

A PRODUÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS: FASE CONCEITUAL E FASE PRELIMINAR.

Moacyr E. Alves da Graça

Prof. Dr. do Depto. Construção Civil da Escola Politécnica da USP – meag@pcc.usp.br
Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 2, 271 – Edifício da Eng. Civil – Cid. Universitária - São Paulo/SP

Cynthia C. Aranha Freire

Eng. Civil, mestranda do Depto. Construção Civil da Escola Politécnica da USP - cfreire@pcc.usp.br
Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 2, 271 – Edifício da Eng. Civil – Cid. Universitária - São Paulo/SP

Humberto Farina

Eng. Civil, mestrando do Depto. Construção Civil da Escola Politécnica da USP
Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 2, 271 – Edifício da Eng. Civil – Cid. Universitária - São Paulo/SP

ABSTRACT

This paper offers some guidelines for the design production process of building systems aiming maintenance and operation during all life cycle. It focuses the preliminary and conceptual design phases.

The methodology proposed develop the systems production based on the user requirements and concepts of maintenance and operation. Those needs and concepts must give directions to all design process.

It's emphasized the importance of professional range involved in the conceptual and production process. The team should also focus the decision in a systemic form to achieve a better final product in all of senses.

Área: Engenharia do Produto

Keywords: building systems, design production and maintenance.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com pesquisas pós-ocupação realizadas, grande parte das falhas nos sistemas prediais originam-se nos processos de projeto e execução, conforme mostram as figuras 1 e 2 (AMORIM, 1997) abaixo.

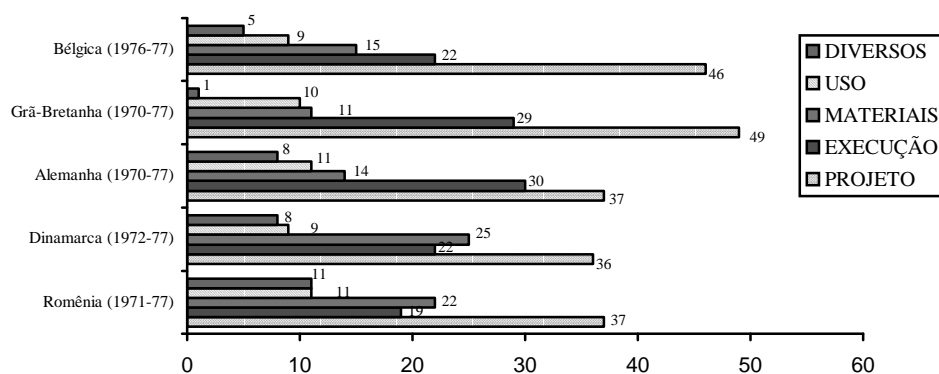


Figura 1 – Origem de falhas em edificações (%)

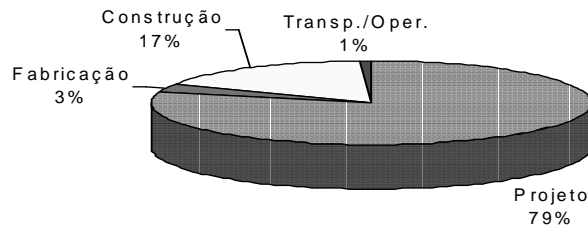


Figura 2 – Porcentagem dos custos dos desvios (não conformidade) por item em relação ao custo total dos desvios.

Por tais motivos, observa-se hoje uma crescente preocupação com a qualidade da edificação e com a melhoria dos processos de produção de projetos e execução.

A produção de um projeto como produto passa por duas etapas: etapa de criação e etapa de utilização. A etapa de criação, ou fase de produção dos projetos, engloba as seguintes fases: projetos conceitual, preliminar, detalhado, de produção e de suporte ao produto; e a etapa de utilização engloba a execução, uso, operação e suporte e manutenção. O conjunto destas etapas caracteriza o ciclo de vida dos sistemas como representado na figura 3 abaixo.

