e Desvantagens do Sistema de Gestão

Após a implantação da Gestão Eletrônica de Documentos ocorreu uma significativa diminuição dos erros de projeto, melhoria na compatibilização dos mesmos e agilidade e precisão na tomada de decisão devido a visibilidade da cadeia de informações. A pesquisa identificou algumas ações:

- Eliminação de agentes intermediários da origem ao destino da informação;
- Melhoria na compatibilização que contribui na qualidade do projeto;
- Elevação no padrão de comunicação a partir do GED;
- Concentração e atualização das informações em único banco de dados que favorece o controle por parte do gestor.

Características do GED (gestão eletrônica de documentos):

- Reunir e organizar dados digitais;
- Acesso remoto ao banco de dados disponível e descentralizado para acesso e fluxo das informações dos parceiros;
- Facilidade em recuperar as informações nas diversas fases do projeto mantendo o histórico e controle.

Aspectos que devem ser aprimorados no sistema:

- Melhoria da compreensão da comunicação pela interface gráfica, possibilitando o envio de vários arquivos simultaneamente (*upload*);
- Possibilitar a visualização simultânea de todos os parceiros de projeto e seus respectivos projetos;
- Extração de relatórios a partir desta base de dados centralizada;
- Inclusão de gráficos de controle das operações realizadas nas várias fases da obra, com a possibilidade de atualização automática em tempo real.

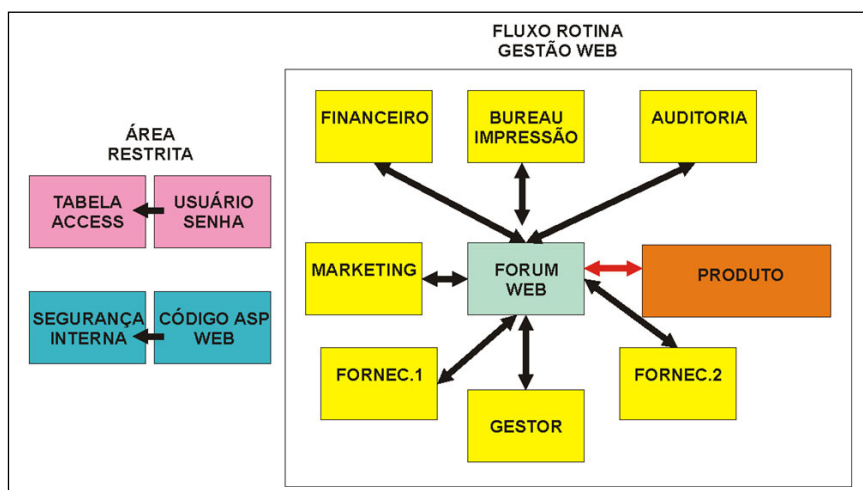


Figura 2 – diagrama de fluxo das informações no Sistema de Gestão Web. Fonte: Autores.

Característica do sistema colaborativo:

A intenção é descentralizar as informações dando autonomia aos parceiros de projeto para relacionarem-se entre si de forma mais consistente. Isto envolve uma apresentação geral do tema, do motivo, e do programa

do projeto no início do processo, bem como a quem se destina. A gestão do projeto deixa de seguir um modelo hierárquico e passa a ser colaborativo, onde as ações geradas no processo são de comum interesse, com responsabilidade compartilhada e com maior confiabilidade nas informações fornecidas pelos parceiros.

Como em qualquer processo criativo, produtivo e, especialmente, empresarial, alguém é constituído como gestor, a quem compete filtrar expectativas e necessidades de investidores e clientes. O gestor monitora o fluxo de informações do sistema a qualquer momento, permitindo correções de rotas (discutidas pela equipe) antes que a modificação contamine negativamente o processo, acarretando re-trabalho.

Até o presente momento a consequência disso foi que, neste estudo de caso, as reuniões periódicas tradicionais em espaços físicos deixaram de ser constantes e se estabeleceu uma intensa e rápida troca de informações por meios virtuais, tornando ágil a tomada de decisão.

Prototipagem rápida na gestão arquitetônica

Além do uso dos modelos de sistemas e programas gráficos para o desenvolvimento de projetos colaborativos, outro recurso tecnológico que a cada dia torna-se mais acessível e necessário no processo de gestão de projetos: a Prototipagem Rápida. O experimento realizado pelos autores permitiu identificar vantagens e desvantagens no uso deste processo de fabricação digital.

