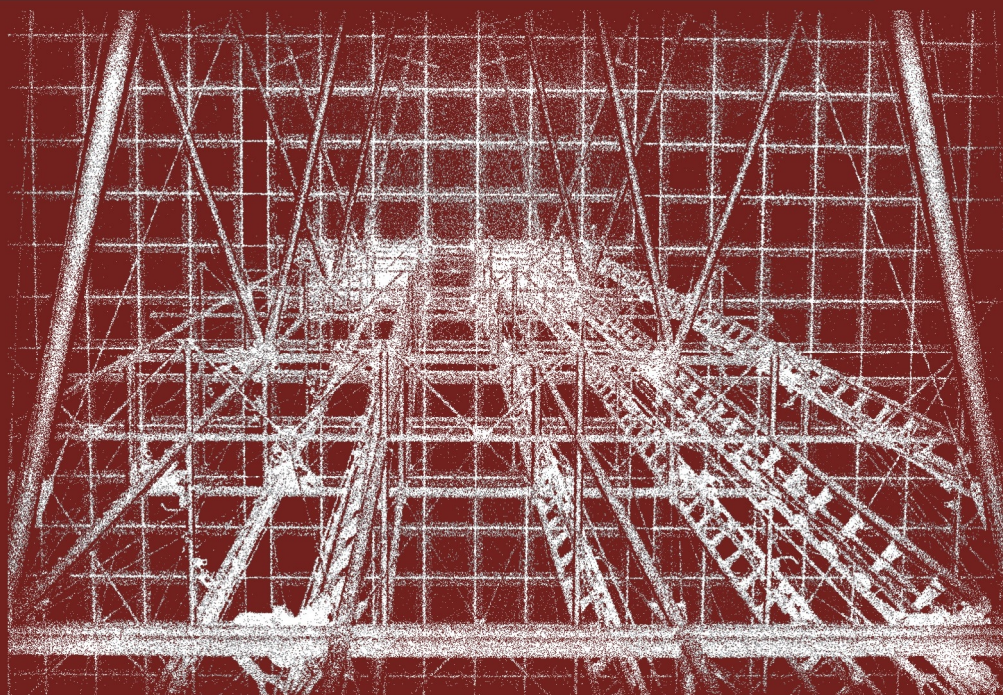


COLETÂNEA HABITARE

**Inovação,
Gestão da Qualidade & Produtividade e
Disseminação do Conhecimento
na Construção Habitacional**



Editores

Carlos Torres Formoso

Akemi Ino

Volume **2**

Programa de Tecnologia de Habitação

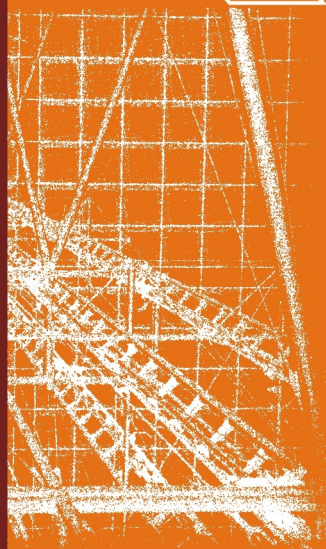


Difundir em diferentes frentes, com diferentes linguagens, para diferentes públicos. Com esse objetivo - e na seqüência de um projeto de divulgação que já conta com o Portal HABITARE (<http://habitare.infohab.org.br/>, apresentando pesquisadores e projetos ligados à área da habitação em instituições de todo o País) e a Revista HABITARE (com reportagens sobre os principais resultados desses projetos), além da Série Coleção HABITARE (com publicação de cd-rom e livros na área do ambiente construído) - o Programa de Tecnologia para Habitação lança um novo produto: a Coletânea HABITARE.

A meta é a mesma: difundir resultados do programa que desde 1994, com financiamento e coordenação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP/MCT), e ainda com recursos da Caixa Econômica Federal e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq, vem permitindo o desenvolvimento de estudos e a busca de soluções para o problema habitacional brasileiro. Mais uma vez, assim como na série Coleção HABITARE, a difusão do conhecimento se dá pela palavra do pesquisador, e de seus colaboradores, responsáveis pela produção dos artigos publicados nessa Coletânea.

Em quatro volumes são abordados os temas políticas públicas, avaliação da pós-ocupação, inovação/gestão da qualidade e utilização de resíduos na construção. Cada uma das edições temáticas reúne uma série de trabalhos voltados à mesma área, porém desenvolvidos sob diferentes enfoques e estimulados por desafios diversos. O formato de artigo permite a apresentação de forma condensada dos retornos que o investimento na pesquisa, no campo do ambiente construído, vem trazendo - assim como revela dificuldades e desafios. Trata-se de uma síntese que, acreditamos, pode propiciar tanto ao meio acadêmico como ao setor produtivo a atualização de informações, dados e produtos. É mais um esforço de difusão do conhecimento científico e tecnológico gerado no âmbito do Programa de Tecnologia para Habitação - HABITARE.

Os editores



Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional

Coletânea HABITARE
Volume **2**

Editores
Carlos Torres Formoso
Akemi Ino

2003
Porto Alegre



© 2003, Coleção HABITARE
Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar - Centro
90035-190 - Porto Alegre - RS
Telefone (51) 3316-4084
Fax (51) 3316-4054
<http://www.antac.org.br/>

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Diretor: **Fernando de Nielander Ribeiro**

Área de Instituições de Pesquisa/AIPE
Superintendente: **Maria Lúcia Horta de Almeida**

Grupo Coordenador Programa HABITARE
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Caixa Econômica Federal - CEF
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC
Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU
Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE
Comitê Brasileiro da Construção Civil/Associação Brasileira de Normas Técnicas - COBRACON/ABNT
Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

Apoio Financeiro
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Caixa Econômica Federal - CEF

Apoio Institucional
Universidade federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação - NORIE

Fundação para a Pesquisa Ambiental - FUPAM

Editores da Coletânea HABITARE
Roberto Lamberts – UFSC
Maria Lúcia Horta de Almeida – FINEP

Equipe do Programa HABITARE
Ana Maria de Souza
Cristiane M. M. Lopes

Editores do Volume 2
Carlos Torres Formoso
Akemi Ino

Projeto gráfico
Regina Álvares

Textos de apresentação da capa
Arley Reis

Revisão gramatical e bibliografia
Giovanni Secco
Roseli Alves Madeira Westphal (INFOHAB)

Editoração eletrônica
Amanda Vivian

Fotolitos e impressão
Coan

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) **(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

158 Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. -- Porto Alegre: ANTAC, 2003.-- (Coletânea Habitare, v.2)
480p.

ISBN 85-89478-02-5

1. Gestão da Qualidade e Produtividade 2. Inovação 3. Disseminação do Conhecimento 4. Construção Civil I. Carlos Torres Formoso II. Akemi Ino III. Série.

11.2

Modelo de gestão do processo de desenvolvimento de produto na construção habitacional

Patrícia Tzortzopoulos e Carlos Torres Formoso

Resumo

O desempenho do processo de desenvolvimento de produtos possui forte influência sobre a eficiência e a duração de projetos de edificações, bem como sobre a qualidade do produto final. Entretanto, a maior parte das pesquisas voltadas à melhoria da qualidade na construção tem focado, principalmente, o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de gestão da produção, fato que contrasta com os poucos esforços visando à melhoria do processo de desenvolvimento de produtos. O objetivo deste estudo foi criar um modelo para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos em empresas construtoras de pequeno porte, envolvidas no desenvolvimento e execução de edifícios comerciais e residenciais. Esse modelo consiste em um guia genérico para o processo de desenvolvimento de produtos que pode ser utilizado por diferentes empresas como base para a elaboração de modelos específicos para gerenciar o desenvolvimento de diferentes projetos. A elaboração do modelo foi baseada em estudos de caso desenvolvidos em conjunto com duas empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte do sul do país, bem como em um estudo de *benchmarking*.

Este estudo correspondeu a um dos subprojetos do projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processo em Empresas de Pequeno Porte.

Introdução

Desenvolvimento de produtos é definido como o processo através do qual um produto é concebido, projetado e lançado no mercado e inclui retroalimentação tanto do processo de produção quanto do uso do produto (ULRICH; EPPINGER, 1995). Este inclui o projeto do produto bem como outras atividades do processo de projeto, à medida que elas necessitam ser desenvolvidas em conjunto.

Apesar de grande parte das atividades consistirem em atividades de projeto, existem outros tipos de atividades envolvidas, como, por exemplo, avaliações econômico-financeiras, aprovações legais de projetos e pesquisas junto a clientes. Esse processo se inicia com a percepção de uma oportunidade de mercado e, em geral, envolve a identificação de requisitos do cliente, estudo preliminar, projeto do produto, validação do produto, lançamento no mercado e coleta e disseminação de dados para retroalimentação (COOPER, 1998; YAZDANI; HOLMES, 1999).

