



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **ARQUITETURA SIMULTÂNEA: A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM UM PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO**

**Vanessa Berberick Machado**

Archlab Projeto de Edificações Ltda - Rio de Janeiro, Brasil – e-mail: [berberick@superig.com.br](mailto:berberick@superig.com.br)

### **RESUMO**

**Proposta:** A complexidade nas organizações e o volume de informações com o qual são obrigadas a lidar são crescentes. Assim como em outras áreas, o contexto em que está inserido o processo de projeto de edificações tem se tornado mais complexo em função de fatores como: especialização do conhecimento, aumento do número de intervenientes, grande quantidade de tecnologias construtivas existente, grande volume de informação produzida e circulante durante o processo, necessidade de gerenciamento do conhecimento produzido, diminuição de prazos para projeto, sobreposição de etapas de projeto e obra e diversidade de recursos de tecnologia de informação disponíveis para projeto e gerenciamento. O processo de projeto é influenciado e modificado por estas alterações no ambiente. O trabalho propõe-se a investigar o processo de projeto hoje, identificar modificações, esclarecer se tem sido adotado um maior grau de paralelismo entre as atividades de projeto, levantar como a TI tem sido utilizada neste processo, propor um processo de projeto integrado, propor diretrizes para a utilização da Tecnologia da Informação para suporte a integração. **Método de pesquisa / abordagens:** Pesquisa bibliográfica para embasamento teórico: complexidade nas organizações; engenharia simultânea; ergonomia cognitiva; recursos em Tecnologia da Informação; processo de projeto de edificações. Entrevistas: realizadas entre 2003 e 2004 em escritórios de arquitetura na cidade do Rio de Janeiro, que atuam em projetos de edificações de médio a grande porte. **Resultados:** Proposição de um processo integrado e colaborativo de projeto, suportado pela tecnologia da informação, ao qual denomina Arquitetura Simultânea. Proposição de diretrizes para um sistema de apoio a tomada de decisão na gestão de projeto pela Arquitetura Simultânea, utilizando recursos de Tecnologia da Informação. **Originalidade:** Aplicação de Gestão por Processos a projetos de edificações; novos meios de projeto baseados Tecnologia da Informação; utilização de Tecnologia da Informação para apoio à tomada de decisão em projetos de edificações.

### **1 ABSTRACT**

**Purpose:** The complexity and the quantity of information the organizations must deal with have increased. Just as in other areas, the context of the building design process becomes more complex because of factor like: knowledge specialization, increasing number of participants, increasing number of new construction technologies, high quantity of information produced during the process, need of management on the produced knowledge, shorter time designated to design, superposition on project and construction stages, and diversity of IT resources that can be used in design process and management. **Methods:** This work investigates the design process nowadays, identifies any changing in it, clarifies if it has been adopted an increasing parallelism between any design activities and how the IT has been used in this process, proposes an integrated design process (called Concurrent Architecture) and the recommendations for the IT utilization as a support to this process. For reaching this aims, it was developed a bibliographical research on: complexity in the organizations, concurrent engineering, cognitive ergonomics, resources on IT and building design process; and also a practical research on design offices in Rio de Janeiro, which work in medium to high size buildings design. **Findings:** Proposal for an integrated and collaborative design process, supported by resources of IT. **Originality:** Application of process administration concepts in building design, development on new ways of design process supported by IT, collaborative decision making in building design process.

## 2 INTRODUÇÃO

### 2.1 A complexidade nas organizações

Em 1972, Toffler (apud CHIAVENATO, 2000, p.384) já previra, acertadamente, o cenário da sociedade do futuro. Segundo ele, seria uma sociedade extremamente dinâmica e mutável, e as organizações, para adaptarem-se a este ambiente precisarão ser orgânicas, ou seja, inovadoras, temporárias, capazes de mudar suas feições internas com grande frequência. Para tal, as estruturas organizacionais precisarão ser flexíveis e mutáveis. “A hierarquia sofrerá um colapso: haverá exigência de maior número de informações dentro de ritmos mais rápidos, o que derrubará a hierarquia vertical” e esta será substituída por um desenho mais horizontal, “por equipes temporárias de trabalho capazes de desenvolver tarefas diferentes e inovadoras baseadas no conhecimento, com atribuições e responsabilidades fluidas e mutáveis, poucas regras e regulamentos e autoridade descentralizada”.