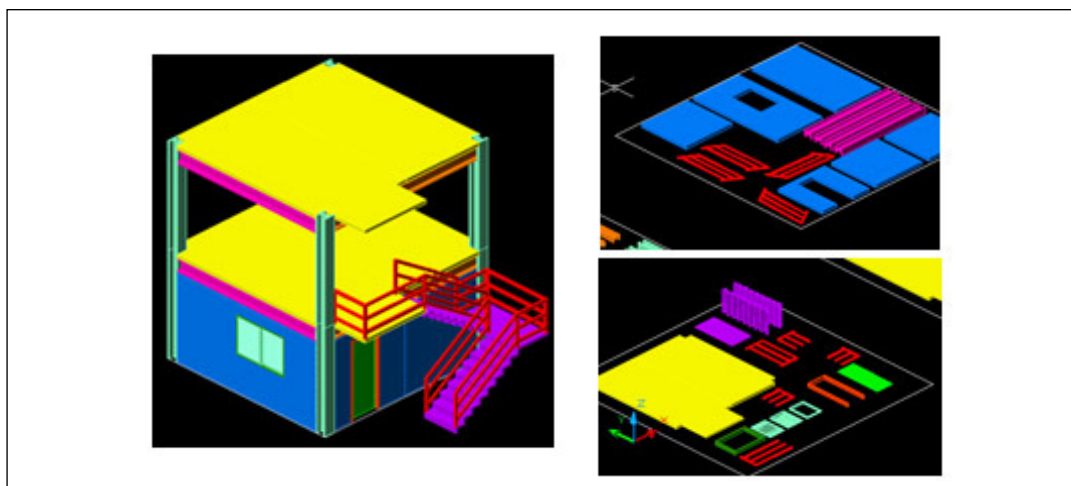


Figura 3 - Modelo 3D em CAD e composição dos kits (peças). Fonte: Autores.

O processo de elaboração de um protótipo rápido (PR) começa com a criação de um modelo geométrico tridimensional gerado em programa CAD. Posteriormente este arquivo é convertido em malhas triangulares em geral chamados arquivos “stl” (*stereolitograph*). É por meio do arquivo “stl” que um programa específico gerencia a impressão da peça. Ele analisa as características do arquivo verificando a existência de erros de triangulação e resultando um status com tempo de impressão e volume de material utilizado. A impressão começa com o programa gerenciador transmitindo informações do arquivo “stl” de camada por camada a máquina de prototipagem

No experimento apresentado foi utilizado o processo aditivo de prototipagem rápida chamado 3DPrinter, desenvolvido no MIT e comercializado pela empresa .Zcorp O equipamento funciona como uma impressora jato de tinta, sendo que no lugar da tinta é usado um aglomerante no cartucho que é depositado sobre uma fina camada de pó, que por sucessivas sobreposições de camada forma o modelo.

O pó de gesso foi o substrato utilizado na produção do modelo proposto na pesquisa. Após a extrusão é realizada a limpeza do modelo em um equipamento que permite com jato de ar a remoção do excesso de resíduos e finalizando a limpeza com uma escova apropriada. A última etapa do processo resulta na submersão do protótipo em um líquido (éster de cianoacrílico) ou um produto “*bonder*” com intuito de selar os poros produzidos na superfície e promover resistência do modelo. Quanto ao acabamento, as peças resultantes do gesso têm um acabamento melhor, ao contrário das peças geradas pela poliamida onde a vantagem está na possibilidade de obter certa flexibilidade.

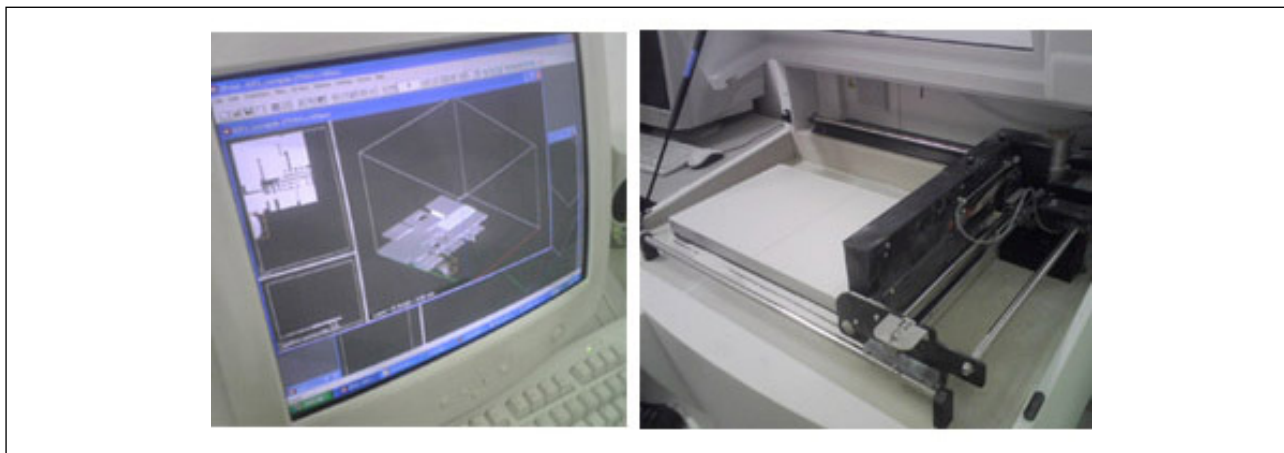


Figura 4 - Gerenciamento do modelo pelo software e impressão 3D (Prototipagem Rápida). Fonte: Autores.