Recentemente, o aumento da complexidade das construções e o aumento da competição no mercado têm incrementado a pressão para a melhoria da performance do desenvolvimento de produtos na Construção Civil. Em geral, clientes vêm demandando uma maior qualidade no produto. Além disso, as reduções do tempo de ciclo e flexibilidade de produto vêm se tornando dimensões competitivas cada vez mais importantes no mercado imobiliário.

O projeto de edificações possui sérios problemas gerenciais. Mesmo produtos não muito complexos requerem centenas de decisões a respeito de detalhes, e apresentam-se diversas interdependências entre estas decisões. Existem também conflitos entre requisitos, o que demanda um grande esforço para reconhecer, compreender e gerenciar *trade-offs*. Além disso, decisões devem ser tomadas rapidamente e muitas vezes sem informações completas. Um grande número de pessoas é envolvido nesse processo, como arquitetos, gerentes de produção, projetistas de estruturas e sistemas elétricos e hidráulicos, bem como consultores de *marketing*. Ainda, é necessário um longo período para que dados de retroalimentação provindos do processo de produção e uso da edificação sejam obtidos, e esse processo tende a ser ineficaz.

O processo de desenvolvimento de produtos necessita ser planejado e controlado mais eficientemente, para que se possa minimizar os efeitos da incerteza e complexidade associados ao mesmo. A falta de planejamento no projeto resulta em pouca coordenação e comunicação entre disciplinas, alocação desbalanceada de recursos de projeto, informações insuficientes acessíveis para completar tarefas de projeto e a conseqüente inconsistência entre documentos de obra, entre outros problemas (AUSTIN et al., 1994; KOSKELA et al., 1997).

Prasad et al. (1998) sugerem que a modelagem dos processos da empresa e a sua decomposição em atividades de fluxo de trabalho são necessárias para organizar o trabalho da equipe de desenvolvimento de produtos e direcionar seus esforços. Smith e Morrow (1999) afirmam que a elaboração de modelos para o processo de desenvolvimento do produto é importante tanto para a aprendizagem sobre este processo como para a recomendação de formas de controle. Na realidade, muitos esforços vêm sendo direcionados para o desenvolvimento de modelos dos processos de desenvolvimento de produtos e projeto, sendo a maioria deles direcionados à indústria de manufatura. O escopo, objetivos e a base conceitual desses modelos variam extensamente. Um grande número de modelos procura simplesmente descrever o processo, e alguns deles focam o processo de desenvolvimento de produtos (por exemplo, O'Brien e Smith, 1994; Prasad et al., 1998; Yazdani e Holmes, 1999), enquanto outros descrevem o processo de projeto em si (como, por exemplo, Goldschmidt, 1992; Frankenberger e Badke-Schaub, 1998; Mazijoglou e Scrivener, 1998).

Há ainda modelos que apresentam protocolos e ferramentas para auxiliar no desenvolvimento do produto e na gestão do projeto. Eles podem ser usados como guias e apresentam um modelo genérico do processo e um conjunto de métodos e técnicas que podem ser utilizados para apoiar diferentes tarefas gerenciais. Esse é o caso, por exemplo, do *Process Protocol*, desenvolvido por Kagioglou et al. (2000), para todo o ciclo de vida de projetos de construção. Ulrich e Eppinger (1995) recomendam o uso desses modelos, considerando que eles explicitam o processo de tomada de decisões e, dessa forma, permitem que todos na equipe de projeto compreendam as razões pelas quais decisões de projeto são tomadas e que se reduzam as possibilidades de desenvolver o projeto com base em decisões não consensuais. Os mesmos autores acrescentam que esses modelos podem ser utilizados como: (a) listas de verificação para a execução das principais atividades do desenvolvimento de produtos, assegurando que questões importantes não sejam esquecidas, e (b) como base

para a documentação do projeto como desenvolvido, de forma a criar um registro do processo de tomada de decisões para futura referência e para treinamento de novos envolvidos no processo.

Neste estudo, foi desenvolvido um modelo genérico para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos da Construção Civil. O escopo desse modelo foi limitado ao desenvolvimento de projetos comerciais e residenciais, à medida que a limitação a uma determinada tipologia torna mais simples a representação abstrata do processo. Ainda, este estudo foi focado no processo de desenvolvimento de produtos e não somente no projeto, em função da forte influência que as interfaces entre o projeto e os demais processos, como vendas, produção e manutenção, exercem sobre o desempenho de edificações. Diversos autores sugerem que os resultados de pesquisas em modelagem do projeto têm tido impacto limitado sobre a performance da indústria, à medida que esses estudos têm considerado o projeto como uma atividade relativamente autônoma e delimitada, e assim não consideram questões como disponibilidade de recursos, restrições de tempo e estrutura organizacional, questões essenciais na condução efetiva do projeto (ANDREASEN et al., 1998; MAFFIN, 1998).

A natureza da atividade de projeto

Técnicas tradicionais de modelagem de processos foram desenvolvidas para processos relativamente estruturados e estáveis, e não abordam questões comuns do desenvolvimento de produtos. O projeto é uma atividade complexa e multidisciplinar, e as informações envolvidas são dinâmicas e semanticamente ricas (BOSTON et al. 1998; ANDREASEN et al., 1998).

Diversos modelos descritivos de projeto vêm sendo desenvolvidos desde o início da década de 60, objetivando compreender e descrever a atividade de projeto em um nível abstrato. A maior parte deles descreve um grupo de atividades que, geralmente, incluem: (a) análise – ordenando e estruturando o problema; (b) síntese – gerando uma solução; e (c) avaliação – envolvendo a avaliação crítica das soluções sugeridas em relação aos objetivos identificados na fase de análise (LAWSON, 1990).

Um dos modelos de projeto mais citados na bibliografia é o proposto por Markus e Arch (1973), segundo o qual duas diferentes dimensões são necessárias

para descrever a natureza iterativa e cíclica do projeto. Conforme apresentado na Figura 1, esse modelo apresenta uma estrutura vertical de etapas, seqüências de projeto, e uma estrutura horizontal de atividades interativas e cíclicas.

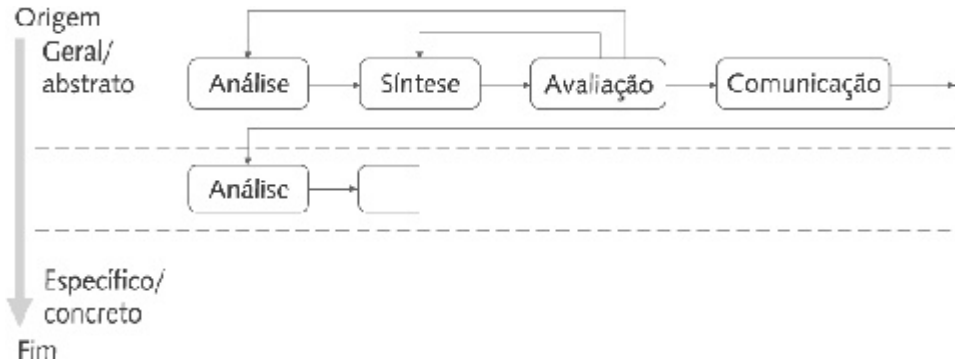


Figura 1 – Modelo do processo de projeto proposto por Markus e Arch (1973)

O paradigma de análise-síntese-avaliação tem sido criticado através dos anos por diversos autores. Lawson (1990) afirma que esse paradigma foi estabelecido a partir de idéias existentes sobre o projeto, em vez de ser derivado de observação experimental, e, dessa forma, descreve mais claramente a visão sistemática de cientistas (não projetistas) sobre como o projeto deve ser, em vez daquela dos projetistas. Baseado na observação do trabalho de urbanistas, Levin (1966) afirma que somente através da geração de soluções os projetistas identificam e compreendem problemas de projeto, como, por exemplo, conflitos entre necessidades de dois diferentes clientes. Eastman (1970) obteve um resultado similar em seu estudo, concluindo que não existe uma divisão clara entre as atividades de análise e síntese, mas um aprendizado simultâneo sobre a natureza do problema e o grupo de possíveis soluções.

O fato de que o número de requisitos dos clientes tende a ser muito grande torna difícil a tarefa de formular uma descrição do problema sem implícita ou explicitamente referir-se a uma solução. O estudo de Darke (1978) sugere que os arquitetos tendem a lançar uma idéia relativamente simples no início do processo, que é utilizada para diminuir o número de soluções possíveis. Esse é um princípio de organização que direciona o processo de tomada de decisões, possibilitando que os projetistas rapidamente explorem o problema através da geração de soluções esquemáticas. Na realidade, usualmente é mais fácil para os clientes comunicar suas necessidades e desejos através de críticas e reações a uma proposta de projeto do que

através da tentativa de desenvolver uma especificação de performance abstrata (LAWSON, 1990). Dessa forma, a atenção de projetistas oscila entre a compreensão do problema e a busca por uma solução (CROSS, 1994).

