
PROJETO PARA MANUTENÇÃO

Design for Maintenance

Iara Del'Arco SANCHES

Arquiteta e Urbanista, Mestranda pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC - USP Av. Trabalhador São-carlense, 400, CEP 13566-590 São Paulo (SP) Brasil - correio eletrônico: iaradelarco@usp.br

Márcio Minto FABRICIO

Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos – EESC - USP Av. Trabalhador São-carlense, 400, CEP 13566-590 São Paulo (SP) Brasil - correio eletrônico: marcio@sc.usp.br

RESUMO

Proposta: ressaltar a importância da consideração de fatores de manutenibilidade durante a fase de projeto para sustentabilidade das edificações no geral; dar ênfase ao Projeto para Manutenção de Edifícios como caminho para aprimorar a partir da fase de projeto, fornecendo subsídios e diretrizes para o desenvolvimento de Projeto da Produção. Desenvolver o conceito de Projeto para Manutenção de Edifícios a partir da literatura de Design for X e em analogia com o conceito de Projeto para Produção. **Método de pesquisa/Abordagens:** O trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre os temas anteriores a partir do que são desenvolvidas formulações conceituais gerando como **contribuição:** o conceito original de Projeto para Manutenção de Edifícios que potencialmente contribui para aprimorar o projeto quanto a sustentabilidade e grau de manutenibilidade na fase de uso.

Palavras-chave: Projeto para Manutenção de Edifícios; Projeto da Produção; Design for X; Projeto para Produção; Manutenibilidade; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Proposal: to stand out the importance of considering maintainability factors during the design stage for buildings sustainability, to give emphasis to Design for Building Maintenance as a way to be improved starting from the design stage, providing directions to develop Design to Maintainability. To develop Design for Maintenance concept through the literature about Design for X in analogy to Design for Production concepts. Methods: It will be present a literature review about subjects before mentioned generating concepts which can potentially **contribute** to design improvement considering building use and operation.

Key-words: Design for Building Maintenance; Design for Production; Design for X; design for Production; Maintainability; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A concepção e os projetos são apontados por diversos autores como fundamental para qualidade e eficiência dos edifícios. É nessa fase do empreendimento que são tomadas decisões e são desenvolvidas formulações com maior repercussão ao longo do ciclo de vida do edifício, podendo representar economia significativa em longo prazo com obtenção de menores custos de uso, manutenção e operação do edifício.

Melhado; Fabricio (2004) afirmam que o projeto além de ser um instrumento de decisão das características do produto, é fator de influência direta nos resultados econômicos e de eficiência dos processos dos empreendimentos. Os autores atribuem ao projeto a principal participação na redução de custos e de falhas ao longo da vida de empreendimentos de edifícios. Contudo, Franco (2002) destaca que os projetos do produto não possuem um nível de detalhamento e integração adequados que esclareçam todas as características e interfaces do mesmo.

O problema aqui exposto é que aparentemente as dificuldades de se manter um edifício após a sua construção, incluindo fatores construtivos que dificultem seu uso e operação, muitas vezes não são levadas em conta durante a fase de projeto. Como resultado, os custos e a dificuldade para manter o edifício aumentam, seu ciclo de vida declina e muitas vezes partes dos edifícios deterioram-se antes do tempo por dificuldade de execução de procedimentos ou a falta de manutenção preventiva e/ ou corretiva.

Durante o ciclo de vida do edifício a fase de maior duração é a de uso e operação, quando necessariamente ocorrem diversas intervenções de manutenção e até mesmo de readequação (reforma). Nesse contexto a qualidade é significativamente influenciada pelos custos de operação e pelo grau de facilidade de manutenção do edifício. No entanto, de acordo com Aris (2006) muitas empresas de projeto consideram fatores de manutenção, como facilidade de limpeza, acesso á áreas de limpeza, reparos e reposição de elementos, como sendo fator de menor importância no momento da projeção de edifícios.

Para a obtenção de uma maior racionalização do ciclo de vida de um edifício, é importante a utilização de ferramentas que contribuam para a eficiência de seu desempenho em todas as etapas. Para tanto, existem ferramentas de integração dos agentes do projeto do produto e de seus processos. Essas ferramentas são apresentadas nos conceitos a serem abordados nesse trabalho, no âmbito da Engenharia Simultânea (ES) e as técnicas de Design For X (DFX), fornecendo base para a formulação conceitual de Projeto para Manutenção de grande importância na contribuição para um maior grau de manutenibilidade do edifício.

Dessa forma, se mostram importantes pesquisas que busquem levantar a importância do projeto para manutenção e suas conseqüências, viabilizando a concepção de edifícios cuja manutenção uso e operação sejam simples e economicamente viáveis, na intenção de proporcionar uma arquitetura de boa qualidade, atendendo melhor aos seus usuários e suas necessidades em

longo prazo, otimizando recursos ambientais e econômicos e prolongando o ciclo de vida do produto habitação.

