

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA: SEU PATAMAR NOS  
SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS**

**Celso Ricardo Aro**

**São Carlos**

**- 2004 -**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA: SEU PATAMAR NOS  
SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS**

**Celso Ricardo Aro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, como parte dos requisitos na obtenção do título de MESTRE EM CONSTRUÇÃO CIVIL.

Orientador: Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim

Agência Financiadora: CAPES

**São Carlos**

**- 2004 -**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A769mt

Aro, Celso Ricardo.

A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários / Celso Ricardo Aro. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

144 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Construção civil. 2. Qualidade na construção. 3. Inovações tecnológicas. 4. Racionalização. 5. Modernização tecnológica. I. Título.

CDD: 690 (20<sup>a</sup>)

A minha família que me introduziu à vida,  
Aos meus amigos que me ensinaram a interagir com ela e  
Aos meus orientadores que me trouxeram a este momento.

*"Triste época! É mais fácil desintegrar um átomo que um preconceito."*

*Albert Einstein*

## **AGRADECIMENTOS**

---

Gostaria de expressar minha gratidão e meu agradecimento a todos que, direta ou indiretamente, participaram ou colaboraram da confecção desse manuscrito, em especial:

Ao Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim pela oportunidade e orientação durante todo esse meu percurso no mestrado e pela confiança depositada, assumindo os riscos, em mim como arquiteto.

Ao órgão de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por fornecer auxílio financeiro a este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil e a todos da secretaria pela acessibilidade e auxílio nos momentos solicitados.

Aos docentes do Programa por todo o aprendizado e experiência acadêmica.

Ao Prof. Dr. Celso Carlos Novaes e ao Prof. Dr. Márcio Minto Fabrício por terem aceitado participar da minha banca de qualificação e pelas sugestões dadas, contribuindo para minha evolução e confecção final deste.

A todos os amigos e colegas do laboratório e do Programa pelo companheirismo e amizade.

Aos amigos pela colaboração neste trabalho, pela paciência nos momentos confusos e pelas alegrias fora dele.

Aos meus pais pelo carinho, fé e crença no meu potencial.

A Deus.

## RESUMO

---

O momento socioeconômico do país é crítico, com redução significativa do mercado consumidor da construção civil e acirrada competição entre as empresas do setor que, para continuarem produzindo, são obrigadas a repensar sua forma de fazê-lo.

Assim, a partir da década de 1980, estas empresas vêm questionando seu atraso tecnológico e a baixa qualidade de seus produtos, passando a investir na modernização do setor.

Neste contexto, esta pesquisa se propõe a discutir as ações adotadas para modernização tecnológica do setor em vias de racionalização e melhoria da qualidade, bem como seu patamar tecnológico, enfatizando os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS).

Para tanto, bibliografias pertinentes ao assunto foram consultadas para ambientação no problema e possíveis formas de encarar a questão para, em um segundo momento, verificá-la através de estudo de casos.

A pesquisa de campo foi realizada em empresas construtoras de pequeno e médio porte na cidade de Ribeirão Preto, estruturada com visitas às obras, onde foram verificados os itens referentes à problemática, através de listas de verificação (*Check-list*) e, posteriormente, analisados para determinar o patamar tecnológico da empresa com relação aos SPHS.

Nesta dissertação, constatou-se a despreocupação das construtoras em relação aos SPHS e sua pouca importância frente a outros subsistemas, como arquitetura e estruturas. O patamar tecnológico encontrado nestas empresas evidencia a necessidade de investimentos em sua gestão, a criação de padrões de procedimentos e critérios de avaliação e seleção dos serviços prestados. Somente depois de consolidadas estas questões, a introdução de inovações tecnológicas surtirá o efeito desejado.

Palavras-chave: Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários, Qualidade, Racionalização, Modernização Tecnológica e Inovações Tecnológicas.

## **ABSTRACT**

---

Our country current socioeconomic environment is critical, with significant reduction in the construction industry consumer trade and great competition among this sector corporations which, to keep producing, are obliged to rethink their way to do so.

Then, since the 80's, these corporations have been questioning their technological delay and the low quality of their products, investing, afterwards, in the sector modernization.

In this context, this research proposes a discussion about the adopted actions for sector technological modernization in order to rationalize and improve quality, as well as its technological level, emphasizing the Pumbling Systems.

To do so, bibliographies related to the subject have been consulted to get familiar to the problem and possible ways to face the question and, in a later moment, verify it using cases of study.

A field research was held in medium and small construction corporations in Ribeirão Preto. It was structured with visits to the buildings, where items related to the problems were verified through a Check-list and, later, analyzed to determine the corporation technological level related to the Pumbling Systems.

In this research, it was evidenced the construction corporation unconcern related to the Pumbling Systems and its less importance compared to another sub-systems, such as architecture and structures.

The technological level found in these corporations brings out the evidence of management investment necessity, creation of standard procedures and evaluation and selection criterion of the work. Only after consolidating these questions, the introduction of technological innovations will achieve their purposes.

Key-words: Pumbling Systems, Quality, Rationalization, Technological Modernizing and Technological Innovations.

## SUMÁRIO

---

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>III</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.2 MÉTODO DE PESQUISA.....	5
1.3 OBJETOS DA PESQUISA.....	6
1.4 FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO.....	7
1.4.1 LISTAS DE VERIFICAÇÃO ( <i>CHECK-LIST</i> ).....	7
1.4.2 DIAGNÓSTICO QUANTO À QUALIDADE E PATAMAR TECNOLÓGICO.....	8
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	10
<b>2. A CONSTRUÇÃO CIVIL.....</b>	<b>11</b>
2.1 O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL (SUBGRUPO EDIFICAÇÕES).....	11
2.2 OS GRUPOS E SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
2.3 OS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS (SPHS).....	15
2.3.1 O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO E TECNOLÓGICO.....	16
2.3.2 O MODERNO CONCEITO.....	26
2.4 ESTRATÉGIAS DE RACIONALIZAÇÃO.....	29
2.4.1 PRÉ-FABRICAÇÃO.....	29
2.4.2 INDUSTRIALIZAÇÃO.....	30
2.4.3 RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO TRADICIONAL.....	31
<b>3. A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>33</b>
3.1.1 A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE QUALIDADE.....	36
3.1.2 A NORMALIZAÇÃO TÉCNICA E CERTIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE.....	37
3.1.3 GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	42

3.2	A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	44
<b>4.</b>	<b>A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA ORGANIZAÇÃO .....</b>	<b>51</b>
4.1	PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT (PBQP-H).....	51
4.2	SISTEMA DE QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS (SIQ).....	55
4.3	PROGRAMA QUALIHAB .....	58
4.4	FILOSOFIA DE GESTÃO DA QUALIDADE - CONSTRUÇÃO ENXUTA....	61
<b>5.</b>	<b>A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS SPHS .....</b>	<b>67</b>
5.1	PLANEJAMENTO .....	67
5.2	PROJETO .....	68
5.3	SUPRIMENTOS.....	76
5.4	EXECUÇÃO.....	80
5.5	USO E MANUTENÇÃO .....	88
5.6	GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS.....	90
<b>6.</b>	<b>ESTUDOS DE CASO.....</b>	<b>93</b>
6.1	CASO A .....	93
6.1.1	DADOS GERAIS DA EMPRESA .....	93
6.1.2	DADOS DA OBRA VISITADA.....	93
6.1.3	PROCESSO PRODUTIVO DOS SPHS.....	93
6.1.4	ANÁLISE DO CASO A .....	101
6.2	CASO B .....	105
6.2.1	DADOS GERAIS DA EMPRESA .....	105
6.2.2	DADOS DA OBRA VISITADA.....	105
6.2.3	PROCESSO PRODUTIVO DOS SPHS.....	105
6.2.4	ANÁLISE DO CASO B .....	111
6.3	CASO C .....	114
6.3.1	DADOS GERAIS DA EMPRESA .....	114
6.3.2	DADOS DA OBRA VISITADA.....	114
6.3.3	PROCESSO PRODUTIVO DOS SPHS.....	114
6.3.4	ANÁLISE DO CASO C .....	120

<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>123</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO – CHECK LIST .....</b>	<b>137</b>

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1.1: <b>Diagrama dos níveis de qualidade</b> (Adaptado de PEIXOTO, 2000). .....	9
Figura 2.1: <b>Latrinas externas ao edifício</b> (PLUMBING SUPPLY, 2003a).....	19
Figura 2.2: <b>Vaso Sanitário (valve closet)</b> (PLUMBING SUPPLY, 2003b).....	22
Figura 3.1: <b>Representação da ampliação do conceito de qualidade</b> (PICCHI, 1993).....	33
Figura 3.2: <b>Novo modelo brasileiro de certificação</b> (SOUZA <i>et al.</i> , 1994).....	40
Figura 4.1: <b>Transferência de inovações gerenciais</b> (HIROTA).....	65
Figura 5.1: <b>Detalhe das instalações usando o PEX</b> (PEX DO BRASIL, 2003). .....	74
Figura 5.2: <b>Croquis usando os “Shafts Horizontais e Verticais”</b> (AMORIM).....	75
Figura 5.3: <b>Detalhe dos “Shafts Horizontais e Verticais”</b> (PEX DO BRASIL, 2003). .....	76
Figura 5.4: <b>Qualidade na aquisição</b> (SOUZA <i>et al.</i> , 1994).....	77
Figura 5.5: <b>Ilustração sobre os “kits hidráulicos”</b> (LAFARGE, 2003).....	81
Figura 5.6: <b>Banheiros prontos com estrutura em concreto armado, dry wall e monolítico, respectivamente</b> (RIVOLI, 2003).....	83
Figura 5.7: <b>Lançamento direto</b> (RIVOLI, 2003).....	83
Figura 5.8: <b>Lançamento com guias e plataformas</b> (RIVOLI, 2003).....	84
Figura 5.9: <b>Lançamento com elevador externo</b> (RIVOLI, 2003). .....	84
Figura 5.10: <b>Montagem das torres de banheiros</b> (RIVOLI, 2003).....	85
Figura 5.11: <b>Banheira pré-fabricada</b> (Arquivo pessoal, 2002).....	86
Figura 5.12: <b>Piso-box</b> (PEX DO BRASIL, 2003).....	86
Figura 5.13: <b>Componentes para box de banheiro pré-fabricado</b> (ROCA CERÂMICA E COMÉRCIO, 2003).....	87
Figura 5.14: <b>Painéis para fechamento de shafts</b> (PEX DO BRASIL, 2003).....	87
Figura 5.15: <b>Torneiras com fechamento automático</b> (DECA, 2003). .....	89
Figura 5.16: <b>Elementos Arejadores para torneiras e chuveiros</b> (DECA, 2003)....	90
Figura 5.17: <b>Peças com acionamento por monocomando</b> (DECA, 2003).....	90

Figura 5.18: <b>Escala de necessidades do homem</b> (MASLOW <i>in</i> CAMPOS, 1992).	92
Figura 6.1: <b>Furos nas lajes para passagem da tubulação</b> .....	94
Figura 6.2: <b>Shafts dos tubos verticais</b> .....	95
Figura 6.3: <b>Estoque de suprimentos</b> .....	98
Figura 6.4: <b>Instalação dos “kits hidráulicos”</b> .....	100
Figura 6.5: <b>Diagrama dos níveis de qualidade e racionalização – Caso A</b> .....	103
Figura 6.6: <b>Shafts para tubulação vertical</b> .....	106
Figura 6.7: <b>Aquecedores coletivos</b> .....	106
Figura 6.8: <b>Estocagem dos insumos</b> .....	109
Figura 6.9: <b>Diagrama dos níveis de qualidade e racionalização – Caso B</b> .....	112
Figura 6.10: <b>Detalhe dos shafts</b> .....	115
Figura 6.11: <b>Detalhes da instalação dos ramais</b> .....	116
Figura 6.12: <b>Condições de armazenamento</b> .....	118
Figura 6.13: <b>Diagrama dos níveis de qualidade e racionalização – Caso C</b> .....	121

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 2.1: <b>Subsistemas do sistema Edificações</b> (ISO-6241, 1984). .....	16
Tabela 2.2: <b>Requisitos de desempenho</b> (AMORIM, 1989). .....	27
Tabela 2.3: <b>Subdivisão dos Sistemas Hidráulicos Prediais e Sanitários</b> (AMORIM, <i>op. cit.</i> ). .....	28
Tabela 3.1: <b>Dimensões da qualidade das edificações</b> (PICCHI, 1993). .....	35
Tabela 3.2: <b>Níveis e objetivos da inovação</b> (AMORIM, 1999). .....	47
Tabela 4.1: <b>Estrutura do PBQP-H.</b> (PBQP-H, 2003a). .....	52
Tabela 4.2: <b>Projetos do PBQP-H.</b> (PBQP-H, 2003a). .....	54
Tabela 4.3: <b>Itens mínimos a serem controlados</b> (PBQP-H, 2003c). .....	57
Tabela 4.4: <b>Porcentagens de Controle.</b> (PBQP-H, 2003c). .....	58
Tabela 4.5: <b>Desperdícios na construção civil</b> (SOUZA <i>et al.</i> , 1994). .....	64
Tabela 5.1: <b>Qualidade no projeto</b> (SOUZA <i>et al.</i> , 1994). .....	70
Tabela 6.1: <b>Resultados do <i>Check-list</i> - Caso A</b> .....	102
Tabela 6.2: <b>Resultados do <i>Check-list</i> - Caso B</b> .....	111
Tabela 6.3: <b>Resultados do <i>Check-list</i> - Caso C</b> .....	120

## 1. INTRODUÇÃO

---

Diante de um país com grande déficit habitacional, a incorporação de meios e técnicas construtivas voltadas para racionalização, diminuição dos custos e melhoria da qualidade de uma habitação, são de extrema importância no sentido de sanar, ou, pelo menos diminuir, este déficit.

A baixa qualidade projetual e de execução é uma constante na construção civil. Os profissionais envolvidos na arte de edificar fixam-se em técnicas construtivas tradicionais. Estas técnicas, muitas vezes, não incorporam alternativas que levariam a melhor qualidade construtiva e, por consequência, melhor qualidade final do edifício.

Mais agravante são as construções executadas sem nenhum embasamento técnico (autoconstrução), nas quais o proprietário é o projetista e o executor da obra, acentuando a baixa qualidade e produtividade final da edificação.

Esta condição ainda é verdadeira atualmente, porém, a partir do final da década de 1980, uma nova realidade sócio-econômica caracteriza a sociedade e a economia mundial. Em meados da década de 1990 é promulgado o código de defesa do consumidor e o governo federal desenvolve políticas mais efetivas visando à estabilidade econômica.

Este quadro político, social e a crise econômica reduzem significativamente o mercado consumidor. Este fato promove acirrada concorrência entre as empresas, que passam a investir em eficiência na utilização dos seus recursos e na qualidade de seus produtos (PEIXOTO, 2000). Força as empresas a buscarem alternativas no seu modo de produção, a oferecerem produtos mais acessíveis e melhores e obriga a repensarem sua forma de produzir, visando sua sobrevivência neste mercado.

*“Repensar antigas formas de produção significa, hoje, investir na modernização dos processos, de maneira a se obter o aumento da produtividade dos serviços, a diminuição da rotatividade da mão-de-obra, a redução do retrabalho e a eliminação das falhas pós-entrega e, por consequência, a redução dos custos de produção.” (BARROS & SABBATINI, 1998).*

Estes mesmos autores apontam para o momento de transição em que vive a indústria da construção civil brasileira (subgrupo Edificações). Este mercado está marcado por:

- falta de um sistema contínuo e seguro de financiamento para o subsetor;
- aumento das exigências feitas pelos clientes;
- descrédito com as empresas, frente aos acontecimentos atuais, tais como:
  - ✓ falência de empresas e, respectivo descumprimento de contratos;
  - ✓ baixa de qualidade das construções;
  - ✓ queda de vários prédios, entre outros.
- possibilidade de acréscimo da concorrência devida à entrada de empresas estrangeiras no subsetor, entre outras.

Na tentativa de evoluir neste mercado e mudar o quadro atual, a indústria da construção mostra forte tendência à racionalização dos seus processos produtivos, porém, sem alcançar a abrangência requerida. Ou seja, as empresas não desenvolvem uma cultura produtiva, perdendo os ganhos de uma edificação em outras subseqüentes.

*“Pesquisas realizadas em seis empresas, envolvidas com a promoção de empreendimentos e com a construção das respectivas edificações, permitiram a comprovação de que, em mercados efetivamente competitivos, evidencia-se a necessidade de introdução de processos de modernização organizacional, tecnológica e produtiva.” (NOVAES, 1998).*

De maneira geral, as indústrias estão estruturadas por meio de cadeias de dependências, com elos mais fortes ou fracos, dependendo do grau de desenvolvimento e do patamar tecnológico das unidades que participam desta cadeia, na qual existe um centro hegemônico de todo processo político e produtivo.

Este centro domina por completo todas as relações entre as partes que compõem a estrutura. Se uma unidade se torna obsoleta, em relação ao todo, ela será substituída por outra mais adequada e, provavelmente, desaparecerá do mercado.

Enquanto que nos setores industrializados em geral o poder de decisão está concentrado na indústria polarizadora, na construção civil ele está pulverizado em vários segmentos que participam da macro-estrutura produtiva.

Esta gama de agentes, com interesses diversos e diferentes graus de desenvolvimento tecnológico, interfere de forma decisiva no produto final do setor (MARTUCCI, 1975). Interfere no seu ritmo de modernização tecnológica, fazendo com que este se dê de forma lenta em relação a outros segmentos industriais, tendendo a manter o “*status quo*”.

## 1.1 OBJETIVOS

Diante do contexto levantado acima, o intuito desta dissertação está na discussão acerca da modernização tecnológica como ação na busca pela racionalização e melhoria da qualidade nos SPHS.

Assim, o objetivo principal traçado é: verificar os níveis tecnológicos das empresas construtoras e sua colaboração na racionalização e melhoria da qualidade dos SPHS.

Os objetivos específicos são:

- Verificar o nível de aplicação dos conceitos de qualidade nos SPHS nestas empresas;
- Determinar o grau de envolvimento destas empresas com as inovações tecnológicas nos SPHS;
- Constatar a colaboração das inovações tecnológicas na qualidade final dos SPHS.

## 1.2 MÉTODO DE PESQUISA

Existem vários métodos que permitem diagnosticar aspectos de uma obra, dentre os quais (SOUZA *et al.*, 1994): entrevistas junto aos clientes de edifícios já entregues; inspeção em edifícios na fase de pós-ocupação; análise dos registros dos serviços de assistência técnica ao consumidor; análise de edifícios em construção; análise do processo da empresa e de seus departamentos. A avaliação neste trabalho é baseada em análises do processo da empresa e em seus departamentos e análise dos edifícios em construção.

A análise do processo da empresa e de seus departamentos visa identificar as atividades realizadas pelo departamento responsável pelos SPHS, seus clientes e fornecedores, internos e externos, e a qualidade dos produtos recebidos e gerados pelos departamentos.

Já a análise dos edifícios em construção busca identificar as falhas no processo de produção, perdas de materiais, retrabalhos e reparos, tempos ociosos, atrasos no cronograma físico e o uso de Inovações Tecnológicas, com foco exclusivo nos SPHS.

Para alcançar os objetivos propostos para esta dissertação buscou-se, em bibliografias pertinentes ao assunto, conceituar qualidade e modernização tecnológica, visando elucidar sua aplicação dentro da construção civil e, especificamente, nos SPHS.

Em um segundo momento foi realizada pesquisa de campo, tendo como objetivo identificar o nível de aplicação dos conceitos de qualidade e o patamar tecnológico do processo de produção dos SPHS.

### 1.3 OBJETOS DA PESQUISA

A pesquisa de campo teve como objeto empresas de pequeno e médio porte<sup>1</sup> da cidade de Ribeirão Preto, com obras em fase de instalação dos SPHS com a seguinte tipologia: prédio residencial de múltiplos pavimentos, construídos pelo sistema construtivo tradicional racionalizado.

Partindo de um universo de quinze empresas identificadas com o perfil acima, após exaustivo contato com as mesmas, três delas aceitaram participar da pesquisa.

Nestas foram analisadas questões projetuais e executivas através de entrevistas com os responsáveis pela construtora, pelo projeto e execução dos SPHS e observações *in loco*.

---

<sup>1</sup> Segundo o Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) o porte das empresas pode ser determinado em função do número de empregados. Tem-se a seguinte classificação:

ME (Microempresa)	na indústria até 19 empregados e no comércio/serviço até 09 empregados.
PE (Pequena Empresa)	na indústria de 20 a 99 empregados e no comércio/serviço de 10 a 49 empregados.
MDE (Média Empresa)	na indústria de 100 a 499 empregados e no comércio/serviço de 50 a 99 empregados.
GE (Grande Empresa)	na indústria acima de 499 empregados e no comércio/serviço mais de 99 empregados.

## 1.4 FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO

Para análise e levantamento de campo foram elaboradas planilhas contemplando os seguintes aspectos:

- identificação da empresa a ser consultada, seu porte e estrutura;
- caracterização da obra a ser analisada – seu sistema construtivo, com detalhamento do sistema construtivo adotado para os SPHS;
- listas de verificação do processo construtivo para os SPHS;
- registros fotográficos dos itens relevantes dentro do processo.

As listas de verificação caracterizam-se como importante ferramenta de análise, fornecendo condições para avaliar os níveis de qualidade e produtividade de determinada empresa, informações necessárias na tomada de decisões e no desenvolvimento de ações para melhoria da qualidade e produtividade (NORIE, 2003).

### 1.4.1 LISTAS DE VERIFICAÇÃO (*CHECK-LIST*)

Meseguer (1991) distingue dois tipos de listas de verificação, sendo a primeira para planejar e executar uma tarefa e a segunda para comprovar se foi executada corretamente, denominada pelo autor, lista de comprovação.

Quanto à lista para planejar e executar uma tarefa, é apenas constatado se os responsáveis pela execução da fase analisada utilizaram deste recurso como ferramenta de qualidade. O foco é dado à lista para comprovar se uma tarefa foi executada corretamente.

Estas listas de verificações foram detalhadas e estruturadas em três colunas com as alternativas: Sim – Não – Não Aplicável. São apresentadas em forma de perguntas objetivas cujas respostas não sejam diferentes de sim, não e não aplicável.

Os “sim” das respostas devem sempre corresponder aos requisitos da qualidade e modernização do setor. Assim, ao final do questionário, se for dividido o total de respostas “sim” pelo total de respostas, subtraído das respostas “não aplicável”, tem-

se um número em porcentagem. Este quociente representa um indicativo do patamar de qualidade e tecnológico da empresa.

$$\text{Índice} = (\text{n}^\circ \text{ de SIM}) / (\text{n}^\circ \text{ total de questões} - \text{n}^\circ \text{ de NÃO APLICÁVEL})$$

A qualidade, como conceito global, envolve todos os profissionais que participam do processo produtivo: os projetos, os materiais, a execução, o uso e a manutenção. Assim, a lista de verificação abrange: Planejamento, Projeto, Suprimentos, Execução, Uso e Manutenção e Gestão dos Recursos Humanos. Para cada atividade acima relacionada, foram elaboradas perguntas baseadas nos critérios de qualidade de cada atividade e nos recursos utilizados.

#### 1.4.2 DIAGNÓSTICO QUANTO À QUALIDADE E PATAMAR TECNOLÓGICO

Para avaliar qual o patamar tecnológico e de qualidade em que determinada empresa se encontra, faz-se necessário estabelecer níveis distintos. São apresentados a seguir estes indicadores, classificando-os (PEIXOTO, 2000):

- *Nível 1 - para índices entre 0% e 20%;*
- *Nível 2 – para índices entre 21% e 40%;*
- *Nível 3 – para índices entre 41% e 60%;*
- *Nível 4 – para índices entre 61% e 80%;*
- *Nível 5 – para índices entre 81% e 100%*

Para facilitar a visualização destes índices, os resultados são aplicados em um diagrama, adaptado do utilizado por Peixoto (*op. cit.*). Este diagrama contém setores com todos os aspectos relacionados à obra.

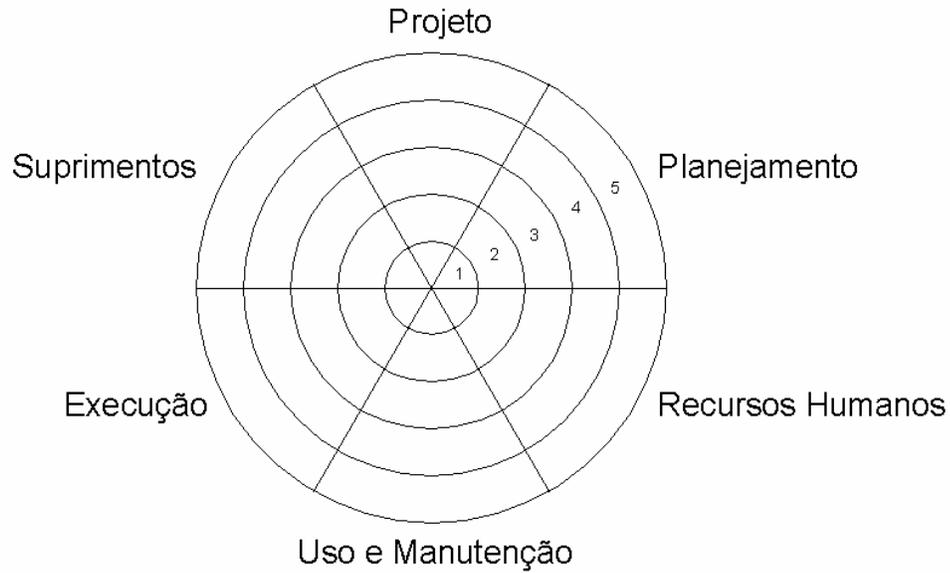


Figura 1.1: **Diagrama dos níveis de qualidade** (Adaptado de PEIXOTO, *op. cit.*).

O item correspondente é hachurado e, desta forma, tem-se uma noção global do patamar tecnológico e da qualidade. Aponta quais pontos positivos que devem ser potencializados e os pontos negativos a serem corrigidos.

Através deste diagrama fica explícito, claramente, qual o patamar tecnológico e de qualidade em que se encontra os SPHS e oferece subsídios para determinar quais ações devem ser tomadas para sua potencialização.

Uma vez que o viés da pesquisa está na análise do processo de produção dos SPHS e que qualidade é um conceito global, faz-se necessário partir do princípio que as empresas pesquisadas estão envolvidas em algum programa que vise à qualidade e à racionalização da gestão dos seus processos.

As empresas pesquisadas estão envolvidas com programas como o QUALIHAB e o PBQP-H, descritos no conteúdo deste documento. Esta opção partiu da crença na efetiva aplicação e eficácia destes programas para atender aos objetivos propostos, quer sejam: a qualidade e a modernização tecnológica das empresas.

## 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para organizar esta dissertação, parte-se de três grandes blocos. Inicia-se por uma introdução ao assunto (**este capítulo**), cujo objetivo é ambientar a problemática proposta, levantar a necessidade de modernização tecnológica e, por conseqüência, a qualidade final do objeto construído frente à nova realidade social, econômica e política brasileira, definir um método para avaliar o grau de aplicabilidade destes conceitos nas empresas do setor e a ferramenta a ser utilizada para tanto.

O segundo bloco está caracterizado pela revisão bibliográfica, objetivando conceituar e discutir a indústria da construção civil, os conceitos de racionalização, qualidade e modernização tecnológica.

Assim, o **Capítulo 2** busca entender a complexa indústria Construção Civil, seus grupos e subgrupos, fechando o foco nos SPHS, elucidando seus conceitos, seu desenvolvimento histórico e tecnológico e sua situação atual.

Levantada as questões anteriores esta dissertação segue o viés da qualidade. Como um dos objetivos é entender o conceito de qualidade e sua aplicação na construção civil, o **Capítulo 3**, busca caracterizá-la como conceito global e fazer paralelos de sua aplicação na construção civil.

Entendendo que a modernização tecnológica do setor é um movimento necessário na busca pela qualidade, este capítulo discute o que é modernização tecnológica e quais as maneiras de alcançá-la.

Conceituada a modernização tecnológica, a discussão passa para sua aplicação na gestão das empresas construtoras (**Capítulo 4**) e no seu processo de produção (**Capítulo 5**), com foco nos SPHS.

Feita a revisão bibliográfica, o terceiro bloco (**Capítulo 6**) apresenta os resultados obtidos na pesquisa de campo, discutindo cada item do processo de produção analisado e as considerações preliminares individuais de cada empreendimento, fornecendo subsídios para as considerações finais (**Capítulo 7**) à cerca da qualidade e modernização tecnológica.

## 2. A CONSTRUÇÃO CIVIL

---

A indústria da construção civil destaca-se por sua importância econômica e seu papel social. Uma de suas características é dar suporte a outras atividades, uma vez que é a responsável pela montagem de unidades produtivas, pela infra-estrutura, pelo desenvolvimento urbano e regional do país, entre outros.

Participa com aproximadamente 15% no PIB (Produto Interno Bruto) e emprega em torno de 6% da população economicamente ativa do país (SINDICATO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003a).

Em dezembro de 2003, 1.156.089 dos trabalhadores brasileiros estavam atuando na Construção Civil (queda de 5,95% em relação a dezembro de 2002), sendo 62% destes atuando no subgrupo Edificações. No estado de São Paulo, na mesma data, eram 345.826 trabalhadores (queda de 9,07% em relação a dezembro de 2002), com 54% destes prestando serviços no subgrupo Edificações (SINDICATO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003b).

### 2.1 O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL (SUBGRUPO EDIFICAÇÕES)

A evolução tecnológica deste subgrupo, segundo Vargas (1994), passa por, pelo menos, três estágios sucessivos no Brasil.

O primeiro é puramente técnico, caracterizado pela ausência de qualquer ciência aplicada, limitando-se à adaptação de técnicas importadas dos colonizadores. Este estágio vai da descoberta do país até o início do século XIX, no Brasil-Colônia, incorporando técnicas medievais e renascentistas. Estas técnicas, as mesmas utilizadas pelos europeus, foram adaptadas às condições locais para construção de fortes, igrejas e mosteiros, edifícios e aquedutos.