De fato, Toffler acertara ao antever este cenário. O contexto em que estão inseridas as organizações hoje é resultado da interação de um conjunto complexo de fatores e a sobrevivência das organizações depende de sua capacidade de manter-se competitiva neste ambiente, identificando tendências, oportunidades e riscos.

É preciso inovar para manter-se competitivo, seja desenvolvendo novos produtos ou novas formas e processos de trabalho. Neste sentido, o capital intelectual (o conhecimento) e a informação tornam-se extremamente importantes.

Com este objetivo algumas organizações tem procurado modificar-se substituindo a forma de trabalho tradicional, departamentalizada, fragmentada, baseada em funções, por uma visão orientada a processos.

#### 2.1.1 Engenharia Simultânea

A organização orientada a processos possui uma estrutura mais horizontalizada, com interfaces melhoradas ou até mesmo eliminadas, de modo que a informação seja compartilhada plenamente. A orientação por processos baseia-se na utilização de equipes interfuncionais (equipes de processos). O estudo dos processos da organização cria uma base de conhecimento que permitem que se proponham modificações, reformulações e inovações nestes processos, objetivando sua melhoria ou uma vantagem competitiva.

Da ênfase nos processos e da pressão sobre as organizações para lançar novos produtos no mercado em um espaço de tempo cada vez mais curto surgiram estudos orientados no sentido de diminuir o tempo de desenvolvimento de um novo produto.

Em 1982, o DARPA (Defense Advanced Research Project Agency) iniciou um estudo sobre as formas de aumentar o paralelismo de atividades de desenvolvimento de produto de modo a reduzir seu ciclo de desenvolvimento. Deste estudo resultou a Engenharia Simultânea, assim definida como:

“Uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados, inclusive manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de desenvolvimento do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazo e requisitos do cliente” (WINNER et al., 1988 apud ZANCUL, 2003)

A evolução da Tecnologia da Informação é considerada um fator chave para o desenvolvimento da Engenharia Simultânea por fornecer o suporte à integração dos processos, ao compartilhamento da informação, à colaboração e ao controle integrado.

A essência da Engenharia Simultânea é, assim, o desenvolvimento das atividades paralelas, integradas aos sistemas de informação, sendo suas características principais (Evans et al., 1995 apud Galdámez, Branício e Bond, 2003):

- “Remoção de todas as atividades que não agregam valor para o desenvolvimento de produto.
- Equipes multidisciplinares com representantes de todas as funções relevantes como forma de atingir a integração.

- Utilização de técnicas e tecnologias que ajudam a considerar várias restrições (ex. QFD – *Quality Function Deployment*) e outra para manipular informações de Design (CAD – *Computer Aided Design*)
- Maximização do número de restrições consideradas no início do processo de desenvolvimento, evitando necessidade de modificações onerosas nos estágios mais avançados”.

### 2.1.2 *Elo entre Engenharia Simultânea e Arquitetura Simultânea*

Para definir a Arquitetura Simultânea, serão aplicados os conceitos da Engenharia Simultânea ao processo de projetos de edificações.

Dado que a Engenharia Simultânea pressupõe o conhecimento do processo ao qual se pretende aplicá-la, a utilização de técnicas para auxílio à concepção (que é um processo de decisão) e a utilização da TI, então, para a aplicação de seus conceitos no processo de projeto de edificações, será necessário analisar a seguir:

- O processo de projeto de edificações;
- O processo de decisão colaborativa;
- As tecnologias de suporte.

## 2.2 **Complexidade na gestão de projetos de edificações**

### 2.2.1 *Conceituação de projeto*

O processo de projeto pode ser definido como “Uma seqüência de decisão que consiste em três fases: análise, síntese e avaliação. A fase de análise envolve a classificação de objetivos e a exploração de relações, procurando por modelos e informações disponíveis, a ordenação e a estruturação do problema. A síntese procura antecipar e criar uma resposta para o problema, gerar soluções. A avaliação envolve a apreciação crítica das soluções propostas confrontando-as com os objetivos identificados na fase da análise” (MARKUS e MAVER, 1969 apud LAWSON, 1980).

Ou ainda como a “Exploração simultânea de várias alternativas, por meio de saltos de níveis de abstração (ou de descrição) distintos, ao longo dos quais exigências iniciais são recolocadas, ou seja, conceber seria restringir”. (BARROSO-KRAUSE, 1998, p.40)

Como se pode perceber, projetar é uma atividade complexa que envolve um conjunto de habilidades cognitivas humanas no decorrer do processo.