SABBATINI (1989) relata que o conceito de construtibilidade tem como principal objetivo “integrar projeto e construção dentro de uma visão holística, adotar prioritariamente, em todas as etapas, os dados provenientes das operações construtivas e considerar que a solução ótima é a de maior construtibilidade”. Da mesma forma, no que diz respeito à importância de se considerar as implicações e especificações de projeto frente a sua execução, mostra-se importante à consideração e integração dos aspectos de manutenção, uso e operação do produto nessas fases.

2 MANUTENIBILIDADE / SUSTENTABILIDADE

Dunston et al. (1999) apud Aris (2006) conceitua manutenibilidade como sendo a característica de design (ou projeto) a qual incorpora função, acessibilidade, confiabilidade, facilidade de uso e reparo em todos os componentes dos sistemas, que maximizam custos e benefícios do ciclo de vida do edifício.

Nesse contexto, sustentabilidade e manutenibilidade são conceitos que seguem atrelados. Um bom planejamento da etapa de uso, operação e manutenção de um empreendimento ainda na fase inicial de concepção e projeto do produto, acarretam em um melhor desempenho do edifício e economia de recursos em longo prazo, ou seja, um maior grau de manutenibilidade, diminuindo a necessidade de operações corretivas e o impacto ambiental, contribuindo para a sustentabilidade da edificação.

O grau de manutenibilidade tem origem na importância dada na fase inicial de projeto aos fatores de operação, uso e manutenção, buscando maior integração das diferentes frentes de projetos simultaneamente considerando o projeto para manutenção, fornecendo subsídios para que possa ser elaborado um projeto da manutenção do edifício de maneira eficaz.

3 DESIGN FOR X (DFX)

O Conceito Design For X (Projeto para X) aborda as questões de extrema importância para o sucesso do produto, como redução do tempo de desenvolvimento do mesmo, melhoria do produto, consideração de impacto de meio ambiente, redução do tempo de execução e/ ou manutenção. De acordo com Moscheto, essas técnicas procuram basicamente pela redução do custo do produto durante todo o ciclo de vida do mesmo, desde o momento embrionário do surgimento da ideia do produto até o seu descarte/ reaproveitamento ao término do seu uso.

O DFX é um conceito chave dentro da ES, termo esse que surgiu como um novo paradigma empregado nas empresas de ponta para o desenvolvimento de produtos (FABRICIO, 2002). E no que diz respeito a ES utilizada no processo de desenvolvimento do produto, essa visa então o aumento da qualidade

com foco no cliente, a diminuição do ciclo de desenvolvimento e a diminuição dos custos (Rozenfeld; Zancul 1999).

Carter & Baker (1992) introduzem o conceito na definição de ES, no contexto de ciclo de vida do produto, como sendo uma aplicação sistemática de integração do desenvolvimento do produto, incluindo manufatura e manutenção, e que a sua intenção é integrar o desenvolvimento, desde o princípio, de todos os elementos do ciclo de vida de um produto.

Vários autores associam a necessidade de interação entre as fases do ciclo de vida do produto com o fato dela ser obtida pela participação de equipes multidisciplinares desde o início dos projetos. Desta forma as técnicas do DFX entram para colaborar com a obtenção de um ciclo de vida mais eficaz e longo.

Valeri 2003 apud Moscheto descreve as técnicas DFX como um conjunto de técnicas que são geralmente aplicadas na fase de desenvolvimento integrado do produto considerando os aspectos de ciclo de vida do produto tais como:

- Necessidades do cliente;
- Desenvolvimento do produto;
- Processo de manufatura;
- Qualificação do produto;
- Confiabilidade;
- Meio ambiente.

Dentre as técnicas DFX estão: DFA (Design for Assembly – Projeto para Montagem); DFM (Design for Manufacture – Projeto para Manufatura); DFQ (Design for Quality – Projeto para Qualidade); DFS (Design for Service – Projeto para Serviço); e DFD (Design for Disassembly - Projeto para Desmontagem).

Em DFS observa-se a preocupação com a melhoria do processo no qual projeta-se não apenas para o meio construtivo, mas também para a manutenção durante sua vida útil além é claro de ajudar a projetar soluções simples de serem executadas em campo.

As técnicas DFQ e DFS aparentemente estão mais relacionadas ao desempenho do produto no que diz respeito à manutenibilidade e conseqüentemente desempenho e sustentabilidade do produto edificação.

Esse trabalho sugere a abordagem do conceito de uma ferramenta diretamente ligada à manutenção uso e operação de edifícios, no caso o Projeto para Manutenção ou Design for Maintenance.