A existência de diversos *loops* de áreas de decisão interdependentes também contribui para que a interação seja uma característica comum no projeto (LEVIN, 1966; GOLSDSCHMIDT, 1992; AUSTIN et al., 1994). Como resultado, não é possível planejar o projeto como uma seqüência bem definida de passos, à medida que muitas decisões são afetadas por algumas que foram tomadas previamente, bem como por outras que serão tomadas em etapas futuras do projeto.

Outra simplificação demasiada de alguns modelos de projeto é a abordagem *top-down*. É amplamente conhecido o fato de que existe uma estrutura hierárquica de decisões de projeto, variando de conceitos genéricos até detalhes. Tipicamente, o projeto de um artefato pode ser dividido em três etapas genéricas (CROSS, 1994):

- (a) Projeto conceitual: baseados em uma descrição inicial do problema, projetistas geram soluções amplas na forma de esquemas;
- (b) Anteprojeto: os esquemas são desenvolvidos a um maior nível de detalhe, e uma escolha final entre alternativas é normalmente efetuada. Considerações técnicas e econômicas de grande importância são tomadas nesta etapa;
- (c) Projeto detalhado: um grande número de decisões sobre detalhes de projeto ocorre, como dimensões de elementos e especificação de materiais.

Entretanto, o projeto não é um processo estritamente hierárquico. Muitos projetistas usam uma estratégia de pesquisa arbitrária, na qual modificam livremente o nível de detalhe avaliado, especialmente nas etapas iniciais do projeto (CROSS, 1994). Projetistas normalmente avaliam o conceito geral de projeto e, ao mesmo tempo, pensam sobre aspectos detalhados na implementação daquele conceito (CROSS, 1999).

No projeto de edificações, o problema é usualmente mal definido no início do processo de desenvolvimento de produtos. Em alguns projetos, o cliente final somente é conhecido quando o projeto está em um estágio de desenvolvimento relativamente avançado. Apesar de usualmente ser possível melhorar a definição inicial do problema questionando o cliente, coletando dados e pesquisando, é importante ter em mente que alguns dos requisitos dos clientes não podem ser explicitados (CROSBY, 1995). Além disso, o projeto é um processo exploratório, no qual projetistas devem transcender as necessidades dos clientes e produzir propostas que sejam inovadoras e estimulantes (CROSS, 1999). Como resultado, o programa de ne-

cessidades não é utilizado como uma especificação para uma solução, mas como um mapa de um território desconhecido.

Assim, o projeto pode ser descrito como um processo pouco estruturado, interativo e focado em soluções. Isso significa que os passos necessários para a produção de uma solução de projeto não podem ser preestabelecidos de forma detalhada (CROSS, 1999). Essas considerações claramente indicam que a elaboração de modelos para o processo de desenvolvimento do produto é uma tarefa muito diferente do desenvolvimento de modelos para processos gerenciais em geral.

Desenvolvimento do produto analisado sob uma perspectiva gerencial

Além da compreensão da natureza da atividade de projeto em si, a discussão dos principais conceitos envolvidos no desenvolvimento de produtos sob uma perspectiva gerencial é necessária. Desenvolvimento do produto é usualmente definido como um processo através do qual as necessidades e requisitos dos clientes são transformados em uma descrição do produto. Essa abordagem é baseada no que Koskela (2000) classifica como o modelo de transformação, através do qual se assume que a melhoria de processos pode ser atingida basicamente através da gestão e melhoria de cada uma de suas partes (subprocessos) separadamente. Entretanto, essa abordagem não é adequada para o processo de desenvolvimento do produto, em função do grande número de interações existentes entre as atividades de projeto.

O modelo de transformação contribuiu parcialmente para a falta de transparência na construção, pois ele abstrai os fluxos entre as atividades de conversão e não contribui para a clara identificação de clientes internos e externos de cada processo (KOSKELA, 1992). O foco de controle somente nas atividades de conversão é uma das maiores causas de incerteza na gestão de processos, aumentando o número de atividades que não agregam valor (ALARCÓN, 1997).



Figura 2 – Modelo de fluxo do processo de projeto (HUOVILA et al., 1997)

O desenvolvimento de produtos deve ser analisado como um fluxo de informações no qual existem quatro tipos diferentes de atividades (HUOVILA et al., 1997): conversão, espera, movimento e inspeção (Figura 2). Somente as atividades de conversão podem agregar valor sob o ponto de vista dos clientes. Espera por informações, transferência de informações e inspeção são atividades que não agregam valor e, quando possível, devem ser eliminadas, ao invés de tornadas mais eficientes. Parte das atividades de conversão não agrega valor sempre que um retrabalho é necessário em função de erros, omissões ou incertezas. Ainda, o desenvolvimento do produto deve ser abordado como um processo que agrega valor não somente para o cliente final, mas também para os clientes internos ou intermediários. A satisfação dos requisitos ou necessidades dos clientes é desenvolvida de forma cíclica, através de diversas etapas, nas quais os requisitos são capturados e convertidos em um produto ou serviço entregue ao cliente (KOSKELA, 2000).

Nesta pesquisa, as três diferentes abordagens do projeto foram consideradas para elaboração do modelo do processo de desenvolvimento de produtos. Isso implica a existência de mecanismos para gerenciar atividades de transformação e fluxos de informações, bem como para considerar sistematicamente os requisitos de clientes internos e externos nas decisões de projeto.

Método de pesquisa

Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa adotada neste trabalho foi a pesquisa-ação, pois o objetivo foi a elaboração e o teste de um modelo de processo, considerando o ponto de vista de profissionais envolvidos no desenvolvimento de produtos.

Pesquisa-ação é uma estratégia que permite a obtenção de conhecimento e mudança em sistemas sociais. Esse é um processo cíclico que envolve diagnóstico do problema, planejamento, ação e medição de resultados. Nessa abordagem, o principal foco de investigação é o resultado de uma intervenção sobre o sujeito sendo pesquisado (EDEN; HUXHAM, 1997).

Cada estudo de caso envolveu o desenvolvimento de um modelo para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos. Esse modelo consiste em um guia genérico para o processo de desenvolvimento do produto, que pode ser utilizado por diferentes empresas, como base para a definição de modelos específicos para gerenciar

o desenvolvimento de diferentes projetos. Os principais elementos do modelo são: (a) o conteúdo das principais atividades de desenvolvimento de produtos; (b) a relação de precedência entre as atividades; (c) os principais insumos e produtos de cada atividade; (d) ferramentas que podem ser utilizadas como suporte à execução dessas atividades; (e) as responsabilidades de cada um dos envolvidos; e (f) um modelo do fluxo de informações. O modelo proposto não é somente uma mera representação das práticas existentes em cada empresa – melhorias foram introduzidas baseadas em propostas apresentadas pela equipe de desenvolvimento do produto, boas práticas identificadas em um estudo de *benchmarking*, bem como na revisão da literatura desenvolvida pelos pesquisadores.

O desenvolvimento de dois estudos de caso possibilitou elaborar modelos para diferentes ambientes organizacionais. Isso criou uma oportunidade de aprendizado rica, à medida que os pontos fracos de um modelo puderam ser compensados pelos pontos fortes de outro, e a comparação de ambos cria condições favoráveis para a reflexão sobre o processo de desenvolvimento do produto em um alto nível de abstração. Como resultado, as evidências são mais interessantes e os resultados mais robustos (REMENNYI et al., 1998).

A longo prazo, pretende-se consolidar um modelo genérico (ou protocolo) que possa ser utilizado como ponto inicial para a definição do processo de desenvolvimento do produto, para diferentes tipos de projetos residenciais e comerciais desenvolvidos por empresas construtoras no Brasil.

Esse modelo de processo é mais específico que o *Process Protocol*, desenvolvido por Kagioglou et al. (2000), que é limitado ao mercado residencial e comercial, e que contém uma descrição mais detalhada, objetivando auxiliar na produção de procedimentos e na implementação de ferramentas em projetos desenvolvidos por essas empresas. Isso ocorre parcialmente pelo fato de o modelo ter sido desenvolvido em uma abordagem *bottom-up*, ou seja, dois modelos foram desenvolvidos em diferentes empresas e, com base neles, um modelo genérico mais abstrato foi proposto.