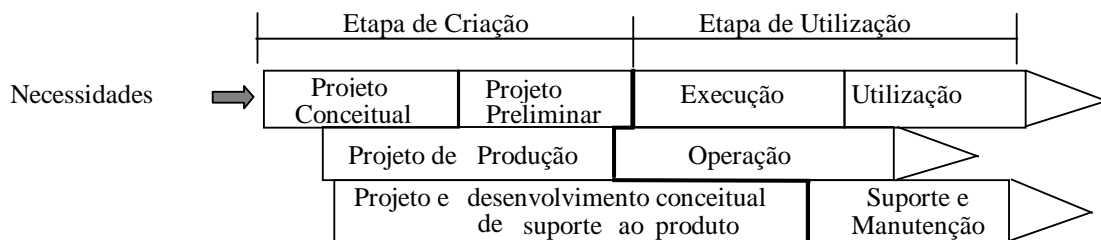


Figura 3 – Ciclo de Vida dos Sistemas (Fonte: adaptado BLANCHARD, 1990)

Neste trabalho abordaremos apenas, dentro da etapa de criação, as fases do projeto e conceitual e do projeto preliminar de sistemas. E quando tratarmos de exemplificação, utilizaremos o sistema predial de água fria.

2. PROJETO CONCEITUAL

O Projeto Conceitual é o primeiro passo para o projeto e desenvolvimento de um sistema, nele define-se todos os princípios envolvidos, além dos princípios técnicos e legais.

O ciclo de vida de um sistema e seu processo de engenharia começa com a identificação de necessidades baseadas na vontade ou desejo provocados a partir de deficiências identificadas. O conjunto destas necessidades definem as exigências a serem atendidas pelo sistema; estas exigências, por sua vez, compreendem às exigências de todos os envolvidos com o ciclo de vida do sistema, ou seja, seus usuários (empreendedor, projetistas, construtor, ocupantes, equipes de manutenção e etc.). É necessário avaliar os sistemas como produtos cuja função é a de satisfazer as exigências dos usuários.

2.1. DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DOS SISTEMAS

Os requisitos dos sistemas definem uma base a partir da qual os sistemas se desenvolverão, alguns requisitos abrangem todo empreendimento, formando premissas que se definem como requisitos gerais. Estes requisitos traduzem a filosofia da concepção do empreendimento e geralmente são estabelecidos pelo empreendedor. Podemos citar alguns requisitos gerais dos sistemas: padrão de qualidade, custo, público alvo, economia de insumos, grau tecnológico, durabilidade, segurança, facilidade de operação e manutenção.

Da mesma forma, define-se os *requisitos específicos* de cada sistema envolvido, a partir dos requisitos gerais ou de forma complementar, gerando diretrizes para o desenvolvimento de cada projeto que resultarão posteriormente em especificações e planos de gerenciamento. A figura 4 abaixo ilustra as atividades e interfaces do projeto preliminar., e a tabela 1 em seguida, ilustra alguns requisitos gerais e específicos de um sistema predial de água fria.