Já o resultado do processo, ou seja, o projeto, é definido pela ASBEA como “a definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas e disposições especiais” (ABNT, NBR 5670, 1977).

### 2.2.2 *Intervenientes no processo de projeto*

“O empreendimento, por sua natureza, envolve hoje um número crescente de diferentes disciplinas e especialidades, em termos de recursos humanos, equipamentos, suprimentos de materiais e tecnologia” (VIEIRA NETTO, 1988, p.18). Assim, os empreendimentos possuem múltiplos intervenientes e um grande número de interfaces a ser planejadas e gerenciadas.

### 2.2.3 *As fases do projeto*

O projeto é tradicionalmente desenvolvido de forma seqüencial segundo as seguintes fases:

Levantamento de dados → Estabelecimento do programa de necessidades → Estudo de viabilidade → Estudo preliminar → Anteprojeto → Projeto legal → Projeto Executivo ( Pré-execução → Projeto básico → Projeto para execução → Detalhamento)

#### *2.2.4 A qualidade no projeto hoje*

O projeto é de extrema importância para as demais fases do ciclo da construção e para o sucesso do empreendimento por seu potencial para agregar valor à concepção e pela sua influência sobre seus custos, prazo e qualidade. Durante o desenvolvimento do projeto definem-se cerca de 70% a 80% do custo do ciclo de vida da edificação (OLIVEIRA, 2001).

Entretanto, a etapa de projeto tem sido apontada como uma das principais origens de problemas em edificações (OLIVEIRA, 2001). São frequentemente relatadas incompatibilidades entre projetos, carência de informações e de detalhes construtivos, erros em informações por ele fornecidas. Os problemas relatados geram dúvidas durante a obra e levam à adoção de soluções adaptadas das incompatibilidades encontradas durante a obra, retrabalho, desperdício, atrasos, custos excedentes, etc.

Entre as causas dos problemas de falta de qualidade do projeto pode-se citar:

- Envolvimento de um grande número de intervenientes que tomam muitas decisões em um espaço de tempo cada vez mais curto.
- Falha na comunicação e transferência de informação, frequentemente informal e mal documentada.
- Concepção antecipada pelo arquiteto, ou pelo engenheiro, ou pela empresa que executa a obra o que gera modificações imprevistas e permanentes (ROCH E COLAS, 1993 apud CORRÊA, 2003).

Em última análise, pode-se dizer que os problemas de qualidade em projeto se devem a uma inaptidão do processo de projeto tradicional para responder aos novos desafios que se interpõem ao processo de projeto hoje.

De modo a garantir a qualidade do projeto, é preciso adotar uma nova visão do processo. É necessária uma postura de reflexão sobre a prática de projeto e gestão hoje, sobre as modificações do contexto em que se insere, as novas necessidades e tendências, para que se possa, então, desenvolver abordagens inovadoras de projeto e gestão.

### **2.3 A aplicação da Engenharia Simultânea ao projeto de edificações**

Neste sentido, procurou-se formular uma nova abordagem de desenvolvimento de projeto de edificações. Sabendo-se que:

- O estágio inicial de projeto é um dos mais críticos para o ciclo de desenvolvimento da edificação;
- A integração dos intervenientes do ciclo de produção é um fator chave para a qualidade do produto final;
- As decisões tomadas nas fases iniciais de projeto têm maior influência sobre o desempenho e custo final da edificação;
- A Engenharia Simultânea pode ser definida como uma abordagem sistemática para desenvolvimento de integrado e paralelo do projeto de um produto e dos processos de produção relacionados, e que procura considerar desde o início todos os elementos do ciclo de vida do produto (da concepção ao descarte) e restrições à sua produção (WINNER et al, 1988 apud PRASAD, 1996)

Pode-se dizer, então, que a adaptação dos conceitos da Engenharia Simultânea ao processo de projeto de edificações pode se verificar benéfica para o ciclo da construção. À aplicação da Engenharia Simultânea ao projeto de edificações chamaremos Arquitetura Simultânea.

## **3 ENTREVISTAS**

Pode-se dizer que os escritórios de arquitetura estão inseridos em um novo contexto que torna necessária uma nova abordagem de projeto e gestão. Entre os elementos deste contexto, pode-se citar: a complexidade crescente dos projetos, envolvimento de disciplinas diversas, aumento do volume de

informações, necessidade de integração, encurtamento de prazos, diversidade de tecnologias disponíveis para desenvolvimento, gerenciamento, comunicação, armazenamento de dados, entre outros.