O modelo foi desenvolvido em cada empresa por um grupo que incluiu diretores das empresas e funcionários, projetistas externos à empresa e membros do grupo de pesquisadores. Assim, a experiência prévia e a percepção dos principais participantes do processo de desenvolvimento de produtos foram levadas em consideração neste estudo. Isso tende a aumentar a riqueza do modelo, já que ele foi desenvolvido com base em contribuições de uma variedade de profissionais envolvidos na construção – alguns deles com larga experiência de trabalho. Além disso, a

abordagem consensual adotada possui um efeito positivo para a remoção de barreiras para a implementação do modelo. O modelo foi implementado e testado gradualmente, dado o grande volume de trabalho com vistas a desenvolver um modelo dessa natureza, bem como a necessidade de manter todos os participantes motivados.

As duas empresas envolvidas nesta pesquisa atuam na Região Metropolitana de Porto Alegre (RS). Ambas são empresas de pequeno porte, e sua principal atividade é o desenvolvimento e construção de prédios comerciais e residenciais. Grande parte do trabalho envolvido na construção das edificações é subcontratado, e, tipicamente, entre um e três projetos são desenvolvidos e construídos a cada ano. Os principais critérios utilizados na seleção dessas empresas foram o seu interesse em participar da pesquisa e o fato de ambas serem relativamente bem organizadas.

Nessas empresas, um empreendimento, usualmente, inicia-se quando uma oportunidade de negócio é identificada. Então, a empresa compra ou negocia o terreno e, após, contrata projetistas externos para desenvolver o projeto. Em geral, a venda das unidades se inicia somente depois de começada a etapa de construção.

A variedade de produtos dessas empresas é relativamente limitada. A empresa A produz, basicamente, prédios residenciais para a classe média-alta, enquanto a empresa B oferece dois tipos de produtos: prédios comerciais e unidades residenciais para a classe média e média-baixa. Ambas as empresas permitem algumas alterações de projeto por parte dos clientes após a venda das unidades. A sua estratégia de fornecimento pode ser definida como *fit out to order* – ajustada ao pedido (CHILDERHOUSE et al., 2000). Isso significa que o cliente possui uma possibilidade de alterações de projeto limitada e, em geral, as alterações permitidas referem-se a itens de acabamento.

Os estudos de caso foram desenvolvidos em paralelo. Isso propiciou a ambas as empresas e seus projetistas a troca de idéias e experiências. O estudo reportado neste capítulo abrange o período compreendido entre abril de 1997 e maio de 1999.

Etapas da pesquisa

Grande parte do trabalho necessário ao desenvolvimento do modelo foi conduzida por um grupo de quatro ou cinco pessoas, chamado equipe operacional. Essa equipe foi formada por representantes de diferentes setores envolvidos em projeto, incluindo o gerente de projetos, pelo menos um gerente de produção e um representante do grupo de pesquisadores, com a função de facilitador. Em ocasiões

específicas, um grupo maior de pessoas, denominado equipe ampliada, era envolvido no trabalho. A equipe ampliada era composta pela equipe operacional e por alguns projetistas externos e subempreiteiros, considerados parceiros de longo prazo da construtora.

Tipicamente, participavam da equipe ampliada pelo menos dois arquitetos, um ou dois projetistas de estruturas, e um ou dois projetistas de redes elétricas e hidrossanitárias.

O estudo de caso foi dividido em três etapas principais, descritas a seguir: (a) preparação; (b) desenvolvimento do modelo; e (c) refinamento e avaliação do modelo.

A etapa de preparação envolveu a apresentação do plano de trabalho geral aos diretores de cada empresa, bem como a definição das equipes operacional e ampliada. Uma série de reuniões com os pesquisadores e a diretoria das empresas foi conduzida objetivando apoiá-los na definição de sua visão sobre a estratégia corporativa, na qual um perfil detalhado dos clientes da empresa foi definido. Esse foi um importante pré-requisito para o desenvolvimento adequado do modelo.

Além disso, membros da equipe de desenvolvimento de produtos – diretores, gerentes de projeto e projetistas externos – foram individualmente entrevistados pelo grupo de pesquisadores. O objetivo das entrevistas foi identificar as percepções desses membros a respeito dos principais problemas existentes no processo, bem como o conteúdo e o seqüenciamento das atividades de projeto, nas quais eles eram usualmente envolvidos. Grande parte desses projetistas possuía uma visão parcial do processo e, freqüentemente, utilizou diferentes definições ou nomenclaturas quando se referia a uma mesma atividade ou produto de projeto.

Ao final desta etapa, uma definição genérica do processo de desenvolvimento do produto, conforme conduzido naquele momento, foi produzida e um grande número de possíveis melhorias foi identificado. Em julho de 1997, um seminário foi realizado em cada empresa, do qual participou a equipe operacional. Nesse seminário, o escopo da pesquisa foi discutido, e um treinamento sobre as ferramentas de modelagem a serem utilizadas foi realizado.

A etapa de desenvolvimento do modelo consistiu em duas atividades principais: (a) reuniões da equipe operacional; e (b) seminários com a equipe ampliada. A equipe operacional reunia-se de três a quatro vezes por mês, e cada reunião tinha duração média de duas horas. A sua principal tarefa foi desenvolver os elementos do modelo, ou seja, fluxogramas, procedimentos, fluxos de informações, etc. Alguns

desses elementos eram discutidos junto à equipe ampliada durante os seminários. Ainda, alguns membros da equipe ampliada eram convidados a participar de algumas das reuniões, sempre que se definiam elementos do modelo relativos a alguma especialidade de projeto.

Os seminários com a equipe ampliada ocorriam trimestralmente. Alguns envolveram a apresentação e discussão de versões do modelo, ou de suas partes, preparadas pela equipe operacional. Ainda, algumas atividades de treinamento foram desenvolvidas, como *workshops* e apresentações feitas por profissionais da área, acadêmicos e consultores.

Algumas contribuições para o desenvolvimento do modelo foram obtidas a partir de um estudo de *benchmarking*. Esse estudo envolveu a investigação de boas práticas de desenvolvimento do produto adotadas por outras construtoras no Brasil. Um consultor e seis gerentes do processo de desenvolvimento do produto de empresas, com reputação de terem um bom gerenciamento de projetos, foram entrevistados.

Três atividades gerais compuseram a definição do modelo (Figura 3). Inicialmente, uma representação gráfica do modelo através de fluxogramas foi desenvolvida.



Figura 3 – Etapas do desenvolvimento do modelo

Essa ferramenta foi escolhida, em vez daquelas mais tradicionalmente utilizadas, como o diagrama de fluxos de dados (DFD) ou IDEF0, porque o fluxograma é uma ferramenta muito simples e largamente conhecida pelos profissionais da construção. Buscando manter os fluxogramas facilmente legíveis, a informação foi organizada de forma hierárquica. Foram desenvolvidos um fluxograma geral apresentando as etapas do processo e, para cada etapa, um fluxograma de atividades. Para algumas das atividades mais complexas, fluxogramas de subatividades ou operações foram também produzidos. A Figura 4 apresenta um exemplo de fluxograma da etapa de estudo preliminar.