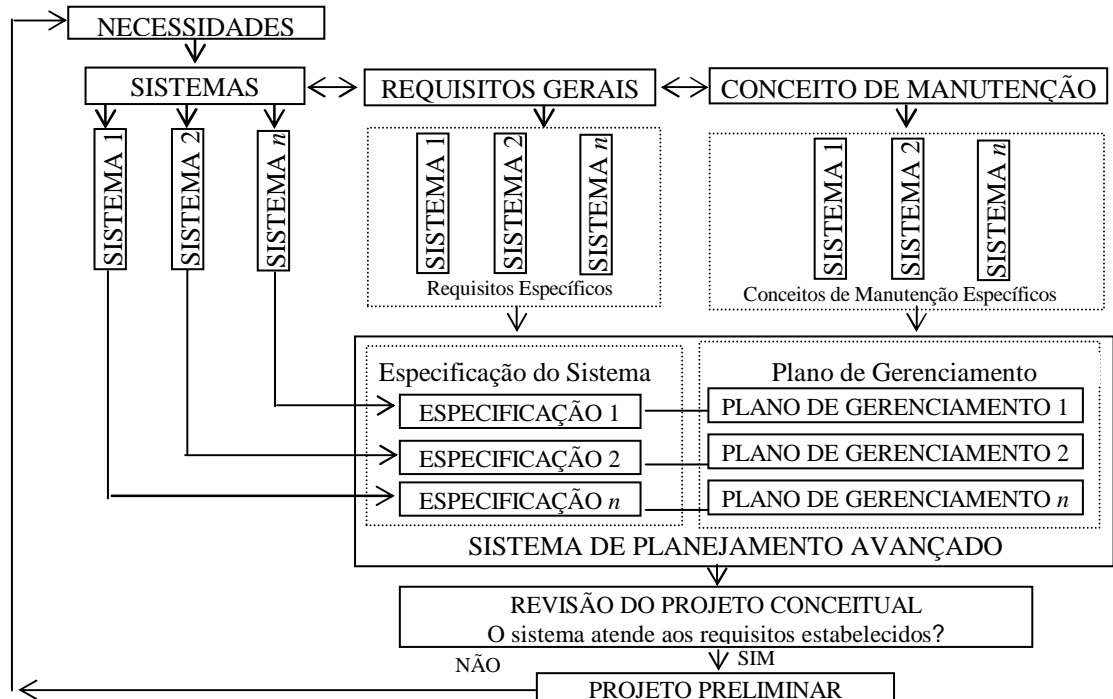


Figura 4 – Projeto Conceitual, atividades e interface

Requisitos Gerais	Requisitos Específicos
Adequabilidade	• Todos os pontos de utilização de água deverão ser supridos com água potável
Disponibilidade de água	• A água necessária para as atividades exercidas pelos usuários deverá estar disponível continuamente.
Temperatura	• A água entregue nos pontos de utilização deverá ser na temperatura adequada com a sua finalidade, com estabilidade durante a sua utilização
Estanqueidade	• O funcionamento do sistema de suprimento de água não poderá provocar vazamentos de água potável
Segurança à utilização	<ul style="list-style-type: none"> • Os componentes do sistema devem ser instalados de modo a não prejudicar circulação e movimentação no edifício; seguros contra o risco de provocarem explosões, choques. • A distribuição e localização dos aparelhos sanitários, tubulações, válvulas e registros deverá ser tal que possibilite o acesso e a movimentação do usuário no período de utilização do ambiente sanitário. • Todos os componentes do sistema deverão ser resistentes a esforços provocados pelo transporte, instalação, uso e manutenção. • Toda tubulação, válvulas e registros do sistema deverão estar em lugar acessível para possibilitar a sua manutenção.
Conforto acústico	• Os ruídos deverão ser reduzidos ao mínimo
Conforto tátil	• As instalações devem evitar o contato da pele com superfícies rugosas ou cortantes e excessivamente quentes, úmidas ou molhadas
Adaptação à utilização	<ul style="list-style-type: none"> • A água entregue aos pontos de consumo deverá ser na quantidade exigida para sua finalidade • A água deve ser suficiente para que cada ponto de consumo não provoque interferências em outro ponto de consumo, quando utilizados simultaneamente.
Durabilidade	• Todos os componentes do sistema deverão ser especificados com critérios de Qualidade

Tabela 1 - Requisitos específicos de um sistema predial de água fria

A relação dos requisitos e a definição das diretrizes devem ser definidas desde a primeira reunião entre as partes interessadas; estabelecendo posturas que deverão ser seguidas pelas partes envolvidas durante o desenvolvimento do projeto.

2.2. CONCEITO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO

Muita pouca atenção é dada ao sistema de manutenção, principalmente na etapa de projeto. O conceito de manutenção quando focalizado no projeto, sobre todos os aspectos do sistema, pode gerar grandes economias ao longo do ciclo de vida do sistema. Essa preocupação fornece as seguintes informações:

1. Parâmetros para o estabelecimento dos requisitos de suportabilidade (mantenabilidade, ou capacidade do sistema ser mantido em operação, disponibilidade, etc.) ao sistema; estabelece critérios de projeto relacionados com o sistema de suporte.
2. Tarefas de manutenção, tempos e frequências das tarefas, níveis de qualidade e quantidade de pessoal de manutenção, treinamentos e suprimentos necessários.

