



ENTAC2006

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

PROPOSIÇÃO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS NA ETAPA DE PROJETO.

Patrícia R. Balbio de Lima (1); Eduardo Chahud (2); Maria Teresa Paulino Aguiar (3)

(1) Arquiteta e Urbanista – Mestre pelo Departamento de Engenharia das Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: patriciabalblio@ig.com.br

(2) Departamento de Engenharia das Estruturas – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: chahud@dees.ufmg.br

(3) Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: teresa@demc.ufmg.br

RESUMO

Proposta: Dentre os vários fatores que dificultam o desenvolvimento da construção civil em nosso país, cabe ressaltar o projeto. Visto que muito vem sendo realizado no sentido de controlar a fabricação dos componentes construtivos e execução da obra, percebe-se que dentro do ciclo da produção a mesma importância não é dada ao projeto e ao controle de sua qualidade. O objetivo deste artigo foi investigar a contribuição do projeto para o desempenho dos sistemas construtivos e dessa forma relacioná-lo ao surgimento de patologias. **Método de pesquisa/ Abordagens:** pesquisa bibliográfica e estudo de caso. **Resultados:** estudos apontam a fase de concepção de projetos como maior responsável pelo surgimento dessas patologias, além disso, a qualidade do projeto é fator fundamental para se atingir a qualidade da edificação. O estudo de caso ilustra essa situação. Apesar de existirem pesquisas sobre o assunto conclui-se, que na prática os conceitos e técnicas estudados ainda não são aplicados, e a dispersão da informação é um dos entraves à modernização do setor. **Contribuições/Originalidade:** proposição de um modelo de banco de dados visando formar uma memória técnica e o compartilhamento de experiências. Esse sistema aborda principalmente componentes e elementos construtivos sob a forma de suas patologias, parâmetros técnicos e construtivos. Os princípios envolvidos na elaboração da proposta incorporam conceitos de projeto do produto, projeto do processo, racionalização e construtibilidade.

Palavras-chave: gestão de projetos; qualidade, desempenho, tecnologias construtivas.

ABSTRACT

Proposta: Dentre os vários fatores que dificultam o desenvolvimento da construção civil em nosso país, cabe ressaltar o projeto. Visto que muito vem sendo realizado no sentido de controlar a fabricação dos componentes construtivos e execução da obra, percebe-se que dentro do ciclo da produção a mesma importância não é dada ao projeto e ao controle de sua qualidade. O objetivo deste artigo foi investigar a contribuição do projeto para o desempenho dos sistemas construtivos e dessa forma relacioná-lo ao surgimento de patologias. **Método de pesquisa/ Abordagens:** pesquisa bibliográfica e estudo de caso. **Resultados:** estudos apontam a fase de concepção de projetos como maior responsável pelo surgimento dessas patologias, além disso, a qualidade do projeto é fator fundamental para se atingir a qualidade da edificação. O estudo de caso ilustra essa situação. Apesar de existirem pesquisas sobre o assunto conclui-se, que na prática os conceitos e técnicas estudados ainda não são aplicados, e a dispersão da informação é

um dos entraves à modernização do setor. **Contribuições/Originalidade:** proposição de um modelo de banco de dados visando formar uma memória técnica e o compartilhamento de experiências. Esse sistema aborda principalmente componentes e elementos construtivos sob a forma de suas patologias, parâmetros técnicos e construtivos. Os princípios envolvidos na elaboração da proposta incorporam conceitos de projeto do produto, projeto do processo, racionalização e construtibilidade.

Palavras-chave: gestão de projetos; qualidade, desempenho, tecnologias construtivas.

1 INTRODUÇÃO

A problemática da habitação está relacionada à consideração dos seguintes parâmetros: quantidade, qualidade, custo e durabilidade. A quantidade diz respeito ao déficit habitacional. A qualidade abrange outros conceitos como desempenho e construtibilidade além de estar diretamente relacionado com custo e durabilidade.

A definição dos parâmetros custo e durabilidade envolve aspectos como o tempo e a consideração da edificação como um produto, que deve responder tanto por suas partes integrantes como também pelo seu conjunto.

A durabilidade se configura tanto na capacidade dos materiais, dos componentes e sistemas construtivos aplicados persistirem no tempo e assim dotar a edificação como um todo de resistência física, quanto também atender a requisitos de flexibilidade, ou seja, a sua capacidade de se adaptar a novas exigências e configurações do espaço, e não se tornar um objeto obsoleto.