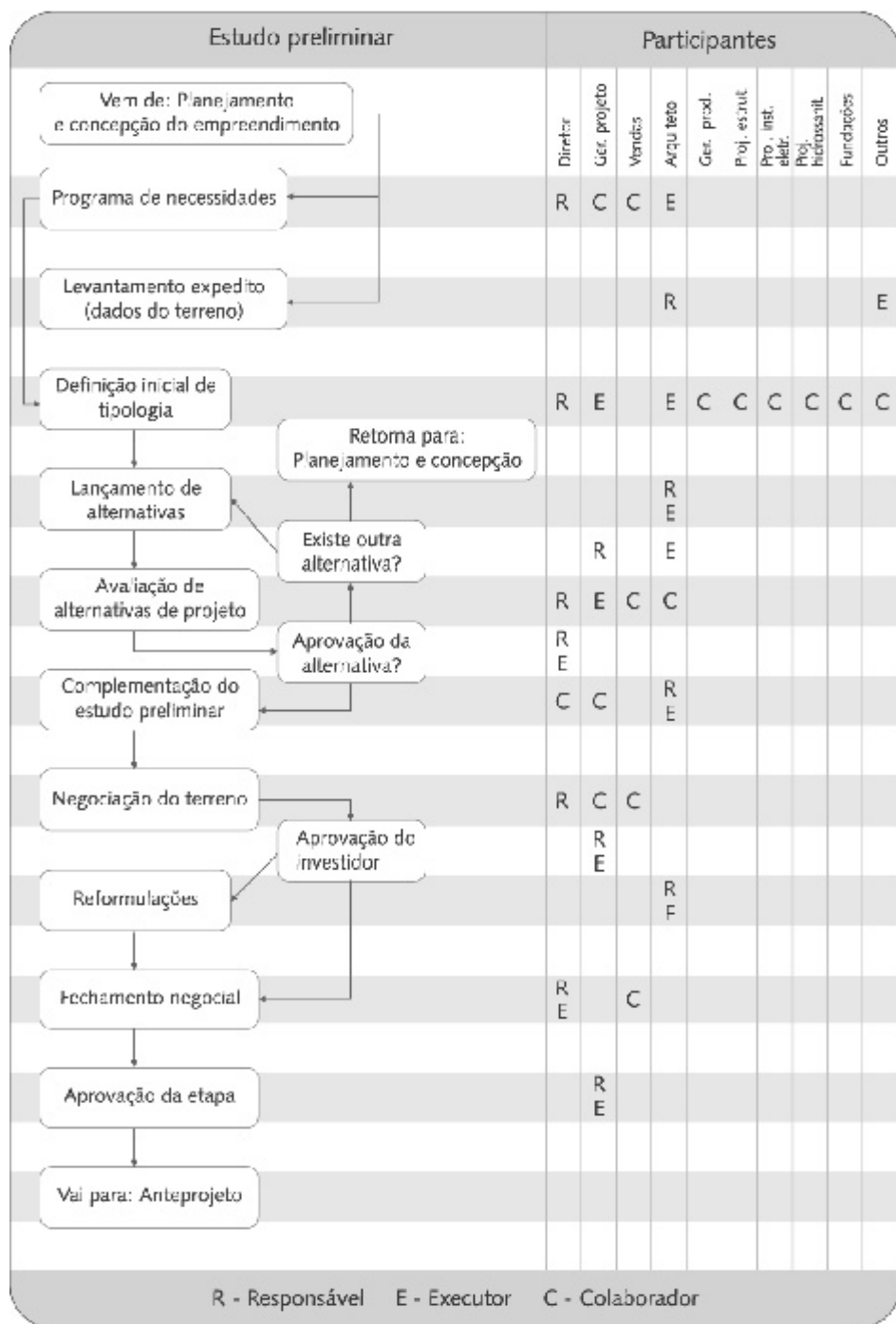


Figura 4 – Exemplo de fluxograma da etapa de estudo preliminar

Duas estratégias foram utilizadas durante a modelagem do processo para lidar com a natureza pouco definida, iterativa e oportunista do processo de projeto. A primeira consiste em manter a definição de algumas atividades em um nível não muito detalhado. Esse foi o caso da maioria das atividades de desenvolvimento de projeto propriamente ditas, como, por exemplo, o estudo preliminar de arquitetura (representado na Figura 4). Outra estratégia foi utilizar três tipos de relações de precedência entre as atividades. Além das tradicionais seqüencial e paralela, atividades interdependentes (ou em interação dinâmica) também foram utilizadas (AUSTIN et al., 1994) – ver Figura 5. Isso ocorre quando duas atividades são executadas de forma interdependente e não é recomendável modelar seus subprocessos em um nível muito detalhado, por elas serem mal definidas ou haver muita incerteza envolvida.

A segunda etapa na definição do modelo foi a representação dos fluxos de informação, através do uso de planilhas de insumo, processo e produto. Essa ferramenta foi utilizada para a descrição sistemática das principais informações de insumo e produto para cada atividade. A Figura 6 apresenta um exemplo de planilha de insumo, processo e produto para duas atividades da etapa de estudo preliminar. Usualmente, era necessário revisar os fluxogramas previamente definidos após o desenvolvimento dessas planilhas (Figura 4).

A produção da versão inicial do modelo, utilizando os fluxogramas e as planilhas de insumo, processo e produto, ocorreu por um período prolongado, e não foi muito estimulante para os participantes, em função do grande número de detalhes envolvidos, bem como pela dificuldade em alcançar consenso. Um seminário foi organizado em outubro de 1997 em cada empresa com o objetivo de apresentar e discutir essa versão do modelo junto à equipe ampliada.

Procedimentos e instruções de trabalho foram desenvolvidos para algumas das atividades de desenvolvimento de produtos – este foi o terceiro estágio da definição do modelo. Essa prática pode ser utilizada para reduzir a variabilidade de processos, sendo uma das principais idéias da administração científica. De acordo com Smith and Reinertsen (1998), procedimentos devem ser definidos somente para atividades de desenvolvimento de produtos que sejam previsíveis e relativamente bem estruturadas. Por essa razão, grande parte dos procedimentos desenvolvidos não era relativa a atividades de projeto, mas sim referentes à interface entre projeto e outros processos gerenciais, como vendas, aprovações legais e arranjos contratuais. Instruções de trabalho foram produzidas para auxiliar na execução de certas tarefas,

sendo utilizadas tanto em papel como em formato eletrônico – como, por exemplo, listas de verificação, planilhas, minutas de contratos, questionários, etc.

Os procedimentos tiveram um papel importante na definição do conteúdo detalhado dos insumos e produtos de cada atividade, bem como dos fornecedores e clientes internos de cada informação. Estes apresentam um nível de detalhe muito superior ao apresentado nas planilhas de insumo, processo e produto. Frequentemente, os fluxogramas e as planilhas de insumo, processo e produto necessitaram ser ajustados quando da definição de procedimentos, como mostra a Figura 5.

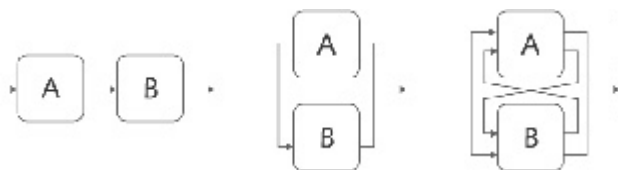


Figura 5 – Relações de precedência entre atividades sequencial, paralela e em interação dinâmica

Insumo	Processo	Produto
<p>Programa de necessidades; Dados do terreno; Dados de <i>feedback</i> (produção e uso); Definição de equipe de projetistas; Seleção estratégica de tecnologia; Definição inicial de requisitos de performance; Informações legais.</p>	<p>Alternativas de projeto arquitetônico</p>	<p>Alternativas de estudo preliminar</p>
<p>Alternativas de estudo preliminar; Estimativa de custos e preço de venda.</p>	<p>Avaliação de alternativas</p>	<p>Escolha da(s) alternativa(s) a ser(em) desenvolvida(s)</p>

Figura 6 – Exemplo de planilha de insumo, processo e produto

Foram necessários aproximadamente 14 meses para o desenvolvimento de um grupo inicial de procedimentos e instruções em cada empresa (de setembro de 1997 a novembro de 1998). Durante a definição dos procedimentos a equipe de desenvolvimento de produtos manteve-se bem mais motivada do que durante as etapas anteriores do trabalho. Isso ocorreu em função de os participantes terem mais interesse em discutir o seu trabalho em um nível mais concreto, ao invés de um nível relativamente abstrato do modelo do processo.

Em dezembro de 1998, um seminário foi desenvolvido para a discussão do trabalho desenvolvido até aquele momento junto à equipe ampliada. De janeiro a maio de 1999, os procedimentos e instruções de trabalho existentes foram refinados, e alguns novos procedimentos, desenvolvidos.

As etapas de desenvolvimento e refinamento do modelo foram sobrepostas em grande parte, à medida que cada procedimento (e a respectiva instrução de trabalho) era utilizado, logo após a consolidação de sua primeira versão. Inicialmente, uma implementação piloto era desenvolvida, através da qual melhorias eram incrementalmente introduzidas. Então, após discussões, que algumas vezes envolviam a equipe ampliada, o procedimento era finalmente aprovado pela equipe operacional e implementado permanentemente. Em maio de 1999, 36 procedimentos haviam sido desenvolvidos na empresa A e 55% deles implementados. Na empresa B, 29 procedimentos haviam sido desenvolvidos e 75% deles implementados.

A avaliação de cada modelo envolveu diversos procedimentos de coleta de dados: (a) retroalimentação da equipe ampliada durante os seminários; (b) observação da utilização dos procedimentos em cada empresa; (c) entrevistas com funcionários das empresas, membros e não-membros da equipe operacional; e (d) percepção dos pesquisadores, que tinham a função de facilitadores junto às equipes operacionais. O modelo ainda não foi suficientemente testado como base para o planejamento do processo de desenvolvimento de produtos. Esse é um passo importante para a avaliação da eficácia do modelo, que será executado no futuro.

Com base nessa avaliação, a primeira versão do modelo genérico foi desenvolvida pela equipe de pesquisadores. Ela inclui uma descrição abstrata do processo de desenvolvimento de produtos, um grupo de procedimentos e instruções de trabalho que foram implementados com sucesso e um grupo de diretrizes para a elaboração de modelos específicos para diferentes empresas. O objetivo desse modelo é servir como um guia genérico para o processo de desenvolvimento do produto, que pode ser utilizado por diferentes empresas como base para o desenvolvimento de modelos

específicos para gerenciar o desenvolvimento de diferentes projetos. O conteúdo desse modelo é detalhadamente apresentado por Tzortzopoulos (1999). Suas principais características são apresentadas a seguir.