4 PROJETO PARA MANUTENÇÃO

MELHADO (1994) definiu Projeto para Produção como “conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra e

frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora”.

No mesmo contexto em que o projeto para produção é concebido simultaneamente ao processo de projeto, o Projeto para Manutenção também deve ser considerado, fornecendo subsídios e diretrizes para um Projeto da Manutenção eficiente. Para tanto, de acordo com Aris (2006) devem ser levados em consideração fatores como: desenvolvimento programas de manutenção¹ preventiva, agendando serviços regulares para prevenção de patologias prematuras nos sistemas e seus componentes; elaboração de modos econômicos de operação que proporcionem a confiabilidade necessária no desempenho da edificação; estimativas precisas de custos de manutenção; completa identificação de reparos e trabalhos de manutenção necessários; gestão do histórico de dados relacionados a eventos de manutenção para retroalimentação de futuros projetos; e busca continuada de soluções exequíveis de engenharia para manutenção dos problemas.

Melhado & Mesquita (2005) afirmam que as fases anteriores ao uso condicionam o desempenho das fases posteriores, e que evitar a ocorrência de disfunções, como patologias construtivas ou consumo exagerado de recursos, custa pouco na concepção, mas que se for adiada a solução desses problemas e transferida aos usuários, o custo será muito maior.

Dentre os principais problemas de desempenho relacionados à fraca consideração de aspectos de manutenção na fase de projeto temos: deficiência de design como concepção funcional, escolha de equipamentos e materiais; baixa qualidade construtiva; mão de obra inadequada; baixo desempenho do edifício no que diz respeito a layout, escolha de equipamentos, etc.

Na figura 1, é exposta a dinâmica de consideração de fatores de manutenibilidade durante todo o processo do projeto. De acordo com ela, as decisões tomadas desde a fase de concepção, desenvolvimento e detalhamento do empreendimento deveriam passar por um processo de análise e validação no contexto da manutenção para passar para as próximas etapas.

Assim é possível entender o conceito de Projeto para Manutenção como uma série de posturas a serem tomadas em diferentes etapas do empreendimento que forneçam subsídios e diretrizes para o Projeto da Manutenção. A partir daí podem ser lançados documentos e manuais a serem seguidos na fase de uso que foram facilitados pelo alto grau de manutenibilidade obtido.

¹ Dentro dos parâmetros de manutenção, devem ser considerados os conceitos de manutenção preventiva (que antecede e previne aparecimento de patologias) e a corretiva (trabalhos de correção após ocorrência de falhas).

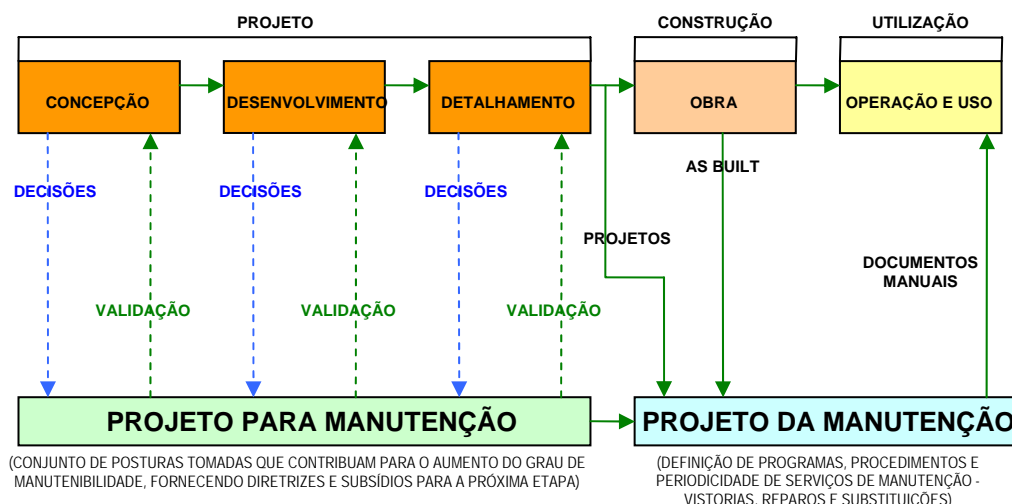


Figura 1. Projeto para Manutenção (consideração de fatores de manutenção na fase de projeto para fornecer subsídios para Projeto da Manutenção).

5 CONCLUSÕES

Na manutenção predial, existem muitas opções de estratégias disponíveis no mercado, e muitas decisões alternativas a serem consideradas. Encontrar uma estratégia de manutenção apropriada é a tarefa mais difícil frente à gestão da manutenção ao determinar uma abordagem ótima para reduzir despesas financeiras e custos totais de ciclo de vida (HORNER, 1997).