Os requisitos de manutenção especificados para o sistema contém metas para o desenvolvimento do sistema que podem servir como base para o estudo de alternativas.

2.3. PLANEJAMENTO DE SISTEMAS AVANÇADOS

O planejamento dos sistemas resulta nos requisitos técnicos (especificações) e nos requisitos de gerenciamento (planos de gerenciamento).

Especificação dos Sistemas é o principal documento técnico de um sistema, contém informações oriundas da definição dos requisitos operacionais, o conceito de manutenção e o resultado da análise de viabilidade. É preparada inicialmente no programa como sendo a base para preparação do desenvolvimento de especificações do processo, de materiais, etc.

Plano de Gerenciamento do Sistema de Manutenção é a documentação do programa de gerenciamento, desenvolvida para garantir que os objetivos propostos sejam encontrados. O plano pode ser dividido em três seções:

1. Planejamento do programa técnico e controle - descreve as tarefas do programa que devem ser planejadas e desenvolvidas para garantir os objetivos do sistema (estrutura das falhas, organização, lista de tarefas e custo, medição do desempenho técnico, revisões do programa de projeto, interfaces com fornecedores, risco de gerenciamento etc.)
2. Processo - descreve a aplicação do programa de requisitos (requisitos operacionais, conceito de manutenção, análise do sistema, projeto do sistema, testes no sistema, etc.)
3. Complementação - descreve requisitos do sistema principal em específicas áreas da engenharia (confiabilidade, mantenabilidade, suportabilidade, etc.).

3. PROJETO PRELIMINAR

O projeto preliminar inicia com a base técnica do sistema e vai até o detalhamento do projeto, qualitativa e quantitativamente, a figura 5 abaixo mostra suas etapas de produção.

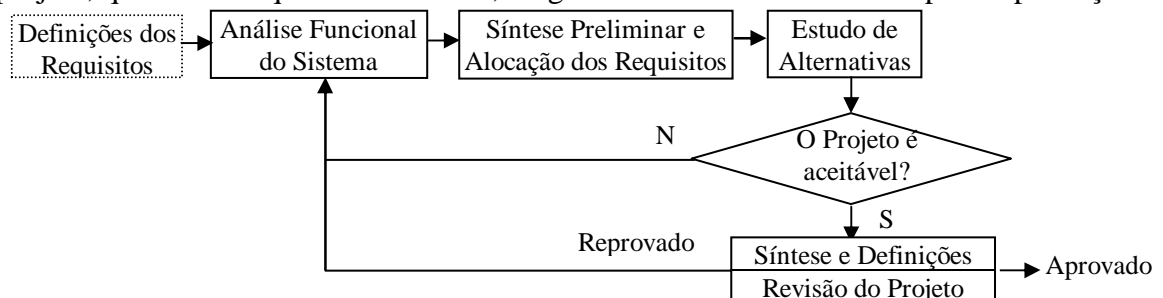


Figura 5 - Processo de desenvolvimento do Projeto Preliminar (Fonte: Adaptado BLANCHARD, 1990)

3.1. ANÁLISE FUNCIONAL DO SISTEMA

De acordo com BLANCHARD (1990), a abordagem funcional ajuda a garantir que:

- todas as fases de desenvolvimento, operação e suporte do sistema sejam abrangidas;
- todos os elementos do sistema (componentes, equipamentos, pessoal, etc.) sejam identificados e definidos;
- sejam identificados as relações entre as necessidades e os recursos requeridos para dar suporte às necessidades; e
- as seqüências, relações e interfaces de projeto sejam identificadas em relação ao sistema.

Com o auxílio de diagramas funcionais, baseado na definição dos requisitos operacionais e conceito de manutenção, a análise funcional procura facilitar o projeto, o desenvolvimento e o processo de definição do sistema de uma maneira lógica.

O diagrama funcional tem o objetivo de estruturar o sistema e seus requisitos em termos funcionais. Indicam a organização do sistema e as interfaces funcionais, descrevendo os requisitos do projeto de uma maneira ilustrativa, através de relações seriais e paralelas, hierarquia das funções do sistema e interfaces funcionais. A figura 6 ilustra o diagrama funcional do sistema predial de água fria.