Foram entrevistados escritórios de arquitetura, localizados na cidade do Rio de Janeiro, atuantes em projetos de edificações de médio a grande porte. O objetivo das entrevistas é permitir uma análise da forma de atuação destes escritórios, no que se refere à gestão, ao processo de projeto e à utilização da Tecnologia da Informação, viabilizar alguma identificação de tendências futuras e de tendência à Arquitetura Simultânea.

A abordagem utilizada foi a de entrevistas presenciais prospectivas, na qual os entrevistados têm a liberdade de expressar suas opiniões de maneira aberta. Assim, possibilita-se, além da apuração dos itens pertinentes ao roteiro, o surgimento e a identificação de novas perspectivas.

### *3.1.1 Amostra*

Formulou-se a seguinte questão fundamental - O processo de projeto utilizado pelos escritórios é sequencial ou paralelo? – e algumas questões complementares a seguir.

Se paralelo:

- Qual o grau de paralelismo, que participantes atuam e a partir de qual etapa, como é o processo de concepção;
- O paralelismo é informal ou formalmente gerenciado por meio de ferramentas específicas;
- Quais os critérios para tomada de decisão;
- Quais os critérios para o estabelecimento das comunicações;
- Quais os recursos computacionais utilizados;
- São estabelecidos meios para o aprendizado conjunto da equipe, e para a utilização do conhecimento em projetos futuros.

Para as entrevistas, foi selecionada uma amostra de escritórios de arquitetura reconhecidamente atuantes em projetos de edificações de grande e médio porte dentro do recorte anteriormente citado, pois se acredita que um contexto de projetos de maior complexidade é um indutor para a busca de inovações no processo de projeto. Assim, a adoção do paralelismo no processo de projeto e outras novas tendências surgiriam primeiro nestes escritórios.

### *3.1.2 Roteiro das entrevistas*

- Tipo de projeto em que a empresa atua – tipo de edificação, porte (área em m<sup>2</sup>);
- Organização do escritório – organograma de funcionários, divisão por projeto ou por função;
- Desenvolvimento de projetos – processo de concepção do projeto, responsável pela concepção, demais participantes nas fases iniciais de projeto, a partir de que fase é reunida uma equipe multidisciplinar de projeto; como é feita a gestão do projeto, é utilizada alguma metodologia de gestão, como são tomadas as decisões de projeto;
- Recursos tecnológicos utilizados – para que utiliza a TI (auxílio ao desenvolvimento de projeto, comunicação, documentação de projeto, etc.), hardware utilizado, software utilizado, recursos humanos (utilização dos recursos, conhecimento, treinamento, firmas de consultoria em CAD), utilização de gerenciamento via Web (em que fase de projeto, como, e com que objetivos), existe um foco na gestão do conhecimento, como vê o futuro da gestão de projetos.

## **3.2 Resultados das entrevistas**

Pode-se observar que já existem escritórios de arquitetura que vêm aos poucos modificando sua forma de trabalho, inserindo certo grau de paralelismo, promovendo a participação de colaboradores, que tradicionalmente só participariam a partir da fase de pré-executivo, mais cedo no processo de projeto.

Essa tendência é observada naqueles escritórios que atuam nos projetos de maior porte e complexidade, como é o caso da empresa E, e em menor grau, da empresa A.

Foi relatado por estas empresas que um dos entraves a esta participação é, por vezes, a visão equivocada de alguns clientes de que a contratação destes colaboradores nas fases iniciais de projeto irá encarecê-lo desnecessariamente. Já a empresa C, a própria visão do arquiteto era contrária a multidisciplinaridade em fases iniciais de projeto, por crer que isto atrapalharia a concepção.

Na maioria das empresas, a concepção inicial parte do arquiteto presidente da empresa e é repassada à equipe técnica para seu desenvolvimento. Apenas a empresa E explicitou uma maneira de trabalhar bastante diferente no que se refere à colaboração interna. Todas as equipes funcionais da empresa são chamadas a opinar no processo de concepção e desenvolvimento de todos os projetos em andamento, compartilhando conhecimento, através de uma intranet com um servidor *ftp*.

Pode-se dizer, assim, que existem ainda alguns entraves ao desenvolvimento de novas formas de projeto e de gestão, principalmente de ordem cultural, tanto por parte de alguns arquitetos como por parte de alguns contratantes. No entanto, já se pode perceber que alguns escritórios e clientes já se dispõem a algumas mudanças e começam a estudá-las e implementá-las.