Nesse contexto, é de grande importância considerar aspectos de manutenção durante a fase de concepção do edifício, uma vez que muitas falhas ocorrem durante as fases de projeto e construção, o que resultará posteriormente em altos custos de manutenção. Portanto em todas as etapas deve-se valer de informações para integração simultânea e para retroalimentação de projetos, sendo essencial à participação de agentes experientes na área para contribuir com um maior grau de manutenibilidade da edificação. Com isso garantir o futuro desempenho do edifício.

A redução de custos, dificuldade de operação e uso, e impactos, tornam-se significante com o melhoramento do projeto e simplificação do produto, resultado esse obtido com a ajuda de ferramentas do tipo DFX.

Como benefícios obtidos pela utilização de ferramentas discutidas na ES e das técnicas DFX como o Projeto para Manutenção está a possibilidade de aumentar o grau de manutenibilidade (facilitando o projeto da manutenção) contribuindo para: a preservação das características físicas e dos serviços de um edifício; obtenção de menores custos de manutenção futuros; maior produtividade; menor desperdício de materiais; satisfação do usuário pela condição melhorada da edificação; menor rotatividade de agentes de manutenção e operação; melhor relação com o cliente e conseqüentemente uma melhor imagem pública (ARIS, 2006).

6 REFERÊNCIAS

AL-HAMMAD, A.; ASSAF, S.; AL-SHIHAH, M. The effect of faulty design on building maintenance. In: **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, Volume: 3 Issue: 1 Page:29 – 39.1997.

ANDERY, P; REZENDE, P. **Uma experiência de integração projeto-obra no caso de “Obras de arte especiais” utilizando princípios de projeto simultâneo.** Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte.

ARAÚJO, M. A. **Casa Ecológica.** Instituto para Desenvolvimento da Habitação Ecológica <<http://www.idhea.com.br>> Acessado em: três de maio de 2004.

ARIS, ROZITA BINTI. **Maintenance Factors in Building Design.** Tese (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil – Universidade de Tecnologia da Malásia. Maio de 2006.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Programa de Arrendamento Residencial.** Brasília, 2003. Disponível em: <https://webp.caixa.gov.br/urbanizacao/Publicacao/Texto/programa/PAR.htm> <site> acesso em 28 de junho de 2007.

COESF. **Orientações para programa de manutenção preventiva – Manutenção e Conservação de Edifícios.** Coordenadoria do Espaço Físico da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

FABRICIO, M.M; MELHADO, S. B. In: OLIVEIRA, O. J. (Org.) **Gestão da Qualidade: tópicos avançados.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** 328p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** Dissertação (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

HORNER, R.M.W.; EL-HARAM, M.A.; MUNNS, A.K. Building maintenance strategy: a new management approach. In: **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, Volume: 3, Issue: 4, Page: 273 – 280,ISSN: 1355-2511, DOI: 10.1108/13552519710176881. 1997.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

MANZINI, E; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais.** Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Dissertação (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B; FABRICIO, M. M. **Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO. QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO 7. Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 1998.

MELHADO, S.B; FABRICIO, M.M; MESQUITA, M.J.M; GRILO, L.M; SOUZA, A.L; AQUINO, J.P.R; PEÑA, M.D; FRANCO, L.S; OLIVEIRA, O.J. **Gestão e coordenação de projetos de edifícios**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. No prelo.

MELHADO, S. B; MESQUITA, M. J. M. **Gestão do Ciclo de Vida do Empreendimento: Estratégias para eficiência e eficácia com base na interface Operação – Concepção**. In: IV SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, 2005.

MOSCHETO, A. **DFX – Design For X**. Disciplina de Metodologia de Projeto de Produto 2 do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

ORNSTEIN, S. W; CRUZ, A. O. **Análise de desempenho Funcional de Habitações de Interesse Social na Grande São Paulo**. Universidade de São Paulo. São Paulo.

ROMÉRO, M. A.; Ornstein, S. W. (coordenadores/editores). **Avaliação Pós-Ocupação**. Métodos e Técnicas aplicados à Habitação Social. São Paulo: FAUUSP; ANTAC; FINEP. <<<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/68.zip>>> acessado em 06/08/02008

ROSSI, A. M. G. **Habitação e Cidade Sustentável**. Pdf de apresentação, Seminário: O Desenvolvimento Sustentável e a Construção Habitacional, 21 de julho de 2006. <<http://www.antac.org.br>> Acessado em 4 de agosto de 2006.

ROZENFELD, H. (et. al). **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. Saraiva. São Paulo, 2006.

ROZENFELD, H; ZANCUL E. **Engenharia Simultânea**. Conceitos básicos. 1999. <<http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/engsimul_v2.html#Informa%E7%F5es%20Adicionais>> acessado em 16/07/02008

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. (Tese de Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

7 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de pesquisa.