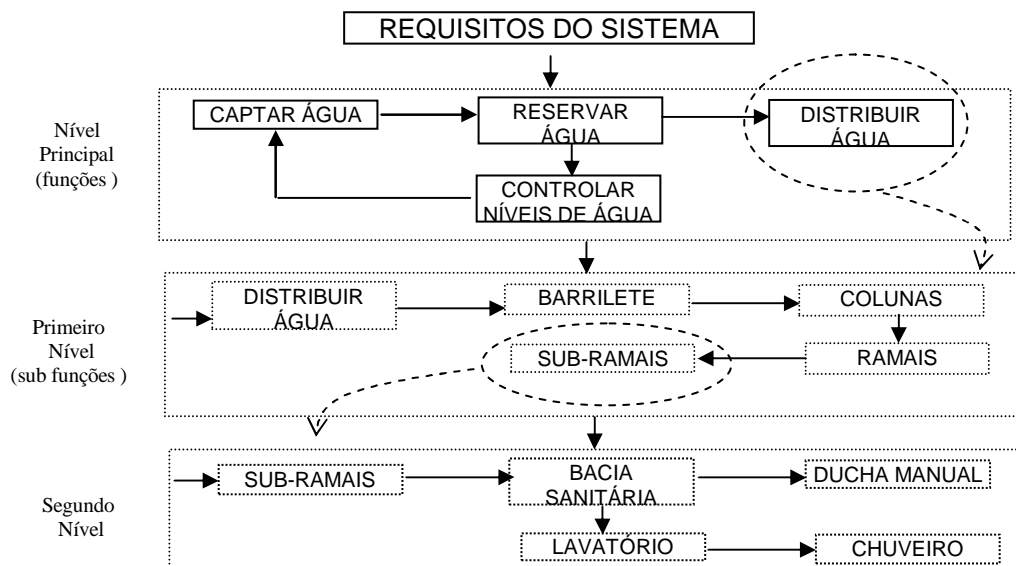


Figura 6 – Níveis do Diagrama de Fluxo Funcional - sistema predial de água fria.

Os blocos funcionais são concebidos com “o que” irá ser cumprido e “como” será cumprido. As funções que serão representadas poderão ser realizadas por equipamentos, software, um elemento humano ou a combinação destes, no entanto, a necessidade de cada um destes elementos deve, quando inseridos no sistema, ser justificada através do processo de definição dos requisitos funcionais.

O diagrama funcional é desenvolvido por níveis de detalhamento, onde cada nível se refere a uma expansão de individuais funções, sub-funções e etc. Representa um visão geral das funções que são necessárias para descrever todas as atividades do sistema. As funções identificadas não devem se limitar ao sistema operacional, mas devem também considerar impacto da manutenção no projeto do sistema.

Os benefícios associados a geração dos diagramas funcionais são muitos. O processo possibilita que o sistema seja visualizado sob o ponto de vista sistemático e lógico. As seqüências e as relações de projeto são estabelecidas. A preparação do diagrama força a integração das interfaces que existem no desenvolvimento do sistema e operação.

Uma vez as funções operacionais definidas, parte-se para o desenvolvimento das *funções de manutenção*. Para cada função operacional, devemos avaliar que procedimentos de manutenção são necessários para garantir o bom funcionamento do sistema; podem ser preparadas funções de manutenções corretivas, preventivas, inspeções e etc.

O diagrama de funções de manutenção pode, e deve, ser preparado para a manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção de melhoria, etc. A figura 7 ilustra uma aplicação de uma série de fluxos funcionais do sistema predial de água fria.