#### **4 UMA DEFINIÇÃO PARA O ESCOPO DA ARQUITETURA SIMULTÂNEA**

Neste sentido, de buscar desenvolver formas de gestão de projeto adequadas ao contexto atual em que está inserido, desenvolvemos a Arquitetura Simultânea. Ela é definida como um método de gestão de projeto que promove a integração dos processos e o estabelecimento de paralelismo entre atividades por meio da colaboração e da utilização da TI como suporte. Para isso, promove a participação dos diversos intervenientes desde as etapas iniciais de projeto, constituindo uma equipe multidisciplinar. Pretende, por meio desta integração melhorar a qualidade do projeto e, conseqüentemente do produto final, a edificação.

A partir da base de conhecimento reunida sobre gestão de projeto, sobre os processos de tomada de decisão colaborativos e os recursos de TI disponíveis, delineamos, de uma forma geral, o processo de desenvolvimento do empreendimento na Arquitetura Simultânea. Identificamos suas fases, os momentos de tomada de decisão essenciais, os intervenientes do processo, as esferas de colaboração em que estes podem ser incluídos, os métodos de apoio à decisão colaborativa e os tipos de recursos tecnológicos necessários à colaboração em cada esfera.

A grande diferença entre a Arquitetura Simultânea e a gestão de projetos tradicional é a tentativa de promover, de uma forma estruturada, uma maior integração dos processos / sistemas envolvidos em um projeto de edificação desde o início do empreendimento e das fases iniciais de projeto, criando um desenvolvimento de projetos integrado.

Para tal a Arquitetura Simultânea prevê o estabelecimento de um processo colaborativo envolvendo todas as disciplinas relacionadas, reunindo os representantes – intervenientes – em esferas de colaboração.

A TI é necessária para dar suporte à integração, permitindo a gestão do processo, o gerenciamento da informação e comunicação, a simulação, a colaboração e compartilhamento de conhecimento.

Além disso, é necessária também a utilização de métodos de apoio à decisão, tais como, técnicas de auxílio à solução de problemas e decisão colaborativa, auxílio à concepção de produto (como o QFD, por exemplo) e técnicas de planejamento e controle integrados.

##### **4.1 Proposta para fases da Arquitetura Simultânea**

Com base na análise das fases da Engenharia Simultânea e das necessidades do projeto de edificações, delineamos as fases da Arquitetura Simultânea:

- Fase 0: Reconhecimento da necessidade;
- Fase 1: Viabilidade e concepção;
- Fase 2: Planejamento e projeto;

- Fase 3: Preparação para execução;
- Fase 4: Execução;
- Fase 5: Uso e manutenção.

## 4.2 Momentos de tomada de decisão essenciais

Com base na análise do processo de projeto, observamos que as decisões mais críticas são tomadas na fase de viabilidade e concepção e, a seguir, na fase de anteprojeto (dentro da fase de Planejamento e Projeto). Os momentos em que são tomadas as decisões essenciais são:

1. A identificação da demanda / necessidade
2. O estabelecimento do programa de necessidades que são as diretrizes do produto, o qual será de extrema importância para o sucesso do empreendimento junto ao usuário final;
3. A escolha do terreno que irá influenciar diretamente a viabilidade do empreendimento;
4. A decisão de quais restrições projetuais devem ser incorporadas, pois variam de acordo com cada tipo de projeto.;
5. A concepção preliminar que deve contemplar as decisões do programa de necessidades, as características do terreno e as restrições projetuais;
6. O anteprojeto no qual serão decididos o dimensionamento e a caracterização dos pavimentos, a definição e o tratamento da volumetria do edifício, a definição do esquema estrutural e das instalações gerais.

Estes momentos de decisão foram identificados de forma geral, podendo existir outros dependendo do tipo de edificação específico.

## 4.3 Esferas de colaboração

Após a identificação dos momentos de tomada de decisão essenciais e das fases em que ocorrem podemos dizer em que esfera de colaboração deve participar cada colaborador dependendo da fase em questão.

“Partindo das definições gerais de anéis de colaboração formuladas por Straus (2003) e da análise do processo de projeto, podemos definir quais são as esferas de colaboração especificamente para o processo de projeto de edificações colaborativo. Estabelecemos basicamente quatro esferas. Quanto mais central a esfera, maior o nível de envolvimento ativo dos participantes, e a existência das mais externas nem sempre é necessária, dependendo do projeto em questão” (MACHADO, 2004, p.150).