Descrição do modelo

Visão geral

O processo de desenvolvimento de produtos foi dividido em sete etapas, conforme a Figura 7.

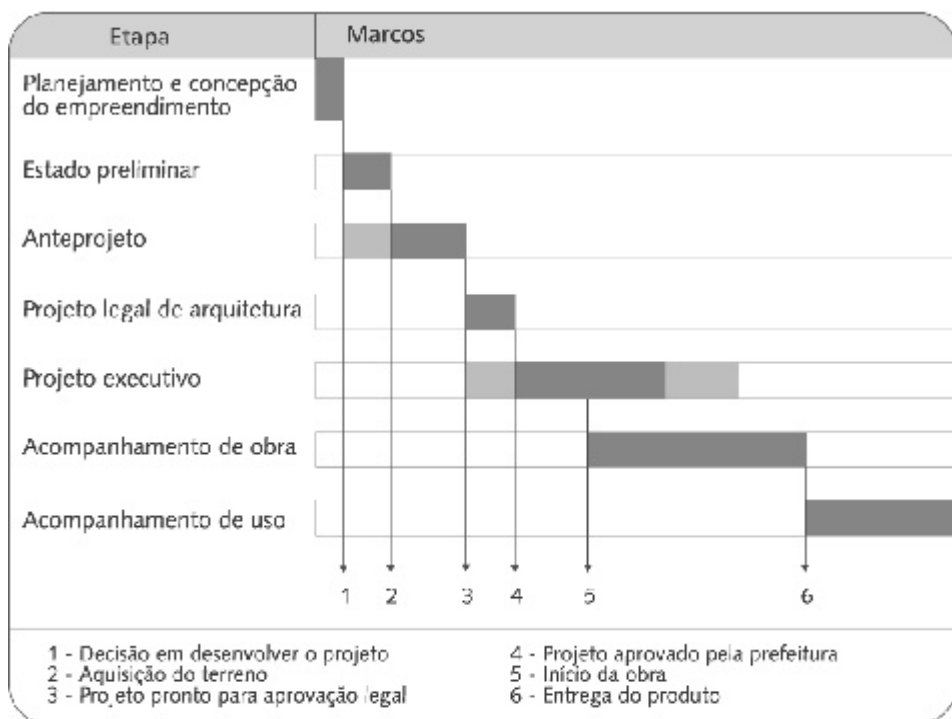


Figura 7 – Etapas do processo de desenvolvimento do produto

Apesar de existirem diferenças entre os modelos desenvolvidos em cada empresa, seus conteúdos são relativamente similares. Cada etapa é brevemente descrita a seguir.

- (a) Planejamento e concepção do empreendimento: esta etapa envolve a identificação de uma oportunidade de negócios, a definição do objetivo do empreendimento e uma avaliação geral de sua viabilidade. Em geral, envolve questões, es-

estratégias e informações de cunho confidencial, podendo ser uma etapa bastante rápida. Por essas razões, poucas pessoas são envolvidas. Com base nos objetivos do empreendimento, em informações do terreno e legais, o arquiteto produz um esquema do produto a ser desenvolvido – com frequência esse esquema é expresso por meio de um lançamento das dimensões externas da edificação e outros atributos gerais do produto, como área bruta, número de pavimentos e número de unidades. Esse é tipicamente o primeiro passo para diminuir o número de alternativas possíveis, conforme descrito por Darke (1978). A opinião de um consultor de *marketing* ou legal pode também ser considerada na definição do produto. Com base nessas informações, um estudo de viabilidade é desenvolvido, envolvendo questões econômicas, técnicas e legais. Ao final dessa etapa, a decisão em continuar ou não o desenvolvimento do produto é tomada.

(b) Estudo preliminar: o principal objetivo desta etapa é a definição do projeto arquitetônico em nível conceitual. Inicialmente, uma primeira versão do programa de necessidades é produzida e mais dados do terreno são coletados. Então, uma primeira reunião envolvendo toda a equipe de projeto e representantes da equipe de produção é realizada, na qual ocorre a definição de alternativas e parâmetros para o projeto dos sistemas estruturais, hidrossanitário e elétrico, entre outros. Com base no programa de necessidades, nos dados do terreno e nos parâmetros e diretrizes dos projetistas de sistemas prediais, o estudo preliminar arquitetônico é produzido. O estudo preliminar é então avaliado no segundo estudo de viabilidade e, caso aprovado, pode ser utilizado para negociações com o proprietário do terreno, em casos de permuta de terreno por área construída. Quando há acordo entre a construtora e o proprietário do terreno, o projeto prossegue.

(c) Anteprojeto: esta etapa, inicialmente, envolve a produção do anteprojeto de arquitetura. Após, um segundo estágio da definição dos sistemas prediais é desenvolvido pela equipe de projetistas, com a participação de representantes da equipe de produção, incluindo uma discussão inicial sobre o *layout* de obra. Então, o estudo preliminar dos projetos de sistemas prediais é desenvolvido. Com base nessas definições, uma primeira integração de projetos é efetuada. Quando todos os ajustes necessários são efetuados, uma avaliação do anteprojeto é feita, incluindo questões relacionadas à satisfação dos clientes, aprovações legais de projeto e viabilidade econômica e financeira.

(d) Projeto legal de arquitetura: esta etapa envolve a preparação das informações

e documentos necessários à aprovação legal do projeto de arquitetura, bem como a preparação para o início das vendas do empreendimento. Essas atividades são de extrema importância para o sucesso do empreendimento, à medida que possibilitam à empresa iniciar a etapa de construção e a venda das unidades.

(e) Projeto executivo: envolve um grande número de atividades, incluindo detalhamento do projeto arquitetônico e o projeto estrutural e de sistemas prediais, tanto em nível de anteprojeto como de detalhamento. Uma avaliação detalhada em termos de integração entre subsistemas precisa ser efetuada nesta etapa, antes da preparação de projetos e detalhes a serem enviados à obra. Em muitos casos, essa etapa e a etapa de produção da edificação sobrepõem-se. Como a venda de unidades ocorre ao longo desta etapa, a introdução de modificações de projeto solicitadas por clientes pode ser necessária.

(f) Acompanhamento de obra: esta etapa concerne à retroalimentação da produção para o projeto, bem como à introdução de modificações de projeto solicitadas por clientes ou pela equipe de produção. Ao final desta etapa, todas as modificações de projeto necessitam ser documentadas em desenhos do projeto como construído (*as built*).

(g) Acompanhamento de uso: envolve a obtenção de dados de retroalimentação durante o uso da edificação. Dois mecanismos são utilizados para a obtenção dessas informações: (a) avaliação pós-ocupação e (b) análise das reclamações de usuários da edificação. Essa retroalimentação tem um papel muito importante para o desenvolvimento de produtos em empresas como as envolvidas neste estudo, à medida que muitos dos seus projetos tendem a possuir características similares.

De modo geral, as três abordagens propostas por Koskela (2000) – transformação, fluxo e geração de valor – foram consideradas no desenvolvimento do modelo. Inicialmente, durante a elaboração dos fluxogramas, houve uma maior ênfase na definição de transformações (atividades que agregam valor), uma vez que não existia uma definição clara do processo. Assim que um mapa consistente do processo foi produzido, atividades de fluxo foram incluídas no modelo. Fluxos de informação foram explicitados em planilhas de insumo, processo e produto e procedimentos. Atividades de inspeção, como aprovações de etapas, também foram representadas nos fluxogramas. Esperas não foram representadas no modelo, já que é muito difícil prever quando elas podem ocorrer em função do alto grau de incerteza envolvido no processo. Essas atividades possuem um caráter diferenciado em processos gerenciais, se comparado ao processo de produção, à medida que a noção de armazenagem de

informações não é tão clara como a armazenagem de materiais físicos. Finalmente, a visão de geração de valor foi considerada através da introdução de atividades de gerenciamento dos requisitos dos clientes, como atividades de coleta de dados, listas de verificação e procedimentos de retroalimentação.