Não envolviam nenhum conhecimento teórico ou de pesquisa. Os projetos eram “riscados” e construídos por mestres portugueses, por militares “oficiais de engenharia” ou por padres instruídos em questões de arquitetura de igrejas e mosteiros.

As técnicas comumente utilizadas neste período eram: em casas mais simples, pau-a-pique, adobe ou taipa de pilão; e em habitações mais sofisticadas, a pedra, o barro e, às vezes, tijolos e a cal.

O desenvolvimento tecnológico do Brasil-Colônia foi extremamente atrasado devido, especialmente, a dois fatores: a proibição à instalação de indústrias e a economia baseada na escravidão. A mão-de-obra era constituída por serventes ou escravos (índios e depois negros), caracterizada por ser mão-de-obra abundante e, aparentemente, gratuita que não exigia nenhum tipo de qualificação.

O Segundo Estágio refere-se à aplicação de teorias e métodos científicos aos problemas da técnica anteriormente estabelecida. Ocorreu após a implementação das escolas militares e de engenharia, implantadas após a chegada da corte portuguesa.

Nesse período, o ensino de engenharia era baseado em tratados, em especial, os franceses. O conhecimento tecnológico e as propriedades dos materiais empregados ainda eram incipientes.

A mão-de-obra ainda era caracterizada pelo trabalho escravo, mas teve início o uso de trabalhadores livres, principalmente os imigrantes europeus, que tinham como função dirigir os trabalhos pesados realizados pelos escravos. Porém com as mudanças sociais e as exigências do mercado, o trabalho escravo foi totalmente substituído por mão-de-obra assalariada, que necessitava ser qualificada, pois os processos e operações de construção eram de sua responsabilidade.

A partir de 1889, esses trabalhadores se organizaram como classe que, segundo Farah (1993), destacava-se por seu padrão cultural, por seu caráter combativo e por sua capacidade de mobilização.

Com a expansão cafeeira, houve um adensamento dos centros urbanos, exigindo a construção de moradias e obras de infra-estrutura urbana e, ainda, a abertura de caminhos para o escoamento da produção.

Em decorrência do desenvolvimento industrial, a construção civil deixou de se organizar somente pela autoconstrução, passando à atividade independente, distinta em dois grupos: o de construções pesadas e o de edificações.

Este novo produto, o edifício, trouxe a necessidade de se produzir insumos, que antes eram maciçamente importados e foram lenta e gradualmente fabricados pela indústria nacional de materiais e componentes. Surgiram, então, as primeiras indústrias de materiais de construção.

O Terceiro Estágio se caracteriza pela criação dos institutos de pesquisas tecnológicas em São Paulo e no Rio de Janeiro, no início do século passado e foi marcado por grandes mudanças estruturais em toda a sociedade brasileira. A indústria incorporou novos materiais, componentes e ferramentas.

Neste período, a população rural emigrou em massa do campo para as cidades à procura de emprego na ascendente indústria, provocando inchaço e crescimento desordenado destas cidades. Criaram-se os vazios urbanos como consequência da especulação imobiliária e a população vinda do campo se alojou em subhabitações, sem condições mínimas de conforto e salubridade.

Diante deste quadro, o governo cria em 1964, o Plano Nacional de Habitação, no qual foram levantadas as reais condições das habitações, o déficit habitacional existente e as tecnologias disponíveis para, pelo menos, amenizar estas questões.

Dentro deste plano, surgiu o BNH (Banco Nacional da Habitação), cuja prioridade era disponibilizar recursos para a construção de conjuntos habitacionais que substituíssem favelas ou outros tipos de sub-habitações, além da execução de projetos de infra-estrutura em terrenos urbanos, cooperativas e projetos privados que visassem solucionar o problema habitacional (BARON, 1999).

Este apoio governamental, através de políticas de habitação, transformou as cidades em grandes laboratórios, onde eram testadas concomitantemente várias tecnologias disponíveis na época.

A década de 1970 foi marcada pelo grande volume de obras. O governo era o maior patrocinador e consumidor da indústria da construção civil, promovendo o avanço, a passos largos, deste setor. Mas, por questões políticas e econômicas, a grande expansão da década de 70 começou a declinar na década de 80, foi quando esta indústria começou a questionar seu “atraso tecnológico”.

A resposta a esta questão foi a introdução de elementos construtivos inovadores, principalmente, os pré-fabricados, sendo que mais de 50% destes processos construtivos foram importados e simploriamente adaptados às condições locais.

A partir da década de 1980 ocorreram profundas transformações sociais, políticas e econômicas no mundo e, em particular, no Brasil. Estas mudanças tiveram significativos impactos na indústria em geral e, especificamente, na da construção civil nacional, que convive com a crescente abertura do mercado consumidor, por causa da globalização de capitais e do comércio, e com a exigência maior dos consumidores por qualidade.

Houve significativa mudança na qualificação da mão-de-obra com a introdução de conhecimentos com base científica. A incorporação da ciência ao processo de produção deslocou o domínio do saber, que era do trabalhador para a engenharia.

Acentuou a especialização do profissional que passou a ser responsável por dirigir partes da obra. O projeto completo de um edifício se decompõe, passando a constituir-se num conjunto de partes desenvolvidas por diversos profissionais ou empresas. Os profissionais de Engenharia e Arquitetura ganharam importância.

## **2.2 OS GRUPOS E SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A indústria da construção civil é bastante abrangente e pode ser dividida em grupos por área de atuação. Para esta dissertação, foi usada a classificação dos grupos dada pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE (IBGE, 2003), que se apresenta da seguinte forma:

- Preparação do Terreno.
- Construção de Edifícios e Obras de Engenharia Civil.
- Obras de Infra-estrutura para Engenharia Elétrica e de Telecomunicações.
- Obras de Instalações.
- Obras de Acabamentos e Serviços Auxiliares da Construção.
- Aluguel de Equipamentos de Construção e Demolição com Operários.

O grupo mais atuante e de maior representação é o de “Construção de Edifícios e Obras de Engenharia Civil”, responsável por 70% do montante financeiro gerado por esta indústria e 80% dos empregos (AMORIM, 1995). Aqui, pode-se subdividi-lo em (IBGE, 2003):

- Edificações (residenciais, industriais, comerciais e de serviços).
- Obras viárias.
- Grandes estruturas e obras de arte.
- Obras de urbanização e paisagismo.
- Montagem de estruturas.
- Obras de outros tipos.

O subgrupo Edificações é o mais relevante, no qual se encontra o maior número de empresas e com maior atuação. Dentro de uma visão sistêmica, é considerado um sistema constituído de subsistemas, classificados de acordo com a tabela 2.1 (ISO-6241, 1984).

Neste trabalho, o foco será dado ao subsistema Serviços, especificamente sobre o item *Suprimento e Disposição de Água*, o qual é denominado de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS).

### **2.3 OS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS (SPHS)**

Vários aspectos influenciam o desenvolvimento do homem: químicos, cujo principal fator é a nutrição; psíquicos, que trata da sua maneira de atuar na sociedade; e vários outros físicos, dentre os quais existe um vasto campo de ação e atuação das engenharias.

A arquitetura, as engenharias e o urbanismo se aplicam para potencializar as condições naturais, provendo ao Homem espaços mais funcionais e organizados. Neste sentido, os pesquisadores dessas artes têm se empenhado para prover ao Homem o estado de bem-estar total do corpo, espírito e social, não entendido apenas como a ausência de enfermidades (ISO 6241, 1984).

Tabela 2.1: **Subsistemas do sistema Edificações** (ISO-6241, 1984).

<b>Estrutura</b>	fundações; superestrutura.
<b>Envoltória Externa</b>	sob o nível do solo; sobre o nível do solo.
<b>Divisores de Espaços Internos</b>	verticais; horizontais; escadas.
<b>Divisores de Espaços Externos</b>	verticais; horizontais; escadas.
<b>Serviços</b>	suprimento e disposição de água; controle térmico e ventilação; suprimento de gás; suprimento de energia elétrica; telecomunicações; transporte mecânico; segurança e proteção.

Com este objetivo, construir não é apenas fechar invólucros e sustentá-los por um sistema estrutural qualquer, mas um complexo conjunto de disposições para satisfazer questões relacionadas à saúde, higiene, conforto e segurança. Estes fatores requerem uma série de instalações para servir a seus usuários água em quantidade suficiente e retirá-la após seu uso, circular e condicionar o seu ar e prover aeração no ambiente, iluminar, etc., para que o indivíduo tenha conforto.

É notória a participação dos SPHS para prover o bem estar nestas edificações. Observa-se a seguir como seu desenvolvimento tem estreita ligação com a cultura vigente e o conhecimento tecnológico.

### 2.3.1 O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO E TECNOLÓGICO

Este item está baseado no rico trabalho de pesquisa desenvolvido por Francisco Romeu Landi (1987), complementado por pesquisas em sites da Internet relativos ao assunto (PLUMBING SUPPLY, 2003, por exemplo) e literaturas, como: Nucci (1986),

Biesty (1995), Costa (1983), Garcez (1997), revista Curso D'água (1988), entre outras.

***“As instalações sanitárias prediais, com os modernos conceitos de privacidade, água corrente, água quente, sem odores, é um conceito relativamente moderno e bastante ligado ao aumento geral do poder aquisitivo da sociedade.***

***Entretanto o cuidado com o corpo e os conceitos de saneamento como pré-requisitos para higiene e saúde, associado às idéias de conforto, estão ligados a algumas sociedades muito antigas.”***  
***(LANDI, 1987).***

Em pesquisas arqueológicas no vale do rio Indus, na Índia, encontraram-se ruínas de um sistema de instalações com relativa qualidade, existentes de 3.000 a 6.000 anos atrás. No Egito, foram descobertos tubos de cobre enterrados para a condução e retirada da água de banheiros no palácio do Faraó. Em Kish, próximo ao rio Eufrates, foram encontrados restos de tubulações de cerâmica e piscinas, com data de construção estimada em 4.500 a.C. Na Babilônia, dutos para condução de esgoto equipados com caixas de inspeção. Nos Jardins da Babilônia, apesar de não terem sido encontrados vestígios, acredita-se que haviam sistemas de recalque e irrigação. Escavações na Ilha de Creta revelaram que o palácio de Cnossos apresentava rede de água e esgoto já em 1.000 a.C.

Os povos da antiguidade já conheciam os fenômenos hidráulicos e pneumáticos. Da Mesopotâmia, passando pelo Egito, até a Grécia, foram encontrados precários equipamentos hidráulicos para recalcar a água, como: a bomba parafuso, inventada por Arquimedes, cujo princípio é utilizado até hoje; caçambas interligadas por correntes para recalcar a água, acionadas por escravos ou animais, utilizadas basicamente para irrigações; e a energia hidráulica para acionar moinhos de farinha.

Os gregos tinham sua provisão de água advinda de fontes que eram cuidadosamente selecionadas e resguardada sua qualidade, tida como essencial para a saúde e com poder purificador da alma nos rituais religiosos (batismo). Porém, deve-se ressaltar que os SPHS eram privilégios da alta nobreza e do clero, a população sempre viveu em precárias condições de higiene.

Na sociedade romana, diversas cidades eram dotadas, com a tecnologia da época, de Thermas (próximo do sentido moderno de clube esportivo), equipadas com

piscinas e banhos, com água fria e quente. No século I d.C., havia 11 banhos públicos e 856 privados, que ocupavam grandes áreas, como a Therma de Diocleciano, com 110.000 m<sup>2</sup>, com capacidade para 3.200 pessoas (LANDI, *op. cit.*).

Para os romanos, diferente dos gregos, o banho tinha objetivo mais social que de higiene. As Thermas eram construídas com recursos públicos e abertas a todos. Ali se lia, discutia-se política e faziam-se negócios. Dada a sua importância, sua construção era confiada aos mais brilhantes e experientes artesãos e ricamente decorada pelos melhores artistas.

Roma era abundantemente abastecida de água; em 226 d.C, haviam 11 aquedutos. Nunca outra cidade conseguiu tamanha abundância de água; os banhos eram tão cultuados que excediam os critérios atuais de consumo. Estima-se que o abastecimento *per capita* de água chegou a 1.300 l/dia, o que significa cinco vezes mais que a média moderna.

No século V cai o império Romano, tem início a Idade Média, também conhecida como Idade das Trevas na história da humanidade. Neste período, houve um retrocesso geral em vários aspectos culturais. A contribuição das artes, filosofia e cultural, de uma maneira geral, é mínima, quase individuais.

Sofrem, também, os aspectos da higiene e saúde pública. As Thermas foram destruídas, haja visto o novo conceito social de higiene do corpo. Os banhos deixaram de ser públicos e passaram a ser considerados, pela mística que prevaleceu naquela cultura, algo privado.

Acrescida a estes novos conceitos de pecado e promiscuidade, existia a dificuldade na obtenção da água. Os governantes não dispunham de tantos recursos provenientes dos impostos como no rico Império Romano; os mais abastados substituíram o banho por bons perfumes; nos monastérios, os hábitos higiênicos eram basicamente lavar os pés semanalmente e banhos de duas a quatro vezes por ano.

No meio urbano, os dejetos produzidos neste período eram simplesmente jogados pela janela. O atirador gentilmente gritava “água vai” e despejava o conteúdo do vasilhame coletado durante a noite ou dia, nas ruas. No final do século XIV, o rei da

França instituiu uma lei para impedir esta prática, devido a este costume ser muito arraigado nesta cultura, no século XVIII ainda foi necessário mantê-la.

Uma vez que estes dejetos não poderiam mais ser lançados diretamente na rua, surgiram empresas públicas e privadas especializadas em recolher este material e transportá-los até um local adequado.

Esta prática, mesmo sendo feita em carroças herméticas e a altas horas da noite, devido às condições precárias das vias, propiciava o derramamento deste material pelo caminho, que permaneceria ali até a próxima chuva. Não é difícil imaginar o odor e a facilidade de proliferação de epidemias.

Para obter água era necessário percorrer grandes distâncias ou comprá-la, a um preço muito alto, de aguadeiros que circulavam pela cidade. Assim para não desperdiçá-la, os banhos, quando tomados, eram feitos por toda família com a mesma água, seguindo ordem hierárquica. O consumo neste período chegou a um l/dia por pessoa.

O hábito de lançar excrementos na rua ou pagar a empresas para retirá-los das residências, foi gradativamente substituído pela construção de poços, sobre os quais eram instaladas latrinas externas ao edifício para evitar o odor dentro das habitações. Nestas latrinas era, basicamente, colocada uma caixa de madeira sobre o poço, fechada em um pequeno cômodo escuro para evitar insetos.



Figura 2.1: **Latrinas externas ao edifício** (PLUMBING SUPPLY, 2003a).

Freqüentemente, estes poços saturavam e eram abertos novos poços, sem a preocupação de uma distância mínima do poço de captação de água. No século XVII, uma epidemia de febre amarela em Westminster (EUA) levou à descoberta da relação entre a proximidade dos poços de dejetos e a poluição da água.

Os poços para excrementos evoluíram e passaram a ser esvaziados periodicamente. Seus dejetos eram transportados para um local adequado, às vezes, para serem utilizados como fertilizante em plantações.

Gradativamente, os aparelhos sanitários foram sendo incorporados aos edifícios. Inicialmente o lavatório, a banheira, a pia e o tanque, por não produzirem odores. Quando o vaso sanitário foi incorporado ao edifício, foi-lhe destinado um local afastado. Em antigos edifícios europeus, o vaso sanitário era alocado no final do corredor, em latrinas utilizadas por todas as pessoas do mesmo andar.

Posteriormente, os vasos foram alocados dentro das residências, no centro da casa, em um ambiente mal iluminado por uma janela no *hall* da escada e sem ventilação. No andar dos dormitórios, havia um cômodo escuro, úmido, sem ventilação e mal cheiroso, com um recipiente onde os serviçais despejavam os dejetos produzidos durante a noite, sem água corrente, de insuportável odor e núcleo para proliferação de insetos e vermes.

O início do século XIX foi marcado por profundas mudanças do ponto de vista sanitário. O intenso processo de urbanização na Europa, em decorrência do mercantilismo e, posteriormente, da Revolução Industrial, gerou riquezas e aumentou o poder aquisitivo da população.

Paralelamente, houve um gradativo avanço nos processos de produção com a inserção de soluções tecnológicas, culminando na instalação de sistemas públicos de distribuição de água e gás, suprindo com constância e qualidade às necessidades das habitações, dando início aos conceitos de qualidade da água.

A produção de tubos em ferro fundido, capazes de resistir a maiores pressões internas, e o emprego de novas máquinas hidráulicas, foram as grandes alavancas para o rápido e acentuado progresso nos SPHS.

Novos equipamentos surgiram, adaptando-se aos costumes e estes, aos novos equipamentos. Também os SPHS foram se adequando aos equipamentos, estabelecendo uma nova cultura tecnológica.

Todo o século XIX foi marcado como um momento de transição, no qual diversos e diferentes equipamentos coexistiram e buscaram se estabelecer como o mais adaptado à realidade social e cultural da época.

O poder público criou códigos de edificações, obrigando os construtores a instalar equipamentos sanitários nas edificações, causando certo mal estar entre os construtores, uma vez que esta obrigatoriedade acarretaria maiores investimentos.

Existia grande preocupação com a despreparada mão-de-obra acostumada com a péssima qualidade dos SPHS, que executava seu trabalho de forma muito precária, com juntas mal feitas, vazamentos e maus odores. Eram infinitamente inferiores em qualidade, se comparadas aos assentadores de azulejos e executores de fachadas, por exemplo.

O vaso sanitário de madeira, ricamente decorado, equipado internamente com um vasilhame para recolher os dejetos para sua posterior remoção manual, começou a ser substituído por diversos modelos que foram sendo testados para se encontrar o mais adequado aos costumes e à tecnologia dessa época.

Os novos inventores trabalhavam para que, ao invés de camuflar os vasos com troncos, eles deveriam ter uma abertura que se ligasse ao tubo de esgoto para que a água com os dejetos fossem arrastados e, em seguida, fosse fechado para receber nova porção de água e restabelecer as condições de uso. Esta função de sifonagem ainda não era tão importante, o que prevalecia era o arraste dos dejetos em meio aquoso.

Ainda em 1786, o inventor inglês Joseph Bramah inventou o primeiro vaso sanitário no sentido moderno, capaz de prover água para sua própria limpeza, conhecido como vaso com válvula (*valve closet*). Este modelo se manteve, com diversas modificações, por 100 anos.

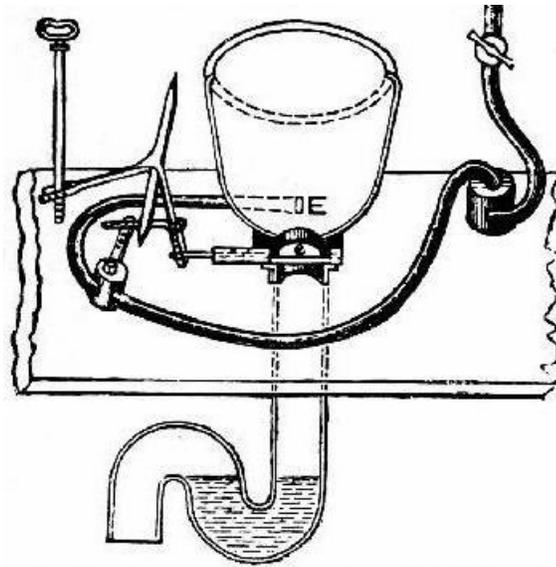


Figura 2.2: **Vaso Sanitário (valve closet)** (PLUMBING SUPPLY, 2003b).

Uma importante inovação do final do século XIX foi a criação do vaso com pedestal, constituído por uma única peça em cerâmica com sifão incorporado, dispensando os móveis de madeira. Todos os seus dispositivos foram simplificados e praticamente sem peças móveis, possibilitando eficiente limpeza e produção em massa a preço acessível, dando origem aos modelos usados atualmente.

Sem dúvida, o vaso sanitário é a peça mais importante de um banheiro, mas outras peças o compõe e também se desenvolveram ao longo do tempo em decorrência dos costumes e do domínio da tecnologia.

Os lavatórios, que antes eram duas peças (um jarro, no qual se buscava e armazenava a água, e a bacia, onde era feita a higiene), passou a ser um móvel de madeira adornado, com a bacia embutida. Com o abastecimento de água nas casas, o lavatório se fixou à parede e, através de uma tubulação embutida na alvenaria, a água chegava à pia e após seu uso, saía por um sistema que recolhia a água servida.

O banho, ao longo da história, era o de imersão feito em banheiras alocadas ao lado da cozinha. O chuveiro surgiu como uma novidade, dotado por um sistema de bombeamento para recalcar a água coletada da banheira até o bico do chuveiro. Quando as construções incorporaram os SPHS, com tubulações para servirem com

água diretamente a peça, os modelos se desenvolveram e chegaram ao utilizado atualmente.

No final do século XIX, na Europa, já eram comuns as redes públicas de água, esgoto, água pluvial, eletricidade e gás. O aquecimento da água era uma tarefa bastante facilitada e utilizada próximo de como se faz atualmente.

Com a economia aquecida e o desenvolvimento tecnológico, as peças tornaram-se mais duráveis, de fácil manutenção e com preços reduzidos, propiciando sua fabricação em série, assim, estas peças consolidaram sua alocação dentro das habitações. Os arquitetos passaram a alocar os banheiros em locais mais adequados ao seu uso, uma vez que problemas técnicos já haviam sido solucionados, passando a representar orgulho e *status*.

Mesmo com o desenvolvimento dos sifões, o problema do odor permanecia pelo desconhecimento do fenômeno da sifonagem induzida ou pressão positiva (LANDI, 1987). No final do século XIX, os tubos de queda dos edifícios de múltiplos pavimentos rasgavam a cobertura para ventilar a tubulação e evitar este problema, evoluindo também para uma condição de movimentação do ar. Assim, os sifões mantinham o fecho hídrico perdido com as diferenças de pressão nas instalações, passando a ser utilizados em todas as peças.

No século XX, as pesquisas acerca dos SPHS avançaram; em paralelo, houve o desenvolvimento da engenharia estrutural, com a construção de edifícios cada vez mais altos e, na arquitetura, o conceito vigente nos projetos era a funcionalidade, com reflexo direto na disposição e constituição dos banheiros e na racionalidade do sistema.

Em 1917, aconteceu a primeira guerra mundial. Este período de guerra representou um momento de estagnação cultural, social e econômico, exceto bélico, e para os SPHS não foi diferente.

Após a Segunda Guerra Mundial, com os países assolados, a construção civil tem forte impulso nas cidades industrializadas que precisavam ser reconstruídas. A reboque, os sistemas de água e esgoto se proliferaram e as novas construções foram equipadas com os SPHS.

O crescimento rápido do consumo promoveu o início do pensamento do uso racional da água e o barateamento e confiabilidade das peças sanitárias.

A população se deslocou em massa para as cidades, estimulando sobremaneira as pesquisas teóricas e de campo. O Código de Edificações se consolidou em várias cidades e países, com consistência lógica apesar de empírico.

Na segunda metade da década de 1970, teve destaque o estabelecimento de modelos matemáticos de escoamento, aprimorados na década de 1980 com a disponibilidade dos computadores, utilizando-se de métodos probabilísticos mais representativos da realidade que eram inviáveis de serem feitos pelo homem. Surgem os programas CADD<sup>2</sup>.

## **O DESENVOLVIMENTO NO BRASIL**

O abastecimento de água até o século XVIII era bastante precário. Cidades, como São Paulo, eram abastecidas por chafarizes públicos ou soluções individuais mais precárias. A população recorria a fontes desprotegidas, pequenos cursos de água, etc., para seu consumo.

Em 1723, a cidade do Rio de Janeiro foi equipada com seu primeiro aqueduto, que conduzia águas do Rio Carioca, através dos Arcos Velhos, até o chafariz público. O primeiro encanamento de água foi executado pelos frades de São Francisco, em 1744, para abastecimento próprio (TONIOLO, 1986).

O marco inicial do serviço de abastecimento público na capital paulista pode ser representado pelo “Chafariz do Tebas”, construído em 1792, no Largo da Misericórdia, onde foi colocada a segunda tubulação de esgoto para conduzir a água não utilizada.

No início do século XIX, as condições de abastecimento nas cidades brasileiras ainda eram rudimentares. São Paulo tinha uma população de 10 mil habitantes e dois chafarizes de má qualidade e insuficientes para abastecer a população.

Em 1814, foram construídos outros chafarizes e o primeiro aqueduto público paulistano, caracterizado por ser um canal aberto que conduzia água do tanque do

---

<sup>2</sup> Sigla correspondente a Computer Aided Drafting & Design (Desenhos e Projetos Assistidos por Computador)

Reúno até o Jardim Botânico. A cidade de Rio de Janeiro, na mesma época, era abastecida por mais de vinte chafarizes públicos.

Em 1822, a população de São Paulo era de 20 mil habitantes, com crescimento vertiginoso, algo em torno de 2,5% ao ano, atingindo 32 mil habitantes em 1842. Neste mesmo ano, foi elaborado o primeiro projeto oficial de adução e distribuição de água para a cidade, porém não foi concretizado (TONIOLO, *op. cit.*).

A cidade do Recife já possuía sistema de abastecimento público, implantado em 1840. Rio de Janeiro, em 1860, distribuía oito milhões de litros de água por dia; Porto Alegre executava seu sistema para servir água; Santos executava seu sistema para abastecimento de água em 1870.

Em 1875, São Paulo, em franco desenvolvimento e crescimento populacional, possuía 20 chafarizes públicos. Estes locais, a exemplo da Europa, eram propícios para o encontro público, até para desavenças e brigas. Ali iam os escravos, vendedores, mercadores, leiteiros, viajantes, etc., buscar água.

Em 1877 foi criada, em São Paulo, a Companhia Cantareira de Águas e Esgotos, com o objetivo de solucionar os problemas de abastecimento. Em 1887, já havia cinco mil ligações de água nas residências, classificado por Richard Morse como o melhor sistema do Brasil (TONIOLO, *op. cit.*).

Os serviços de água e esgoto se desenvolveram em todas as cidades brasileiras a partir de então, juntamente com o desenvolvimento sócio-econômico e crescimento populacional. No final daquele século, São Paulo tinha sua captação de água em vários pontos, além de dois reservatórios de distribuição com capacidade de seis mil m<sup>3</sup> cada. A adução da Cantareira fornecia três mil m<sup>3</sup>/dia, o ribeirão Guaraú, 12 mil m<sup>3</sup>/dia, o Ipiranga, três mil m<sup>3</sup>/dia.

Nesta época foram instaladas as escolas de engenharia no Brasil, fato perceptível nos estudos, projetos e execuções de instalações de infra-estrutura, importantes ao bem estar da população.

A partir da segunda metade do século XX, com o desenvolvimento dos sistemas de comunicação, facilitador da troca de informações e de conhecimento científico, o Brasil se equipara em tecnologia com outros países.

### 2.3.2 O MODERNO CONCEITO

***“A importância dos Sistemas Prediais Sanitários na Construção Civil relaciona-se não apenas com as primordiais necessidades relativas a higiene e saúde, mas também com as evolutivas noções de conforto impostas por um dinâmico comportamento social. Neste cenário encontra-se o projetista, cuja missão é atender os anseios sociais, em meio a emergentes avanços tecnológicos e a necessidade ímpar de racionalização, questões estas singulares na competitiva estrutura econômica estabelecida.”*** (SANTOS, 2000).

Este raciocínio leva a colocar estes sistemas em patamar tão importante quanto à inegável necessidade pela beleza plástica e pelos aspectos estruturais, mas estão longe de serem considerados dessa maneira, em especial pelos leigos, sendo relegados a um complemento da edificação.

O fato dos SPHS não estarem aparentes leva ao equívoco de não considerá-los, sendo percebida sua existência apenas nos momentos em que não funcionam ou funcionam de forma deficiente.

Estão bastante vinculados aos outros subsistemas construtivos de um edifício, interagindo e necessitando de provisões de espaços técnicos para seus equipamentos, devendo ser considerados desde as intenções iniciais do empreendimento.

A inter-relação dos SPHS com os demais subsistemas construtivos passa pela localização dos equipamentos (reservatórios, casas de máquinas, etc.) e das tubulações. Sua execução interfere na execução de estruturas, dos sistemas de vedação, entre outros.

Inicialmente, os requisitos de desempenho estavam relacionados ao dimensionamento e aos métodos construtivos, mas estes requisitos evoluíram, desdobrando-se em requisitos de qualidade, conforto, segurança, desempenho, etc. Segundo Amorim (1989), complementando a norma ISO 6241, pode-se elencá-los:

Tabela 2.2: Requisitos de desempenho (AMORIM, *op. cit.*).

Requisito	Descrição
<b>Estabilidade</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os componentes dos SPHS não atinjam um estado limite de ruptura, deformação excessiva ou perda de estabilidade ocasionado pelo uso normal das mesmas, por impactos acidentais ou não, por fadiga, etc., bem como que as mesmas não provoquem em outros subsistemas da edificação ou ao meio ambiente, o mesmo estado.
<b>Segurança ao fogo</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os componentes dos SPHS limitem o risco de um princípio de incêndio dentro do edifício. Isto é função da segurança que apresentam os equipamentos sanitários e das propriedades de reação ao fogo dos materiais que formam os demais componentes das instalações. Além de limitar o risco de princípio de incêndio, os componentes devem limitar a propagação do fogo, da fumaça e de gases tóxicos porventura gerados durante um incêndio.
<b>Segurança em uso</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os componentes dos SPHS não provoquem lesões ao serem utilizados (queima, choques, tombos, etc.).
<b>Estanqueidade</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os SPHS não transmitam umidade à edificação através de vazamentos, mau funcionamento, etc., e que haja estanqueidade dos componentes à recepção de poeiras e materiais sólidos.
<b>Conforto acústico</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os SPHS não produzam ruídos com nível sonoro inaceitável ao ambiente em que estejam inseridos, a ambientes circunvizinhos e a edificações vizinhas.
<b>Conforto visual</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os ambientes e os componentes sanitários sejam de aspecto agradável. São requisitos de alto fator psicológico.
<b>Conforto tátil</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que as superfícies com que terá contato direto não tenham rugosidade excessiva, não sejam cortantes, viscosas, demasiadamente aquecidas, úmidas ou molhadas.
<b>Conforto antropodinâmico</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que as características físicas dos componentes dos SPHS (forma, altura, dimensões, etc.) sejam adaptadas ao fim a que se destinam, não provocando posições desconfortáveis, esforços excessivos, esforços desbalanceados, etc., durante o uso.
<b>Higiene</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que exista um suprimento de água conveniente para sua higiene pessoal, que esta água seja coletada e afastada de maneira segura à sua saúde, que exista prevenção contra a contaminação física e biológica da mesma, que exista facilidade de limpeza de seu corpo, dos ambientes em que vive e das próprias instalações.
<b>Adequabilidade de espaços para usos específicos</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que as dimensões do ambiente sanitário sejam adequadas aos componentes que comporta e à sua utilização e que haja ambientes e componentes suficientes às necessidades.
<b>Durabilidade</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os SPHS mantenham o desempenho previsto durante sua vida útil.
<b>Economia</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que o custo global dos SPHS seja compatível à disponibilidade de seus recursos financeiros. O custo global é entendido como a soma dos custos iniciais, de operação, de manutenção e de reposição.
<b>Conservação ambiental</b>	São requisitos referentes à necessidade do usuário de que os SPHS preservem os recursos naturais.