### 4.3.1 Primeira esfera – equipe de gestão

Esta esfera é a mais central e a que envolve colaboração multidisciplinar mais ativa. O número de participantes recomendado é em torno de oito e é importante que se estabeleça um líder do processo que irá conduzir a colaboração.

Os participantes desta esfera irão tomar decisões colaborativas, no que se refere ao planejamento do projeto e à gestão do processo, o que inclui:

- Planejamento da colaboração e seleção dos colaboradores;
- Estabelecimento das diretrizes do produto que nortearão todos os projetos (processos) envolvidos;
- Definição das fases de projeto e dos momentos de decisão;
- Distribuição de tarefas e responsabilidades;
- Estabelecimento dos critérios para tomada de decisão;
- Estabelecimento dos recursos do projeto;
- Estabelecimento do cronograma.

O processo colaborativo é inclusivo. A equipe de gestão deve procurar a participação passiva das outras esferas, ouvindo e considerando suas opiniões e interesses.

Na esfera central há grande necessidade de interação direta, síncrona, pois nele são tomadas as decisões mais essenciais do projeto. Para suportar a tomada de decisão colaborativa, é necessário disponibilizar uma grande quantidade de informação necessária e confiável em tempo real e facilitar a interação com a informação e a interação entre os participantes.

#### *4.3.2 Segunda esfera – equipes disciplinares*

Inclui-se nesta esfera os membros das disciplinas envolvidos no desenvolvimento do projeto específico de cada uma delas, de acordo com as diretrizes gerais estabelecidas no planejamento de produto desenvolvido pela equipe de gestão. Deve haver grande colaboração interna no desenvolvimento de cada projeto e, ainda, externa com a equipe de gestão por meio do fornecimento de *feedback* sobre o desenvolvimento dos projetos.

Na segunda esfera ainda há grande necessidade de interação direta, em tempo real, pois muitas decisões específicas são tomadas, mas a interação assíncrona também é bastante utilizada. É importante que a informação esteja atualizada, seja confiável, para manter a sincronia dos projetos específicos, para que ninguém trabalhe sobre arquivos e informações ultrapassados.

#### *4.3.3 Terceira esfera – colaboração periódica*

Esta esfera inclui as pessoas que são afetadas pelas decisões tomadas no projeto. A colaboração nesta esfera baseia-se na coleta de opiniões destas para que sejam consideradas no processo, e na divulgação das decisões tomadas. As atividades nesta esfera são periódicas e predominantemente é utilizada a interação assíncrona nesta esfera.

#### *4.3.4 Quarta esfera – informativa*

A existência ou não desta esfera de colaboração, que é a mais ampla de todos, depende muito do projeto em questão. Nesta esfera se incluem todas as pessoas que possam ter algum interesse no projeto e se objetiva que este grande número de pessoas se mantenha informada sobre o projeto. A comunicação necessária nesta esfera é assíncrona.

### **4.4 Sistema de informação para colaboração**

Observamos que os processos colaborativos envolvem comunicação irrestrita, grande volume de informação, participação de indivíduos de diferentes áreas produção de conhecimento. Sendo assim, para suportar os processos colaborativos, os sistemas de informação adotados pelas empresas devem, de uma forma geral, suportar a comunicação sem barreiras, o acesso imediato à informação, a colaboração e a gestão do conhecimento.

#### *4.4.1 Comunicação sem barreiras*

Os processos colaborativos pressupõem estruturas organizacionais mais horizontais, onde a autoridade é distribuída. Neste processo, cada pessoa da pode se comunicar facilmente com todos na organização, não importando o cargo, o lugar ou o tempo. Isto se tornou possível com o advento da TI: recursos como o *e-mail*, *voice-mail*, telefones, celulares, redes internas e Internet.

#### *4.4.2 Acesso imediato à informação*

Para a qualidade das decisões colaborativas e para garantir a qualidade durante todo o processo é importante a disponibilidade de informações confiáveis e o acesso imediato a essas informações. Este acesso é possibilitado pela utilização das redes internas e externas, bancos de dados, servidores de alta velocidade e alta capacidade, permitindo acesso a multiusuários.