A partir da segunda metade dos anos setenta e início dos anos oitenta, teve início a construção dos grandes conjuntos habitacionais no Brasil. Procurou-se utilizar sistemas construtivos inovadores visando encontrar alternativas para o aumento dos níveis de produção e produtividade no setor da construção civil. Com a aplicação dos processos inovadores, procurava-se construir um grande número de habitações no menor tempo possível e buscava-se ao mesmo tempo a redução dos custos de construção, muitas vezes em prejuízo de quaisquer outras características, como conforto e durabilidade (FRANCO,1992).

Atualmente o cenário da construção civil tende a se alterar diante da grande competitividade existente no mercado e da crescente exigência dos consumidores quanto a qualidade das edificações aliada à redução de custos. Verifica-se que as empresas construtoras tem procurado adequar suas estratégias procurando incrementar o nível de eficiência tanto dos processos de produção, objetivando o incremento de produtividade, quanto dos produtos elaborados.

Dentro dessa perspectiva percebe-se que o número de materiais e técnicas construtivas cresce continuamente, no que CALAVERA (1991) apud THOMAZ (2001) denomina ser a “crise do conhecimento”. Segundo a análise de THOMAZ (2001) “o projetista, na sua área específica, deve adquirir conhecimentos gerais sobre patologias, fenômenos degressivos e durabilidade dos materiais; além disso, deve ter noções gerais de construtibilidade, interações entre as partes da construção, funcionamento e qualidade global da obra. Tais requisitos exigem, dentre outras coisas, continuada reciclagem técnica e persistente acompanhamento das obras”.

Segundo ROSSO (1980) a partir da revolução industrial o processo de edificação se fracionou em duas partes: concepção e execução, quando foi rompida a sua unidade original e estimulada a sua especialização profissional. A consequência, que pode ser facilmente percebida nos dias atuais, é um baixo rendimento operacional da indústria da construção, fato que pode ser atribuído a

- dispersão e independência nas decisões;

- descontinuidade e fragmentação na produção;
- baixa produtividade da mão-de-obra e elevado desperdício de materiais.

A qualidade da construção depende essencialmente da qualidade do projeto. É nessa fase que se encontram as maiores oportunidades de melhorar a qualidade final do produto, sem onerar o empreendimento. Por um outro lado pesquisas apontam o projeto como principal causador de falhas. A agência francesa QUALIFORM (“clube da qualidade” onde são reunidos construtores, projetistas, fabricantes de materiais e companhias seguradoras) citada por THOMAZ (2001), com base em levantamentos realizados na década de 80 apontou como fontes de patologias as seguintes estatísticas:

- 42% são falhas decorrentes dos projetos;
- 24% são falhas resultantes dos processos de construção;
- 17% são falhas atribuídas aos materiais;
- 10% são falhas referentes ao uso indevido das obras;
- 7% são falhas atribuídas a outras causa como acidentes, erosão , etc.

Entendendo que para realização da pesquisa apresentada são denominadas “falhas de projeto” as operações de construção que foram mal executadas por falta de detalhamento, omissões ou equívocos dos projetos relativos aos materiais e técnicas construtivas (THOMAZ, 2001).

O desenvolvimento de novos sistemas construtivos aliados a utilização de materiais não-convencionais de construção, bem como o frequente aparecimento de problemas patológicos dos mais diversos tipos, e a necessidade de haver maior articulação entre projetos e entre projeto e execução nos mostra a necessidade de uma estância que seja responsável por coordenar e gerenciar as informações, além de verificar a aptidão das mesmas em atender as demandas sociais e técnicas principalmente quanto ao custo e qualidade.

Atualmente se verifica a importância da tecnologia da informação. A estrutura de informações dentro de uma empresa serve de suporte às decisões do empreendimento. Quanto mais organizada e completa as informações que alimentam o processo de projeto mais fácil se torna a análise de possibilidades de solução para as variáveis propostas, sem perder o foco de atendimento às exigências dos usuários e às expectativas do empreendimento.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é verificar a contribuição do projeto no desempenho dos sistemas construtivos e no surgimento de patologias. Constatada a importância do projeto dentro do ciclo de construção, propor então um modelo de banco de dados que auxilie no seu gerenciamento tecnológico. O sistema proposto é uma ferramenta dentro da Gestão de Projetos voltada à definição dos sistemas construtivos e seleção tecnológica, com vistas a evitar a ocorrência de patologias congênicas e incrementar o desempenho e qualidade tanto dos sistemas construtivos como do produto/edificação.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos utilizados para análise do papel do projeto e levantamento dos dados necessários à implementação do sistema proposto para este trabalho consta de Estudo de Caso e sua complementação através de literaturas técnicas especializadas. A partir da escolha de um determinado sistema construtivo - neste caso alvenaria estrutural - e análise do projeto procurou-se durante a execução da obra: detectar a ocorrência de falhas e identificar soluções construtivas que orientem a concepção de futuros projetos semelhantes. O resultado final gerou recomendações e diretrizes de projeto que devem