Os SPHS compreendem os Sistemas Prediais de Água Fria, Água Quente, Esgoto Sanitário e Água Pluvial, decompostos em outros sistemas. De acordo com Amorim (1993), têm-se:

Tabela 2.3: **Subdivisão dos Sistemas Hidráulicos Prediais e Sanitários** (AMORIM, *op. cit.*).

<b>Água Fria</b>	Sistema de abastecimento.
	Sistema de distribuição.
	Sistema de reservação.
<b>Água Quente</b>	Sistema de aquecimento/reservação.
	Sistema de distribuição.
<b>Esgoto Sanitário</b>	Sistema de coleta.
	Sistema de transporte.
	Sistemas complementares (fossa, caixa de inspeção, etc.).
<b>Água pluvial</b>	Sistema de coleta.
	Sistema de transporte.
	Sistemas complementares (caixa de areia, de inspeção, etc.).

A execução dos SPHS, via de regra, está pulverizada em várias etapas da obra, desde o início da execução da estrutura até o acabamento final, com o assentamento de revestimentos, louças e metais sanitários.

Com relação ao nível tecnológico, diferente dos aspectos organizacionais, os SPHS apresentam um patamar de desenvolvimento relativamente avançado em seus componentes, comparado aos outros processos da construção. Os problemas de execução podem ser considerados bem resolvidos, a dificuldade está na interferência com outros subsistemas e a segmentação da obra.

As pesquisas buscam sistemas mais flexíveis e confiáveis, visando minimizar o alto grau de interferência com os outros subsistemas, a segmentação ao longo da obra, o grande volume de entulho gerado e os problemas de reparos após a entrega da obra.

Os esforços despendidos atualmente estão na racionalização da gestão do processo de produção, sendo necessário racionalizar os custos de implantação e uso e manutenção, uma vez que estes têm uma parcela considerável no custo global da edificação.

Racionalizar, também, o uso dos recursos naturais, uma preocupação cada vez mais acentuada da sociedade frente ao risco crescente de escassez. As pesquisas avançam no sentido de minimizar os desperdícios e os custos com a captação e tratamento da água e a degradação do ambiente.

## **2.4 ESTRATÉGIAS DE RACIONALIZAÇÃO**

A elaboração deste item tem como base o conteúdo da disciplina “A Construção Civil e a Racionalização na Produção de Edifícios”, cursada pelo pesquisador, no programa de Pós-graduação em Construção Civil, embasada, principalmente nos seguintes autores: FARAH (1992), MARTUCCI (1990), PICCHI (1993), FRANCO (1992), entre outros não menos importantes.

A necessidade de modernização tecnológica e produtiva do setor levou as empresas a adotarem basicamente três estratégias no sentido de racionalizar seu processo de produção: A Pré-fabricação, a Industrialização e a Racionalização do processo construtivo tradicional.

### **2.4.1 PRÉ-FABRICAÇÃO**

Surgiu da necessidade de produção rápida, econômica e com qualidade. Pode ser entendida como baseada na transferência da maior parte das operações do canteiro para a usina, onde é possível aplicar com maior facilidade os princípios de organização da produção, realizando os controles de produção necessários para garantia da qualidade.

Pode ser definida como um método de fabricação, caracterizado pela fabricação prévia e, eventualmente, fora do canteiro de obras de elementos constituintes da edificação (subsistemas).

Na década de 1970, a pré-fabricação estava associada aos sistemas construtivos fechados, geralmente de concreto. A partir da década de 1990, arquitetos e construtores passam a contar com novidades importadas da Europa e da América do Norte. Para os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários, a pré-fabricação está caracterizada pelos “Kits Hidráulicos”, por exemplo.

## **2.4.2 INDUSTRIALIZAÇÃO**

No Brasil, durante o período inicial da utilização dos sistemas industrializados (década de 70), foi empregada a pré-fabricação de ciclo fechado, como a utilizada na Europa e Japão no pós-guerra, a partir da década de 1930.

Estes sistemas baseiam-se na massificação da produção dos elementos e componentes que são característicos de um projeto. Com isso, possibilitam a redução de custos e o aumento da produtividade. Entretanto, muitos destes sistemas importados já se mostravam obsoletos e com vários problemas nos seus países de origem.

Paralelamente a estes sistemas importados, a indústria nacional se mobilizou e começou a criar uma série de outros sistemas construtivos. Porém, sem um investimento adequado em pesquisas e desenvolvimento, acabou por não resolver os problemas já enfrentados anteriormente.

Os sistemas ditos industrializados mostraram-se inadequados para resolver os problemas habitacionais como se pretendia inicialmente, principalmente pela falta de adaptação às características dos materiais, da mão-de-obra, da capacidade de investimentos das empresas e da instabilidade no sistema financeiro e no mercado habitacional. Estas circunstâncias criaram uma imagem bastante negativa de construções feitas a partir de métodos não convencionais, que se mantêm até hoje.

Entretanto, os sistemas construtivos industrializados não se constituem, única e exclusivamente, da pré-fabricação em série de componentes ou partes complexas do ponto de vista tecnológico. Também se dá, se assim for necessária, pela fabricação total e fechada de todo o produto.

Nos SPHS, os banheiros prontos e as torres de banheiros, são elementos característicos da industrialização pela fabricação total e fechada do componente. Também, no contexto da industrialização, tem-se a produção de componentes como as paredes hidráulicas, forros, box, etc.

### 2.4.3 RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO TRADICIONAL

Com a necessidade de modernização nos processos de produção das empresas do setor Construção Civil para continuarem produzindo e serem competitivas, somada a escassez de recursos e a dificuldade por parte do usuário em aceitar soluções industrializadas, estas empresas vêm investindo na racionalização do processo construtivo tradicional.

Esta racionalização caracteriza-se como alternativa aos investimentos maciços em equipamentos e instalações necessários para industrialização. Não visa mudar o processo de produção, e sim, otimizá-lo, alternativa mais próxima da realidade da indústria da construção civil brasileira do que a industrialização.

Tem como objetivo aumentar a produtividade do trabalho nos canteiros de obras e minimizar as perdas de materiais de construção através do controle de desperdícios na construção tradicional. Para isso são introduzidas algumas modificações neste processo construtivo, como por exemplo:

- elaboração dos projetos com maior rigor técnico e maior nível de detalhamento para execução;
- maior elaboração do canteiro de obras e organização do trabalho, principalmente em questões de segurança e treinamento da mão de obra;
- alteração da lógica de produção;
- introdução de inovações tecnológicas.

A racionalização apresenta aspectos que se aproximam do conceito de industrialização, diferenciando-se apenas na base produtiva. Ou seja, a industrialização é uma ação organizacional marcada pela mudança na forma de produção, já o conceito de racionalização pressupõe a manutenção da mesma base produtiva com a otimização dos recursos disponíveis, caracteriza-se como estágio intermediário entre a produção tradicional e a produção industrializada.

Para racionalização dos SPHS, são necessárias ações visando: minimizar interferências com os demais processos produtivos, otimizar a execução através do

menor número possível de visitas do operário para terminar uma determinada tarefa (grau de terminabilidade) e facilitar o acesso às instalações para reparos e manutenção.

Relativo à construção de edifícios de múltiplos pavimentos, devido à forma de captação de recursos, via de regra, apoiada também na venda das unidades, faz-se importante à adoção de estratégias visando postergar os investimentos o mais próximo possível da entrega da obra.

### 3. A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Picchi (1993), o conceito de qualidade tem sofrido rápidas evoluções desde a década de 80, sendo cada vez mais ampliada sua abrangência e analisada sobre diferentes enfoques (ora baseados na produção, ora no produto ou no consumidor). Esta evolução é propulsora do desenvolvimento de novas políticas, posturas e métodos de gestão adotados pelas empresas.

Parte da simples “Conformidade com requisitos”, objetivando o atendimento das normas, ampliando-se, acumulativamente, para a “Qualidade é a capacidade de entusiasmar o cliente”, visando que os olhos do cliente brilhem com o produto.

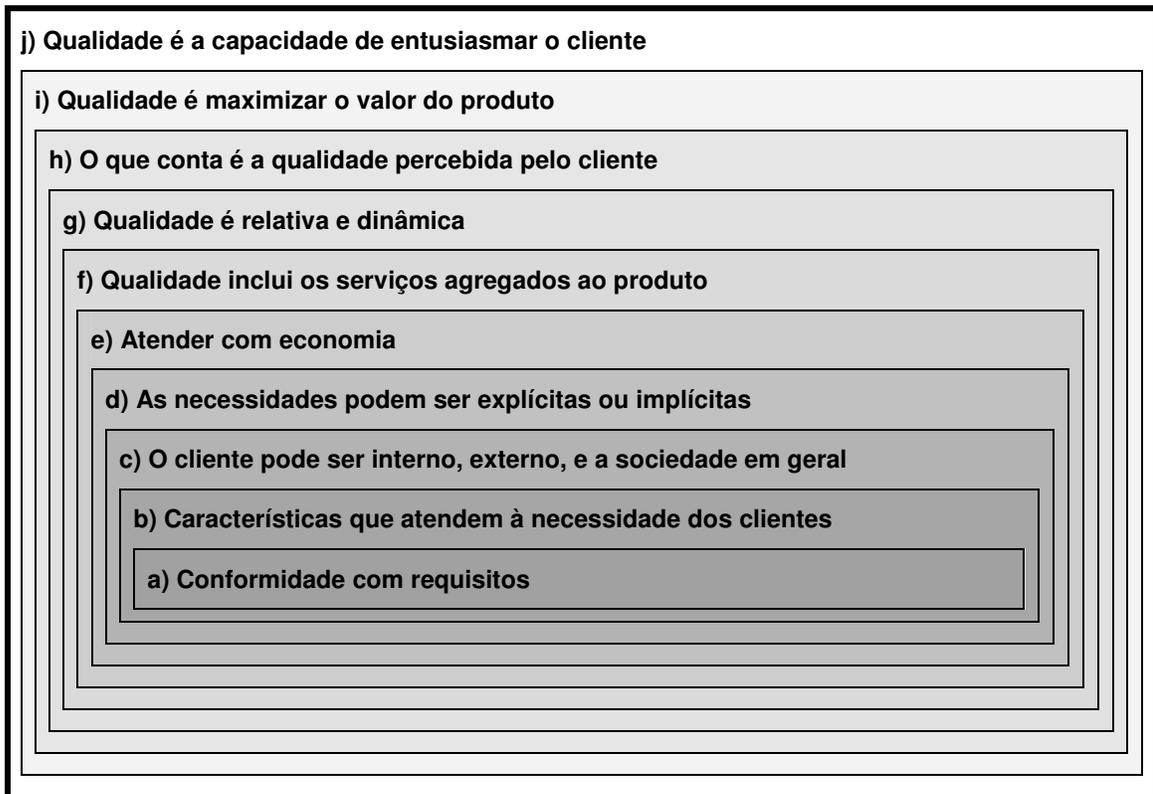


Figura 3.1: **Representação da ampliação do conceito de qualidade** (PICCHI, *op. cit.*).

É comum na construção de edifícios o entendimento de qualidade como o simples atendimento das especificações, porém, uma empresa, que pretende se envolver com questões de qualidade, deverá entendê-la minimamente como: “... dentro de

*uma visão moderna, é a busca de características que atendam às necessidades dos clientes, internos e externos, com economia (qualidade do produto e do processo, numa combinação de enfoques no produto, no usuário e na fabricação)” (PICCHI, op. cit.).*

Qualidade não tem a ver com a classe social alvo do empreendimento. Independente de mais ou menos provida financeiramente, suas necessidades básicas têm que ser supridas, a diferença está no fato dos mais abastados terem poder de compra para exigir requisitos que vão além destas necessidades, como: aparência, maior conforto, *status*, etc.

Para o subgrupo Edificações, ter qualidade significa:

- *Qualidade de projeto*: exercendo forte influência na eficiência da obra e do produto final e na decisão pela aquisição do imóvel pelo cliente;
- *Qualidade de conformação*: influenciando na ausência de defeitos, bem como nos desperdícios na obra. Está associada a três fatores: qualidade no produto (atendimento às especificações), custo (produtividade e desperdícios) e prazo.
- *Qualidade de serviços*: influenciando na satisfação do cliente após a aquisição do imóvel. Este componente da qualidade está relacionado aos serviços de assistência técnica prestados pela empresa construtora após a entrega do imóvel.

Para facilitar a avaliação da qualidade global em um edifício pode-se tomar como referência as dimensões adquiridas por este conceito. Para tanto, faz-se necessário particularizá-las, caracterizando-as em: Psico-Sociais (determinada pela inter-relação projeto e especificações e pelos fatores externos como: a cultura, os costumes, etc.), Desempenho (traduzida por parâmetros tecnológicos), Contratuais (aspectos jurídicos) e Serviços Associados ao Produto (assistência dada ao cliente durante e após a obra).

Tabela 3.1: Dimensões da qualidade das edificações (PICCHI, *op. cit.*).

DIMENSÕES (Características)	ITENS	SUB-ITENS	COMENTÁRIOS
<b>PSICO-SOCIAIS</b>	Funcionalidade (adequação dos espaços)	Área privativa	Nº, área e disposição de cômodos
		Área Comum	Áreas de apoio e lazer
		Entorno	Localização, vizinhança, acesso, proximidade de serviços, etc.
	Estética		
	Proteção		Segurança pessoal e patrimonial contra intrusos
	Status		
<b>DE DESEMPENHO</b>	Segurança	Estrutural	
		Ao fogo	
		À utilização	Segurança dos usuários na utilização de instalações, componentes e equipamentos
	Habitabilidade	Estanqueidade	À água, ar, poeira
		Conforto	Higrotécnico, acústico, luminoso, tátil, antropodinâmico (acelerações e vibrações)
		Higiene	Desempenho de instalações hidro-sanitárias, insolação, salubridade, facilidade de limpeza
	Desempenho no tempo	Durabilidade	Vida útil dos elementos e componentes
		Manutenção	Acessibilidade aos elementos, possibilidade e facilidade de reparos
	Economia	Custo de operação e manutenção	Sistemas de iluminação, aquecimento de água, condicionamento da temperatura ambiente
<b>CONTRATUAIS E ÉTICAS</b>	Garantias		
	Prazo		
	Conformidade às promessas		
<b>SERVIÇOS ASSOCIADOS AO PRODUTO</b>	Atendimento		Nos contatos empresa/cliente (venda, contrato, obra, entrega)
	Assistência técnica		Rapidez e eficácia no reparo de falhas

### 3.1.1 A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE QUALIDADE

Inicialmente a produção industrial se dava pelas mãos do artesão, responsável por projetar, produzir, vender e quem recebia o retorno do cliente. Com a Revolução Industrial e o *Taylorismo* tiveram início as especialidades dos operários em uma linha de produção, para controlá-los surgiram os mestres.

Com o aumento da produção, necessitava-se controlar não só o operário, mas também o processo produtivo. Os mestres já não conseguiam, sozinhos, coordenar tudo, para tanto surgiram os inspetores, que eram responsáveis não só pela produção, mas também pela qualidade do produto.

Este controle, que era feito em todos os produtos, evoluiu para um controle estatístico da qualidade, pois a produção em escala industrial tornou impossível a verificação de todos os itens e fez-se necessária a seleção de um produto dentro de um determinado lote, ou seja, o controle por amostragem.

Com a evolução da indústria, principalmente a aeroespacial e nuclear, fez-se necessário um controle mais rigoroso da qualidade final do produto. Buscava-se que a qualidade estivesse presente em todas as fases de produção (projeto, execução, controle, embalagem, transporte, etc) (LINK QUALITY, 2002).

Para tanto, surgiram sistemas de gestão da qualidade, caracterizados como: *“... mais que garantia, uma forma de dirigir e controlar a organização voltada para qualidade. As empresas buscam a excelência do negócio, com modelos sistêmicos de gestão da qualidade adotados por organizações mundiais.”* (LINK QUALITY, *op. cit.*).

Como por exemplo, a série ISO 9000 e sua aplicação no país, programas da Qualidade, como: o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat) e o QUALIHAB, caracterizados como programas setoriais específicos do setor da construção civil brasileira.

Para Meseguer (1991), qualidade *“... é o conjunto de funções do bem construído que são necessárias para satisfazer as necessidades do usuário. As funções se descrevem através de requisitos. Os requisitos mais importantes na construção são*

*os de segurança, habitabilidade ou aptidão ao serviço, durabilidade, estética e adequação ambiental.”*

Neste trabalho, a qualidade é entendida como um conjunto de ações que visem racionalizar o processo de produção, lançando mão dos recursos tecnológicos disponíveis, e dotar o produto com as características necessárias e solicitadas pelo usuário, sejam elas: segurança, conforto, durabilidade, funcionalidade e estética, a preço justo e adequado ao ambiente.

Implantar sistemas visando à melhoria da qualidade é uma importante estratégia da empresa na competitividade, entretanto, a ansiedade por resultados pode dificultar o pleno alcance dos objetivos, quais sejam fazer a qualidade alcançar o canteiro de obras.

Assim, a melhoria da qualidade está no discurso das empresas construtoras, mas, via de regra, ainda não foi consolidada no canteiro de obras. A dificuldade está em transferir para a obra os conceitos de qualidade desenvolvidos por um programa (BARROS, 1997).

### **3.1.2 A NORMALIZAÇÃO TÉCNICA E CERTIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE**

*“Todo esforço de melhoria da qualidade de uma empresa, de um setor industrial e de um país começa com a normalização dos produtos, projetos, processos e sistemas. Sem normas e padrões não há controle nem garantia, nem certificação da qualidade.” (SOUZA et al., 1994).*

A normalização tem como função especificar os produtos de acordo com as necessidades do consumidor e estabilizar os processos, com intuito de que todos os insumos sejam processados da mesma maneira, racionalizando o uso de materiais, mão-de-obra e equipamentos, visando reduzir os custos de produção e a conformidade do produto final.

Em função do avanço tecnológico e das necessidades dos consumidores, a normalização está em constante mudança, tendo caráter dinâmico e de modificação rápida.

Além das normalizações utilizadas pelas empresas, existem as de caráter mais abrangente, como: a normalização nacional (normas da Associação Brasileira de

Normas Técnicas - ABNT), a regional (normas da Comunidade Européia, etc.) e as normas internacionais (normas da *International Organization for Standardization - ISO*). Devido aos vários agentes envolvidos neste processo, estas têm sua evolução mais lenta.

No Brasil, desde 1940, a normalização está sob responsabilidade da ABNT, sendo o Comitê Brasileiro de Construção Civil – Cobracon (CB-02) – principal responsável pela elaboração e revisão das normas técnicas do setor da construção civil.

Estas normas são entendidas como instrumento de consolidação da tecnologia nacional e sua transferência entre as várias regiões do país, definindo os níveis de qualidade dos materiais e componentes, seus métodos de ensaios, os processos de planejamento, elaboração, projeto e execução de serviços e os procedimentos para operação e manutenção de obras (SOUZA *et al.*, *op. cit.*).

Referente aos SPHS, o Cobracon tem em sua estrutura dois subcomitês (ABNT, 2004):

- *Sc-110 - Aparelhos e Componentes Sanitários*: Responsável pela normalização referente a aparelhos sanitários de vários materiais e componentes em plásticos;
- *Sc-146 - Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários*: Responsável pela normalização referente às instalações de água fria, água quente, águas pluviais, esgoto sanitário, segurança contra incêndios e instalações prediais de gás.

Foram publicadas 509 normas (ABNT, 2003) visando constituir uma unidade para padronização de componentes e a coordenação dimensional entre o projeto e os vários subsistemas que constituem o produto final, harmonizando e uniformizando os diversos agentes da cadeia produtiva.

Inúmeros profissionais participam da elaboração destas normas: representantes de entidades de classe, empresas projetistas, fabricantes, empresas construtoras, órgãos públicos, laboratórios, empresas de consultoria, institutos de pesquisa, universidades e o consumidor (ABNT, *op. cit.*).

A elaboração de uma norma técnica para o setor da construção civil passa por nove etapas básicas (SOUZA *et al.*, 1994):

1. *Identificação da necessidade da norma.*
2. *Inserção no plano quadrienal de normalização da ABNT.*
3. *Elaboração do texto-base da norma.*
4. *Instalação da comissão de estudos da norma.*
5. *Análise do texto pela comissão de estudos.*
6. *Aprovação do projeto de norma.*
7. *Votação nacional do projeto de norma.*
8. *Análise dos votos pela comissão de estudos.*
9. *Aprovação, numeração e publicação da norma.*

Já a certificação de conformidade “... *consiste da verificação da conformidade de um produto, serviço ou Sistema da Qualidade a uma determinada norma técnica, que pode ser feita através da realização de ensaios de produtos e de auditorias em sistemas de controle e garantia da qualidade praticados pela empresa que solicita a certificação.*” (SOUZA et al., *op. cit.*). Caracteriza-se como importante instrumento para elevação dos padrões de qualidade do setor da construção civil.

Em 1973, o governo federal centralizou as certificações através do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). Estas eram praticadas em segmentos específicos da indústria em escala reduzida. Em 1992, foi aprovado o novo Sistema Brasileiro de Certificação pelo Conselho Nacional de Normalização, Metrologia e Qualidade Industrial – Conmetro (ABNT, 2003).

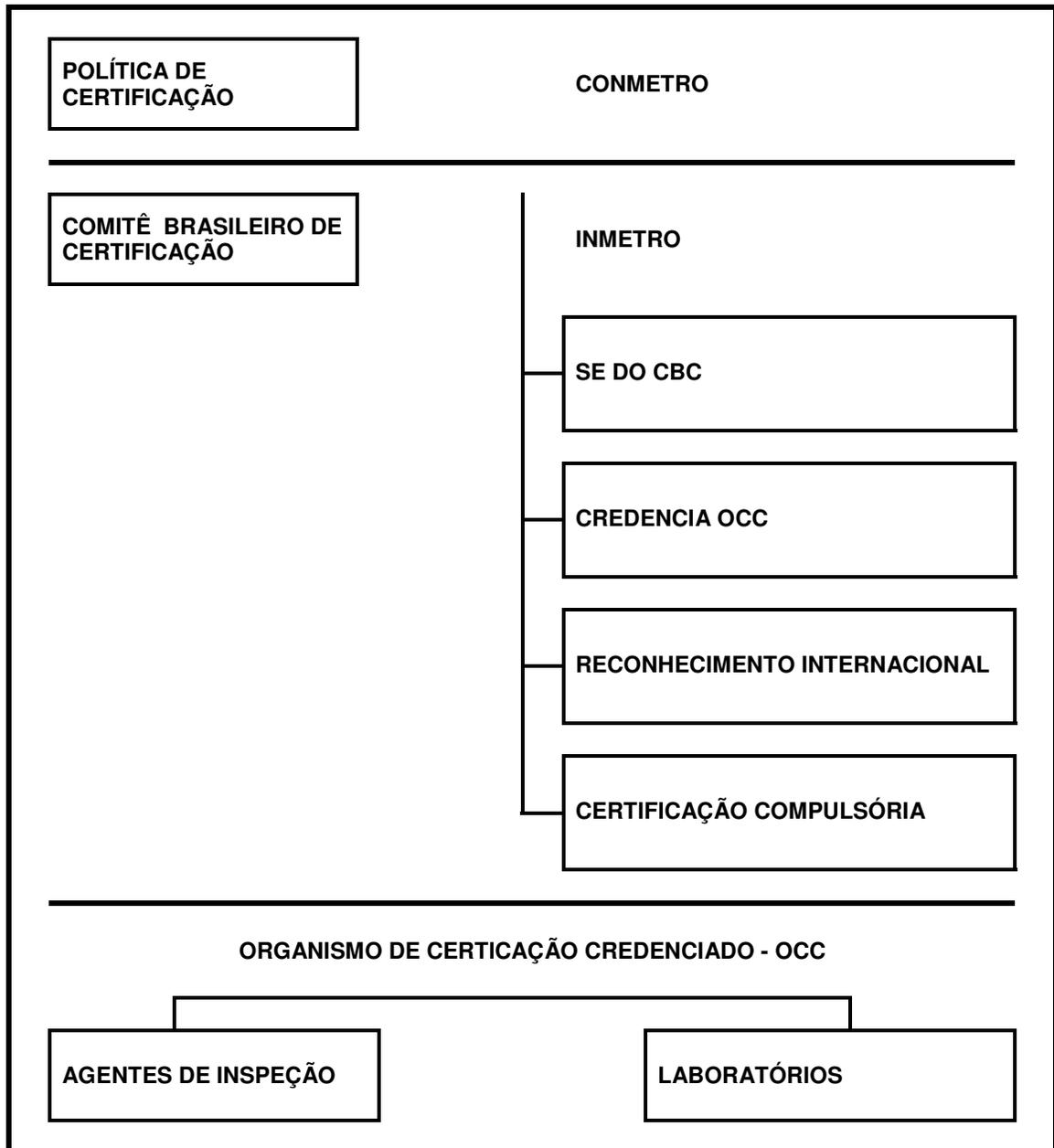


Figura 3.2: **Novo modelo brasileiro de certificação** (SOUZA *et al.*, 1994).

Os pontos mais importantes da sua estrutura são (SOUZA *et al.*, *op. cit.*):

- *Criação dos Organismos de Certificação Credenciados (OCCs), que podem ser entidades setoriais públicas ou privadas, sem fins lucrativos, credenciadas pelo Inmetro para exercer a certificação de produtos, serviços e sistemas da qualidade, estes últimos de acordo com as normas ISO 9000.*

- *Reconhecimento do Inmetro como órgão responsável pelo credenciamento dos organismos de certificação de acordo com os guias ISO/IEC e as Normas Européias EM 45000, que abordam: estrutura gerencial e técnica da entidade certificadora; imparcialidade e independência da entidade, caracterizando a certificação de terceira parte, ou seja, a inexistência de interesses econômicos entre o órgão certificador e a empresa concessionária da certificação.*
- *Criação do Comitê Brasileiro de Certificação (CBC), formado paritariamente por representantes do governo, trabalhadores, produtores, comércio, consumidores e entidades técnico-científicas, com as atribuições de estabelecer a política nacional e o planejamento estratégico na área de certificação, além de aprovar os procedimentos e critérios para credenciamento de OCCs.*

Para certificação de Sistemas de Qualidade, a referência no Brasil é a NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos (até 2002 dividida nas normas: ISO 9001, 9002 e 9003), é ela que define os modelos de garantia da qualidade a ser atendidos pelas empresas. As normas ISO estão presentes em mais de 130 países e no Brasil, sua edição e revisão estão sob responsabilidade da ABNT.

Em 1979 foi criado o Comitê da Qualidade 176 que, em 1987, publicou as primeiras normas da série ISO 9000, formada por um conjunto de cinco normas: ISO 9000, 9001, 9002, 9003 e 9004. Em 1994, estas normas sofreram a primeira revisão e, em 2000, sua segunda revisão em vigor atualmente.

Esta revisão teve como objetivo atender às principais reivindicações mundiais (LINK QUALITY, 2002):

- *Beneficiar as principais partes interessadas: clientes, proprietários, funcionários, fornecedores e a sociedade.*
- *Serem úteis para todos os tamanhos de organização e adequadas a todos os setores.*
- *Serem de uso e entendimento fáceis e com linguagem e terminologia simples e clara.*

- *Serem compatíveis com as outras normas de gestão, em especial a ISO 14000 (Meio Ambiente) – gestão integrada.*
- *Ligar o Sistema de Gestão da Qualidade aos processos do negócio (estrutura baseada na abordagem de processo e não na atividade isolada).*
- *Sejam ajustáveis para o escopo das operações, ou seja, possibilidade de ajustes com a devida justificativa.*
- *Incluir a Melhoria Contínua.*
- *Facilitar a auto-avaliação por meio de um questionário.*

A ISO 8402 (Terminologia) e a ISO 9000 partes (Seleção e Uso) de 1994, deram origem a ISO 9000:2000 (Fundamentos e Vocabulário). As ISO 9001, 9002 e 9003 fundiram-se na ISO 9001:2000. A ISO 9004-1 (Gestão) originou a ISO 9004:2000 (LINK QUALITY, 2002).

### **3.1.3 GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

O modelo atual de gestão, comumente utilizado pelas empresas construtoras, entende o processo de construção como uma conversão, pela manipulação da mão-de-obra, de materiais em um produto acabado, ignorando o fluxo de insumos e de informações.

O enfoque é dado ao controle das atividades isoladas, perdendo de vista, muitas vezes, o empreendimento como um todo, o que acaba por originar atividades que geram custos e não agregam valor ao produto final.

Se o fluxo de insumos e de informações for otimizado, sob a ótica do cliente (interno e/ou externo), através de uma logística eficiente, contribuirá significativamente para redução de atividades de espera, inspeção e transporte, convertendo-se em aumento da produtividade e a própria agregação de valores.

Pelas características do setor Construção Civil, onde diversos agentes participam da produção, é difícil identificar as atividades que agregam custos e não agregam valor ao produto. Para agir nesta questão as empresas podem lançar mão de bases teóricas como a Construção Enxuta, detalhada no corpo desta dissertação.