#### *4.4.3 Colaboração*

Pode ser necessário colaborar com outros participantes que por vezes estão geograficamente separados com os quais os custos de viagens talvez tornassem impossível colaborar. Esta colaboração pode ser disponibilizada pela organização por meio da implantação de tecnologia de *groupware*, sistemas de teleconferência, vídeo conferência e reuniões via computador (exemplo NetMeeting).



#### 4.4.4 Gestão do conhecimento

Os processos colaborativos produzem conhecimento. A tecnologia deve auxiliar a gestão do conhecimento, ou seja, a criação, o armazenamento e a sua disseminação por meio da utilização de sistemas de auxílio à decisão em grupo (ou *groupware*), do banco de dados, dos sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED), dos grupos de discussão, do e-mail.

A tecnologia por si só não é suficiente para promover o aprendizado, mas pode ser utilizada como suporte ao processo de gestão do conhecimento. A gestão do conhecimento precisa, na verdade, estar incorporada aos processos da empresa.

### 5 DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES PARA UM SISTEMA DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÕES NA ARQUITETURA SIMULTÂNEA

A Arquitetura Simultânea é um processo colaborativo, então, o sistema de auxílio à tomada decisão deve suportar a colaboração. O processo em questão envolve a participação de múltiplos intervenientes em diversas esferas de colaboração, desde as fases iniciais. Percebemos que cada esfera, de acordo com suas características irá requerer um certo nível de interação, comunicação e disponibilização de informação entre os participantes e, logo, haverá recursos tecnológicos que serão mais adequados a cada uma.

#### 5.1 Para a esfera central – equipe de gestão

Para melhorar a eficácia na tomada de decisões é preciso reunir as pessoas que possuem o conhecimento para decidir, disponibilizar todas as informações necessárias e recursos para lidar com a informação, e, ainda, incentivar e dar suporte à interação entre os participantes. Esta interação é principalmente síncrona, ou seja, em tempo real (mesmo tempo-mesmo lugar ou mesmo tempo-lugar diferente).

Identificamos que um sistema de suporte à decisão para a “Arquitetura Simultânea” nesta esfera deveria incluir (MACHADO, 2004):

- Rede local de computadores conectada à Internet – as redes são essenciais para a colaboração, por permitirem o compartilhamento de informações, conhecimento, equipamentos etc. Como o processo de projeto de edificações envolve diversas organizações de pequeno a médio porte, o ideal seria a utilização de rede local conectada à Internet, pois os custos de sua implementação não são altos.
- Bancos de dados – por permitirem armazenar informações variadas (como informações de clientes atuais e possíveis clientes, usuários finais, informações de mercado, informações obtidas em apólos) e combiná-las por meio de consultas possibilitando a identificação de tendências, é extremamente útil.
- Salas de decisão - a Tecnologia da Informação pode ser utilizada, também, para auxílio às reuniões face a face. O ideal seria, para tal, que a sala de reuniões possuísse equipamento conectado à rede, acesso ao banco de dados, ao sistema de gerenciamento de documentos, à Internet, sistema de projeção para permitir a visualização do projeto por todos e que permitisse que cada participante conectasse seu *laptop* a este sistema, possibilitando o compartilhamento da informação e facilitando a interação com a esta.
- Recursos para reuniões virtuais – Estas salas de decisão poderiam possuir recursos para reuniões virtuais, ou seja, para teleconferência, videoconferência, conferências via computador (utilizando programas como o *NetMeeting*, por exemplo).
- Banco de modelos – oferece diversos modelos para auxílio à tomada de decisão. Dependendo das necessidades do tomador de decisão, mais de um modelo pode ser utilizado. Um modelo é uma abstração ou uma aproximação utilização para representar a realidade, que nos habilita a explorar e entender situações reais ou que se pretende realizar. Os Sistemas de apoio à decisão possuem um banco contendo modelos diversos para auxílio à decisão. Dentre eles, os que

poderiam ser mais importantes para a “Arquitetura Simultânea” são os modelos financeiros, modelos de análise estatística, modelos gráficos.

- Simulações 3D - a simulação e a previsão são extremamente importantes no processo do projeto. No que se refere à simulação, as tecnologias de CAD 3D desempenham um papel fundamental. Para tal, é importante optar por um programa CAD que enfatize os recursos 3D. Ele deve ter ferramentas de fácil utilização, capacidade para lidar com formas complexas, permitir o desenvolvimento do modelo 3D concomitantemente ao modelo 2D e permitir a integração com o banco de dados. Assim, os modelos CAD 3D facilitarão a simulação de diversas formas no estudo de massa, permitirão a modelagem dos diversos sistemas e sua integração em um modelo 3D único e completo da edificação, que permitirá o estudo das interferências projetuais nas fases de anteprojeto e pré-executivo.