Melhorias e limitações do modelo

Ambas as empresas decidiram formar um time de desenvolvimento dos produtos, incluindo projetistas internos e subcontratados e representantes de outros setores da empresa como produção e vendas. Os projetistas subcontratados convidados a fazer parte do time foram aqueles considerados parceiros de longo prazo da empresa. No modelo, assumiu-se que os projetistas deverão ser envolvidos em decisões do desenvolvimento de produtos desde o início do processo, na etapa de estudo preliminar. Entretanto, o envolvimento de alguns projetistas nas etapas iniciais do projeto não foi totalmente implementado pelas seguintes razões:

- (a) as empresas hesitavam em contratar toda a equipe de projeto antes da aquisição do terreno, já que até este momento existe o risco de o projeto não ser desenvolvido. Em geral, o arquiteto é formalmente contratado apenas no início da etapa de anteprojecto. Os demais projetistas são formalmente contratados apenas no início da etapa de projeto executivo, após a aprovação legal do projeto arquitetônico e o início das vendas das unidades;
- (b) alguns projetistas, como os de estruturas e instalações, não se predispõem a um forte envolvimento no projeto antes de um contrato formal ser assinado com a construtora, já que isso representa risco para o escritório de projetos caso o projeto não tenha seguimento. Eles usualmente concordam em participar de discussões e fornecer informações, quando necessário, de forma similar a um consultor;
- (c) alguns outros projetistas e subcontratados não podem colocar-se à disposição nas etapas iniciais de projetos relativamente pequenos, principalmente porque esses agentes tendem a estar sobrecarregados com trabalho considerado urgente para eles. Esse problema parece ser mais grave em empresas de pequeno porte, à medida que elas não possuem poder de barganha em relação a projetistas e subcontratados, se comparadas a empresas de grande porte.

Apesar de existir um certo grau de simultaneidade no modelo de desenvolvimento de produtos proposto, a sua abordagem é mais similar ao que Yazdani e

Holmes (1999) classificaram como modelos centralizados no projeto. Isso significa que a equipe de projeto considera os requisitos de atividades subseqüentes (por exemplo, de produção) quando define o produto, sendo necessária uma análise detalhada de projeto. Isso requer uma maior compreensão dos demais processos envolvidos, em vez de um envolvimento intenso de toda a equipe de projetistas e de produção desde as etapas iniciais. Dessa forma, o processo é parcialmente seqüencial, mas existe uma maior preocupação com as etapas subseqüentes, quando comparado com o processo seqüencial tradicional.

A divisão do processo em etapas foi baseada em marcos do processo (Figura 7). De qualquer modo, há certa sobreposição entre as etapas. Alguns marcos definem apenas a conclusão da etapa anterior ou o início da etapa subseqüente, em vez de ambos – este é o caso dos marcos 2, 3, 4, e 5, apresentados na Figura 7. A sobreposição entre o projeto executivo e o início da obra é necessária para a redução do tempo de ciclo do empreendimento, bem como em função da necessidade de prover certa flexibilidade de projeto para os clientes finais. A sobreposição entre estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo existe naturalmente, devido à estratégia de busca oportunística que existe no projeto (CROSS, 1999). Além disso, o grau de sobreposição tende a aumentar à medida que é menor a possibilidade de o empreendimento não se tornar viável, bem como nos casos em que a equipe de projetistas se propõe a desenvolver parte do projeto mesmo antes de sua contratação formal.

Isso indica a existência de um grande escopo para melhorias no desenvolvimento de produtos através do aumento do sucesso nas etapas iniciais do processo (SMITH; REINERTSEN, 1998), ou seja, planejamento e concepção do empreendimento e estudo preliminar. Caso a empresa tenha um planejamento estratégico efetivo, seja capaz de acessar de forma adequada oportunidades de negócios e os requisitos dos clientes sejam capturados de forma satisfatória, o risco do empreendimento não se tornar viável tende a diminuir. Como resultado, passa a ser mais fácil envolver projetistas e subcontratados no início do processo.

Para a maior parte dos subsistemas da edificação, foi possível a clara identificação e planejamento de três fases de projeto – projeto conceitual, desenvolvimento e detalhamento. Entretanto, em função do risco e limitações contratuais mencionadas anteriormente, é muito difícil alinhar o desenvolvimento dessas fases, ou seja, desenvolver simultaneamente os diferentes subsistemas. Por exemplo, os projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico, em nível conceitual, são desenvolvidos na etapa

de anteprojeto, enquanto todos os demais projetos conceituais são desenvolvidos na etapa de projeto executivo.

Atividades de coleta de dados e definição de projeto foram introduzidas no processo. Apesar de elas não eliminarem a necessidade contínua de se obterem mais informações à medida que soluções de projeto sejam geradas, a introdução dessas atividades tende a melhorar o desempenho do desenvolvimento de produtos, pois a quantidade de informações disponíveis para a execução de atividades de projeto aumenta (HUOVILA et al., 1997). Como resultado, existe menos tempo de espera por informações e a necessidade de arbítrios em função de falta de informações é diminuída, o que tende a melhorar a qualidade do projeto e a reduzir a ocorrência de interações desnecessárias (BALLARD, 2000). Isso também contribui para o aumento da eficiência das atividades de coleta de dados, pois elas podem ser mais bem planejadas. Por exemplo, um procedimento foi desenvolvido para a coleta de um grande número de informações do terreno em uma única visita, em vez da usual coleta ao longo de diversas visitas.

Revisões de projeto foram introduzidas no processo como pontos de verificação e de controle de qualidade. Elas podem ser divididas em duas categorias. Primeiro, revisões completas de projeto foram estabelecidas visando a avaliar o processo sob diferentes perspectivas, como integridade das informações, satisfação dos clientes, custo, viabilidade técnica e requisitos legais. Essas revisões compõem o que foi definido por Cooper (1998) como *stage gates* (portais de etapas), nos quais a decisão em prosseguir ou não com o projeto é tomada. Usualmente, essas revisões de projeto envolvem o uso de indicadores e um grupo de (sub)produtos bem definido.

Em cada revisão, o grau de maturidade do projeto necessita ser avaliado e, tipicamente, um número de decisões de projeto não pode ser modificado depois dessa revisão. Um projeto “maturo” significa que ele foi propriamente consolidado e completo, permitindo a liberação de informações para as atividades subseqüentes (O'BRIEN; SMITH, 1994). Isso torna possível estabelecer certa linearidade no processo, evitando retornar a atividades já realizadas. Essas revisões usualmente são associadas a alguns marcos do processo (ver Figura 7), nas quais comprometimentos financeiros são feitos (SMITH; REINERTSEN, 1998): decisão de prosseguir com o projeto (marco 1), decisão de fazer uma proposta ao proprietário do terreno (marco 2), ou outro tipo de negociação comercial, e decisão de enviar o projeto para aprovação legal (marco 3).

O segundo tipo de revisão possui um escopo estritamente técnico e enfatiza principalmente a gestão da configuração da edificação (O'BRIEN; SMITH, 1994), ou seja, o esforço em integrar diferentes subsistemas. Em geral, as atividades de integração de projeto envolvem uma reunião com a equipe de projetistas, seguida da execução de ajustes, separadamente, por cada disciplina de projeto. Após, outra análise é realizada para verificar se os diferentes subsistemas estão ajustados.

Alguns procedimentos para a troca de informações eletrônicas foram desenvolvidos. Apesar disso, o modelo enfatiza a necessidade de comunicação informal entre os projetistas, sendo a ocorrência desse tipo de comunicação formalmente planejada para durante as reuniões de projeto. Ainda, apresentações de projeto para as equipes de produção e venda por parte dos projetistas foram incluídas, objetivando a clara comunicação das intenções e da filosofia do projeto.

Impacto do modelo nas empresas

De modo geral, ambas as empresas e seus projetistas foram muito receptivos com relação aos modelos propostos, bem como interessados em participar deste projeto de pesquisa. Uma evidência disso é o fato de eles estarem engajados no desenvolvimento de estudos de caso relativamente longos e de estarem dispostos a continuar participando do refinamento futuro do modelo geral.

O impacto relativo ao desenvolvimento e implementação do modelo foi detectado durante a etapa de avaliação da pesquisa. Essa avaliação foi baseada nas percepções da equipe de desenvolvimento de produtos, bem como na observação de algumas atividades. As mais importantes melhorias detectadas até o momento foram:

- (a) todos os envolvidos compreendem o processo como um todo, seus papéis e responsabilidades, bem como as principais relações entre cliente e fornecedor interno, baseadas em uma linguagem comum. Isso aumentou a transparência do processo e simplificou a integração do trabalho dos diferentes projetistas da equipe de desenvolvimento dos produtos. O uso de ferramentas de modelagem relativamente simples teve um papel fundamental nesse fato;
- (b) o fato de existir um modelo do processo estável, consensual e relativamente simples torna mais fácil a identificação das melhorias necessárias. De fato, algumas ferramentas de suporte à tomada de decisões foram desenvolvidas como parte do modelo, e o papel de cada uma no processo foi claramente estabelecido. Essas ferramentas incluem listas de verificação para a definição do projeto e

gestão da sua configuração, modelos de viabilidade econômica e financeira, indicadores de desempenho, ferramentas para identificação do perfil de potenciais consumidores, bem como procedimentos para a identificação de erros de projeto e implementação de modificações de projeto;

(c) a implementação do modelo, mesmo que parcial, aumentou o controle das empresas sobre o processo de desenvolvimento de produtos. Como resultado, as empresas melhoraram sua capacidade de identificar problemas e suas principais causas e de implementar ações corretivas em tempo real;