*“Resumindo, não adianta a empresa investir apenas na tecnologia do processo de produção, deve investir também no sistema de gestão utilizada pela empresa.” (SANTOS & FARIA FILHO, 1998).*

Investir em um sistema de gestão significa o envolvimento das empresas construtoras com questões sistêmicas, estratégicas, melhoria contínua e construtibilidade e ter noção de continuidade destas ações, sucintamente entendidas como:

- *ABORDAGEM SISTÊMICA*: O edifício é um sistema composto por outros vários subsistemas que se interrelacionam. Esta abordagem busca a otimização do todo. As ações são no sentido de melhorar o rendimento global do edifício.
- *VISÃO ESTRATÉGICA*: Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas, para continuarem produzindo, são obrigadas a se diferenciar frente aos concorrentes. Assim, devem se questionar e agir em questões como: a maneira correta de fazer, o tempo de execução, os custos, etc., visando à racionalização dos seus processos e à eficiência de seus produtos.
- *MELHORIA CONTÍNUA*: Conceito japonês (Kaizen) que busca produzir com zero defeitos. Esta idéia utópica impulsiona uma melhoria contínua do processo produtivo em todos os setores da empresa. Sua implantação se dá basicamente através do treinamento dos responsáveis pela execução e conscientização da importância do cumprimento dos padrões existentes.
- *CONSTRUTIBILIDADE*: Entendida como o grau de facilidade com que algo pode ser construído. Constitui-se de ações voltadas para o projeto, não apenas em si, mas também, na sua relação com a execução da edificação e com o uso e manutenção do objeto construído.

Diante deste quadro, evidencia-se a necessidade de modernização do setor, abandonando sua visão tradicional, calcada em preceitos quase artesanais, e encará-la como uma indústria e que, portanto, precisa ser competitiva.

### 3.2 A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O “saber construir” é algo tão difundido na construção civil quanto equivocado. Este setor da economia tem em suas características o fato de ser absorvedor de mão-de-obra que não consegue colocação em outros setores.

Esta mão-de-obra que migra para a construção civil traz consigo o despreparo e a desqualificação que, na maioria das vezes, vai permanecer assim por longo tempo até que a prática do dia-a-dia a prepare para o saber fazer. Assim, a execução está mais associada às destrezas e habilidades pessoais do operário que a um conhecimento técnico-científico da forma de executar. Neste contexto, a tecnologia tem seu escopo limitado na gestão e na produção do subgrupo Edificações (AMORIM, 1995), desconsiderando a tecnologia do trabalho.

O entendimento de tecnologia está, erroneamente, relacionado apenas com o desenvolvimento de um novo tipo de concreto, uma forma mais eficaz de impermeabilização, um novo insumo para construção civil, etc.

As raízes desta forma de pensar a formação da mão-de-obra, segundo Amorim (*op. cit.*), devem estar relacionadas à forma de condução política do país com relação à construção civil. Em meados da década de 1970, através do BNH, o governo federal investiu quantias vultosas em habitações de interesse social, buscando todas as tecnologias disponíveis naquele momento para minimizar o déficit habitacional.

Apesar das cidades terem se tornado laboratórios de novas tecnologias, os investimentos não foram direcionados adequadamente ou a intenção não era essa. Suprir o déficit habitacional era o “*slogan*”, mas o cerne da questão estava em absorver a mão-de-obra ociosa e despreparada. Investir na criação de novos empregos na construção civil significa retorno, a curto e médio prazo, mais rápido que em outros segmentos industriais.

A mão-de-obra, embora ainda abundante, vem evoluindo em organização e reivindicações, o que segundo Picchi (1993) serve de estímulos às empresas no sentido de buscarem formas mais modernas de gestão.

Mas o momento atual é outro, marcado por uma política econômica adversa. O governo já não dispõe de recursos para financiamentos, os consumidores exigem produtos mais acessíveis e com qualidade superior e as empresas encontram forte concorrência em um mercado cada vez mais reduzido.

*“Acostumados a uma economia em que o preço do produto final era resultante da soma dos custos de produção da empresa e do lucro previamente arbitrado, estamos passando para uma nova formulação na qual o lucro passa a ser resultante do diferencial entre o preço praticado pelo mercado e os custos da empresa. A atuação na redução dos custos diretos e indiretos torna-se, portanto, questão fundamental.”* (SOUZA et al., 1994).

O objetivo maior é que a empresa seja eficiente. Barros (1997) define esta eficiência como: *construir melhor, de maneira mais econômica e no menor prazo*. Assim, as empresas se voltam para a reorganização de sua gestão e de seu processo de produção através da modernização tecnológica.

Vários fatores influenciam no desenvolvimento tecnológico: o ambiente externo (a legislação, as exigências dos consumidores, a cultura local, a competitividade, etc.), a tecnologia (caracterizada pela dependência de outros setores), a organização (na qual se encontram empresas de diferentes portes e níveis de organização) e o indivíduo (responsável pelo desenvolvimento e aplicação destas inovações) (AMORIM, 1995).

Com relação ao subgrupo Edificações, o processo de modernização tecnológica sofre influência dos seguintes aspectos (PICCHI, 1993):

- *Base fundiária*: Os lucros advindos das atividades imobiliárias são priorizados em detrimento à busca por produtividade e qualidade. Esta base, por suas características (o terreno e a legislação urbanística), dificulta a padronização.
- *Longo Período de rotação do capital*: Os investimentos são imobilizados por períodos de tempo relativamente longos.
- *Instabilidade do mercado*: Este mercado sofre grande oscilação de demanda em função da conjuntura econômica. A construção habitacional é fortemente dependente de financiamentos, sofre tanto nos períodos de retração, com o desmantelamento de equipes, quanto nos períodos de expansão, com o

surgimento de empresas inexperientes. As questões econômicas, também, forçam as empresas a adotarem posições cautelosas quanto aos investimentos, tanto em equipamentos quanto em programas para melhoria da qualidade.

- *Características da mão-de-obra:* No Brasil, a abundante mão-de-obra e seu baixo grau de organização são fatores desestimulantes para os investimentos em modernização.

A introdução e difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil são semelhantes a qualquer outro setor industrial. No entanto, o setor da construção tem como peculiaridade a resistência, por parte dos envolvidos, em assumir os riscos da incerteza em mudar o seu *status quo*.

Esta resistência, somada à natureza multidisciplinar nos projetos, que às vezes significa o envolvimento de várias empresas, e sua dependência de fornecedores quanto à pesquisa de novos materiais e equipamentos, faz com que a construção civil não se modernize no ritmo de outros setores produtivos.

Porém, frente a um mercado caracterizado por rápidas mudanças no quadro mundial, a introdução de inovações tecnológicas é estratégia necessária para tornar a empresa competitiva frente a seus concorrentes e com maior eficiência nas suas atividades de produção. Podem proporcionar maior lucratividade, significativa melhoria da qualidade final do produto e de vida de seus usuários e a oferta de produtos com qualidade superior a custo inferior.

Existe grande dificuldade em determinar o que é um produto novo e o que é uma inovação tecnológica. O simples fato de ser um produto diferenciado não o faz um produto novo, pois é executado com os mesmos insumos, materiais e pelo mesmo processo. Mesmo quando envolve novos insumos, nem sempre são produtos inovadores.

*“Para o mercado, “novo” é algo que incorpora de modo perceptível ao usuário uma qualidade ou uso diferente dos modelos pré-existentes. Na área de edifícios (...) com freqüência isso ocorre pela agregação de serviços ao produto, ainda que com alguma adaptação espacial e formal dos produtos.” (AMORIM, 1999).*

O produto também pode ser inovador como resultado da incorporação de controles ambientais e energéticos mais sofisticados, por exemplo. Aqui, as inovações ficam mais evidentes com a incorporação de novas tecnologias e reflexo no processo de produção.

Segundo Amorim (*op. cit.*), as inovações estão distribuídas em três níveis: nos produtos acabados da construção, nos produtos de fornecedores para a construção e na organização interna das empresas do setor, como mostra a tabela 3.2.

Tabela 3.2: **Níveis e objetivos da inovação** (AMORIM, *op. cit.*).

Nível da inovação:	Objetivos associados principais:
<b>Produto:</b> (Um novo tipo de imóvel como prédios inteligentes)	Competitividade: prazos e variedade dos produtos.
<b>Processo:</b> (Insumos e equipamentos como novo tipo de revestimento ou novo equipamento de transporte)	Produtividade: controle e intensificação do trabalho.
<b>Organizacionais:</b> (Novo modelo de gerência do trabalho e do projeto)	Flexibilidade: capacidade de adaptação a um mercado "mutante".

A introdução de novos insumos na construção não necessariamente altera o produto final sob o foco do usuário, embora possa repercutir em suas características, por exemplo, a manutenção e preço final. Porém, se vinculada a novas formas de produção podem levar a outras formas de organização e vice-versa, o que seria uma inovação para o construtor e seus fornecedores.

Estas alterações de insumos, antecipadas em planejamento e projeto, podem ser consideradas, em um olhar mais abrangente, também como inovações no produto, uma vez que podem representar alterações no preço e, portanto, diferenciando-se dos modelos anteriores em alguns aspectos.

A indústria da construção tem como característica, diferente de outras indústrias, a produção predominante de um objeto único, quase um protótipo. Este fator deveria ser facilitador à introdução de inovações, uma vez que, em se tratando de um objeto

único é campo fértil para experimentação em seu processo de produção. Mas isso não se traduz nos canteiros de obras, caracterizados por um padrão.

Segundo Amorim (*op. cit.*), este padrão adotado pelas empresas em seus canteiros é uma forma de burlar a grande variedade de produtos: “... é mais fácil dominar um universo restrito de soluções, incorporando-as então a seus acervos técnicos e procedimentos administrativos. Daí a restrição a novos procedimentos ou processos, só os acrescentando de modo paulatino, sempre baseado em uma experiência anterior.”.

Esta resistência do setor dificulta a implementação de grandes inovações. Seus ganhos são baseados no volume de produtos, fator que impulsiona um grande investimento em sua gestão, procedimento característico da indústria seriada.

Os investimentos em novos produtos representam parcela pouco significativa, restrita aos fornecedores de equipamentos e materiais, sendo estes os maiores responsáveis pelas inovações tecnológicas na construção.

Estes fornecedores, por sua característica de produção seriada, conseguem lançar mão de recursos para investimentos em pesquisas e que, portanto, desenvolvem-se de forma autônoma. Já as construtoras se dedicam ao aperfeiçoamento de sua gestão, dependentes dos fornecedores quanto à qualidade e o grau de desenvolvimento dos seus insumos.

O desafio não é apenas implantar as novas tecnologias construtivas, mas sim consolidá-las efetivamente no processo produtivo da empresa, de modo a contribuir para a transformação deste processo, alcançando um patamar mais elevado na busca do desenvolvimento tecnológico e organizacional.

É possível identificar crescente processo de modernização da indústria brasileira, incrementando a produção e introdução de inovações tecnológicas em todos os setores produtivos, nos quais se inclui a construção civil. No entanto, para introduzir as inovações tecnológicas, antes se faz necessário preparar o ambiente da empresa, antecipando estas mudanças no início do seu processo (BARROS, 1998).

Quanto maior o nível de organização da empresa, maiores são as chances de sucesso na implantação das inovações.

Na busca por novas tecnologias, as empresas utilizam basicamente duas alternativas: investem em sua capacitação tecnológica, através da contratação de consultores ou de convênios visando o repasse tecnológico ou, em uma atitude mais passiva, utilizam as novas tecnologias apresentadas pelo mercado de materiais e componentes.

Sua introdução é um processo de longa duração, que exige empenho e dedicação dos envolvidos, para implantá-las são necessários os seguintes elementos (BARROS, *op. cit.*):

- existência de um sistema de comunicação para que todos possam interagir;
- conhecimento do patamar tecnológico da empresa, utilizado como um instrumento de convencimento das pessoas, pois explicita as deficiências da empresa;
- disposição e motivação para o aprendizado, a fim de que se esteja disposto a buscar novas alternativas;
- disponibilidade de recursos de toda a natureza: recursos humanos, no sentido de se ter um condutor do processo de implantação, recursos financeiros para se poder viabilizar os demais, recurso de tempo para que não se atrepele o processo de implantação.

Após a constatação da existência destas condições, a empresa deve criar uma metodologia para implantação destas inovações, que deverá contar com um conjunto de diretrizes balizadoras e um plano de ação, visando à aplicação das novas tecnologias construtivas como forma de racionalizar sua produção e sua evolução tecnológica e organizacional.

As diretrizes balizadoras devem refletir os objetivos de ação, quais sejam: permitir o avanço tecnológico e evolução contínua do processo construtivo adotado. Para isso, estrutura-se um plano de ação constituído por diretrizes que permitam aumentar o nível de racionalização e diminuir o grau de variabilidade do processo de produção, envolvendo todos as suas fases.

É relevante a sinalização de um líder ou um departamento, responsável pela implantação das novas tecnologias. Sua existência faz com que as ações ganhem velocidade, uma vez que a única preocupação é introduzi-las, com maior chance de alcançar os objetivos estabelecidos, além do que as empresas devem conhecer a tecnologia a ser implantada e disponibilizar os recursos necessários.

Mas o processo de modernização tecnológica nas empresas de pequeno e médio porte no Brasil, geralmente, é conduzido por seus gerentes e diretores técnicos, sem a devida prioridade em sua efetivação, estabelecendo diretrizes genéricas que nem sempre acontecem.

## 4. A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA ORGANIZAÇÃO

---

Que se fazem necessárias ações para modernização tecnológica da construção civil está claro, a dificuldade está em desenvolver isoladamente ações eficientes neste sentido. Para tanto, institutos de pesquisas, organismos governamentais, entre outros ligados ao setor, desenvolveram bases teóricas (programas e filosofia) para a implantação de medidas eficientes para atingir estes objetivos.

### 4.1 PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT (PBQP-H)

*“O PBQP-H se propõe a organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.”* (PBQP-H, 2003a).

Este programa tem uma abrangência relativamente ampla, com destaque para: qualificação de construtoras e de projetistas, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação da mão de obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, aprovação técnica de tecnologias inovadoras e comunicação e troca de informações.

Com suas ações, espera-se aumentar a competitividade no setor, melhorar a qualidade de produtos e serviços, reduzir custos e otimizar o uso dos recursos públicos. Criar uma igualdade competitiva que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país e, em especial, ao atendimento das famílias consideradas de interesse social.

O PBQP-H foi criado em 18 de dezembro de 1998, pela portaria 134, do então Ministério do Planejamento e Orçamento. No ano de 2000, seu escopo foi ampliado passando a integrar o Plano Plurianual "Avança Brasil" (PPA), englobando também as áreas de Saneamento, Infra-estrutura e Transportes Urbanos. Assim, o "H" do Programa passou de "Habitação" para "Habitat", conceito mais amplo e que reflete melhor sua nova área de atuação.

Participam dele diversas entidades representativas de construtores, projetistas, fornecedores, fabricantes de materiais e componentes, comunidade acadêmica e

entidades de normalização, além do Governo Federal. Esta parceria está fundamentada em discussões técnicas, respeitando a capacidade de resposta do setor e as diferentes realidades nacionais.

Pretende-se que o programa seja construído sob consensos entre os vários participantes, em resposta a um diagnóstico dos problemas existentes, estabelecidos conjuntamente pelas entidades participantes, definindo objetivos concretos a serem atingidos em um horizonte de tempo mensurável e com indicadores de desempenho claramente definidos.

Tabela 4.1: **Estrutura do PBQP-H.** (PBQP-H, *op. cit.*).

<b>COORDENAÇÃO GERAL</b>	<b>SECRETARIA ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (MINISTÉRIO DAS CIDADES)</b>
<b>COORDENAÇÃO NACIONAL DE PROJETOS E OBRAS</b>	<b>CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO</b>
<b>COORDENAÇÃO NACIONAL DE MATERIAIS, COMPONENTES E SISTEMAS CONSTRUTIVOS</b>	<b>FÓRUM DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO</b>

Visa à criação e à estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, no qual os agentes podem pautar suas ações específicas visando à modernização, não só em medidas ligadas à tecnologia no sentido estrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de organização, de métodos e de ferramentas de gestão (gestão e organização de recursos humanos, gestão da qualidade, de suprimentos, de projetos, das informações e dos fluxos de produção).

Seu objetivo é "... apoiar o esforço brasileiro de modernidade pela promoção da qualidade e produtividade do setor da construção habitacional, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos, estimulando projetos que melhorem a qualidade do setor". (PBQP-H, *op. cit.*).

Para atingir o objetivo proposto, o programa vale-se das seguintes ações (PBQP-H, *op. cit.*):

- Estimular o inter-relacionamento entre agentes do setor;
- Promover a articulação internacional com ênfase no Cone Sul;
- Coletar e disponibilizar informações do setor e do PBQP-H;
- Fomentar a garantia de qualidade de materiais, componentes e sistemas construtivos;
- Fomentar o desenvolvimento e a implantação de instrumentos e mecanismos de garantia de qualidade de projetos e obras;
- Estruturar e animar a criação de programas específicos visando à formação e à requalificação de mão-de-obra em todos os níveis;
- Promover o aperfeiçoamento da estrutura de elaboração e difusão de normas técnicas, códigos de práticas e códigos de edificações;
- Combater a não conformidade intencional de materiais, componentes e sistemas construtivos;
- Apoiar a introdução de inovações tecnológicas;
- Promover a melhoria da qualidade de gestão nas diversas formas de projetos e obras habitacionais.

O PBQP-H foi estruturado na forma de projetos, cada qual destinado a solucionar um problema específico na área de qualidade. Estes projetos foram elaborados a partir do diagnóstico feito em 1990, no qual foram identificados os "gargalos" existentes no setor da construção civil.

Conta atualmente com doze projetos, em diferentes níveis de desenvolvimento e estruturados inicialmente para a área de construção habitacional.

Tabela 4.2: **Projetos do PBQP-H.** (PBQP-H, *op. cit.*)

01	Estruturação e Gestão do PBQP-H.
02	Sistema Nacional de Aprovações Técnicas.
03	Apoio à Utilização de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos.
04	Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras.
05	Qualidade de Materiais e Componentes (Meta Mobilizadora Nacional da Habitação).
06	Sistema Nacional de Comunicação e Troca de Informações.
07	Formação e Requalificação dos Profissionais da Construção Civil.
08	Qualidade de Laboratórios.
09	Aperfeiçoamento da Normalização Técnica para a Habitação.
10	Assistência Técnica à Auto-Construção e ao Mutirão.
11	Cooperação Técnica Bilateral Brasil/França/BID para o PBQP-H.
12	Programa Regional: Desafios Sociais e Econômicos Ligados à Melhoria da Qualidade das Habitações no Mercosul e Chile (Fórum Mercosul da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional).

Conta atualmente com 26 programas setoriais da qualidade, dos quais, referentes aos SPS, podemos citar (PBQP-H, 2003b):

1. Programa Setorial da Qualidade dos Tubos e Conexões de PVC para Sistema Hidráulicos Prediais.
2. Programa Setorial da Qualidade de Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água.
3. Programa Setorial da Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais.
4. Programa Setorial da Qualidade de Reservatórios de Água em Poliolefinas e Torneiras de Bóia para Sistemas Prediais.
5. Programa Setorial da Qualidade de Tubos de Aço para Condução de Fluidos, revestidos ou não, e Conexões de Ferro Maleável.

## **4.2 SISTEMA DE QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS (SIQ)**

Dentro do PBQP-H tem-se o Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiQ), cujo objetivo principal é “... estabelecer um sistema de qualificação evolutiva adequado às características das empresas atuantes no setor da construção civil, visando contribuir para a evolução da qualidade do setor”. (PBQP-H, 2003c), baseado nos seguintes princípios:

- I. *Adequação de seus requisitos ao referencial da série de normas NBR ISO 9000:2000.*
- II. *Caráter evolutivo de seus requisitos, com níveis progressivos de qualificação, segundo os quais os sistemas de gestão da qualidade das empresas são avaliados e classificados.*
- III. *Caráter pró-ativo, visando à criação de um ambiente de suporte que oriente o melhor possível as empresas, no sentido que estas obtenham o nível de qualificação almejado.*
- IV. *Caráter nacional, sendo o Sistema único e aplicável a todos os tipos de contratantes e a todos os tipos de obras, em todo o Brasil, por meio do estabelecimento de requisitos específicos, aos quais os Sistemas da Qualidade das empresas contratadas devam atender.*
- V. *Flexibilidade, possibilitando sua adequação às empresas de diferentes regiões, com diferentes tecnologias e tipos de obras.*
- VI. *Sigilo quanto às informações de caráter confidencial das empresas.*
- VII. *Transparência quanto aos critérios e decisões tomadas.*
- VIII. *Independência dos envolvidos nas decisões.*
- IX. *Caráter público, não tendo o SiQ fins lucrativos, sendo a relação de empresas qualificadas pública, com divulgação a todos os interessados.*

- X. *Harmonia com o SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, a ser toda qualificação atribuída pelo SiQ, executada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO – por meio dos Organismos de Certificação Credenciados (OCC's).*

O SiQ é aplicável a toda empresa construtora que pretende melhorar sua eficiência e eficácia técnica e econômica através de um Sistema de Gestão da Qualidade. Deve ser aplicado de acordo com os requisitos complementares de cada subgrupo que se deseja obter a qualificação.

No subgrupo Edificações, para se capacitar neste sistema, a empresa deve preparar uma lista própria de serviços de execução controlados que afetem a qualidade do produto exigido pelo cliente, abrangendo no mínimo os itens demonstrados na tabela 4.3 (PBQP-H, 2003c).

Além destes, a empresa construtora deve incluir os materiais e componentes produzidos na obra, tais como: concreto, blocos, elementos pré-moldados e argamassas.

Esta lista deve ser representativa dos sistemas construtivos por ela empregados em suas obras. Caso a empresa utilize serviços que substituam os itens demonstrados na tabela 4.3, os mesmos deverão ser controlados.

Quando os sistemas construtivos utilizados pela empresa nas obras cobertas pelo sistema de gestão da qualidade não empregarem serviços de execução controlados que constem nesta lista mínima, é dispensado estabelecer os seus respectivos procedimentos documentados.

Para implementação deste sistema, a empresa deve evoluir em porcentagens, utilizando um número mínimo de serviços de execução controlados estabelecidos em sua lista.

Tabela 4.3: **Itens mínimos a serem controlados** (PBQP-H, *op. cit.*).

<b>Serviços preliminares:</b>	compactação de aterro; locação de obra.
<b>Fundações:</b>	execução de fundação.
<b>Estrutura:</b>	execução de fôrma; montagem de armadura; concretagem de peça estrutural; execução de alvenaria estrutural.
<b>Vedações verticais:</b>	execução de alvenaria não estrutural e de divisória leve; execução de revestimento interno de área seca, incluindo produção de argamassa em obra, quando aplicável; execução de revestimento interno de área úmida; execução de revestimento externo.
<b>Vedação Horizontal:</b>	execução de contrapiso; execução de revestimento de piso interno de área seca; execução de revestimento de piso interno de área úmida; execução de revestimento de piso externo; execução de forro; execução de impermeabilização; execução de cobertura em telhado.
<b>Esquadrias:</b>	colocação de batente e porta; colocação de janela.
<b>Pintura:</b>	execução de pintura interna; execução de pintura externa.
<b>Sistemas prediais:</b>	execução de instalações elétricas; execução de instalações hidro-sanitária; colocação de bancada, louça e metal sanitário.

A partir desta lista de serviços de execução controlados, a empresa construtora deverá preparar outra lista com os materiais empregados e que afetam a qualidade dos serviços. Também deverão ser controladas as porcentagens de materiais de acordo com o nível de qualificação.

Tabela 4.4: **Porcentagens de Controle.** (PBQP-H, *op. cit.*).

Lista	Nível D	Nível C	Nível B	Nível A
Serviços de Execução	0%	15%	40%	100%
Materiais	0%	20%	50%	100%

### 4.3 PROGRAMA QUALIHAB

Para atender à população de baixa renda, proporcionando-lhes moradias de boa qualidade e durabilidade, compatíveis com os financiamentos, atendendo suas necessidades imediatas e a expansão de sua família, o governo do estado de São Paulo instituiu o Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB), a fim de garantir melhoria contínua no atendimento a essas condições.

Este programa resultou de discussões que envolveram, de um lado, profissionais de instituições (Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) e membros da equipe do Programa QUALIHAB, e de outro lado, representantes do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo.

Foi implantado, em novembro de 1996, pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU/SP), baseado no *QUALIBAT* (programa francês que associa todos os envolvidos no ato de construir). Em novembro de 1997, deu início à implementação de ações estratégicas, a partir da realização do "*workshop*", promovido pela SEPURB (Secretaria de Política Urbana), do então ministério do Planejamento e Orçamento, para apresentação e discussão do PBQP-H.

O programa enfrenta o desafio de atender as necessidades de moradia com qualidade com visão sistêmica, pois envolve ações voltadas para materiais e componentes, projetos e obras. Possui ainda a característica marcante das "parcerias" Estado e diferentes segmentos do meio produtivo, firmadas através de acordos setoriais.

O poder de compra do Estado associa-se assim às competências, limites e necessidades das empresas para se atingir um fim comum: alcançar a qualidade das moradias, entendida aqui em suas múltiplas dimensões (arquitetônica, construtiva, desempenho ao longo da vida útil, ambiental, etc.).

O QUALIHAB traz tendências de gestão voltadas às estratégias de competição, promovendo, por meio de ações específicas, a modernização e capacitação de profissionais e empresas para os novos desafios de mercado para o setor.

Neste programa, o contratante propõe certificar as empresas envolvidas, através de uma metodologia estruturada por meio de fases evolutivas, devendo haver negociação entre a CDHU e o setor, no sentido de estabelecer o "*status*" que as empresas assumem perante o QUALIHAB quando atingem cada uma dessas fases.

Foi idealizado a partir das diretrizes definidas pela série de normas NBR/ISO 9000, em conformidade com o Sistema Brasileiro de Certificação. Visa atribuir um determinado nível de Certificação da Conformidade às empresas. Os objetivos do programa são (CDHU, 2003):

- Otimizar a qualidade das habitações, envolvendo os materiais e componentes empregados, enfocando os projetos e obras realizadas, através da parceria com o meio produtivo, firmando acordos setoriais que abordem:
- A implantação de programas setoriais de qualidade;
- A maximização da relação benefício/custo;
- A agregação de valores sociais, buscando a satisfação do usuário.
- Otimizar o dispêndio de recursos humanos, materiais e energéticos (água/energia) nas construções habitacionais, conservando o meio ambiente.
- Estimular a interação da cadeia produtiva, buscando produtividade, padronização, enfocando os processos de execução e os recursos humanos e materiais empregados, visando transformar a tarefa de construir uma habitação em operações de montagem de componentes racionalizados.

Sua implantação se dá em módulos caracterizados por cinco fases evolutivas. A empresa poderá ser certificada em cada uma das fases sem que, necessariamente, tenha que atingir a última fase. Este processo de certificação deverá ocorrer por organismos certificadores independentes a serem definidos pelo setor.

### **Fase 1**

Consiste na adesão da empresa ao PSQ (Programa Setorial de Qualidade), sua conscientização e sensibilização para a qualidade, uniformização e interpretação dos conceitos da qualidade do ponto de vista do processo de desenvolvimento de projeto com o envolvimento dos agentes de produção.

Nesta fase, a empresa deverá assinar um compromisso perante sua respectiva entidade, demonstrando seu efetivo engajamento na implantação da metodologia por meio da designação de um profissional responsável por sua coordenação.

### **Fase 2**

Consiste na implantação de métodos e ferramentas técnicos adequados à gestão da qualidade de todos os processos envolvidos no desenvolvimento do projeto e no gerenciamento da empresa.

Neste módulo, a empresa deverá desenvolver e implantar procedimentos padronizados visando à qualidade dos processos técnicos de identificação das necessidades, dados e informações, concepção, desenvolvimento de solução e apresentação de projeto.

Nestes procedimentos estão envolvidos os controles de processos de produção, como: controle de revisões e alterações; mecanismos de coordenação e gerenciamento de projeto; indicadores para a seleção tecnológica e tomada de decisão; mecanismos para assegurar a qualidade quanto às interfaces entre os sistemas e subsistemas construtivos e entre o projeto e execução de obras e mecanismos para a especificação adequada de produtos.

### **Fase 3**

Consiste na implantação de mecanismos para retroalimentação a partir da satisfação do usuário e de procedimentos gerenciais da empresa com relação ao atendimento aos clientes.

Nesta fase, a empresa desenvolve e apresenta/viabiliza aos seus contratantes a aplicação de metodologia de levantamento da satisfação dos usuários e desempenho das edificações após a ocupação.

### **Fase 4**

Consiste no desenvolvimento e implantação de procedimentos para os processos gerenciais da empresa e de indicadores para a medição da evolução da qualidade e produtividade, assim, nesta fase, a empresa deve (CDHU, *op. cit.*):

- Identificar seus processos gerenciais internos;
- Desenvolver e implantar procedimentos gerenciais;
- Desenvolver e implantar indicadores de qualidade e produtividade que permitam detectar os ganhos de produtividade decorrentes da implantação do sistema de gestão da qualidade e sua evolução quanto aos aspectos que permitam detectar os níveis de qualidade dos vários processos da empresa.

### **Fase 5**

Consiste na elaboração do Manual da Qualidade da empresa.

## **4.4 FILOSOFIA DE GESTÃO DA QUALIDADE - CONSTRUÇÃO ENXUTA**

Além dos programas setoriais da qualidade, desenvolvidos por entidades ligadas ao setor Construção Civil, teóricos e institutos de pesquisa desenvolveram filosofias com o objetivo de aprimorar a gestão das empresas desse setor, dentre as quais, nesta pesquisa, enfoca-se o *Lean Construction* (Construção Enxuta).

Surgiu em meados da década de 90, como um referencial teórico para gestão de processos na construção civil, com o objetivo de adaptar os conceitos e os princípios

gerais do *Lean Production* (Produção Enxuta), contrapondo-se ao paradigma da produção em massa (*Mass Production*), com raízes no “Taylorismo” e “Fordismo”.

*“A adaptação e aplicação dos conceitos e princípios da Produção Enxuta na Construção é um desafio, principalmente porque esse processo representa a construção de uma teoria para o gerenciamento da construção.”* (HIROTA, 2000).