ser disponibilizados através de um banco de dados para consulta dos projetistas sempre que se fizer necessário.

Através da bibliografia técnica disponível sobre o assunto, no caso alvenaria estrutural, foram levantadas soluções que poderiam ser adotadas com o intuito de melhorar o desempenho e qualidade da obra ou evitar o surgimento de patologias, além das características técnicas e normalização referentes ao componente bloco de concreto e elemento alvenaria estrutural, objeto do Estudo de Caso.

Numa visão global o trabalho foi estruturado em seis etapas, com mostra a FIG.1. A proposta metodológica teve os seguintes aspectos como princípios básicos:

- estudar o processo de construção a partir do projeto como forma de redução de custos e melhoria do desempenho;
- diminuir a ocorrência de falhas e patologias oriundas de projeto;
- facilitar o acesso a novas tecnologias construtivas;
- compatibilizar projetos;
- adotar soluções construtivas racionalizadas e coerentes com o princípio da construtibilidade.

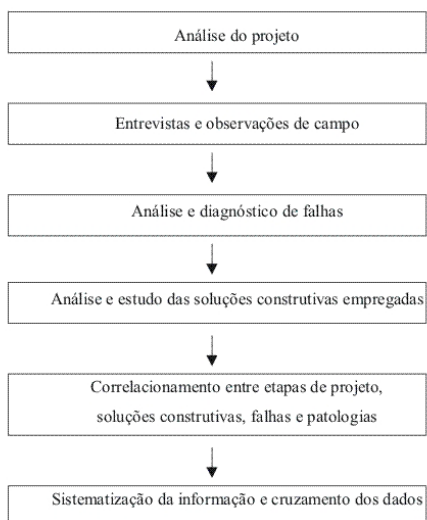


Figura 1 - Estruturação do trabalho.

4 ANÁLISE DO RESULTADO

A atividade de projeto tem como princípio o levantamento de informações e sua hierarquização. O projeto é uma resposta a esses dados de entrada como forma de solução dos problemas propostos. Além disso o conhecimento das técnicas construtivas e a correta adoção das tecnologias disponíveis e coerentes com a realidade social do país, junto a outros fatores dentro do ciclo de construção, garantem o sucesso do empreendimento. Contudo a desinformação e o empirismo são práticas dominantes no meio técnico. O projeto normalmente é desenvolvido sem um estudo aprofundado que lhe garanta maior objetividade e eficiência, para que ocorram mudanças nesse cenário é necessário que sejam analisados todos os fatores que atuam na sua concepção.

Dentre o que foi verificado fica claro a importância dos seguintes condicionantes no desenvolvimento de um projeto com qualidade:

- exigências dos usuários;

- necessidades do empreendimento, condicionantes do meio físico e restrições legais e normativas;
- requisitos e critérios de desempenho;
- definição das tecnologias construtivas;
- características técnicas do processo construtivo, atendimento às prescrições da normalização técnica;
- estruturação formal para organização e análise de informações relativas aos processos construtivos;
- patologias mais frequentes;
- compatibilização de projetos;
- aplicação de diretrizes de racionalização;
- maximização da relação custo/benefício.

Considerada etapa necessária na elaboração do projeto, o projeto do processo é parte integrante e inicia-se simultaneamente ao projeto do produto. Para uma eficiente alimentação do processo devem ser registradas tanto as soluções técnicas que obtiveram bons resultados e apresentaram nível de desempenho compatível com as exigências dos usuários como também as soluções nem tão eficientes que podem gerar inclusive a ocorrência de patologias, nesse ponto é percebida a necessidade e importância da retroalimentação do projeto com dados da obra e do uso.