(d) a melhoria contínua foi sistematicamente introduzida no processo, à medida que a retroalimentação das etapas de produção e de uso da edificação foi formalmente estabelecida. Os dados coletados nessas duas etapas podem ser utilizados para a melhoria de projetos futuros e para realinhar a estratégia competitiva da empresa. É importante salientar que atividades de retroalimentação não devem ser limitadas somente a coleta de dados, mas devem também incluir procedimentos e diretrizes para classificação e avaliação de informações, bem como sua retroalimentação para as pessoas corretas;

(e) o desenvolvimento dos modelos contribuiu para estabelecer uma postura de equipe entre os participantes do processo de desenvolvimento do produto. Esse esforço também auxiliou as empresas na avaliação do grau de comprometimento e capacidade gerencial de cada projetista externo – alguns deles optaram por não participar do esforço conjunto e foram gradativamente substituídos. Dessa forma, ao final do trabalho, a equipe estava fortemente comprometida a desenvolver atividades de desenvolvimento do produto de forma integrada, como estabelecido no modelo de processo; e

(f) as empresas puderam estabelecer certo grau de flexibilidade de projeto a ser oferecido aos clientes finais sem causar problemas no sistema de produção. Ambas as empresas definiram três atividades por meio das quais os clientes podem solicitar alterações de projeto, com prazos preestabelecidos.

Conclusões

O objetivo deste estudo foi desenvolver um modelo para a gestão do processo de desenvolvimento do produto para projetos comerciais e residenciais. Esse modelo consiste em um guia genérico através do qual modelos específicos desse processo podem ser estabelecidos para a execução de diferentes projetos.

O desenvolvimento e implementação do modelo foi uma importante fonte de reflexão e discussão a respeito do processo, tanto para os pesquisadores como para os profissionais envolvidos. A principal contribuição desta pesquisa foi o fato de que o desenvolvimento e implementação do modelo contribuiu para o aumento da compreensão da natureza do processo de desenvolvimento do produto na Construção Civil e forneceu uma oportunidade para um esforço compartilhado, no sentido de consolidar um modelo desse processo. Ainda, algumas das principais barreiras para a melhoria do gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos em empresas de construção de pequeno porte foram identificadas e avaliadas, como, por exemplo, a necessidade de reduzir o risco envolvido em empreendimentos e o pouco poder de barganha desse tipo de empresa.

O modelo aumentou a transparência do processo e forneceu uma linguagem comum, que possibilitou a melhoria da comunicação entre os diferentes participantes do processo. Ainda, o ambiente de time criado ao longo do desenvolvimento do modelo contribuiu para o estabelecimento de parcerias de longo prazo entre os envolvidos, resultando em um maior compromisso com relação à gerência do desenvolvimento do produto.

Uma avaliação inicial do modelo foi desenvolvida, com base na percepção da equipe de desenvolvimento de produtos e na observação do uso dos procedimentos. O modelo ainda deverá ser reavaliado no futuro. É necessário empregá-lo como base para o planejamento e controle do processo de desenvolvimento de produtos, sendo esse um passo importante a ser realizado no futuro.

O modelo proposto foi utilizado também como uma ferramenta para identificar áreas para futuras pesquisas. De fato, outras pesquisas foram desenvolvidas, focando elementos específicos do modelo, como procedimentos para a troca de informações eletrônicas, gerenciamento dos requisitos dos clientes, integração de projetos e atendimento aos clientes.

Referências bibliográficas

ALARCÓN, L. F. Tools for the identification and reduction of waste in construction projects. In: _____. **Lean Construction**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 365-377.

ANDREASEN, M. M. et al. The design co-ordination framework: key elements for effective product development. In: DUFFY, A. H. B. (Ed.). **The design productivity debate**. 1998. New York: Springer-Verlag. p. 151-172.

AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; NEWTON, A. Manipulating the Flow of Design Information to Improve the Programming of Building Design. **Construction Management and Economics**, London: Spon, 12(5), p. 445-455, 1994.

BALLARD, G. Positive vs. negative iteration in design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, UK: SPRU, University of Sussex, Brighton. (CD-ROM).

BOSTON, O. P. et al. Design information issues in new product development. In: DUFFY, A.H.B. (Ed.). **The design productivity debate**. New York: Springer-Verlag, 1998. p. 231-254.

CHILDERHOUSE, P.; HONG-MINH, S. M.; NAIM, M. M. **House building supply chain strategies**: selecting the right strategy to meet customer requirements. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 8., July 2000, Brighton, UK: SPRU, University of Sussex, Brighton, 2000. (CD-ROM).

COOPER, R. G. **Product leadership**: creating and launching superior new products. Massachusetts: Reading, 1998. 314 p.

CROSBY, L. A. **Measuring customer satisfaction**. [S.l.]: Quality Digest, 1995. p. 42-47.

CROSS, N. **Engineering design methods**: strategies for product design. London: Wiley, 1994. 179 p.

Natural intelligence in design, *Design Studies*. v. 20, Issue 1, p. 25-39, Jan..1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

DARKE, J. The primary generator of the design process. In: ROGERS, W. H.; ITTELSON, W. H. (Ed.) **NEW DIRECTIONS IN ENVIRONMENTAL DESIGN RESEARCH**, 9., EDRA. 1978. **Proceedings...** Washington: EDRA, 1978.

EASTMAN, C. M. On the analysis of intuitive design methods. In: MOORE, T. (Ed.). **Emerging methods for environmental design and planning**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1970.

EDEN, C.; HUXHAM C. Action research for management research. **British Journal of Management**, v. 17, 1997.

FRANKENBERGER, E.; BADKE-SCHAUB, P. Modeling design processes in industry: empirical investigation of design work in practice. **Automation in Construction**, v. 7, Issues 2-3, p. 139-155, Jan. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

GOLDSCHMIDT, G. Criteria for evaluation: a process oriented paradigm. In: KALAY, Y. (Ed.). **Evaluating and predicting design performance**. New York: Willey-Interscience, 1992. p. 67-79.

HUOVILA, P.; KOSKELA, L.; LAUTANALA, M. Fast or concurrent: the art of getting construction improved. In: ALARCÓN, L. F. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 143-160.

KAGIOGLOU, M. et al. Rethinking construction: the generic design and construction process protocol. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Blackwell, v. 7, Issue 2, p. 141-153, 2000.

KOSKELA, L. Application of the New Production philosophy to Construction. **Technical Report Stanford**: CIFE, Stanford University. n. 72. 1992.

_____. An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo, VTT, 2000. **VTT Publications**, 408. 296 p.

KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUANPÄÄ, V. **Towards lean design management**. In: LEAN CONSTRUCTION SEMINAR, 2., São Paulo, Brasil, 1997.

LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. 2. ed. London: Butterworth, 1990. 243 p.

LEVIN, P.H. The design process in planning. **Town Planning**, v. 37, Issue 1, 1966.

MAFFIN, D. Engineering design models: context, theory and practice. **Journal of Engineering Design**, v. 9, Issue 4, p. 315-327, 1998. Editora: Taylor and Francis.

MARKUS, T.; ARCH, M. Optimisation by Evaluation in the Appraisal of Buildings. In: HUTTON, G. H.; DEVONAL, A. D. G. (Ed.). **Value in building**. London: Applied Science, 1973. p. 82-111.

MAZIJOGLOU, M.; SCRIVENER, S. A. R. The rich picture of design activity. **Automation in Construction**, v. 7, Issues 2-3, p. 157-175, Jan. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

O'BRIEN, C.; SMITH, S. J. Design maturity. In: SYAN, C. S.; MENON, U. **Concurrent engineering: concepts, implementation and practice**. London: Chapman and Hall, 1994. p. 75-87.

PAWAR, K. S. Organizational and managerial issues. In: SYAN, C. S. ; MENON, U. **Concurrent engineering: concepts, implementation and practice**. London: Chapman and Hall, 1994. p. 49-74.

PRASAD, B.; WANG, F.; DENG, J. A concurrent workflow management process for integrated product development. **Journal of Engineering Design**, v. 9, Issue 2, p. 121-135, 1998. Editora: Taylor and Francis.

REMENYI, D. et al. **Doing research in business and management**. [S.l.]: Sage, 1998.

SMITH, R. P.; MORROW, J. A. Product development process modelling. **Design Studies**, v. 20, p. 237-261. 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

SMITH, P. G.; REINERTSEN, D. G. **Developing products in half the time: new rules, new tools**. [S.l.]: Van Nostrand Reinhold, 1998. 298 p.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. [S.l.]: McGraw-Hill, 1995.

YAZDANI, B.; HOLMES, C. Four models of design definition: sequential, design centered, concurrent and dynamic. **Journal of Engineering Design**, v. 10, Issue 1, p. 25-37, 1999. Editora: Taylor and Francis.