## **5.2 Para a segunda esfera – equipes disciplinares**

Nesta esfera os participantes estão envolvidos em problemas mais específicos de cada disciplina. A necessidade de interação em tempo real entre os participantes não é tão grande. A segunda esfera é mais atuante nas fases de Planejamento e projeto (mais especificamente no anteprojeto) e Preparação para execução. A colaboração pode-se utilizar mais da comunicação assíncrona, entretanto a disponibilização de informação confiável *online*, e a sincronia das atividades são de extrema importância.

Os recursos recomendados incluem: rede interna conectada à internet, banco de dados, sistema de gerenciamento eletrônico de documentos, e-mail, simulações 3D, softwares de projeto paramétricos, outros softwares.

## **5.3 Para a terceira esfera – colaboração periódica**

Uma vez que a colaboração nesta esfera baseia-se na coleta de opiniões das pessoas afetadas pelo projeto, a interação necessária é majoritariamente assíncrona. Assim, os recursos tecnológicos recomendados são: a utilização de um site na Web para divulgação de informações sobre o projeto, coleta de opiniões, fóruns de discussão, entre outros.

## **5.4 Para a quarta esfera – informativa**

Como o seu objetivo é manter informado um grande número de pessoas que possam ter interesse pelo projeto, consideramos que a utilização de um site na web seria o ideal.

# **6 REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Seleção e contratação de serviços e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada**. 1977. (NBR 5670)

ANGELONI, M. T. **Organizações do conhecimento: infra-estrutura, pessoas e tecnologia**. São Paulo, Saraiva, 2003. 215p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo**. São Paulo: Pini, 2000. 87p.

BARROSO-KRAUSE, C. Ciência e Concepção: reintegrando tecnologia e arquitetura. In: DEL RIO, V. **Arquitetura: pesquisa e projeto**. Rio de Janeiro: FAU UFRJ, 1998. p. 37-44.

CASAROTO FILHO, N. **Gerência de programas e projetos / Engenharia simultânea**. São Paulo, Atlas, 1999. 173p.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 494p.

\_\_\_\_\_. **Introdução à teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 463p.

GALDAMEZ, E.; BRANICIO, S.; BOND, E. **Integrando os recursos humanos com engenharia simultânea**. Disponível em: <http://www.numa.org.br>. Acesso em: fev. 2003.

GOMES, L. F.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2002. 264p.

HOLYOAK, K. J. Problem solving. In: OSHERSON, P. N.; SMITH, E. E. **Thinking: An invitation to cognitive science**. Massachussets: The MIT Press, 1990. p. 117-146.

MACHADO, V.B. **Arquitetura Simultânea: A Tecnologia da Informação em um processo de projeto integrado**. 2004. 175p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MELHADO, S. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. 235p. Tese (Livre docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

NEWELL, A., SIMON, H. A. **Human problem solving**. Eglewood Cliffs: Prentice-hall. INC., 1972. 920p.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. **Processo de projeto de obras de edificações: iniciativas para a melhoria da qualidade**. 2001. Dissertação (mestrado em engenharia civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

REZENDE, D.; ABREU, A. **Tecnologia da informação: aplicada a sistemas de informação empresariais**. São Paulo: Atlas, 2001. 311p.

SALGADO, M. S. O projeto do edifício e a construção civil: aspectos relacionados à gestão da qualidade e à administração de equipes. In: MARTINS A.; CARVALHO, M. **Novas visões: Fundamentando o espaço arquitetônico e urbano**. Rio de Janeiro: Booklink, 2001. p. 195-217.

\_\_\_\_\_. QFD – Quality Function Deployment: Ferramenta para o planejamento da qualidade do projeto. In: DEL RIO, V. **Arquitetura: pesquisa e projeto**. Rio de Janeiro: FAU: UFRJ, 1998. p. 91-98

STRAUS, D. **Criando colaboração produtiva: 5 formas de obter colaboração das equipes e aumentar resultados**. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 254p.

VIEIRA NETTO, A. **Como gerenciar construções**. São Paulo: Pini, 1988. 119p.

ZANCUL, E. S. **Engenharia Simultânea**. Disponível em: [http:// www.numa.org.br](http://www.numa.org.br). Acesso em: fev. 2003.