Para o caso em estudo foi proposto uma expansão do Mapa Rodoviário do Planejamento da Qualidade de JURAN (1997), para a estruturação dos requisitos essenciais de organização do sistema de informações que auxilie no desenvolvimento de projetos, FIG.2. Assim, teremos os aspectos necessários à compreensão da etapa de planejamento interligados em cadeia cujas características são:

- o resultado de cada passo é um dado de entrada para o passo subsequente;
- os detalhes do inter-relacionamento são dispostos em planilhas que auxiliam a sua análise e compreensão;
- as causas do processo são itens de verificação, que devem ser medidos e controlados, enquanto seus efeitos são itens de controle, responsáveis pelo gerenciamento do processo, portanto são aplicáveis a cada passo, como também a toda sequência;
- cada atividade possui um papel triplo de cliente, processador e fornecedor.

É importante destacar que um item de verificação de um processo se torna um item de controle do processo anterior, WERKEMA (1995). E apesar do Mapa Rodoviário mostrar os passos de planejamento de forma consecutiva, com cada um seguindo-se cronologicamente ao outro, essa abordagem pode ser prejudicial como ressalta JURAN (1997), que sugere entre outras medidas a adoção do planejamento simultâneo, onde uma equipe de planejamento de base ampla trabalhe em todos os passos simultaneamente, ao invés de sequencialmente.

Para desenvolvimento do banco de dados a atividade de projeto foi dividida em duas partes a saber: a primeira parte consta de itens de Planejamento e Seleção Tecnológica do diagrama do processo de projeto, FIG 2, e o caminho a ser percorrido para se tomar decisões objetivas baseadas em dados quantificáveis, adaptado de SOUZA (1981); a segunda parte, que efetivamente é foco deste trabalho, são planilhas que alimentam as etapas de Projeto e Controle serão implementadas em um sistema de gerenciamento da informação, relativo ao projeto, contemplando as seguintes variáveis:

- características dos materiais e componentes;
- normalização técnica;
- detalhes construtivos;
- falhas nos projetos e patologias.