O termo Produção Enxuta é a denominação de um novo sistema de produção, o qual teve sua origem na indústria japonesa, mais especificamente, na indústria automotiva. Foi desenvolvida, na década de 50, na *Toyota Motor Company*, a partir de pesquisas realizadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, partindo de duas filosofias, o TQM (*Total Quality Management*) e o JIT (*Just in Time*).

O objetivo do trabalho desenvolvido por Ohno e Shingo era adaptar o sistema de produção norte-americana à realidade japonesa, caracterizada pela escassez financeira, humana, de materiais e de espaço, consolidando-se como “Sistema Toyota de Produção” ou “Produção com Estoque Zero”.

Nesta filosofia, a gestão do processo é voltada para a redução dos prazos, custos, perdas e, principalmente, desperdícios, baseada na melhoria contínua do produto e dos processos e na otimização da flexibilidade (SANTOS & FARIAS-FILHO, 1998).

A Construção Enxuta surgiu a partir da necessidade de um novo modelo de produção que entenda o processo de produção não apenas como um processo de conversão de entrada de materiais (*input*) em saída do produto acabado (*output*) e sim enxergá-la como fluxo de materiais e/ou informação, da matéria prima até o produto final já acabado.

Tem como objetivo aumentar a eficiência do processo pela eliminação consistente e completa dos desperdícios. Para isso, deve-se olhar o processo de produção do momento em que o cliente o solicita até o momento em que o mesmo paga e recebe o produto.

Almeja que a capacidade de produção seja igual ao trabalho necessário para execução da atividade, acrescido das perdas inerentes ao processo de produção. Todas as atividades que consomem tempo e recursos e não agregam valor ao produto são consideradas perdas. A construção civil é caracterizada pelo elevado

número de atividades que não agregam valor ao produto, que leva à baixa produtividade e que, portanto, devem ser removidas de seu processo produtivo.

Picchi (2001) diferencia as perdas (ou muda em japonês) em dois tipos: "... *"muda tipo1": atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, mas que são necessárias no atual estágio de desenvolvimento tecnológico (ex.: alguns tipos de inspeção), e "muda tipo2": atividades que não agregam valor e que podem ser eliminadas imediatamente."*

Deve ser feita análise criteriosa para saber se as atividades que não agregam valor são dispensáveis, lembrando que não são apenas as questões técnicas, mas as que envolvem, por exemplo, a segurança dos operários.

Existe grande dificuldade por parte dos técnicos em reconhecer os fatores que levam às perdas devido ao método tradicional de pensar a obra (baseado na conversão de entradas em saídas e não na visualização da obra como um todo), além do que, pela sua grande dimensão física e dos investimentos, a obra é executada por vários fornecedores e sub-empregados, ficando estas perdas pulverizadas.

Os desperdícios se manifestam em uma empresa construtora, geralmente, da seguinte forma (SOUZA *et al.*, 1994):

- *Devido às falhas ao longo do processo de produção, com a perda de materiais que podem sair da obra na forma de entulho ou ficar agregados a ela sem nenhuma função (o entulho que fica); o retrabalho feito para corrigir serviços em não-conformidade com o especificado; tempos ociosos de mão-de-obra e equipamentos por deficiência de planejamento de obras e ausência de uma política de manutenção de equipamentos.*
- *Através de falhas nos processos gerenciais e administrativos da empresa: compras feitas apenas na base do menor preço, deficiência nos sistemas de informação e comunicação da empresa, programas de seleção, contratação e treinamentos inadequados, perdas financeiras por deficiência de contratos e atrasos de obra, retrabalhos administrativos nas diversas áreas da empresa.*

- *Em função de falhas na fase de pós-ocupação das obras, caracterizadas por patologias construtivas com necessidade de recuperação e altos custos de manutenção e operação.*

Tabela 4.5: **Desperdícios na construção civil** (SOUZA *et al.*, 1994).

<p><b>DESPERDÍCIO</b></p> <p><b>FALHAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de materiais <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ entulho que sai da obra</li> <li>✓ entulho que fica agregado à obra</li> </ul> </li> <li>• Retrabalho</li> <li>• Tempos ociosos de mão-de-obra e equipamentos</li> </ul> <p><b>FALHAS NA EMPRESA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falhas de gestão e organização</li> <li>• Falhas humanas</li> </ul> <p><b>FALHAS NA FASE DE PÓS-OCUPAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patologias e recuperação</li> <li>• Altos custos de operação e manutenção</li> </ul>
--

Não adianta produzir se o produto não interessa e/ou não satisfaz às necessidades do cliente. As empresas devem procurar estabelecer um elo entre o cliente e o seu produto, estruturando um sistema que auxilie a tomada de decisões no momento de sua concepção e que identifique seus atuais e prováveis clientes, detalhando suas necessidades e expectativas.

Este sistema pode ser complementado por avaliações pós-ocupação, nas quais serão detectados os problemas decorrentes do uso para serem solucionados em produtos subseqüentes e possíveis falhas em sua concepção. É importante também levantar os aspectos positivos que poderão ser aprimorados e transformados em vantagens competitivas.

Dentro da filosofia da Construção Enxuta tem que haver a transferência da responsabilidade na tomada de decisões para os trabalhadores. O trabalho deve ser realizado por equipes, permitindo a rotatividade entre as tarefas, desenvolvendo habilidades e qualidades adicionais ao trabalhador.

O empregado deve ter capacidade de realizar reparos simples, controlar a qualidade, limpeza e solicitação de materiais. “*Ou seja, os trabalhadores devem ser utilizados ao máximo e incentivados a introduzir melhorias em vez de solucionar problemas*” (SANTOS & FARIAS-FILHO, 1998).

Por se tratar de um sistema concebido para o setor automobilístico, caracterizado pelo alto grau de industrialização, existe, ainda, dificuldade em adaptá-lo à construção civil, outra questão é o conservadorismo predominante nos profissionais do setor.

A simples cópia do sistema, concebido na realidade oriental, e implantação à nossa realidade seria algo ineficaz para o sucesso desta filosofia. Para Hirota (2000), seria necessária a abstração dos conceitos, sua posterior transferência, vencendo as barreiras sociais, culturais e tecnológicas, e a sua aplicação, através da interpretação e reaplicação, adaptando às condições reais, como ilustra a figura abaixo.

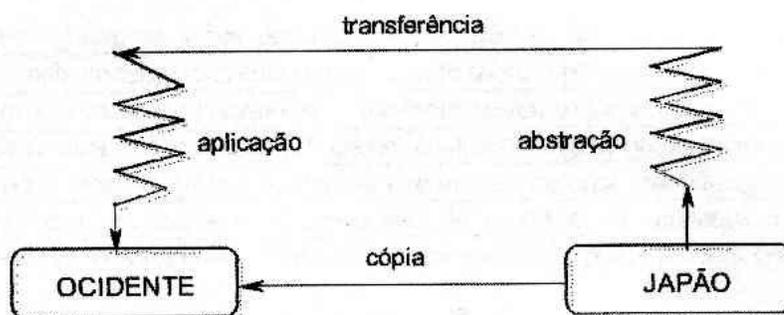


Figura 4.1: **Transferência de inovações gerenciais** (HIROTA, *op. cit.*).

Faz-se necessário novo paradigma, através do “... *desenvolvimento de habilidades gerenciais relacionadas à visão sistêmica e aprendizagem coletiva, tendo em vista a aplicação de seus conceitos e princípios que envolvem não apenas conhecimentos individuais, mas mudança de atitudes, de modelos mentais e na gestão do processo de produção como um todo.*” (HIROTA, 2000). Ou seja, os envolvidos no processo devem saber executar o que é necessário, de forma correta e no momento adequado.

É equivocado pensar a modernização tecnológica apenas como introdução de novos equipamentos e insumos ao seu processo, focando apenas nas atividades de conversão, o que levaria ao fracasso ou ao tímido resultado na qualidade final do objeto construído.

Para o sucesso das medidas, as empresas devem adotar um referencial teórico para gerenciar suas atividades. A filosofia da Construção Enxuta apresenta-se como alternativa, uma vez que considera também as atividades de fluxo nos processos, sugerindo um equilíbrio entre as atividades de conversão e de fluxo.

As melhorias de fluxo podem ser obtidas com a aplicação de ferramentas como o *Kaizen* (Melhoria Contínua) e, nas atividades de conversão, podem ser alcançadas através da introdução de inovações tecnológicas.

Para atingir os melhores resultados, apesar das diferenças existentes entre as atividades de fluxo e de conversão, as primeiras devem apresentar um patamar adequado para facilitar a implantação de novas tecnologias (conversão), pois os investimentos e esforços tendem a ser menores nas atividades de fluxo e sua eficiência ser potencializada pela redução da variabilidade do processo.

Para a teoria da Construção Enxuta, *a priori*, devem ser implantadas mudanças incrementais no processo para, *a posteriori*, partir para as mudanças radicais, com a introdução de inovações tecnológicas. Ou seja, primeiro deve-se compreender a produção para sugerir mudanças.

Entretanto para Peixoto (*op. cit.*), quando as perdas são inerentes à tecnologia em uso pela empresa, é vantajoso que as melhorias se iniciem pela introdução de inovações tecnológicas.

Por se tratar de um enfoque sistêmico, esta teoria pode ser aplicada em todas as etapas do processo, adaptando cada ação a sua realidade, considerando suas restrições e dificuldades intrínsecas.

## **5. A MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS SPHS**

---

Para a modernização dos processos de produção da construção civil, faz-se necessário equilíbrio entre as atividades de conversão e fluxo. As empresas devem estar atentas aos insumos e equipamentos desenvolvidos pelos fornecedores e criar um ambiente favorável para implantação e consolidação dos mesmos.

A produção de uma edificação tem início no usuário, que é quem determina suas necessidades interpretadas pelo promotor, e termina neste mesmo usuário, que é quem irá receber a obra acabada.

O processo de produção da Construção Civil é formado por seis atividades principais: Planejamento, Projeto, Suprimentos, Execução, Uso e Manutenção e Gestão de Recursos Humanos. Está sob responsabilidade de diversos agentes: promotor, projetista, fabricante, construtor, usuário/proprietário.

### **5.1 PLANEJAMENTO**

É necessário planejar a obra para que todos tenham uma visão clara e abrangente das atividades e seus possíveis problemas, a fim de se obter informações completas das necessidades antes do início de sua execução (mão-de-obra, recursos, equipamentos, etc.).

O planejamento da produção tem fundamental importância na busca pela racionalização dos processos construtivos de determinada empresa, é quem irá assegurar sua eficiência e produção. É ele que irá garantir e referenciar as demais fases da produção. Através de um bom planejamento pode-se obter menor variabilidade nos sistemas construtivos e minimizar seus efeitos nocivos quando não podem ser evitados.

No processo de produção existem várias condicionantes e incertezas, como: quais os objetivos do empreendimento, como alcançá-los, qual o fluxo de materiais, pessoal e equipamentos, entre outros. No planejamento que serão determinadas estas condicionantes e seu desenvolvimento ao longo do tempo.

Deve ser elaborado pela gerência, através de cronogramas físicos, realizado desde uma escala macro, determinando quais atividades devem ser realizadas ao longo do tempo, até uma escala pontual, determinando qual atividade será realizada no dia, de que forma e com quais recursos.

Com relação os SPHS, as empresas construtoras devem utilizar processos construtivos que minimizem sua interferência com os demais subsistemas; que otimizem sua execução no menor número de atividades e o mais próximo possível da entrega da obra; e que seja de fácil acesso e de mínima interferência em sua manutenção.

## 5.2 PROJETO

A atividade de projeto ainda é bastante desvinculada do processo de produção. Os elementos envolvidos nas várias interfaces de um mesmo projeto não conseguem interagir. Não acompanham as alterações necessárias nestas inter-relações e não se retroalimentam. Os projetos, via de regra, são encarados como atividade isolada, que antecede a fase de execução, quando na verdade deveria terminar com a obra, com projeto "*as built*" (AMORIM, 1997).

Pesquisas realizadas na Europa, relativas a falhas em edifícios, apontam que 35% a 50% destas têm origem na atividade de projeto, 20% a 30% têm origem na execução, 10% a 20% nos materiais e 10% devido ao uso (NOVAES, 1998).

As soluções adotadas nesta fase terão ampla repercussão em todo o processo de construção e na qualidade final do produto entregue ao cliente, pois é onde acontecem a concepção e o desenvolvimento do produto. A tomada de decisões deve ser baseada na identificação do desempenho e custos levantados em planejamento e nas condições de uso que será submetida a construção (SOUZA *et al*, 1994).

É onde se determinam o tipo e o número de operações necessárias para execução, as condições de transporte e do canteiro e os fatores condicionantes que não agregam valor ao produto final e que, portanto, devem ser evitados.

O projeto significa vários tipos de informação (AMORIM, 1997):

- representa um processo de criação;
- representa o grau de inter-relacionamento que ocorreu entre os intervenientes no processo de produção da edificação;
- é um elemento de diálogo com os responsáveis pela execução;
- é o documento que permanece para análise futura de problemas.

O escopo do projeto, em geral, limita-se aos projetos básicos de arquitetura, estruturas e fundações, sem os necessários detalhamentos (projeto de produção). Seu resultado final é prejudicado pela ausência de integração entre as várias modalidades envolvidas e a falta de um padrão construtivo que seja adotado pelos construtores/empreendedores.

Em alguns subsistemas, como os SPHS, os “projetos” são elaborados *in loco*, pelo profissional que executa a obra, este, sem nenhum treinamento específico, não consegue lançar mão dos materiais comercializados pelo mercado da construção civil e adota procedimentos sem nenhum padrão técnico. Com isso, os materiais são usados, na maioria das vezes, de modo inadequado e incorreto, prejudicando o processo de racionalização (ILHA *et al.*, 2000).

A qualidade de projeto compreende o controle de produção e de recepção, as reuniões periódicas realizadas em cada fase do projeto para reconhecimento e sistematização das informações, a análise crítica do projeto e do produto e a sistematização das informações e dos processos (NOVAES, 1998).

Ou seja, os projetos não devem ser encarados como atividades isoladas para os vários subsistemas, e sim, realizados por uma equipe multidisciplinar, que precisa interagir, melhorando o nível de detalhamento e absorvendo os recursos computacionais disponíveis.

Segundo Meseguer (1991), os projetos devem conter memoriais, plantas e detalhamentos, realizados em pelos menos três principais fases:

- Estudo Preliminar: com a implantação, principais requisitos, limitações, programas, etc.

- Anteprojeto: contemplando a escolha do partido ou tecnologia adotada, suas dimensões básicas e cálculos sem grandes precisões.
- Projeto Detalhado: com as dimensões e especificações finais, cálculos e desenhos detalhados.

Um projeto completo para os SPHS deverá contemplar os seguintes elementos (AMORIM, 1997):

- prancha de localização das passagens das tubulações nas lajes e nas vigas (plantas de furações);
- prancha executiva dos pavimentos que compõem a edificação;
- prancha com os detalhes isométricos dos ambientes;
- prancha com esquema vertical das tubulações de água fria, esgoto e ventilação;
- prancha de detalhes;
- listas de materiais;
- especificações técnicas.

Para análise da qualidade de um projeto, deve-se atentar a três diferentes aspectos: nas soluções propostas, na descrição e no processo de elaboração do projeto.

Tabela 5.1: **Qualidade no projeto** (SOUZA *et al.*, 1994).

<b>Qualidade no projeto</b>			
<b>Qualidade da solução do projeto</b>			
Qualidade do produto final	Facilidade de construir	Custos	
<b>Qualidade da descrição do projeto</b>			
Projeto executivo	Memoriais	Especificações técnicas	
<b>Qualidade no processo de elaboração do projeto</b>			
Diretrizes e parâmetros de projeto	Integração entre projetos	Análise crítica do projeto	Controle de recebimento

A maioria das empresas construtoras, quando o fazem, terceirizam o processo de elaboração do projeto dos SPHS, sem critérios de avaliação da qualidade dos projetos contratados; esta opção está apoiada na confiança no trabalho do profissional responsável por sua execução, ou ainda, existe uma grande porcentagem destes contratos estabelecidos pelo menor preço.

Em pesquisa realizada por Amorim (1997), em escritórios de projetos, via de regra, o processo de projetos dos SPHS apresenta as seguintes fases:

- reuniões preliminares com a equipe responsável pelo projeto de arquitetura;
- estudo preliminar;
- reuniões com a equipe responsável pelo projeto de estrutura e pelas equipes responsáveis pelos demais Sistemas Prediais, sob coordenação do responsável pelo projeto para estudo das interferências;
- consultas a Concessionárias quando necessário;
- ante projeto;
- aprovação em Concessionárias quando necessário;
- projeto executivo;
- acompanhamento do processo executivo.

Para melhoria da qualidade dos seus projetos, estas empresas têm seus investimentos direcionados para recursos de informática e aperfeiçoamento dos usuários dos softwares, aprimoramento através de revistas técnicas, bibliografias, seminários, congressos, etc. Mas a documentação produzida ainda é muito precária (AMORIM, 1997).

Para utilização dos recursos computacionais, os projetistas aproveitam uma base elaborada por profissionais de arquitetura e/ou estruturas, em ambiente CADD, e lançam estes desenhos em programas específicos para elaboração dos projetos dos SPHS.

Estes recursos computacionais tornam o relacionamento entre os vários projetos envolvidos na produção de um edifício mais amigável e simplifica os trabalhos repetitivos dentro da empresa (memoriais padronizados, especificações técnicas, etc.). Também tornam mais simples e dinâmicas as alterações necessárias durante o processo de projeto e execução, representando, ao final da obra, um projeto de acordo com a realidade construída (projeto “*as built*”).

Mas estes programas ainda são utilizados de maneira incipiente na elaboração dos SPHS. Este fato se dá pela arquitetura utilizada por estas plataformas, que maximiza os trabalhos de dimensionamento, mas não otimiza questões mais importantes, como a definição de um melhor traçado e detalhamentos. Esta ferramenta é utilizada apenas como plataforma para desenho e levantamento de materiais.

Os manuais de procedimentos, geralmente, são utilizados por empresas de maior porte, nas quais os trabalhos são repassados por vários profissionais; enquanto que entre os autônomos, eles inexistem (AMORIM, *op. cit.*).

A incerteza no pagamento decorrente da instabilidade econômica do país é um dos fatores que se destaca nas interferências negativas para a produtividade, levando à produção de projetos priorizando a viabilidade no pagamento.

Ter qualidade não significa melhor remuneração. As construtoras encaminham seus projetos para projetistas em que confiam, o que não implica remuneração mais justa. Questão usada como argumento pelos projetistas para a má qualidade de execução dos projetos.

Esta característica referente à remuneração é um fator que desestimula novos profissionais a se especializar nesta área. Outro fator, segundo PEIXOTO (2000), é a ênfase dada aos mesmos na formação profissional e na fase acadêmica.

A falta de reuniões sistemáticas entre os diferentes profissionais envolvidos prejudica o resultado final desta etapa, os envolvidos adotam quantidade mínima de reuniões ou até mesmo não se reúnem. Quando estas reuniões multidisciplinares acontecem, via de regra, os projetos de arquitetura e estruturas já estão concluídos, impedindo que os projetos dos SPHS utilizem melhores alternativas técnicas com relação ao traçado das tubulações e localização das passagens, bem como, a

utilização de componentes pré-fabricados que otimizam a racionalização do sistema e, conseqüentemente, da edificação.

Os resultados são projetos superficiais, elaborados considerando que vários ajustes podem ser realizados no momento da execução, tendo pouca importância para o construtor e mal concebidos pelo projetista, vistos como mero documento legal, sem necessariamente refletir o que é construído.

Para solucionar o problema, é fundamental a participação do projetista dos SPHS desde a fase de concepção do empreendimento, com poder de decisão semelhante ao dos demais, minimizando custos e otimizando a racionalização da edificação. A fim de equilibrar os vários interesses dos diferentes profissionais responsáveis pela elaboração de seus respectivos projetos, faz-se necessário a figura do gerente.

Porém os profissionais responsáveis pelos projetos dos SPHS não devem se limitar somente à sua concepção. Como são comuns as alterações na fase de execução, estes devem acompanhá-la, preocupando-se em assegurar seu desempenho e seus custos, através da provisão das melhores soluções técnicas.

Também devem preocupar-se com a construtibilidade do sistema, levando em conta os diversos fatores relativos, não só à técnica, mas também, à economia e à prática executiva, suprimindo as necessidades de quem executará o trabalho.

As construtoras podem colaborar e otimizar as questões de construtibilidade através da formulação de uma série de pré-requisitos, denominados de lista de tarefa (PEIXOTO, 2000), que deve ser seguida pelos projetistas.

Estarem atentas, ainda, às necessidades do cliente, proporcionando certa flexibilidade ao sistema, tanto na fase de execução, quanto no uso e manutenção da edificação. O empreendimento não deve ser engessado de maneira que o cliente não se interesse pela aquisição do imóvel durante a etapa de execução ou mesmo durante o uso.

A rigidez característica dos SPHS é fator que potencializa o engessamento do objeto construído, porém no momento de concepção dos sistemas, seus mentores podem lançar mão de recursos contrários a esta rigidez, adotando sistemas com tubos

flexíveis de Polietileno Reticulado (PEX) e a retirada das instalações de dentro da alvenaria através dos *shafts* (dutos).

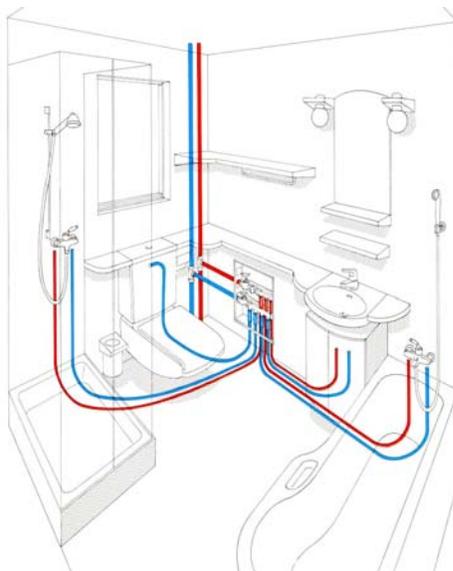


Figura 5.1: **Detalhe das instalações usando o PEX** (PEX DO BRASIL, 2003).

O PEX surgiu da necessidade de sistemas com tubulações mais flexíveis, com conexões rápidas e economicamente viáveis, como um sistema de irrigação arterial. A necessidade de altos investimentos em equipamentos para sua produção envolve domínio de *know-how* tecnológico, o que implica em alta qualidade nos produtos ofertados.

Seu conceito primordial é a flexibilidade e garantir acessibilidade total às instalações em caso de eventual manutenção, evitando as quebras e seus conseqüentes prejuízos e traumas, em um processo semelhante ao das instalações elétricas convencionais.

Os tubos correm por um Tubo Guia ou Camisa, com função de protegê-los, criando uma camada de ar (entre o tubo e a camisa) que complementa o isolamento térmico e permite sua substituição sem quebras na alvenaria, azulejo, etc.

Por questões econômicas, no Brasil, é muito comum a prática de instalar o sistema sem a Camisa, utilizando apenas o tubo principal, o que faz com que o sistema trabalhe aquém de suas potencialidades.

Esta flexibilidade que o sistema PEX dá às instalações pode ser potencializada pelo uso dos *shafts*, caracterizados como dutos por onde passam as instalações, sua utilização minimiza questões como: necessidade de "rasgar" a alvenaria e conseqüente geração de entulho, queda na produtividade devida à interferência com os demais subsistemas, etc.; e na manutenção, com acessibilidade às tubulações através de elementos leves removíveis, possibilita também a postergação das atividades de execução.

Os "Shafts Verticais" já estão de certa forma consolidados na produção dos SPHS, porém, os ramais para abastecimento dos pontos de consumo continuam sendo executados através do embutimento na alvenaria e o esgoto corre por tubulações alocadas em forros, do pavimento imediatamente inferior.

Existem movimentos, principalmente na Europa, para emprego dos *shafts* também na horizontal através de um sistema denominado "pré-wall" ou bancada técnica. Aqui, ao invés dos elementos estarem internos ao fechamento, estão fixados na sua frente, interferindo minimamente nele, tornando-os mais simples, flexíveis, baratos e de rápida execução.

Segundo AMORIM (2000), o sistema "pré-wall" "... utiliza-se o conceito de "equipar" no lugar de embutir e montar no lugar de instalar (...) este tipo de sistema diminui o conflito com o sistema estrutural".

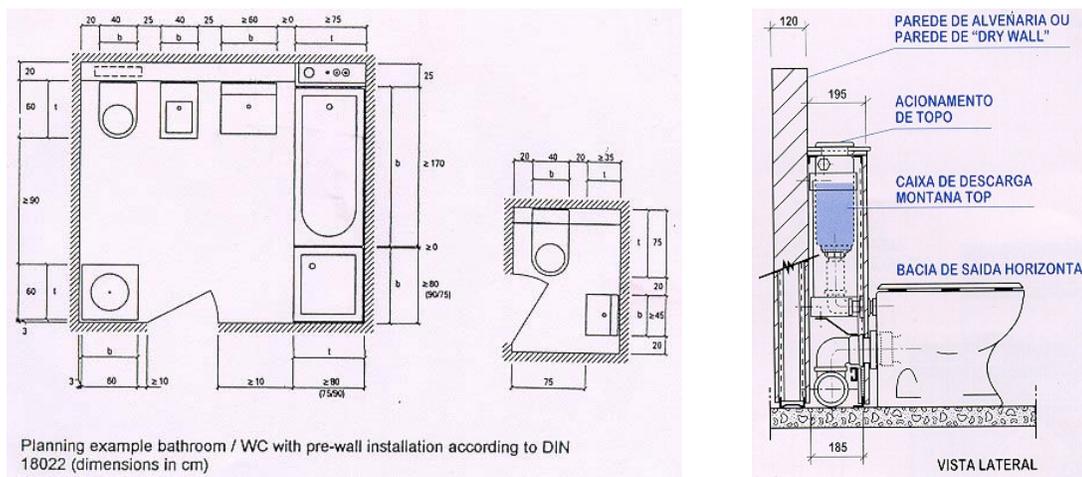


Figura 5.2: **Croquis usando os "Shafts Horizontais e Verticais"** (AMORIM, *op. cit.*).

Os dutos horizontais fazem a ponte entre os dutos verticais e os pontos de consumo. Transitam por ele os tubos de condução de água até o ponto de consumo e o esgoto produzido nas louças e metais sanitários, descarregando-o no tubo de queda.

Eliminam as tubulações passando pelo forro do pavimento imediatamente inferior, sendo todas instaladas dentro do próprio compartimento, eliminando interferências de manutenção fora da habitação, uso de forros falsos, etc.



Figura 5.3: Detalhe dos “**Shafts Horizontais e Verticais**” (PEX DO BRASIL, 2003).

### 5.3 SUPRIMENTOS

A aquisição de materiais representa uma parcela bastante significativa dos custos do processo de produção de um edifício; é tão importante quanto qualquer outra fase, portanto deve-se dar a devida atenção à qualidade dos produtos adquiridos, sua correta forma de armazenamento, manuseio e execução. O resultado da observação destas questões é otimização dos custos e da qualidade final do produto.

Assim sendo, qualidade na aquisição envolve diversos setores da empresa e deve ser composta pelos seguintes elementos (SOUZA *et al.*,1994):

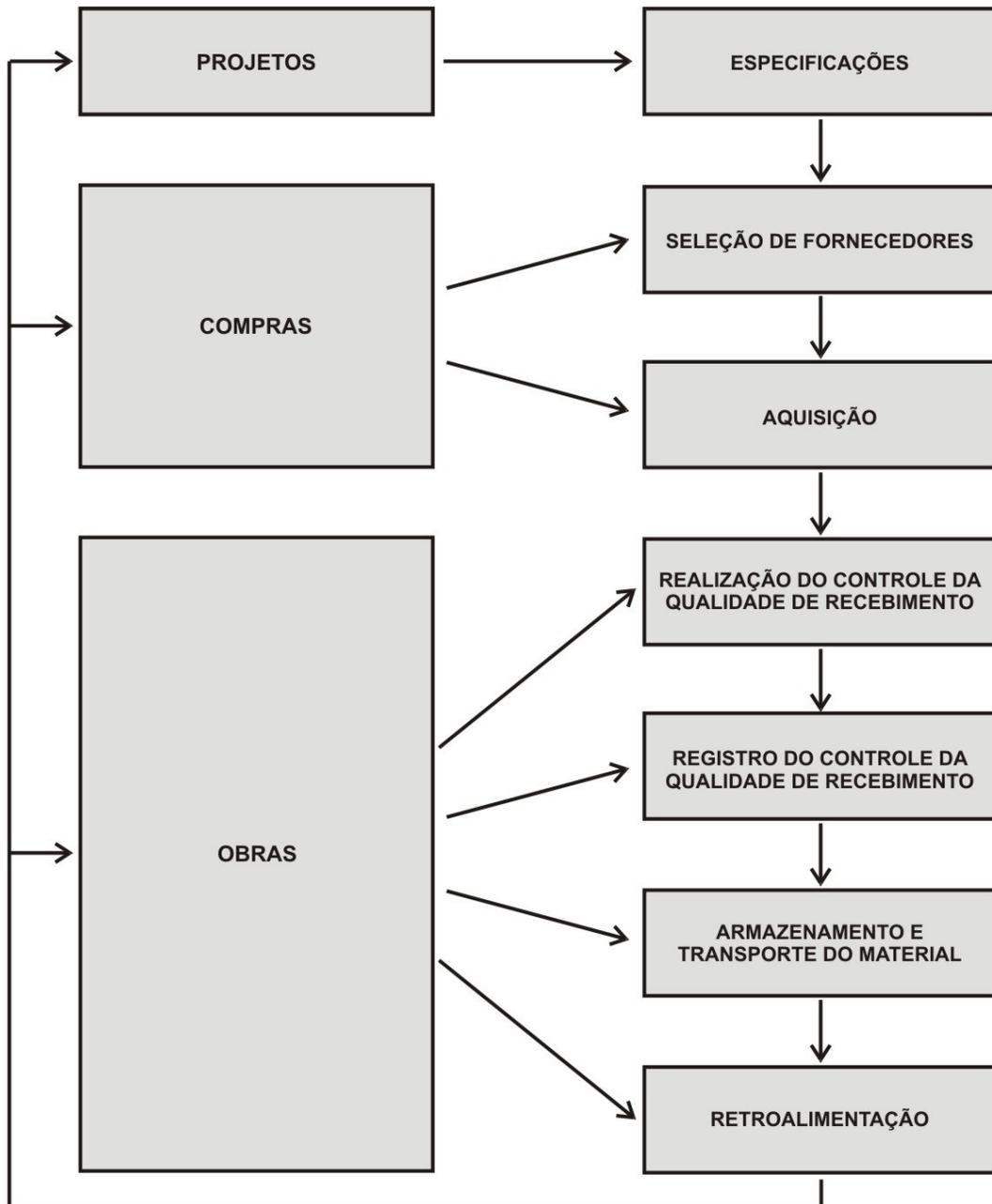


Figura 5.4: **Qualidade na aquisição** (SOUZA *et al.*, *op. cit.*).