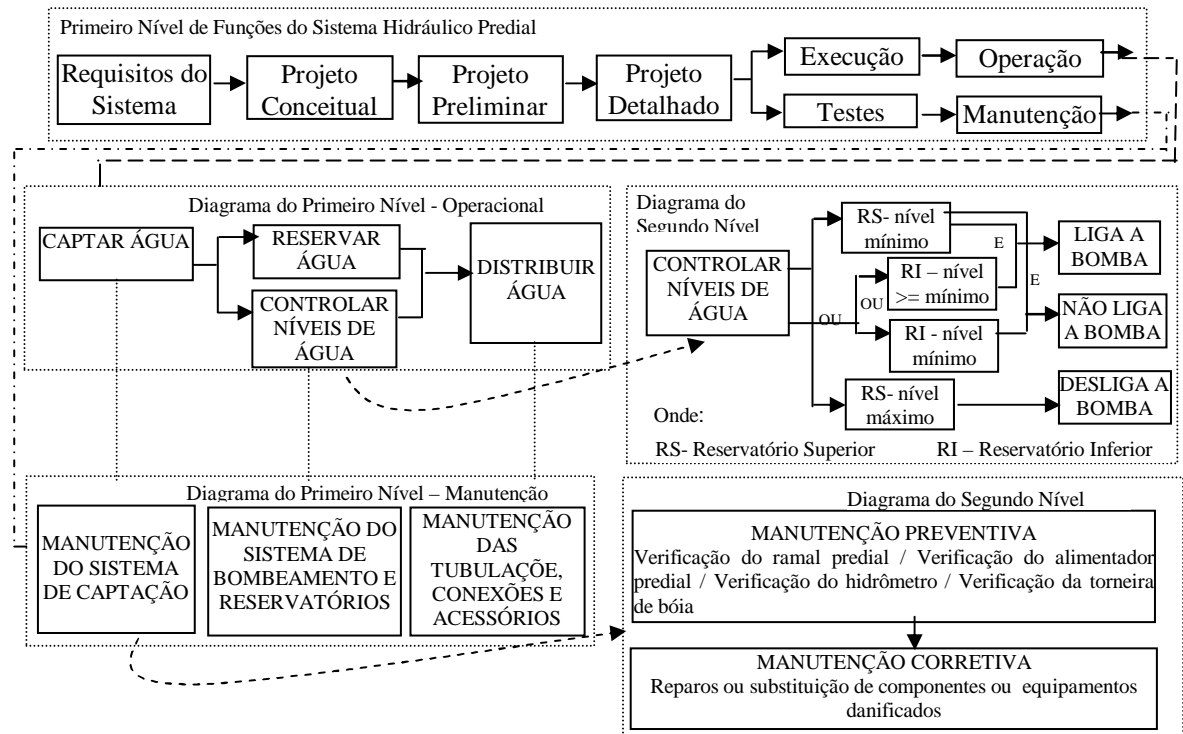


Figura 7 – Séries de fluxos de diagramas para um sistema predial.

3.2. SÍNTESE PRELIMINAR E ALOCAÇÃO DOS REQUISITOS

Com a descrição das principais funções do sistema, o próximo passo é a alocação dos requisitos aos vários subsistemas e elementos definidos.

Essa alocação objetiva prover parâmetros técnicos, requisitos funcionais e critérios de projeto. Segundo BLANCHARD (1990), deve-se considerar:

1. Fatores de efetividade do sistema (disponibilidade operacional, manutenibilidade, etc.);
2. Desempenho do sistema e fatores físicos, como comprimento, capacidade, carga, etc.;
3. Fatores relacionados com a capacidade de suporte do sistema (tempo entre manutenções, disponibilidade de peças e equipamentos, transporte, meios de utilização, etc.);
4. Fatores relacionados ao ciclo de vida do sistema, incluindo custos de desenvolvimento, de produção, de operação e manutenção, etc..

Em suma, o propósito da alocação é dar diretrizes para o projetista desenvolver o projeto do sistema em compatibilidade com os requisitos do sistema.

3.3. ESTUDO DAS ALTERNATIVAS

Nessa etapa, o projetista irá analisar as configurações que podem satisfazer os requisitos especificados, a melhor alternativa deve ser escolhida através de um processo de análise que utiliza métodos analíticos.