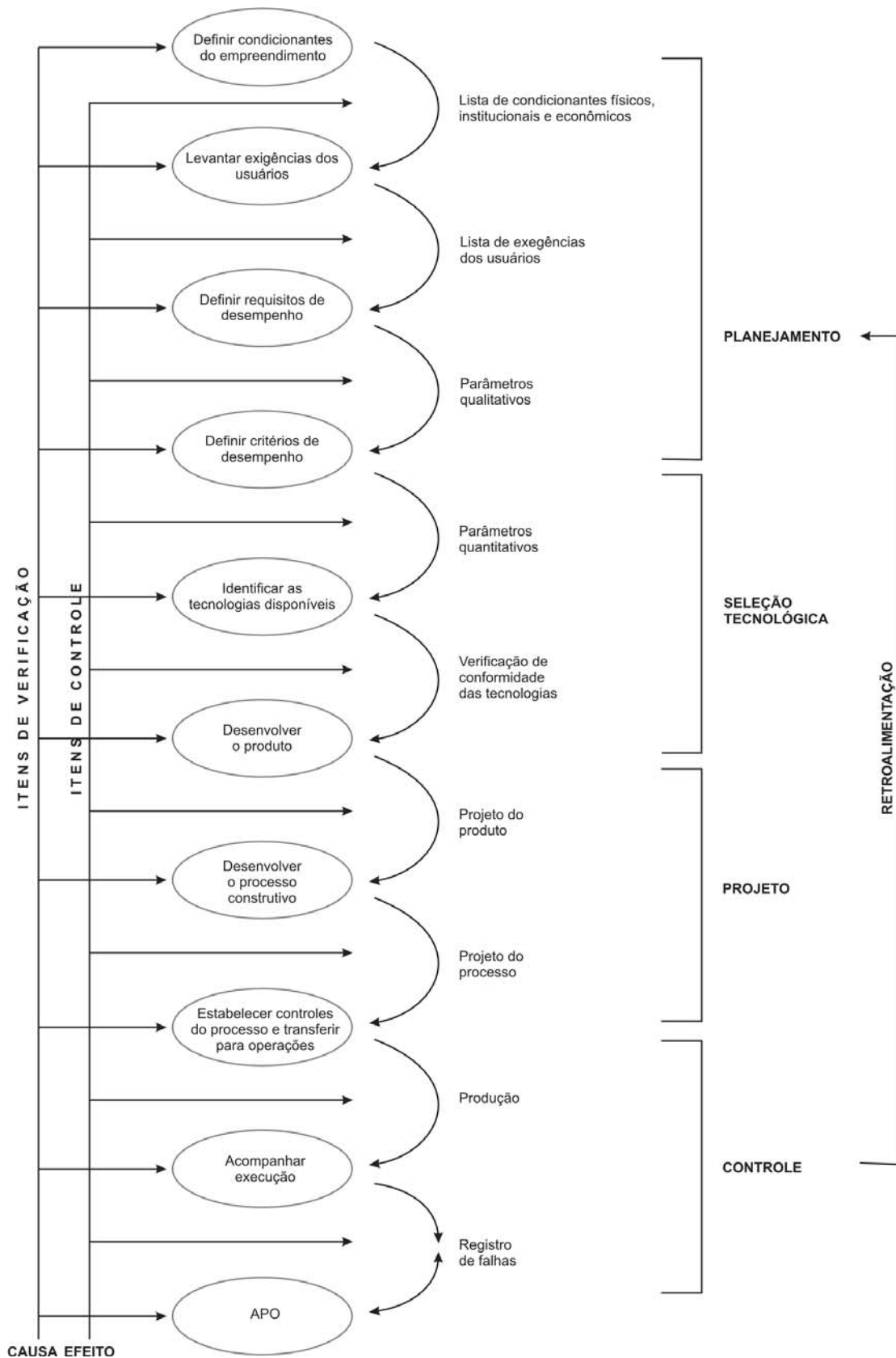


Figura 2 – Diagrama do processo de projeto.

Tomando-se como exemplo o ultimo passo do diagrama do processo de projeto – Registro de Falhas - podemos ter como resultado a matriz Patologias, a qual apresenta a relação de patologias com as falhas de projeto, verificadas na análise de cada etapa de projeto tomada individualmente, temos então a seguinte matriz:

TABELA 1 – Exemplo de matriz de patologias que podem ocorrer na construção civil relacionadas às etapas de projeto

| Elementos | Etapas de projeto Patologias | Alvenaria Estrutural | | |
|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | | Impermeabilização | Aberturas, vergas e contra vergas | Compatibilização com instalações hidráulicas |
| Alvenaria Estrutural | Fissuras | Ascensão capilar de umidade do solo | Concentração de tensões no contorno dos vãos | Retração da alvenaria |

O cruzamento de linha Patologias e colunas Etapas de Projeto à semelhança da TAB 1 permite o direcionamento para um arquivo específico, denominado neste trabalho de Ficha de Diagnóstico.

Na FIG. 3 apresenta-se a estrutura de arquivamento de dados do sistema, o qual utiliza a ferramenta de programação Delphi, para a plataforma Windows 95 ou superior. Baseia-se na existência de telas cadastrais (elementos, componentes, características dos materiais, etapas de projeto, patologias) e telas adicionais de detalhamento e informativas (normalização técnica, Ficha de Diagnóstico e Ficha de Soluções Construtivas). Possui menu de comandos e barras de ferramentas que possibilitam inserir novos dados, salvar arquivos para futuras referências, alterar parâmetros internos e documentação técnica.

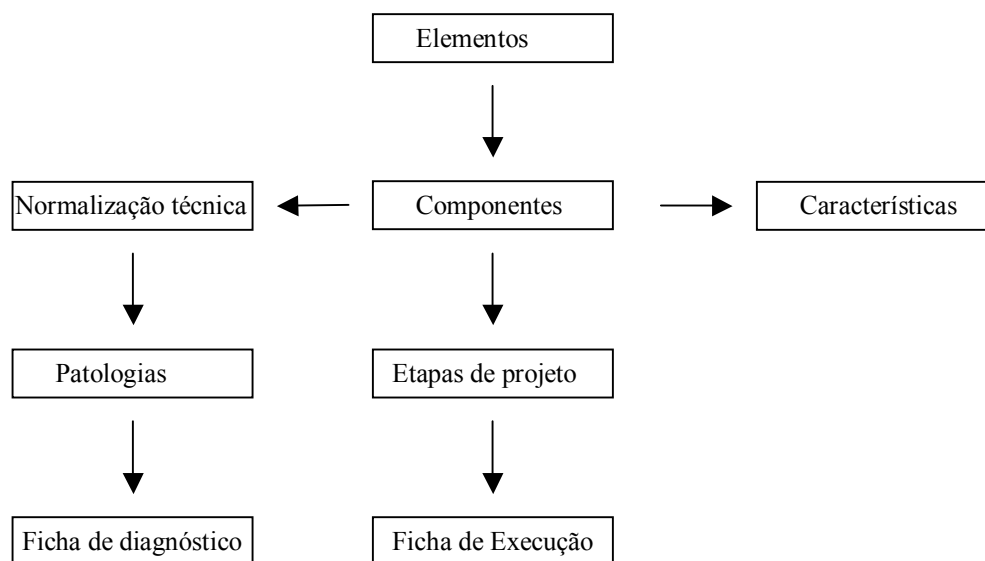


Figura 3 – Esquema de estruturação do banco de dados.