- Especificações técnicas para compra de produtos.
- Controle de recebimento dos materiais em obra.
- Orientações para o armazenamento e transporte dos materiais.
- Seleção e avaliação de fornecedores de materiais e equipamentos.

Entendendo qualidade como conceito global, a preocupação com os materiais não se limita somente ao momento em que o material for entregue na obra, devendo-se atentar também ao processo de produção utilizado pela empresa fornecedora.

Para assegurar que os insumos foram produzidos de forma correta e estão de acordo com as normas de desempenho, as empresas construtoras podem exigir de seus fornecedores sua certificação junto aos órgãos competentes.

Posterior à seleção dos fornecedores, o procedimento habitual no recebimento destes insumos na obra é a realização de conferência visual e quantitativa dos produtos, este procedimento pode ser adotado apenas quando o produto apresenta certificação de conformidade.

Não é dada a devida importância no recebimento de peças mais delicadas, que requerem maior cuidado, como as conexões, que eventualmente podem apresentar rachaduras, assim, Ilha (1993) sugeriu que esta verificação seja mais detalhada e atenta aos seguintes itens:

- existência de irregularidades, tais como: presença de bolhas, rugosidade, uniformidade de cor, estado de pontas e bolsas de tubos, presença de trincas, etc.;
- existência de indicação da marca ou nome do fabricante, do diâmetro em mm, do tipo de tubo, do número da respectiva EB (especificação técnica).

Quando os materiais não são de fabricação industrial, o que é bastante comum na construção civil, o único controle possível é o de recepção. Se estes fabricantes forem mantidos, seu produto deverá sofrer ensaios mais completos inicialmente e mais superficiais ao longo do seu fornecimento.

Quando os produtos são novos no mercado e que, portanto, não têm normas técnicas que os regulamentem, deve ser observado se estes materiais estão ou não garantidos por certificação de qualidade. Se não existir esta certificação, a única garantia é aquela oferecida pelo fabricante, em contratos pré-estabelecidos com quem o adquire.

Os produtos devem ter especificações claras, com requisitos definidos e documentados, permitindo a livre comunicação entre o comprador e o fornecedor, a comparação objetiva entre produtos similares de diferentes fornecedores, conduzindo para um cadastro de fornecedores qualificados, fundamentando a compra não só pelo preço, mas também pela conformidade com as normas.

Grande parte dos materiais de construção está regulamentada por especificações da ABNT, outra opção é a empresa criar as suas próprias especificações, adotando esta posição, a empresa deve fazê-la de forma clara, sucinta e objetiva, abordando as características que considera mais importantes para sua instalação, uso e desempenho da função a que será destinado o produto.

Quando a empresa fizer esta opção, ela deve ser desenvolvida com base nas normas brasileiras, em bibliografias pertinentes ao assunto e na experiência acumulada por profissionais técnicos das áreas envolvidas.

Além das especificações é importante a verificação, no ato do recebimento do produto, se está de acordo com o especificado no pedido de compra, controle de recebimento. Este controle pode ser realizado através de ensaios em laboratórios especializados ou na própria obra, dependendo de sua necessidade específica.

Quando em obra, este controle pode ser exercido de três formas (SOUZA *et al*, 1994): *Inspeção 100%*, que consiste da verificação de todas as peças que compõem o lote; *Inspeção ao acaso*, onde se toma aleatoriamente uma amostra do lote, sem fundamentação ou cálculo estatístico; ou ainda, *Inspeção por amostragem estatística*, que se apóia em modelos estatísticos que irão determinar a quantidade de amostras.

Comumente, o gerenciamento dos suprimentos dos SPHS não recebe a devida atenção quanto ao seu recebimento, armazenamento, transporte e controles, gerando significativo desperdício e prejuízos ao processo (PEIXOTO, 2000).

Na obra, o bom desempenho do processo de aquisição de suprimentos pode ser prejudicado por uma gama de fatores, entre eles: as fichas de solicitação são preenchidas incorretamente, colaborando com a entrega de materiais fora das especificações; os responsáveis pelas requisições atrasam o envio da solicitação de

compras ao departamento responsável; os fornecedores atrasam a entrega destes materiais.

Passada a etapa de recebimento, os materiais devem ser estocados de acordo com as especificações do fabricante, livre de agentes agressivos e nocivos ao seu bom desempenho do material e vida útil.

No manuseio das peças, deve-se ter especial atenção com as extremidades dos tubos, evitando impactos que possam danificá-los. Devem ser transportados sem atrito com o solo ou superfícies ásperas.

#### **5.4 EXECUÇÃO**

Na etapa de execução são aplicadas todas as ações planejadas nas fases anteriores. O papel da equipe de execução é de seguir rigorosamente todas as condicionantes, mas alguns aspectos importantes para o resultado final, como a forma de executar as tarefas e a organização dos canteiros, geralmente são definidos nesta etapa (PEIXOTO, *op. cit.*).

Os maiores problemas encontrados na execução dos SPHS são: as alterações de projeto durante esta fase, projetos sem detalhamentos, erros de marcação para passagem dos tubos nas lajes, entre outros. ILHA (1993), destaca os seguintes pontos a serem observados na execução dos SPHS:

- respeito às normas de procedimentos de execução;
- realização do controle da execução;
- registro das alterações implantadas no projeto;
- realização de testes de recebimento.

A execução dos SPHS pode ser feita por funcionários da própria empresa construtora ou a cargo de empresas sub-contratadas (terceirizadas). A opção por terceirizar está associada ao fato de ser uma atividade pulverizada ao longo da obra e as empresas de pequeno e médio portes não têm fluxo de trabalho constante que justifique a manutenção de uma equipe, sendo economicamente mais interessante sua contratação apenas no momento da execução.

As ações para execução dos SPHS são integradas às ações de outros subsistemas, relacionadas com as estratégias adotadas pela empresa para execução do edifício, voltadas para racionalização através da pré-fabricação ou industrialização.

Para racionalização do sistema tradicional, as empresas podem adotar os “Kits Hidráulicos”, caracterizados por cortes prévios de tubos e montagem fora do local de alocação das peças, facilitando sua instalação.



Figura 5.5: Ilustração sobre os “kits hidráulicos” (LAFARGE, 2003).

Esta opção se aplica nas construções de grande repetição, como conjuntos habitacionais ou condomínios, seus ganhos vêm da racionalização no corte dos tubos e aumento da velocidade de execução. O corte dos tubos, sua montagem e testes de estanqueidade devem ser feitos em centrais de produção, limitando ao ambiente apenas a instalação das peças.

Mas a empresa construtora pode ter seu ambiente favorável para utilização de elementos industrializados. Partindo desta premissa, a indústria fornecedora disponibiliza uma série de elementos capaz de atender suas necessidades com qualidade, racionalidade e tecnologia.

A partir da década de 60, com o surgimento do plástico leve de alta resistência mecânica e grande maleabilidade, tornou possível a construção de blocos únicos, constituídos basicamente por um único compartimento para o banheiro, produzido totalmente na indústria, dotado de todos os equipamentos, sendo necessária apenas sua conexão aos sistemas de água, esgoto, energia e exaustão.

*“O banheiro é uma das áreas mais críticas em uma obra, tendo em vista a quantidade de interferências elétricas e hidráulicas. Por esse motivo, os construtores têm procurado otimizar alguns serviços adotando soluções prontas.” (RODRIGUES, 2001).*

A maior vantagem nesses sistemas integrados é a “... rapidez da obra, maior possibilidade de controle da qualidade e conseqüente redução das patologias posteriores. Há também ganhos nos custos, pela redução de prazos na construção.” (ARCOWEB, 2003). O uso destes elementos também possibilita a postergação dos investimentos e minimização das interferências com outros subsistemas.

Suas grandes restrições são possibilidade de alteração pelo usuário em caso de reforma da edificação e necessidade de equipamentos pesados para sua montagem, em contrapartida, apresentam necessidade significativamente reduzida de mão-de-obra.

Seu sistema construtivo é bastante amplo. Nos países europeus é comum o uso do plástico, que propicia maior variabilidade de soluções pela trabalhabilidade do material. No Brasil, os sistemas construtivos predominantes são: estrutura de concreto armado, sistema *dry wall* e sistema monolítico.

Nos banheiros com estrutura em concreto armado, as placas com espessura mínima de quatro centímetros são unidas de modo a permitir ampla variedade de formas e arranjos, recebendo tubulações e componentes conforme as exigências do projeto.

O *dry wall* é composto por estrutura portante, com perfis de aço galvanizado, onde são aplicadas placas de gesso acartonado hidro-repelente, base para revestimentos especificados. Respeita as necessidades dimensionais, instalações e ergonômicas especificadas em projeto. Permite obter células com peso reduzido, reflexo positivo na estrutura do edifício e nas exigências por equipamentos de elevação no canteiro.

Já no sistema monolítico, a estrutura em concreto é formada por paredes com espessura mínima de quatro centímetros, obtidas através do preenchimento de fôrma metálica especial, conferindo maior rigidez à célula.



Figura 5.6: **Banheiros prontos com estrutura em concreto armado, dry wall e monolítico, respectivamente** (RIVOLI, 2003).

A instalação destes banheiros pode ser feita das seguintes formas (RIVOLI, op. cit.):

- *Direto: o produto é elevado e colocado no posicionamento definitivo em uma única operação. Esta operação requer planejamento na concretagem das lajes.*



Figura 5.7: **Lançamento direto** (RIVOLI, op. cit.).

- *Com grua e plataforma: eleva-se o produto com a grua do canteiro, utilizando plataforma externa de apoio para acesso aos pavimentos. Este sistema requer movimentação horizontal desde a plataforma até a sede definitiva.*



Figura 5.8: Lançamento com guias e plataformas (RIVOLI, *op. cit.*).

- Com elevador externo: atingindo o nível de cada pavimento, com posterior deslocamento horizontal até a sede definitiva.



Figura 5.9: Lançamento com elevador externo (RIVOLI, *op. cit.*).

Outra solução mais evoluída da indústria é a torre pronta de banheiro, desenvolvida para conferir maior rapidez e racionalização da construção. Em poucos minutos, o

Sistema Torre elimina as dificuldades que comumente se apresentam ao longo de meses no canteiro.



Figura 5.10: **Montagem das torres de banheiros** (RIVOLI, 2003).

Neste sistema, além do banheiro, chegam prontas as instalações das colunas de água quente e fria, de esgoto, exaustão e condicionamento de ar, eliminando as interferências, simplificando a gestão do canteiro e permitindo sensível redução no tempo de construção. Igualmente flexível, permite liberdade ao projetista e integração sistêmica e sinérgica com as demais partes da edificação. A desvantagem deste sistema é o fato de necessariamente haver dispêndio financeiro no início da obra, quando apenas as fundações já foram executadas.

Os fornecedores não disponibilizam apenas o compartimento, surgindo partes do mesmo: o piso, a parte hidráulica das paredes equipadas com peças sanitárias e o forro. A principal vantagem destas peças, geralmente produzidas em plástico, é a flexibilidade e aceitação de modificações pelo usuário em caso de reforma, sem intervenções radicais e utilizando a infra-estrutura pré-existente.

Entre as várias possibilidades oferecidas pela indústria, tem-se o piso-box, com este equipamento, é possível eliminar a necessidade de acabamentos, como o caimento, o revestimento cerâmico e impermeabilização da laje.

Pode ser fabricado em poliéster reforçado com fibra de vidro, ABS acrílico, PVC ou poliestireno (do tipo *a-tech*). Além dos formatos padronizados, os fabricantes produzem peças específicas sob encomenda.



Figura 5.11: **Banheira pré-fabricada** (Arquivo pessoal, 2002).

De maneira geral, apresenta saída de água pelo piso, porém, alguns fabricantes oferecem modelos com saída lateral, com o ralo interligado à coluna de esgoto nos *shafts*, dispensando o uso de tubulações por baixo da laje do piso inferior e o forro falso e facilitando a manutenção. Contudo, há a eliminação do ralo para escoamento da água usada na lavagem do banheiro, prática comum em algumas regiões do Brasil.

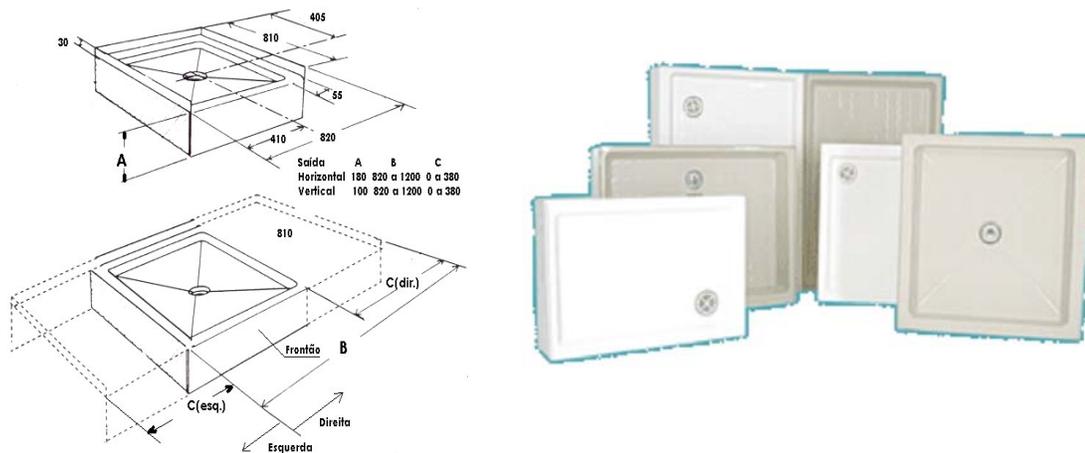


Figura 5.12: **Piso-box** (PEX DO BRASIL, 2003).

Sua instalação é simples, sendo assentado sobre um colchão de areia fina ou argamassa de piso, previamente nivelado, em seguida ligado à tubulação do ralo. Suas principais vantagens são o fato de serem antiderrapantes e de alta resistência química e mecânica, além da rápida e fácil instalação.

O projetista tem a possibilidade de complementar o piso-box com carenagens, que podem ser adquiridos como peça única ou elementos distintos. Ainda, tem-se a possibilidade de adquirir essa carenagem já dotada de alguns acessórios, como: saboneteira, porta xampu ou, ainda, hidromassagem vertical.



Figura 5.13: **Componentes para box de banheiro pré-fabricado** (ROCA CERÂMICA E COMÉRCIO, 2003).

No Brasil, encontramos estes componentes produzidos em chapas de ABS acrílico (confeccionadas por processo de co-extrusão), poliestileno co-laminado com acrílico ou, em menor escala, devido ao preço, em fibra de vidro. Encontra-se no mercado uma diversidade de modelos padronizados e os fabricantes oferecem a possibilidade de projetos personalizados.

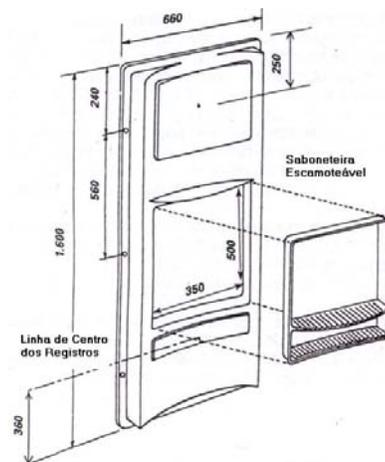


Figura 5.14: **Painéis para fechamento de shafts** (PEX DO BRASIL, 2003).

Essas carenagens podem ser os elementos de fechamento dos dutos verticais do banheiro, com abertura que permite o acesso rápido e facilidade, sem necessidade de quebra, quando da sua manutenção.

Podem ser fixados com parafusos ou *velcro* industrial, com guarnição de silicone, borracha ou outro material vedante em todo seu perímetro, impedindo o trânsito de água e ar.

## 5.5 USO E MANUTENÇÃO

Os SPHS são os subsistemas mais próximos do usuário, responsáveis pelos problemas mais sérios relativos ao bem-estar físico e psicológico destes (PEIXOTO, 2000), devendo ser alvo de medidas para aumentar sua satisfação.

Seus principais problemas durante a fase de uso e manutenção estão relacionados com vazamentos e ruptura de tubulações, deficiência de pressão e vazão nos pontos de utilização, no desempenho dos equipamentos, no fornecimento de água quente e ruídos nas instalações.

Para reparos, além do custo desta operação, envolve outros fatores que dificultam e encarecem significativamente a manutenção, são eles (PEIXOTO, 2000):

- *as tubulações em geral ficam embutidas nas alvenarias, o que exige a quebra de parte da parede e conseqüente danificação do revestimento, e o posterior reparo;*
- *as empresas não executam nem fornecem aos usuários o chamado “as built” (como construído), o que dificulta a localização exata das tubulações nas paredes.*

Os problemas relacionados ao embutimento dos SPHS pode ser minimizados por procedimentos racionalizados, como o uso de *shafts* e potencializados com os fechamentos removíveis.

Quanto à localização das instalações, no final da obra, o projetista deverá corrigir as possíveis alterações durante a execução (projeto “as built”) e disponibilizá-las no manual do proprietário, que deverá conter informações sobre as normas de uso, a

documentação apontando para os riscos, os planos de inspeção e manutenção, a lista dos documentos importantes e os registros de mudanças.

Os esforços devem ser no sentido de diminuir o custo total durante a vida útil da edificação e não apenas minimizá-lo durante a execução, assim, racionalizar o processo de produção implica em considerar o uso e manutenção da construção.

Como o sistema predominante na retirada dos dejetos é a rede pública de esgoto, cuja principal característica é o uso de água abundante para o arraste dos dejetos, e os recursos hídricos são cada vez mais escassos e caros, o uso pode ser racionalizado por meio de aparelhos economizadores de consumo, tão eficientes quanto os outros modelos.

Os vasos representam cerca de 40% do consumo de água de uma residência, consumindo em média 15 litros por uso, porém, a partir de metas estabelecidas pelo governo brasileiro, começam a ser produzidos aparelhos com consumo aproximado de 6 litros por uso.

Apesar do vaso ter maior representatividade no consumo, a racionalização pode ser potencializada por outros elementos mais simples, porém não menos eficientes. O acoplamento de elementos economizadores ao aparelho consumidor de água é de grande valia na redução do consumo em torneiras e chuveiros.

Neste sentido, o mercado fornece torneiras com fechamento automático. Seu sistema, quando acionado, libera uma quantidade pré-estabelecida de água, interrompendo sua liberação até que o sistema seja novamente acionado.



Figura 5.15: **Torneiras com fechamento automático** (DECA, 2003).

Além das torneiras com restrições de consumo, existem os arejadores, que são elementos acoplados à torneira e/ou chuveiro, promovendo aeração da água, através de uma peça dotada de peneira fina, dando a sensação de um volume de água maior que o real.



Figura 5.16: **Elementos Arejadores para torneiras e chuveiros** (DECA, *op. cit.*).

Outros acessórios também podem ser utilizados na racionalização, como peças sanitárias acionadas por monocomando, utilizadas nas torneiras da pia, nos mictórios, nos lavatórios e no bidê.



Figura 5.17: **Peças com acionamento por monocomando** (DECA, *op. cit.*).

## 5.6 GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS

Os recursos humanos são dos mais importantes em uma obra, afinal são os executores; conhecê-los e compreendê-los é de extrema importância para a administração. Qualquer introdução tecnológica, só surtirá o efeito esperado se forem considerados os fatores humanos envolvidos nesta operação.

Segundo AMORIM (1997), o tratamento dispensado ao pessoal responsável pela execução dos SPHS, na grande maioria das empresas do setor, caracteriza-se por:

- *a necessidade de melhorar a formação dos operários, viabilizando e incrementando parcerias com instituições voltadas à formação profissional;*
- *o aumento na produtividade está relacionada com incentivos financeiros, como o pagamento por produção;*
- *o treinamento é feito por palestras técnicas, principalmente relacionadas à segurança no trabalho;*
- *as empresas não possuem procedimentos para seleção destes recursos humanos, limitando-se à verificação das experiências anteriores do operário registradas em carteira de trabalho.*

Segundo Campos (1992), o mundo ocidental não entende a necessidade de emoção pelo trabalho, há a necessidade de treinamento, de recrutamento e seleção, no sentido de um quadro mínimo, mas ótimo, e criação de um programa para segurar o operário na empresa.

O ser humano é por natureza insatisfeito, sua satisfação é momentânea e para obtê-la com maior freqüência é necessário o atendimento de suas necessidades básicas, indo além das fisiológicas (sobrevivência, alimentação, roupa e teto) e um salário que lhe garanta estas condições, evoluindo para questões de segurança, sociais, de ego e de auto-estima.

Assim, CAMPOS (*op. cit.*) coloca que o empregado deve crescer ou, pelo menos, ter a perspectiva de crescimento dentro da empresa. Partindo de um operador de máquinas, por exemplo, seguem as etapas:

- *Somente opera.*
- *Inspeciona seu próprio trabalho quando ajudado pelo supervisor.*
- *Inspeciona seu próprio trabalho, mas é necessário que o supervisor reavalie mais tarde.*
- *Inspeciona seu próprio trabalho.*
- *Inspeciona seu próprio trabalho e ensina outros operadores.*

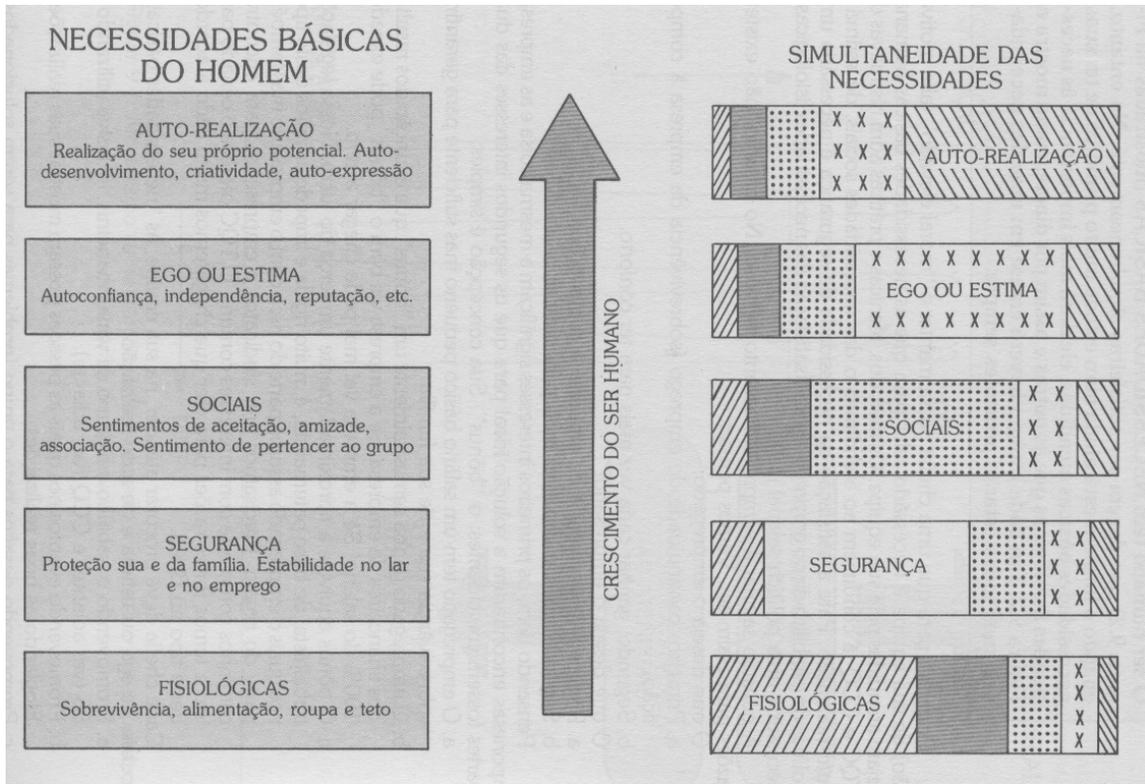


Figura 5.18: Escala de necessidades do homem (MASLOW in CAMPOS, 1992).

## 6. ESTUDOS DE CASO

---

### 6.1 CASO A

#### 6.1.1 DADOS GERAIS DA EMPRESA

A empresa pesquisada está há 18 anos no mercado, dedicados à construção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. Neste período, construiu aproximadamente 1.100 apartamentos, algo em torno de 165.000 m<sup>2</sup> de área construída.

Tem em seu quadro cerca de 40 funcionários dedicados à construção de apartamentos de alto padrão na cidade de Ribeirão Preto. Além de participar dos programas de qualidade o QUALIHAB e PBQP-H, é certificada pela norma ISO 9001.

#### 6.1.2 DADOS DA OBRA VISITADA

O empreendimento visitado caracteriza-se por um edifício residencial de múltiplos pavimentos, constituído por dois sub-solos utilizados como garagem, térreo utilizado como área social e de lazer, 23 pavimentos-tipo com dois apartamentos por andar e duas coberturas duplex.

Os apartamentos-tipo têm no seu programa quatro dormitórios (sendo dois deles suítes), três salas, banheiro social, cozinha, varanda, área de serviços e dependências de empregado e foram construídos com sistema tradicional racionalizado, caracterizado por vigas, pilares e lajes em concreto armado e fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos.

#### 6.1.3 PROCESSO PRODUTIVO DOS SPHS

Nos SPHS também foi utilizado um sistema racionalizado, porém sem grandes preocupações em aproximar os pontos de consumo.

Utilizou-se “*shafts* verticais não visitáveis” para a passagem das colunas de água fria e quente, tubos de queda de esgoto e condutores verticais de água pluvial. Os

materiais utilizados foram, para os condutores de esgoto sanitário e a água pluvial, o PVC sanitário, para a água fria, o PVC-soldável e para a água quente, o cobre. Para os ramais e sub-ramais de abastecimento dos pontos de consumo foi adotado o embutimento em alvenaria, com execução da instalação “in loco”, com exceção do ramal de abastecimento do chuveiro onde foi utilizado “*kit* hidráulico”. Após uso, o esgoto segue por ramais, através de forros falsos, e lançado no tubo de queda.

O aquecimento da água é feito por uma central a gás combustível e seu encaminhamento para o consumo é feito através de tubos de cobre soldados. O sistema foi concebido para ter uma circulação constante de água aquecida (recirculação), evitando o desconforto do usuário e desperdícios de água.

O processo executivo dos SPHS teve início na execução da estrutura, quando foram deixadas aberturas nas lajes para passagem das tubulações verticais, do esgoto dos vasos e das caixas sifonadas. Ao final da execução da estrutura foram instalados os tubos verticais.



**Figura 6.1: Furos nas lajes para passagem da tubulação**

Este processo prosseguiu durante o fechamento da alvenaria, quando foram caracterizados os *shafts* e, ao final desta etapa, foram feitos “rasgos” na mesma para embutir os ramais e sub-ramais, diferenciado nos ramais dos chuveiros onde foram utilizados “*kits* hidráulicos” previamente montados fora do local de instalação,

em bancadas técnicas, e alocados na frente dos *shafts*, fixados com argamassa de revestimento.



Figura 6.2: **Shafts dos tubos verticais**

Em seguida, foram instaladas as caixas sifonadas, os ralos e os ramais de esgoto sob a laje, realizados testes de estanqueidade, o reboco, as impermeabilizações, os revestimentos e a pintura para que, ao final da obra, fossem instaladas as louças e os metais sanitários.

Os responsáveis pelo sistema de qualidade desta empresa pretendem implantar “*shafts* horizontais visitáveis”, entretanto a resistência dos consumidores em aceitar este tipo de solução ainda não permitiu este procedimento.

### **Planejamento**

A empresa tem planejamento bem elaborado. Seus procedimentos são todos documentados e com critérios de contratação dos serviços de projeto e execução dos SPHS bem claros e objetivos, típicos de empresas certificadas pelas normas série ISO 9000.

Não foi dada ao projetista destes sistemas a mesma importância dada aos de arquitetura e estruturas, pois os projetos dos SPHS foram elaborados quando a arquitetura e estruturas já estavam em fase avançada de desenvolvimento. As reuniões multidisciplinares foram apenas para apresentar a estes projetistas o

empreendimento já concebido, ficando o arquiteto como figura mediadora das várias interfaces dos projetos.

### **Projeto**

Sua confecção esteve sob responsabilidade de dois engenheiros de uma empresa terceirizada. Segundo um dos engenheiros responsável pelo projeto, sua empresa tem elaborado procedimentos padronizados, porém, ainda não são aplicados, necessitando de atualizações. Não foi realizada análise crítica do mesmo, justificada pelo engenheiro pelo pequeno porte da empresa.

Segundo este mesmo engenheiro, os procedimentos, concebidos em projeto e adotados na obra, foram resultantes das práticas errôneas e assertivas percebidas em experiências anteriores da empresa construtora, somadas às práticas da empresa de projetos. Estes procedimentos foram colocados e discutidos em reuniões de compatibilizações e ajustados durante o processo de produção do edifício.

Toda concepção dos sistemas do edifício, segundo os responsáveis da construtora, visou o conforto de seus usuários e a otimização do uso e manutenção do edifício. Relativo ao conforto do usuário, os espaços são adequados ao fim a que se destina e as peças utilizadas nos SPHS e em contato com o usuário são certificadas por normas de desempenho. Já as questões relativas ao uso são notadas pelo uso de elementos economizadores e a manutenção poderia ser otimizada, com a transformação dos “*shafts*” em visitáveis. Foram tomadas as providências quanto à salubridade e higiene dos SPHS e do ambiente construído.