As alternativas são identificadas, critérios de avaliação são definidos, métodos analíticos são selecionados, coleta-se os dados de entrada e as alternativas são avaliadas O processo de

avaliação pode ser facilitado através do uso de técnicas matemáticas em forma de modelos. O modelo deve ser adaptado para o problema e seu resultado deve servir de base para a avaliação. A extensão do modelo depende da natureza do problema, o número de variáveis, dos parâmetros de entrada, do número de alternativas e da complexidade da operação. Um modelo a ser utilizado deve conter as seguintes características:

1. Representar a dinâmica da configuração do sistema, fácil de entender e manipular.
2. Levantar em consideração os fatores de maior relevância do problema e suprimir os que não são importantes.
3. Ser sensível a todos os fatores relevantes e ser consistente.
4. Ser simples, para ser utilizado oportunamente.
5. Possibilitar expansões e fáceis modificações, permitindo a entrada de fatores adicionais.

4. REVISÃO DOS PROJETOS

A revisão dos projetos conceitual e preliminar é uma atividade coordenada para satisfazer os interesses dos projetistas e das áreas de suporte técnico (confiabilidade, manutenibilidade, suportabilidade, transportabilidade). Esta revisão, realizada através de reuniões entre os profissionais envolvidos, deve atender às seguintes etapas:

1. Discutir os problemas principais e determinar ações corretivas a serem tomadas.
2. Prover uma base comum para todos os projetos envolvidos. É dada a oportunidade de discutir soluções adotadas.
3. Prover um meio de resolver problemas de interface e promover a garantia de que todos os sistemas sejam compatíveis.
4. Prover um formal registro de que decisões do projeto foram tomadas e as razões disto.
5. Melhor direcionar a produção de projeto, bem como a incorporação de técnicas.

A revisão do projeto, quando apropriadamente programada e conduzida de maneira eficiente, melhora os métodos de produção dos projetos, pela redução de riscos relativos ao atendimento dos requisitos definidos inicialmente.

Essa revisão servirá para avaliar se os resultados obtidos durante o processo do projeto estão certos, permitindo o início da próxima etapa, o projeto detalhado.

5. COMENTÁRIOS FINAIS:

Em sistemas prediais nota-se o emprego de poucas etapas do processo de produção de um sistema. Na etapa de projeto, aborda-se pouco o projeto conceitual, resumindo-se em alguns casos às primeiras reuniões para o lançamento de um empreendimento. Parte-se deste ponto ao projeto detalhado dos sistemas, atribuindo poucas considerações ao estudo de alternativas e a fatores intervenientes que possam prejudicar o sistema. Tais fatores ficam intrínsecos ao projeto, implementados ou não, dependendo do grau de experiência do projetista.

Com as configurações estabelecidas no projeto preliminar, tais como identificação das funções principais, subsistemas e suas partes, deve-se progredir para as definições que permitam a elaboração do projeto detalhado e posterior execução do sistema.

Este texto pretende demonstrar o grau de complexidade que pode chegar o desenvolvimento de sistemas enfocando principalmente a característica interativa de sua produção e desenvolvimento, partindo do princípio “consumidor a consumidor”. Ou seja, a análise e desenvolvimento dos sistemas parte das necessidades do consumidor e chega no atendimento ao consumidor com a característica de retroalimentação de informações durante todo o processo.

Espera-se que cada vez mais os profissionais da área de engenharia e de sistemas prediais tenham conhecimento dos problemas aqui abordados e tentem por em prática diretrizes que busquem melhorar a qualidade da construção civil como um todo.

6. BIBLIOGRAFIA

AMORIM, S. **Metodologia para estruturação de sistemas de informação para projeto dos sistemas hidráulicos prediais.** Tese apresentada a Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1997. 213p.

BLANCHARD, B. S. e FABRYCKY, W. J. **Systems, engineering and analysis.** Editora Prentice Hall do Brasil Ltda., Rio de Janeiro, 1990.

ILHA, M. S. O – **Sistemas Prediais de Água Fria.** Texto Técnico da EPUSP. São Paulo, 1993.

LOPES, JOSÉ L. R. Avaliação pós-ocupação através de sistemas de gerenciamento e manutenção predial. **Anais do VI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído.** Rio de Janeiro, 1995

MELHADO, SILVIO **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese apresentada a Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1994. 294p.