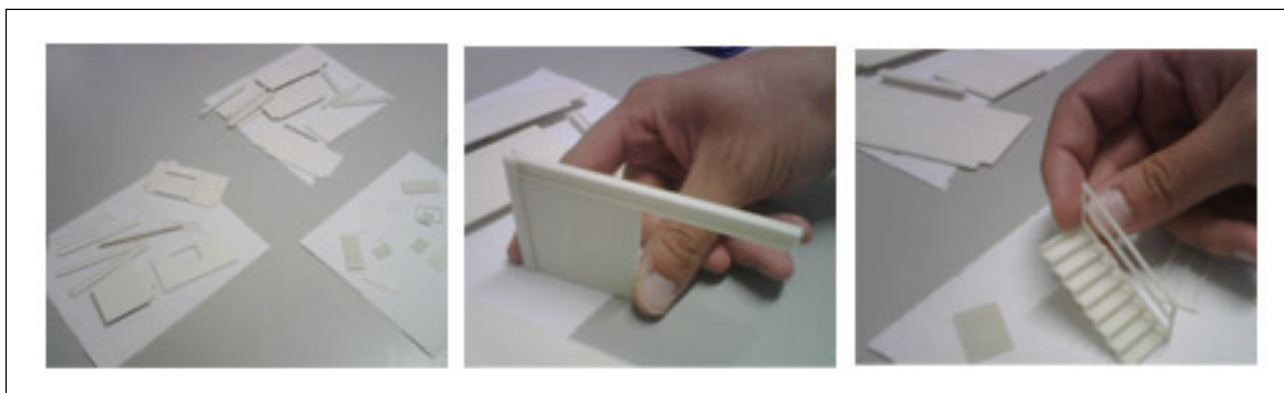


Figura 5 - Peças modulares do sistema construtivo prototipado (kits) e montagem do modelo para análise. Fonte: Autores.

Aspectos positivos

Como resultado positivo a pesquisa identificou a possibilidade da confecção de protótipos a baixo custo se comparado com outras tecnologias disponíveis; a resposta na velocidade de produção dos modelos; uso de matéria prima (substrato e aglomerante) de fácil reposição e custo acessível; gestão colaborativa desde o modelo tridimensional produzido no escritório de arquitetura durante o processo de projeto, até a impressão física realizada na empresa de prototipagem; visibilidade da tecnologia de prototipagem rápida no meio acadêmico promovendo uma participação de grupos de estudo em pesquisas e ensaios de novos produtos, buscando a racionalização de projeto, qualidade e controle da obra.

Aspectos negativos

Entre outras limitações é possível citar restrições da máquina na produção de elementos delgados (menores do que 2mm), obrigando a “exagerar” certos elementos para facilitar sua produção; um corolário da limitação anterior é a dificuldade de furação de certos elementos de pequenas dimensões; certos processos exigem um cuidado especial no manuseio, pois as peças produzidas são muito frágeis; o custo é ainda um fator limitador para o pleno emprego desta tecnologia; os acabamentos ainda não são plenamente satisfatórios, pois exigem uma finalização manual; entre outras ainda em análise.

Considerações finais

As GEDs se apresentam como ferramentas que visam à melhoria da integração entre os vários âmbitos do processo de materialização de uma obra arquitetônica. O intuito, mais do que simplesmente apresentar uma iniciativa superficial de participação dos envolvidos, é efetivamente permitir que objetivos iniciais, sejam eles criativos, conceituais, técnicos, funcionais ou outros, sejam atingidos satisfatoriamente para todos com o menor dispêndio possível de recursos.

Neste contexto, a prototipagem rápida parece ser indispensável para a tomada de decisões em todas as etapas do processo de projeto e de sua execução. Permite simular fisicamente detalhes construtivos (FLORIO, SEGALL & ARAÚJO, 2007), gerar novos componentes ou mesmo promover a produção em série de elementos ainda não disponíveis no mercado por meio da concepção de peças matrizes entre outros. Além disso, permite a hibridação com processos de modelagem física tradicional, otimizando a experimentação e a descoberta, inerentes ao processo de projeto.

Concluimos que a utilização dos PRs no processo de projeto contribui com eficiência na redução da propagação de erros de projeto, pois tanto a visualização como a tangibilidade do artefato físico reduz o caráter abstrato e muitas vezes ambíguo de desenhos e imagens bidimensionais, facilitando a compreensão da proposta arquitetônica, adicionando em um espírito colaborativo para sistemas GED.

Referências bibliográficas

- DAFT, Richard L. *Teoria e Projeto das Organizações*. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- FLORIO, W. ; SEGALL, Mario L.; ARAÚJO, N. S. A contribuição dos protótipos rápidos no processo de projeto em arquitetura. In: *VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, GRAPHICA*, 2007, Curitiba. Desafios da Era Digital: Ensino e Tecnologia. Curitiba: UFPR, 2007. p. 1-10.
- FLORIO, W. ; ARAÚJO, N. S. A Importância da Tecnologia da Informação e de Modelos 3D/4D no Processo e Gestão de Projetos em Arquitetura. In: *VI Encontro Tecnológico de Engenharia Civil e Arquitetura – ENTECA*, 2007, Maringá.
- LAUDON, K.C. LAUDON, J.P. *Gerenciamento de sistemas de informação*. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- VOLPATO, Neri. *Prototipagem Rápida Tecnologia e Aplicações*. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2007.