Todas as passagens horizontais e verticais foram adequadas ao sistema construtivo global, porém com certo enrijecimento em relação à possibilidade de alterações pelo cliente.

Os equipamentos necessários (bombas, aquecedores, caixas de inspeção, etc.) foram alocados em locais apropriados e previstos ainda no projeto arquitetônico. Projetados para resistir às solicitações de esforços e intempéries a que são submetidos e com as características necessárias ao seu bom funcionamento e rendimento.

A não aproximação das áreas onde são necessários aparelhos sanitários, prejudicando a racionalização no consumo de insumos, pode ser consequência da inexperiência ou despreocupação do arquiteto com este subsistema, porém está diretamente relacionada à não participação dos projetistas dos SPHS na concepção do edifício.

Os responsáveis pelo projeto dos SPHS não acompanharam a execução da obra. As atualizações foram feitas por contatos semanais, onde foram discutidos os ajustes necessários no subsistema. Estes projetos foram elaborados por meio de recursos computacionais, em base CADD, o que facilitou suas atualizações e o projeto “*as built*” ao final da obra.

A construtora não teve controle sobre estas atualizações. Quando feitas, a construtora disponibilizou novas cópias do projeto para a central de produção no canteiro de obras, sem preocupação em retirar as cópias desatualizadas. Os responsáveis pelo sistema de qualidade deveriam estar atentos a este fato; cópias desatualizadas podem levar a execução equivocada e gerar retrabalhos.

Estes projetos foram disponibilizados apenas nesta central, sem cópias em formato A4 para os executores. Este formato de cópia deveria ampliar o ambiente, com uma escala maior e com riqueza de detalhes, e facilitar a manipulação destas cópias pelo usuário (executor).

### **Suprimentos**

Os fornecedores de equipamentos e insumos dos SPHS são todos certificados em normas de desempenho e elencados em banco de dados da empresa. Esta recorreu a este banco quando se fez necessária aquisição de novos insumos e equipamentos.

O planejamento e gerenciamento da entrega dos insumos eram feitos com constância semanal, partindo de requisições feitas pelo encarregado do subsistema com 15 dias de antecedência, nas quais eram especificados os requisitos e quantidades necessárias.

O controle de recebimento destes insumos era caracterizado por inspeção visual e quantitativa, realizada pelo encarregado do almoxarifado. Apesar da empresa ter

afirmado realizar controles rigorosos sobre a qualidade de seus fornecedores e dos insumos recebidos, em uma das visitas, o pesquisador constatou a ocorrência de falhas em seus procedimentos, caracterizado pela entrega de mercadoria de um fabricante diferente do especificado no pedido de compra e na nota fiscal do fornecedor, o que não foi constatado pelo encarregado.

Estes produtos eram estocados e transportados de acordo com as especificações dos fabricantes, protegidos de intempéries e de agentes nocivos e próximos aos equipamentos de transporte vertical, separados por tipos e tamanhos.



Figura 6.3: **Estoque de suprimentos**

Existiu o controle de entrada e saída destes componentes, sob responsabilidade do encarregado do almoxarifado, porém a empresa não tem o hábito de, ao final da obra, estabelecer comparativos entre a quantidade utilizada e a prevista inicialmente em projeto e, portanto, não mede os índices de produtividade e consumo.

Foram realizados controles de entrada e saída de ferramentas e equipamentos utilizados na obra, bem como programas de manutenção. Estes procedimentos ficavam por conta dos encarregados da execução e eram supervisionados pelo encarregado da obra.

## **Execução**

A execução do edifício foi entregue a terceiros, sob fiscalização de um encarregado da empresa construtora. A empresa terceirizada era constituída por nove pessoas responsáveis pela execução, subordinadas a um encarregado. A contratação de terceiros foi feita a partir de programas de seleção e qualificação de fornecedores de serviços, calcados na confiança da empresa no fornecedor e na relação custo-benefício.

Os prazos de execução seguiram o cronograma de execução, atualizado mensalmente na empresa e semanalmente na obra, elaborado pela equipe multidisciplinar, juntamente com a gerência da empresa e o encarregado da obra. Quando não cumpridos, foram identificados os prováveis motivos de sua ocorrência e voltaram para retroalimentar o processo.

Foram utilizados padrões, conforme já citado no item projeto. Estes eram repassados aos responsáveis pela execução apenas no momento desta.

O controle de produção foi exercido na empresa construtora pelos encarregados da obra e pelo encarregado dos SPHS, também responsáveis por dimensionar a equipe de execução e atualizar os projetos quando necessário.

O corte dos tubos eram feitos em central de produção, onde foi possível otimizá-los e confeccionar os “kits hidráulicos” dos chuveiros, porém estes kits não eram pré-testados, sendo necessárias muitas atividades no ambiente de instalação (Figura 6.4).

Terminada a etapa de execução, o encarregado fez inspeções nos sistemas, apoiado por *Check-list*, anotando suas considerações. Estas voltaram para o sistema para potencializar os pontos positivos e identificar as falhas na tentativa de saná-las em futuros empreendimentos.



Figura 6.4: Instalação dos “kits hidráulicos”

### **Uso e manutenção**

Segundo os entrevistados da empresa, todas as decisões tomadas foram feitas em função dos custos de uso e manutenção e conforto do usuário, utilizando elementos que racionalizam o consumo de água e energia e com instalações acessíveis para manutenção.

Após a entrega da obra, passados aproximadamente oito meses, a empresa tem como hábito realizar uma avaliação formal junto aos moradores, visando determinar o grau de satisfação destes e identificar possíveis pontos a serem potencializados e aqueles que necessitem de ajustes.

A assistência técnica da empresa é realizada por profissionais treinados e quando solicitada, as causas são levantadas através de registros, voltando estas informações para retro-alimentar o sistema, porém são desconsiderados os custos destas operações.

### **Gestão de recursos humanos**

Como já citado a empresa terceirizou todos os serviços de execução. Após seleção foram apresentados pela construtora seus projetos e seu processo de produção e oferecidos treinamentos nas atividades específicas que iriam exercer.

Não foi interessante para a empresa que os responsáveis pela execução fossem polivalentes, pois acreditam que o indivíduo especializado em uma função tem melhor desempenho. Esta afirmação é inconsistente, uma vez que a empresa não faz avaliações de desempenho dos recursos humanos.

A empresa não ofereceu aos funcionários programas de alfabetização, somente reciclagens em suas funções e cursos de segurança no trabalho, pois acreditam que os incentivos através de ganhos por produção e o *status* por trabalhar na empresa são suficientemente motivantes.

#### **6.1.4 ANÁLISE DO CASO A**

Não foi dada aos SPHS importância semelhante aos subsistemas arquitetura e estruturas, haja visto que os projetos dos SPHS foram elaborados após estes dois últimos estarem consolidados. Adotando esta posição, a racionalização dos SPHS e, por consequência, o edifício como um todo, ficaram aquém de suas potencialidades, caracterizada neste empreendimento pela distância entre os ambientes sanitários, por exemplo.

O momento tardio de início dos projetos dos SPHS dificultou também que nestes subsistemas houvesse a introdução de inovações tecnológicas através de seu projetista, pois qualquer mudança na forma de produzi-los influenciaria nos demais subsistemas e alterações nos subsistemas estrutural e arquitetônico já fortemente consolidados. Como resultado, o empreendimento está caracterizado por forte engessamento sob a ótica do cliente, dificultando mudanças necessárias com o dinâmico comportamento social.

Diante deste quadro, nos SPHS não se notou a introdução de inovações tecnológicas ao processo de produção, visando minimizar os problemas clássicos destes sistemas, quais sejam:

- elevado número de atividades e segmentação da sua execução ao longo da obra;
- grande interferência com os demais subsistemas;

- elevados índices de perdas e retrabalhos devido à necessidade de “rasgos” na alvenaria;
- difícil e onerosa manutenção acarretada pela necessidade de quebrar a alvenaria e seus revestimentos para ter acesso às tubulações embutidas.

Porém, isso não significou que a empresa não tenha qualidade nos itens analisados (Tabela 6.1 e Figura 6.6). Seus esforços foram relacionados com a gestão, caracterizados pelos investimentos em sistemas e programas de qualidade (ISO 9001, PBQP-H e QUALIHAB), alcançando índices uniformes e bastante altos, próximos do ideal.

Tabela 6.1: **Resultados do Check-list - Caso A**

Aspectos Analisados	Total de Perguntas	Total de respostas			Índice	Nível
		Sim	Não	Ñ se aplica		
Planejamento	07	05	02	0	71,43%	4
Projeto	38	29	07	02	80,56%	4
Suprimentos	19	16	02	01	88,89%	5
Execução	22	20	02	0	90,91%	5
Uso e Manutenção	15	14	01	0	93,33%	5
Recursos Humanos	08	05	03	0	62,50%	4

Estes índices comprovam o potencial da empresa em introduzir inovações ao processo de produção visando modernizá-lo, agindo de forma mais efetiva nos problemas clássicos levantados acima.

Para tanto, deve-se inicialmente entender que os SPHS são tão importantes quanto qualquer outro subsistema, dando ao projetista poder de decisão semelhante ao dado aos outros. Cobrar deles atualização constante, seja em componentes disponíveis no mercado ou na forma de proceder, e que seus projetos reflitam estas atualizações.

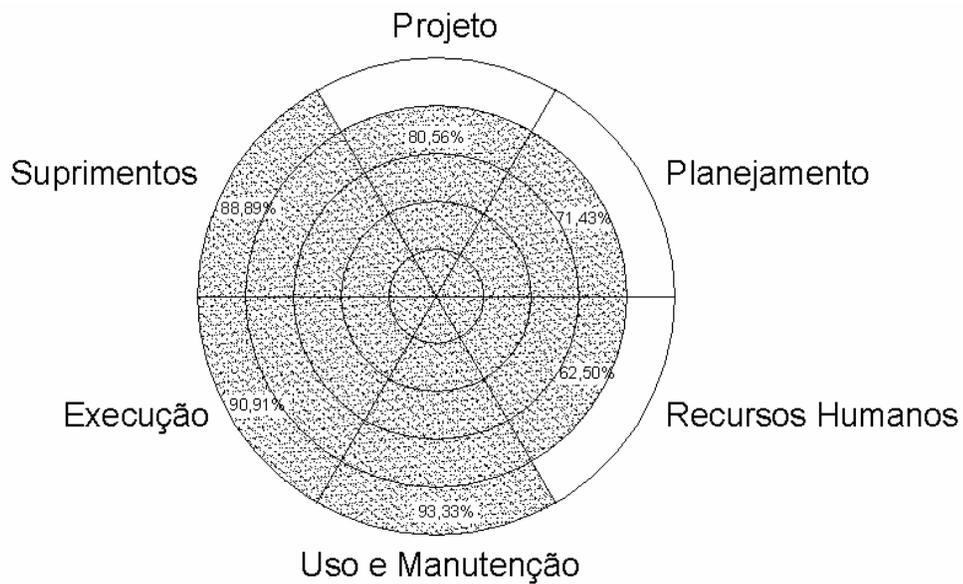


Figura 6.5: **Diagrama dos níveis de qualidade e racionalização – Caso A**

A empresa deve adotar em seus critérios de seleção dos seus fornecedores de serviços, questões relativas a maior organização e padronização de procedimentos, exigir destes fornecedores, por exemplo, a utilização de *Check-list* para verificação dos pontos mais propensos à falhas e o uso mais intensivo de recursos computacionais para as questões de padronização.

Também, contemplar soluções que otimizem e posterguem os investimentos na execução e facilitem o uso e manutenção, alcançados pelo uso dos “*Shafts Horizontais*” para passagem dos ramais de abastecimento dos pontos de consumo e elementos pré-fabricados, como o piso-box e as carenagens inspecionais, para os “*shafts verticais*”.

Estas opções são mais adequadas ao estágio de desenvolvimento em que se encontra a empresa, se comparadas com o uso dos banheiros e torres de banheiros prontos, por exemplo. Estes últimos obrigariam a empresa a reestruturar todo o seu sistema de produção.

O movimento da empresa para instalar os “*shafts verticais visitáveis*” é coerente e louvável, para tanto deve agir na resistência dos seus clientes através da instalação destes equipamentos no apartamento modelo, mostrando suas vantagens, *fazendo com que seus olhos brilhem* (PICCHI, 1993).

Mesmo terceirizando a execução, a empresa deve entender que, durante este período, os funcionários são seus colaboradores e que, portanto, deve investir na sua formação através de treinamentos para seus desenvolvimentos profissionais e que o *status* de estarem prestando serviços para empresa é uma satisfação momentânea que logo será substituída por outras necessidades.

## **6.2 CASO B**

### **6.2.1 DADOS GERAIS DA EMPRESA**

A empresa pesquisada tem 20 anos de atuação no mercado, dedicados à construção de edifícios residenciais, comerciais e industriais, com acervo técnico de aproximadamente 600.000 m<sup>2</sup> de área construída. Atualmente conta com quadro de 40 funcionários.

### **6.2.2 DADOS DA OBRA VISITADA**

O empreendimento visitado caracteriza-se por um edifício residencial de múltiplos pavimentos, com dois sub-solos utilizados como garagem, térreo, utilizado como área social e de lazer, 24 pavimentos-tipo, com dois apartamentos por pavimento e duas coberturas duplex.

Os apartamentos-tipo apresentam o seguinte programa: quatro dormitórios (sendo dois suítes), duas salas, banheiro social, cozinha, varanda, área de serviços e dependências de empregado. A empresa oferece ao cliente a possibilidade de outro programa, com três dormitórios e sala de estar ampliada.

Também utiliza o sistema construtivo tradicional racionalizado, constituído por vigas, pilares e lajes em concreto armado e fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos.

### **6.2.3 PROCESSO PRODUTIVO DOS SPHS**

Semelhante ao edifício anterior, nos SPHS foi utilizado o sistema racionalizado. A diferenciação percebida foi quanto à aproximação dos pontos de consumo, mais racional neste projeto, justificada, talvez, pela maior experiência do projetista de arquitetura.

Os tubos e conexões para água fria são em PVC-soldável, os tubos de queda e os condutores verticais de água pluvial em PVC-sanitário e os tubos e conexões para água quente são em cobre, instalados em “*shafts* verticais não visitáveis” e os ramais e sub-ramais para abastecimento dos pontos de consumo são embutidos na

alvenaria. A retirada do esgoto de dentro do ambiente é feita por meio de tubos embutidos em forros falsos e lançado no tubo de queda.



Figura 6.6: **Shafts** para tubulação vertical

O aquecimento da água é feito também em uma central a gás, e seu encaminhamento para o consumo em tubos de cobre soldados, concebido como no caso A.



Figura 6.7: **Aquecedores coletivos**

O processo executivo dos SPHS, como no caso anterior, teve início na confecção da estrutura, execução da alvenaria e, após esta etapa, nos “rasgos” feitos para instalação dos ramais e sub-ramais de abastecimento e instalações para o esgoto,

testes de estanqueidade, posterior revestimento dos pisos e paredes e instalação das louças e metais sanitários. Esta empresa não apresentou tendências em introduzir os “kits hidráulicos”, bem como os “shafts verticais visitáveis”.

### **Planejamento**

Neste empreendimento houve o planejamento formal, inclusive com a participação dos seus encarregados. Utilizaram procedimentos próprios documentados para contratação dos serviços de projeto e execução dos SPHS, com diretrizes para seleção dos projetistas e elaboração dos projetos, bem como sua forma de execução.

Como no caso A, os projetos dos SPHS foram elaborados quando a concepção do empreendimento estava consolidada, com os projetos de arquitetura e estruturas já em fase avançada de desenvolvimento. As reuniões preliminares tiveram como característica apresentar o empreendimento e não suas diretrizes, ficando o arquiteto, também, com o papel de gerenciador das várias interfaces de projeto.

### **Projeto**

Os projetos dos SPHS foram elaborados por terceiros, que participaram de reuniões para compatibilização dos diversos projetos envolvidos. Entretanto, não foi possível determinar todas as características desta empresa uma vez que, após exaustivas tentativas a mesma não respondeu ao pesquisador. Apesar disso uma observação mais criteriosa permitiu constatar algumas características.

As questões relativas à padronização dos procedimentos, controles, *check-list* e análise crítica ao final do projeto não puderam ser respondidas. Para que este fato tivesse mínimo impacto na pesquisa, estas questões foram consideradas “Não se aplica” no *check-list*.

Pode-se afirmar, através dos projetos na obra, que foram utilizados recursos computacionais para sua confecção e que avançaram até a fase de produção, com memoriais descritivos, lista de materiais e detalhamentos.

Todo projeto atendeu às normas de desempenho referentes aos SPHS, contemplando itens referentes ao conforto dos usuários, higiene e salubridade dos ambientes, entretanto não são flexíveis sob a ótica do cliente/usuário.

O projeto arquitetônico promove espaços internos aos apartamentos adequados ao fim a que se destinam, bem como espaços adequados para a instalação de bombas, aquecedores, caixas de inspeção, etc. Os ambientes são dotados das características necessárias para resistir às solicitações de esforços e intempéries a que serão submetidos.

O projetista não participou ativamente da execução, levando à possibilidade de decisões nem sempre acertadas, tomadas pelos executores que, com seu tipo de preparo e visão restrita do empreendimento, poderiam representar perdas relativas ao desempenho e racionalização dos sistemas.

As revisões de projetos foram feitas apenas no momento em que foram solicitadas pelos encarregados da obra, ficando o projetista a resolver problemas e não a evitá-los, prejudicando o resultado final do empreendimento. O uso de recursos de computação, em base CADD, facilitou estas revisões, caracterizando o projeto “*as built*” ao final da obra.

Quando feitas atualizações, a construtora não exerceu controles com relação às cópias desatualizadas, disponibilizando apenas as cópias atuais na central de produção e, o encarregado pela execução, foi incumbido de repassá-las a seus executores.

### **Suprimentos**

A empresa selecionou seus fornecedores de equipamentos e insumos através de requisitos, como a certificação, recorrendo a seu banco de dados, e utilizando seus componentes em todo o empreendimento.

Estes componentes foram estocados e transportados de acordo com as especificações dos seus fabricantes, protegidos de intempéries e de agentes nocivos, próximos aos equipamentos de transporte vertical, porém sem almoxarifado configurado, utilizando os pavimentos térreo e sub-solos para estocagem destes insumos.



Figura 6.8: **Estocagem dos insumos**

Não foi realizado planejamento e gerenciamento de sua entrega. Os pedidos foram feitos de acordo com a necessidade de uso e sem prazos máximos para os encarregados encaminharem as requisições de compra ao departamento responsável. Seu recebimento na obra foi controlado pelo encarregado através de inspeções visual e quantitativa.

Este encarregado também controlou a circulação, interna à obra, destes componentes, porém sem controles estatísticos que permitissem comparar o montante consumido com o previsto inicialmente em projeto.

Foram realizados controles de entrada e saída de ferramentas e equipamentos, bem como programas de manutenção. Estes programas foram confiados aos encarregados pela execução e supervisionados pela construtora.

### **Execução**

A execução dos SPHS foi terceirizada, sob responsabilidade de um encarregado da empresa construtora. Sua contratação foi feita a partir de programas de seleção e qualificação de fornecedores de serviços. A empresa terceirizada é constituída por nove pessoas subordinadas a um encarregado.

Os prazos de execução foram norteados por um cronograma de execução, elaborado pela equipe multidisciplinar juntamente com a gerência da empresa e os

encarregados da obra, porém não atualizado durante a obra, potencializando a perda de controle dos seus prazos.

A construtora não apresentou procedimentos padronizados de execução e seu controle foi exercido pelas figuras do encarregado da obra e do encarregado pelos SPHS, também responsáveis pelo dimensionamento da equipe de execução e atualização dos projetos.

Entretanto, os locais equipados com os SPHS e seus procedimentos de instalação foram estabelecidos e preparados de acordo com as normas de referência e a prática comum.

O empreendimento não apresentou movimentos para a racionalização no uso dos tubos, seus cortes e montagem foram executados no ambiente de instalação, colaborando para desperdícios.

Ao final da etapa de execução, os encarregados realizaram inspeções visuais nos sistemas, porém sem identificar quais pontos deveriam ser potencializados e falhas que deveriam ser sanadas em futuros empreendimentos.

### **Uso e Manutenção**

Não foram especificados elementos economizadores do consumo, bem como facilitadores da manutenção, como os “*shafts* visitáveis” por exemplo.

Após entrega da obra, a empresa não tem o hábito de realizar qualquer tipo de avaliação, seja formal ou não, do grau de satisfação do usuário.

O serviço de assistência técnica pós-entrega é realizado por profissionais da própria empresa, porém sem treinamento técnico específico. As causas destas manutenções não são levantadas, bem como os custos decorrentes desta operação.

### **Gestão de Recursos Humanos**

A execução foi confiada a terceiros, contratados com base nos critérios confiança e relação custo-benefício, recorrendo ao banco de fornecedores de serviços da empresa.

Posteriormente, a empresa não apresentou a estes o empreendimento como um todo, sendo-lhes passadas as tarefas de acordo com o momento da execução, sem treinamentos específicos para as atividades que iriam desenvolver.

A empresa não apresentou qualquer forma de incentivo a seus colaboradores, bem como sistemas para avaliar o desempenho dos seus recursos humanos, mas acredita na polivalência como forma de otimizá-los.

#### 6.2.4 ANÁLISE DO CASO B

Aqui também a racionalização dos SPHS e, conseqüentemente, do edifício como um todo e a introdução de inovações tecnológicas podem ser consideradas aquém do seu potencial. O fato dos ambientes equipados com os SPHS neste empreendimento estarem próximos, ação que partiu do projeto de arquitetura, ratifica a idéia da necessidade de interdisciplinaridade dos vários subsistemas.

Os índices neste empreendimento ficaram abaixo do anterior (Tabela 6.2 e Figura 6.10), porém podem ser considerados satisfatórios com relação à qualidade, exceto para o aspecto Recursos Humanos, muito baixo e discrepante dos demais.

Tabela 6.2: Resultados do *Check-list* - Caso B

Aspectos Analisados	Total de Perguntas	Total de respostas			Índice	Nível
		Sim	Não	Ñ se aplica		
Planejamento	07	5	2	0	71,43%	4
Projeto	38	26	5	7	83,87%	5
Suprimentos	19	13	4	2	76,47%	4
Execução	22	13	7	2	65,00%	4
Uso e Manutenção	15	9	4	2	69,23%	4
Recursos Humanos	08	3	5	0	37,50%	2

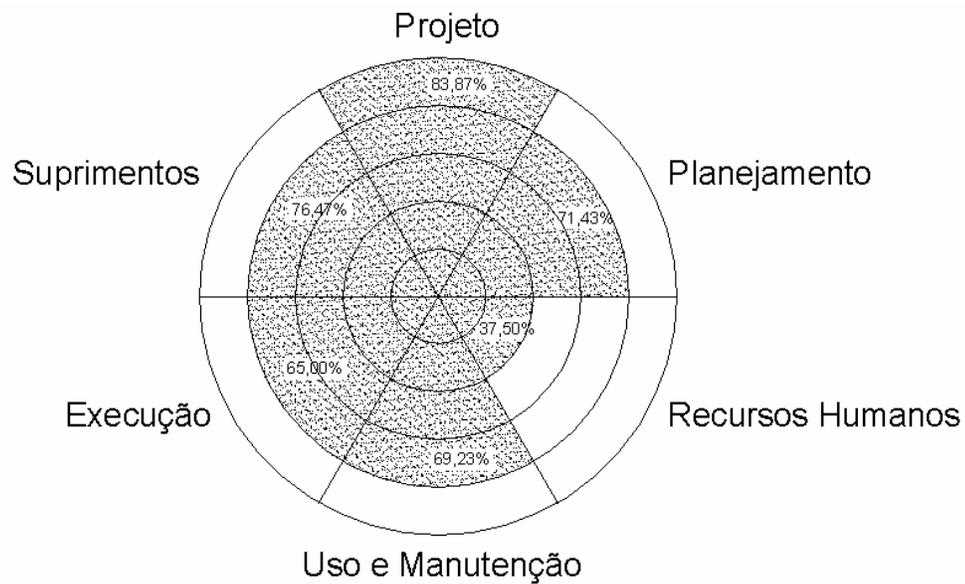


Figura 6.9: **Diagrama dos níveis de qualidade e racionalização – Caso B**

Este fato pode ser explicado pela forma com que este item é encarado pela construtora quando o terceiriza, imaginando-se isenta de quaisquer responsabilidades sobre os mesmos, não lhes oferecendo qualquer tipo de incentivo ou preparo, desconsiderando a emoção pelo trabalho (CAMPOS, 1992).

O resultado desta posição dificulta qualquer tipo de modernização ou aplicação de inovação tecnológica, uma vez que os recursos humanos são grandes responsáveis pelo sucesso de qualquer medida neste sentido (AMORIM, 1999).

Nos resultados, constatou-se que para qualquer tipo de ação no sentido de modernização tecnológica, a empresa deve partir da adoção de medidas que visem modernizar sua gestão para, em seguida, partir para introdução de inovações tecnológicas. Investir em sua organização e gestão buscando padronizar seus procedimentos e adotar critérios para avaliação dos serviços prestados, bem como de seus colaboradores.

Para alcançar estes resultados, a empresa deve se envolver de forma efetiva com programas de gestão da qualidade, adotando ferramentas como o 5S e *Kaizen*, entre outras tantas.

Otimizar o uso dos *shafts* horizontais, tornando-os visitáveis, dotando-os com carenagens equipadas com aberturas, facilitando a manutenção dos SPHS e utilizar

elementos economizadores nos pontos de consumo. Estes equipamentos não alterariam sua forma de produção e otimizariam sua execução e uso e manutenção.

## **6.3 CASO C**

### **6.3.1 DADOS GERAIS DA EMPRESA**

Esta empresa pesquisada está há 19 anos no mercado, com cerca de 50 funcionários em seu quadro, construindo edifícios residenciais, comerciais e industriais. Além de participar do QUALIHAB e PBQP-H, está iniciando sua certificação na norma ISO 9001.

### **6.3.2 DADOS DA OBRA VISITADA**

O empreendimento visitado caracteriza-se por um edifício residencial de múltiplos pavimentos, constituído por sub-solo e térreo utilizados como garagem, 12 pavimentos-tipo, com 12 apartamentos por andar, e cobertura utilizada como área de lazer.

Diferentes dos casos anteriores, os apartamentos de um mesmo pavimento têm programas diferentes, caracterizados por um e dois dormitórios e duplex com dois dormitórios. Além dos dormitórios, todos apartamentos têm em seu programa sala, cozinha, área de serviços e, nos duplex, varanda.

O sistema construtivo adotado foi o tradicional racionalizado, caracterizado por vigas, pilares e lajes em concreto armado e fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos.

### **6.3.3 PROCESSO PRODUTIVO DOS SPHS**

Nos SPHS também foi utilizado o sistema racionalizado. Os tubos e conexões para água fria são em PVC-soldável, os tubos de queda e os condutores verticais de água pluvial em PVC-sanitário e os tubos e conexões para água quente são em cobre, instalados em “*shafts* verticais não visitáveis” e os ramais e sub-ramais para abastecimento dos pontos de consumo são embutidos na alvenaria. A retirada do esgoto de dentro do ambiente é feita por meio tubos embutidos em forros falsos e lançado no tubo de queda.



Figura 6.10: **Detalhe dos shafts**

O aquecimento da água é feito também em uma central a gás, e seu encaminhamento para o consumo em tubos de cobre soldados, concebido como nos casos anteriores.

Sua execução, também teve início na confecção da estrutura, com aberturas nas lajes para passagem da tubulação vertical, dos vasos e das caixas sifonadas. Posteriormente foram confeccionados os *shafts* durante o fechamento da alvenaria, posteriores “rasgos” para embutir os ramais e sub-ramais de abastecimento, as instalações das tubulações de esgoto através da laje, os testes de estanqueidade, o reboco, as impermeabilizações, os revestimentos e a pintura para, finalmente, instalação das louças e metais sanitários (Figura 6.12).

### **Planejamento**

A empresa apresentou procedimentos documentados e critérios para contratação dos serviços de projeto e execução dos SPHS. Por estar implantando a certificação pelas normas ISO, a empresa vem aprimorando as devidas documentações.

Ainda a importância dos SPHS está subestimada frente aos subsistemas arquitetura e estruturas, constatado pela não participação destes projetistas na concepção do empreendimento. O arquiteto foi o mediador das várias interfaces dos projetos nas reuniões multidisciplinares, ocorridas apenas quando o empreendimento já estava concebido.



Figura 6.11: **Detalhes da instalação dos ramais**

### **Projeto**

Os responsáveis pela elaboração dos projetos deste subsistema são os mesmos que realizaram os projetos do caso anterior, repetindo as mesmas condicionantes citadas naquele caso.

Os projetos foram elaborados com recursos computacionais, em base CADD, e tomadas as devidas precauções quanto à salubridade e higiene dos SPHS e do ambiente construído.

A concepção do subsistema (passagens horizontais e verticais) foi adequada à dos demais subsistemas construtivos, porém caracterizada por certo enrijecimento à possibilidade de alterações pelo cliente.

As bombas, aquecedores, caixas de inspeção, etc., foram alocados em locais apropriados, antecipados ainda no projeto arquitetônico. Os ambientes foram dotados de características para resistirem às solicitações de esforços e intempéries a que são submetidos e necessárias ao seu bom funcionamento e rendimento.

Os responsáveis pelo projeto não acompanharam sua execução. Suas atualizações ocorreram quando solicitadas pelo encarregado da obra, caracterizando o projeto “*as built*” ao final da obra.

Estas atualizações não foram controladas pela construtora e apenas disponibilizadas na central de produção novas cópias do projeto, sem que os executores tivessem este documento para execução de suas tarefas.

### **Suprimentos**

Seus fornecedores de equipamentos e insumos são certificados em normas de desempenho e tabulados em banco de dados da empresa, onde foi possível recorrer quando necessário.

O planejamento e gerenciamento da entrega dos insumos não eram realizados de forma criteriosa, constatado por seus procedimentos referentes aos pedidos e entregas destes materiais, ocorrendo quando assim fosse necessário. Quando da entrega, estes insumos eram inspecionados visual e quantitativamente pelo encarregado.