A entrada de dados se inicia através do cadastro de elementos como estrutura, cobertura, instalações hidráulicas, etc. A partir dos elementos são então cadastrados os componentes e os dados necessários ao desenvolvimento do projeto identificados neste trabalho, FIG. 4.

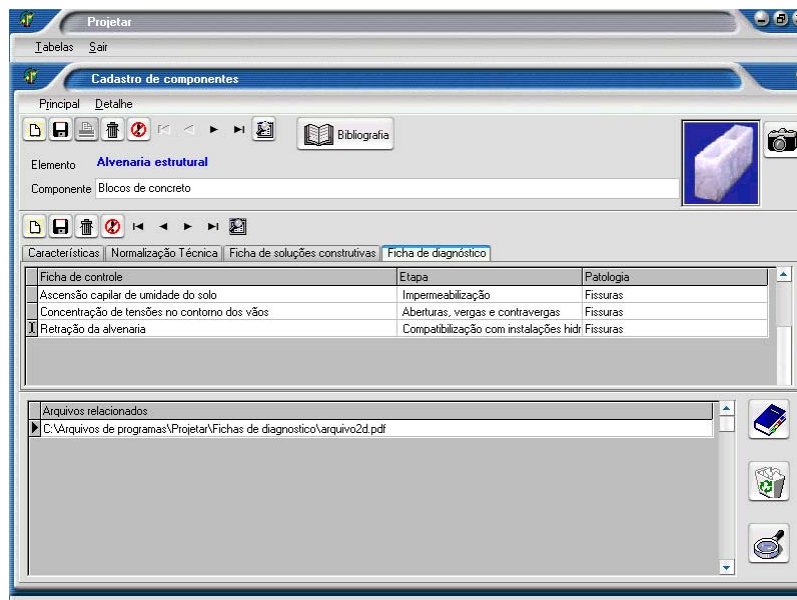


Figura 4 – tela de cadastro de componentes - ficha de diagnóstico.

Os resultados permitem concluir que:

A melhoria na gestão do processo de projeto demanda ações nos níveis administrativos e tecnológicos e requer o envolvimento de todos os agentes atuantes no empreendimento de forma mais coesa e participativa. A articulação de todas as etapas deve ser realizadas através da atividade de coordenação de projetos. A coordenação de projeto abrange as funções de compatibilização e gestão, deve acompanhar todo o ciclo de produção: planejamento, projeto, execução e uso, e ser agente da etapa de retroalimentação do projeto e controle da qualidade.

O registro das informações e soluções construtivas aqui proposto pode ser aplicado a outros sistemas construtivos e não somente a alvenaria estrutural. Visam formar uma memória técnica para a empresa e possibilitam realimentar o processo de projeto relativamente à adequação do detalhamento do projeto, construtibilidade, interfaces com outros projetos e ocorrência de patologias provenientes de projeto. A atividade de retroalimentação com informações da obra deve ser complementada pelo estudo e pesquisa à bibliografias especializadas.

Obviamente as informações geradas sempre dependerão da análise crítica do projetista, que deve manter o banco de dados sempre atualizado. Assim como deve existir veracidade e qualidade nas informações arquivadas, prevendo os possíveis riscos da utilização de parâmetros equivocados.

5 REFERÊNCIAS

FRANCO, Luiz Sérgio. **A aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da U.S.P.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços;** tradução de Nivaldo Montingelli Jr. 3.ed.São Paulo: Pioneira, 1997. 551p.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção.** FAUUSP, São Paulo, 1980. p.300.

SOUZA, Roberto de. **A avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação.** São Paulo, SP. 1981. p. 247-256. Simpósio Latino-Americano de Racionalização da Construção e sua Aplicação às Habitações de Interesse Social, São Paulo, 1981. Artigo técnico.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** Co-edição IPT/EPUSP/Editora Pini. São Paulo, 2001. p.449.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 128p. Vol 1. (Série Ferramentas de Qualidade).