Não apresentou controle sobre a utilização destes insumos dentro da obra, bem como controle relativo aos índices de produtividade e consumo, além de não controlar a entrada e saída de ferramentas e não executar programas de manutenção dos equipamentos e ferramentas utilizadas na obra.

Apresentou preocupações quanto à estocagem destes insumos, procurando seguir as especificações dos fabricantes, porém não tão rigoroso como nos casos anteriores, ficando alguns insumos desprotegidos de intempéries e agentes nocivos.



Figura 6.12: **Condições de armazenamento**

### **Execução**

Sua execução foi terceirizada e supervisionada pelo encarregado da obra. Esta empresa é constituída por um encarregado e três pessoas responsáveis pela execução, contatada sem critérios formais, apenas pela confiança e experiências em outros empreendimentos.

Foi elaborado cronograma de execução, porém não atualizado durante a obra, acentuando a possibilidade de perda de controle dos prazos de execução, bem como a identificação dos seus prováveis motivos.

Seus procedimentos de execução não foram documentados e o controle da produção foi exercido pelo encarregado da obra, também responsável pelo dimensionamento da equipe de execução e atualização dos projetos.

Não otimizaram o corte dos tubos, através de uma central de produção, bem como não utilizaram “kits hidráulicos” para execução deste subsistema, acarretando acentuado desperdício de insumos e elevado número de atividades.

Ao final da etapa de execução, o encarregado inspecionou visualmente as atividades realizadas, porém sem utilizar qualquer critério documentado. Isto dificultou a verificação dos pontos positivos a serem potencializados, bem como as falhas a serem sanadas nos empreendimentos posteriores.

### **Uso e Manutenção**

Não apresentou ações facilitadoras da manutenção, como os *shafts* visitáveis, e elementos para racionalização do consumo de água e energia. Apesar disso, as peças em contato com o usuário são providas de características relativas ao seu conforto, certificadas por normas.

Não é hábito desta construtora realizar avaliações pós-ocupação em seus empreendimentos, assim não é possível determinar as causas de insatisfação a serem sanadas, bem como as características positivas a serem destacadas.

Sua equipe de assistência técnica não recebe qualquer tipo de treinamento na função que irão desempenhar e não são inventariadas suas causas e os custos destes procedimentos.

### **Gestão de Recursos Humanos**

Não foi apresentado aos seus colaboradores, responsáveis pela execução dos SPHS, o empreendimento como um todo, sendo-lhes apenas determinada as tarefas a serem cumpridas em um dado momento.

Também não foi oferecido a estes qualquer tipo de incentivo, seja por motivação ou financeiro, nem treinamentos técnicos e alfabetização.

É desinteressante para a empresa que seus recursos humanos sejam polivalentes. Acreditam que o indivíduo especializado em uma função tem melhor desempenho, porém sem fundamento, uma vez que a empresa não faz avaliações de desempenho.

#### 6.3.4 ANÁLISE DO CASO C

É comum a pouca importância dada aos SPHS e neste caso não foi diferente. Seus projetos foram elaborados quando já consolidados os projetos de arquitetura e estruturas, ficando aqueles subsistemas apenas como complementares. Como resultado, teve-se a racionalização dos SPHS, e do edifício como um todo, aquém de suas potencialidades.

Não apresentou qualquer inovação tecnológica, e mesmo que tivessem intenção de implantá-la não surtiriam efeitos benéficos, uma vez que, neste empreendimento faz-se necessário primordialmente readequação e modernização do seu sistema de gestão, para seguir com introdução destas inovações.

Os níveis constatados na pesquisa foram bastante irregulares, variando de dois no item Recursos Humanos até cinco, em projetos (Tabela 6.3 e Figura 6.14). Estes resultados talvez reflitam o momento da empresa, caracterizado pelo início de sua certificação na norma ISO 9001.

Tabela 6.3: **Resultados do Check-list - Caso C**

Aspectos Analisados	Total de Perguntas	Total de respostas			Índice	Nível
		Sim	Não	Ñ se aplica		
Planejamento	07	5	2	0	71,43%	4
Projeto	38	26	5	7	83,87%	5
Suprimentos	19	11	6	2	64,71%	4
Execução	22	12	8	2	60,00%	3
Uso e Manutenção	15	7	6	2	53,85%	3
Recursos Humanos	08	3	5	0	37,50%	2

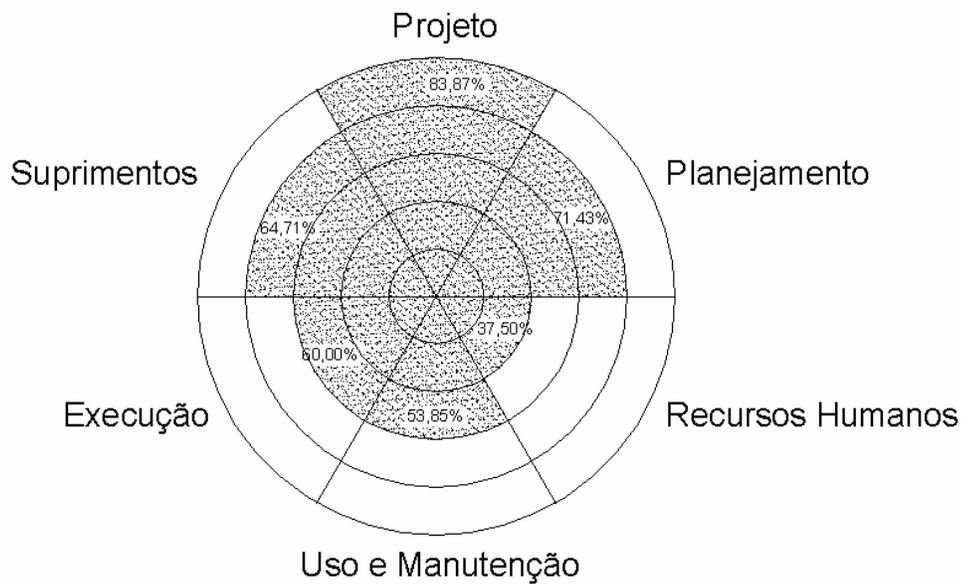


Figura 6.13: **Diagrama dos níveis de qualidade e racionalização – Caso C**

Este caminho adotado talvez seja o mais apropriado para o patamar em que se encontra, a fim de melhorar seus índices de qualidade. Mudanças significativas na sua forma de produzir seriam ineficazes, uma vez que para surtirem o efeito esperado é necessário conhecer bem como isso se dá dentro da empresa.

Para conhecer sua forma de produzir é importante investigar e criar padronizações e critérios documentados que devem ser condicionantes do processo de concepção e usados na verificação do que foi executado está de acordo com o previsto.

Conhecendo sua forma de produzir e, por conseqüência, seu patamar tecnológico, a empresa terá subsídios para identificar seus pontos falhos e escolher qual caminho seguirá para saná-los. A certificação nas normas série ISO 9000 são importantes aliadas neste sentido.

Entretanto, algumas pequenas modificações surtiriam efeitos a curto prazo e não seriam dispendiosas, como utilizar elementos economizadores no consumo. Estes elementos economizadores não alterariam sua forma de produzir.

É fundamental a participação dos projetistas dos SPHS para que estas mudanças ocorram, uma vez que são estes os responsáveis por especificar estes procedimentos. Assim, a empresa deve cobrar destes colaboradores atualizações constantes e que seus projetos reflitam estas atualizações.

A empresa deve priorizar seus esforços no item Recursos Humanos, índice mais baixo na análise, entender que mesmo sendo terceirizados são estes os responsáveis pela efetivação de qualquer medida adotada pela empresa.

Implantar medidas que motivem seus colaboradores a realizar seu trabalho da melhor forma possível, oferecendo treinamentos em suas funções, prêmios por produção e a perspectiva de crescimento dentro da empresa.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A pesquisa corrobora com a colocação de vários pesquisadores dos SPHS: estes sistemas são tidos como de pouca importância pelas empresas construtoras, como complementares. Seus projetos são meros documentos legais e colaboram pouco, ou não colaboram, para modernização e introdução de inovações tecnológicas na construção civil.

Em todas as empresas pesquisadas, as questões relativas a estes sistemas são efetivamente discutidas somente quando da consolidação dos projetos de arquitetura e estruturas, diminuindo o potencial de racionalização dos SPHS e, por conseguinte, do edifício como um todo.

Os projetos são elaborados por empresas terceirizadas e destas não foi cobrada maior organização interna, bem como projetos mais consistentes e indutores da modernização tecnológica.

Não foram constatados movimentos para mudanças neste quadro, seja por parte da empresa construtora, através da busca por colaboradores mais dinâmicos, ou pelos responsáveis pelos projetos, pelo fato de desconsiderarem que suas participações nesta pesquisa resultariam em *feedback* para seus procedimentos e questionamentos dos pontos a serem melhorados e potencializados.

Esta baixa qualidade dos responsáveis pelos projetos parece contraditória com a competitiva estrutura instalada, onde só os melhores sobrevivem, mas pode ser explicada pela pouca importância dada a este subsistema pela empresa construtora e pela formação destes profissionais ainda na fase acadêmica.

A criação de padrões formais para procedimentos e critérios de avaliação dos serviços prestados e seus prestadores ainda é bastante incipiente, diferenciada apenas na empresa já certificada pela norma ISO 9001, empresa esta que avançou neste sentido, mas requer um olhar mais atento principalmente nos critérios adotados para seleção dos seus fornecedores.

Os procedimentos para recebimento e circulação interna dos insumos, quando existentes, devem ser revistos buscando determinar de forma mais clara os responsáveis por esta operação e sua forma de proceder e, quando inexistem, devem ser criados de imediato.

Com estes procedimentos, a empresa poderá determinar o ritmo de consumo destes insumos, otimizando sua compra, e estabelecer comparativos entre o quantificado em projeto e o efetivado na obra, estabelecendo índices de produtividade e perdas, apontando possíveis falhas a serem sanadas no seu processo.

A partir da padronização formal dos procedimentos de execução, a empresa terá maior controle sobre esta atividade e poderá cobrar de seus colaboradores a correta forma de executá-los e medir seus índices de produtividade.

Entretanto, para exigir de seus colaboradores a correta forma de executar seus padrões fazem-se necessários treinamentos e reciclagens destes profissionais, dados pela empresa construtora. A criação destes padrões formais também servirá como referência teórica para estes treinamentos.

As empresas devem entender que mesmo terceirizando a execução dos serviços, naquele espaço de tempo, estes colaboradores devem estar motivados a realizar suas tarefas e que o ser humano é por natureza insatisfeito, devendo-lhes, assim, ser oferecida a possibilidade de ascensão pessoal e dentro da empresa, além das suas necessidades básicas.

Aqui a empresa pode agir inicialmente proporcionando qualidade de vida, salários justos para a função que desempenham, estimular seu crescimento profissional através de treinamentos e reciclagens, a saudável competição para melhoria dos índices de produtividade e a criação de ambientes saudáveis e confortáveis para execução das tarefas.

Por fim, quando não o faz, investir na racionalização no uso da água e energia através de elementos economizadores, o que não representariam grande dispêndio de recursos ou mudanças radicais na forma de produzir e propiciaria ganho social considerável através da manutenção do equilíbrio e interferência mínima no meio.

## REFERÊNCIAS

---

AMORIM, S. R. L.. **Inovações tecnológicas nas edificações**: papéis diferenciados para construtores e fornecedores. Niterói, RJ. 1999. 17p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=13804](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=13804)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

AMORIM, S. R. L.. **Tecnologia, organização e produtividade na construção**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995. 201p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=13938](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=13938)>.

Acesso em: 07 mar. 2004.

AMORIM, S. V.. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**: desempenho e normalização. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1989. 167 p.

AMORIM, S. V.. Racionalização de Sistemas Hidráulicos Prediais. In: CIBW62 INTERNACIONAL SYMPOSIUM. WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 2000, Rio de Janeiro. CD-Rom.

AMORIM, S. V.; VIDOTTI, E.; CASS JR., A.. Patologias das instalações prediais hidráulico-sanitárias, em edifícios residenciais em altura, na cidade de São Carlos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 1993, São Paulo. 9 p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/downloadpdf.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=24744](http://www.infohab.org.br/Scripts/downloadpdf.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=24744)>

Acesso em: 08 out. 2003.

ARCOWEB. **Construir sem uma gota d'água**. Disponível em: <<http://arcoweb.com.br/tecnologia/tecnologia1.asp>>. Acesso em: 02 out. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Comitê Brasileiro de Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.cobracon.org.br/>>. Acesso em: 04 abr 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro, 2000. 21 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Pesquisa de normas: resultados.** Disponível em: <[http://www.abntdigital.com.br/aplicacao/pesquisa/asp/Resultado\\_frame.asp](http://www.abntdigital.com.br/aplicacao/pesquisa/asp/Resultado_frame.asp)>. Acesso em: 24 set 2003.

BARON, C. M. P.. **Introdução à história da tecnologia de conjuntos habitacionais.** 1999. 291 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999.

BARROS, M. M. S. B.. Gestão da qualidade e implantação de tecnologias construtivas racionalizadas no processo de produção de edifícios. In: WORKSHOP TENDÊNCIAS RELATIVAS À GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo, 3p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=23823](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=23823)>. Acesso em: 08 out. 2003.

BARROS, M. M. S. B.. Inovações tecnológicas em empresas construtoras: um modelo de ação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., Fortaleza, 2001. 16p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=13048](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=13048)>. Acesso em: 08 out. 2003.

BARROS, M. M. S. B.. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** 1996. 422 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

BARROS, M. M. S. B.. O desafio da implantação de inovações tecnológicas no sistema produtivo das empresas construtoras. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998, São Paulo, 39 p. Disponível em:

<[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=23442](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=23442)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

BARROS, M. M. S. B.. SABBATINI, F. H.. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas no processo de produção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. 8 p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=18960](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=18960)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

BIESTY, S.. **Conhecer por dentro**. Tradução da Folha de São Paulo. São Paulo: Ed. Folha da Manhã, 1995. 52 p. Título original: The incredible cross-section book.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB)**. Disponível em: <<http://www.cdhu.sp.gov.br/http/qualihab/objetivos/teobjetivos.shtml>>. Acesso em: 24 set. 2003.

COSTA, C. Z.. **O equipamento hidráulico e sanitário da habitação**. 1983. 234 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1983.

DECA (Brasil). **Catálogo Deca**. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2003.

FARAH, M. F. S.. Processo de trabalho: novo tema de investigações nos estudos sobre a construção no Brasil. In: CONSTRUÇÃO SÃO PAULO, 1993, São Paulo. 3 p. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/>>. Acesso em: 08 out. 2003.

FARAH, M. F. S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. 1992. p. 45-69. Tese (Doutorado em Sociologia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1992. Disponível em: [noriegec@cpgec.ufrgs.br](mailto:noriegec@cpgec.ufrgs.br)

FLEURY, A. C. C. Organização do trabalho: o caso da construção habitacional. In: ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO. São Paulo: Ed. Atlas, 1983. P. 195-219.

GARCEZ, L. N.. Instalações prediais. In: **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária**. 2 ed. São Paulo: Ed. Blucher/Sinduscon-SP, 1977. p. 253-330.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T.. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador, v.1, 8 p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=16940](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=16940)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO. **Estrutura detalhada da CNAE**: código e denominações. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/concla/download/cnae\\_codigos\\_descricoes.zip](http://www.ibge.gov.br/concla/download/cnae_codigos_descricoes.zip)>. Acesso em: 06 set. 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION). **ISO 6241**: Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered, London, 1984.

LAFARGE (Brasil). **Catálogo Gypsum**. Disponível em: <<http://www.gypsum.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2003.

LANDI, F. R. **A evolução histórica das instalações hidráulicas**. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1987. 68p.

LINK QUALITY. **ISO 9001 versão 2000**. Produção de Link Quality. Coordenação de Antonio Rebelo. Rio de Janeiro: Link Quality, 2002. 1 fita de vídeo (78 min), VHS, son., color.

MARTUCCI, R.. **Planejamento de obras**: um estudo de uma metodologia de intervenção do homem no meio ambiente. São Carlos, 1975. 107 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1975.

MARTUCCI, R. **Projeto tecnológico para edificações habitacionais**: utopia ou desafio. São Paulo, 1990. p 171-222. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola

Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990. Disponível em: [infohab@power.ufscar.br](mailto:infohab@power.ufscar.br)

MESEGUER, A. G.. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Tradução de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Fº, Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo: Sinduscon-SP, 1991. 179p.

NOVAES, C. C.. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1996. 389p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana) – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

NÚCLEO ORIENTADO À INOVAÇÃO NA EDIFICAÇÃO. **Sistema de indicadores de desempenho para construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: [http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/indicadores/frame\\_apresenta.htm](http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/indicadores/frame_apresenta.htm). Acesso em 04 out. 2003.

PEIXOTO, F. M., CREMONINI, R. A.. Racionalização do processo de produção dos sistemas hidráulicos prediais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., Recife, 1999, 10p. Disponível em: [http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=11765](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=11765). Acesso em: 31/01/2004.

PEIXOTO, F. M.. **Sistemas Hidráulicos Prediais**: proposta de diretrizes para a racionalização do processo produtivo. 2000. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2000.

PEX DO BRASIL. (Brasil). **Catálogo PEX**. Disponível em: <http://www.pexdobrasil.com>. Acesso em: 25 jun. 2003.

PICCHI, F. A.. Lean thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza, 2001, 19p. Disponível em:

<[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=13141](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=13141)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

PLUMBING SUPPLY(a) (Estados Unidos da América). **Ceramic water closets book.** 2003. Disponível em:

<<http://www.plumbingsupply.com/toilethistorybooks.html>>. Acesso em: 05 set. 2003.

PLUMBING SUPPLY(b) (Estados Unidos da América). **The men that made the water closet.** 2003. Disponível em: <<http://www.theplumber.com/closet.html>>.

Acesso em: 05 set. 2003.

PLUMBING SUPPLY(c) (Estados Unidos da América). **Pan closet.** 2003, Disponível

em: <[http://data.pg2k.hd.org/\\_exhibits/toilets/pan-closet-diagram-AJHD.jpg](http://data.pg2k.hd.org/_exhibits/toilets/pan-closet-diagram-AJHD.jpg)>. Acesso em: 05 set. 2003.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT(a).

**Apresentação.** Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/apresentacao/apresentacao.htm>>. Acesso em: 05 set. 2003.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT(b).

**Projetos.** Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos/apresentacao.htm>>. Acesso em: 05 set. 2003.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT(c).

**Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras.** Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos/SIQ/construtoras/Anexo%20II.pdf>>.

Acesso em: 05 set. 2003.

RIVOLI TECNA (Brasil). **Catálogo Rivoli.** Disponível em:

<[http://www.rivolitecna.com/bra/home\\_bra.htm](http://www.rivolitecna.com/bra/home_bra.htm)>. Acesso em: 02 out. 2003.

ROCA CERÂMICA E COMÉRCIO (Espanha). **Catálogo Roca.** Disponível em:

<<http://www.roca-sa.com/produtos/sanitario.htm>>. Acesso em: 02 out. 2003.

RODRIGUES, M.. A era dos plásticos. **Téchne.** n. 50, jan/fev, p. 20-23,2001.

SANTOS, Carlos A. B.; FARIAS FILHO, José R. de. Construção civil: um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. 8p. Disponível em:  
<[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=14871](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=14871)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

SANTOS, Daniel C. Avaliação do desempenho dos sistemas prediais de esgotos sanitários em diferentes níveis de ventilação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. v.2 p.893-899.

Disponível em:  
<[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=17012](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=17012)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

SINDICATO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO(a).

**Construção civil:** pilar do projeto de desenvolvimento do novo governo São Paulo, 2003, Disponível em:

<<http://www.sindusconsp.com.br/servico/busca/interna.asp?id=2785>>. Acesso em: 05 set. 2003.

SINDICATO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO(b).

**Economia.** São Paulo, 2003, Disponível em:

<[http://www.sindusconsp.com.br/downloads/ConstruCarta\\_Emprego\\_176.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/ConstruCarta_Emprego_176.pdf)>.

Acesso em: 21 mar. 2004.

SOUZA, R.; et al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.**

São Paulo: CTE, 1994. 247p.

TONIOLO, W. J. Desenvolvimento institucional do saneamento básico em São Paulo. **Revista DAE**, SABESP. São Paulo, vol. 46, n. 147, Dez. 1986.

VARGAS, M. **Para uma filosofia da tecnologia.** São Paulo, Alfa-Ômega. 1994. 286 p.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

---

AMORIM, S V.. **Metodologia para estruturação de Sistemas de Informações para projeto dos Sistemas Hidráulicos Prediais**. 1997. 213 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AMORIM, S V.. Qualidade em projetos dos sistemas hidráulicos prediais. In: WORKSHOP TENDÊNCIAS RELATIVAS À GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. 3p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=23832](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=23832)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (a). **NBR ISO 9004**: Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho, Rio de Janeiro, 2000. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (b). **NBR 6026**: Informações e documentação – Referência – Elaboração, Rio de Janeiro, 2000. 22 p.

BARROS, M. M. S. B.. A implantação de tecnologias construtivas racionalizadas no processo de produção de edifícios: proposição de um plano de ação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL, GESTÃO E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. p. 73-104. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=23413](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=23413)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

CAMPOS, V. F.. **TQC**: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. QFCO. 1992. 224 p.

CARDOSO, L. R. A.. Metodologia de avaliação de custos de inovações tecnológicas na produção de habitações de interesse social. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Salvador, 2000. v.1, p.532-539.

Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=16887](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=16887)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

FARAH, M. F. S.. Diagnóstico tecnológico da indústria da construção civil: caracterização geral do setor. In: **Revista Tecnologia de Edificações**, v.5, n.119, p.111-116, ago. 1988.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V.. Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto. In: BOLETIM TÉCNICO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/94. São Paulo, 1993. 21p.

ILHA, M. S. O.. Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais. In: TEXTO TÉCNICO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/07. São Paulo: EPUSP, 1993.

ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; GONÇALVES, O. M. et al. Execução de juntas em pvc rígido em sistemas prediais de esgoto sanitário : uma análise crítica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, v.2 p.1059-1066. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=16872](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=16872)>. Acesso em: 08 out. 2003.

ILHA, M. S. O.; SANTOS, D. C.. Normalização dos Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS. São Paulo, Setembro, 1994. p. 31-38. Disponível em: <COPIAS@EPIB.USP.BR>. Acesso em: 08 out. 2003.

MAGALINI, A. F.; AGNESINI, M. V. C.. Sistema construtivo pré-fabricado em argamassa armada para habitação unifamiliar. In: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO SOBRE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS INDUSTRIALIZADAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 3., São Paulo. v.2 p. 426-434. Disponível em: <copias@epib.usp.br>. Acesso em: 08 out. 2003.

MEGALE, M. T.; PAEZ, E.. Proposta de racionalização na construção habitacional: uma aplicação em conjuntos habitacionais, condomínios horizontais e verticais para a classe média. In: ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 9., 1988, São Paulo, p. 114-129. Disponível em: <copias@epib.usp.br>. Acesso em: 08 out. 2003.

MEIRA, A. R. et al..Racionalização de canteiros através da implantação inovações tecnológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. 8p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=14920](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=14920)>. Acesso em: 08 out. 2003.

MELIGHENDLER, M.. A racionalização de obras na construção civil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM HABITAÇÃO DA PESQUISA À PRÁTICA, 1987, São Paulo. v.1, p. 317-325. Disponível em: <[copias@epib.usp.br](mailto:copias@epib.usp.br)>. Acesso em: 08 out. 2003.

NEVES, C. M. M.. Alguns aspectos que interferem na implantação de melhorias e inovações tecnológicas na produção do edifício. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Rio de Janeiro. 6p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=13966](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=13966)>. Acesso em: 08 out. 2003.

NOGUEIRA, L. R. K.. A construção industrializada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM HABITAÇÃO DA PESQUISA À PRÁTICA, 1987, São Paulo. v.1, p. 231-233. Disponível em: <[copias@epib.usp.br](mailto:copias@epib.usp.br)>. Acesso em: 08 out. 2003.

NOVAES, C. C.. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. v.2, p. 169-176. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=18815](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=18815)>. Acesso em: 08 out. 2003.

NOVAES, C. C.. Construção de edifícios: valorização do projeto em um contexto de mudanças. In: WORKSHOP TENDÊNCIAS RELATIVAS À GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. 3p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=23834](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=23834)>. Acesso em: 08 out. 2003.

NOVAES, C. C.. Indicadores da qualidade do projeto do edifício sob a ótica da empresa incorporadora-construtora. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA

DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. v.1 p.501-508. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=16909](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=16909)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

NUCCI, N. L. R.; OLIVEIRA, H. S.; Galaiarsa, C. M.. Aspectos gerenciais e institucionais em 50 anos de Revista DAE: Um novo arranjo para o setor de saneamento. **Revista DAE**, São Paulo, 1986. v. 46, n. 147, p. 341-356.

OLIVEIRA, G. S. G.. A Modernização da Construção Civil – Subsetor Edificações. **Tecbahia Revista Baiana de Tecnologia**, 1998, Camaçari, v.13, n.1, Jan./Abr, 1998. p.172-179.

OLIVEIRA, P. V. H. et al. Análise da aplicação de check-list sobre inovações tecnológicas em canteiros de obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. v.1, p.349-356. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=16907](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=16907)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

PIETROBON, V. E. R.; LADAGA, F. J. T. C.; PIETROBON, C. E.. Industrialização fechada: um breve comparativo entre banheiro convencional e pré-fabricado In: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. 5p. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=16257](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=16257)>.

Acesso em: 08 out. 2003.

REIGORODSKY, C. Programa construtivo ECONOBRA: uma experiência rumo à superação da fase artesanal ou arcaica na construção de habitações de interesse social na América Latina. In: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO SOBRE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS INDUSTRIALIZADAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 3., 1993, São Paulo. v.2, p. 479-492. Disponível em: <[copias@epib.usp.br](mailto:copias@epib.usp.br)>. Acesso em: 08 out. 2003.

REVISTA CURSO D'ÁGUA, São Paulo, DAE – SABESP, 1988. Trimestral. ISSN 0101-6040.

REZENDE, S. C.; HELLER L.. **Saneamento no Brasil**: políticas e interfaces. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002. 310 p.

ROBERT, M.. **A estratégia pura e simples da inovação do produto**: como o processo de inovação pode ajudar a sua empresa a suplantar suas concorrentes. Tradução de Eduardo Vivacqua. Rio de Janeiro: ed. Nórdica Ltda, 1995. Título original: Product Innovation strategy, pure & simple.

SILVA, W. W. S.; SALATA, R.. A importância da racionalização em intervenções por ajuda-mútua: a contribuição técnica do IPT. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM HABITAÇÃO: DA PESQUISA À PRÁTICA, 1., 1987, São Paulo. v.2 p. 551-562. Disponível em: <copias@epib.usp.br>. Acesso em: 08 out. 2003.

TOLEDO, R.; ABREU, A. F.; JUNGLES, A. E.. A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. v.1 p.317-324. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=14566](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=14566)>. Acesso em: 08 out. 2003.

VARGAS, C. L. S et al. Avaliação de produtividade e de perdas na construção civil : simulação utilizando modelo reduzido para demonstrar as vantagens do uso da linha de balanço na programação da obra e de inovações tecnológicas no canteiro. Florianópolis, In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998. v.2 p. 159-168. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD\\_BIBLIOGRAFIA=18812](http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=18812)>. Acesso em: 08 out. 2003.

## ANEXO – CHECK LIST

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	
Nome: _____	Cod.: _____ Porte: _____
Contato: _____	Fone: _____
Obra: _____	e-mail: _____
Organograma da empresa:	
Organograma da empresa ou departamento responsável pelo projeto dos SPHS:	
Organograma da empresa ou departamento responsável pela execução dos SPHS:	
CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	
Sistema construtivo do edifício	<input type="checkbox"/> Tradicional
	<input type="checkbox"/> Tradicional racionalizado
	<input type="checkbox"/> Pré-fabricado
	<input type="checkbox"/> Industrializado
Sistema construtivo dos SPHS	<input type="checkbox"/> Tradicional
	<input type="checkbox"/> Racionalizado
	<input type="checkbox"/> Pré-fabricado
	<input type="checkbox"/> Industrializado
Descrição dos sistemas construtivos:	

LISTA DE VERIFICAÇÃO			
Descrição	Sim	Não	Ñ aplica
<b>1. PLANEJAMENTO</b>			
1.1 Existem diretrizes para elaboração de projeto?			
1.2 Há algum mecanismo para seleção e avaliação de projetistas?			
1.3 É elaborado planejamento formal das etapas de produção (cronograma de execução)?			
1.4 Os encarregados participam deste planejamento?			
1.5 Existem reuniões preliminares entre as equipes multidisciplinares?			
1.6 Existe a figura do Gerenciador de projetos?			
1.7 É dado ao projetista dos SPHS poder de decisão, quanto ao processo de produção, semelhante ao dado a outros projetistas?			
Resultados parciais:	Total	Sim	%
<b>2. PROJETO</b>			
2.0.1 Existe a padronização de componentes e de detalhes construtivos?			
2.0.2 São utilizados recursos computacionais?			
2.0.3 É elaborado o projeto de produção?			
2.0.4 Existe o controle de produção dos projetos?			
2.0.5 Existe controle de recebimento de projetos pela empresa empreendedora?			
2.0.6 Existem reuniões para compatibilização entre os vários projetos envolvidos?			
2.0.7 Existe o <i>Check-list</i> para verificação dos pontos com maior probabilidade de ocorrência de falhas?			
2.0.8 Existe uma análise crítica ao final do processo de projeto?			
2.0.9 São levadas em conta questões executivas na elaboração dos projetos?			
2.0.10 Os projetistas acompanham sua execução?			
2.0.11 Existe o projeto <i>as built</i> , ao final da obra?			
2.0.12 É utilizado o conceito de “shafts”?			

2.0.13 São especificados sistemas não convencionais (p.ex., sistemas que utilizem tubos flexíveis, banheiros prontos, torres de banheiros, esgoto à vácuo)?			
2.0.14 Os sistemas utilizados são compatíveis com o sistema construtivo global?			
<b>2.1 SISTEMA DE RESERVAÇÃO E RECALQUE</b>			
Descrição:			
2.1.1 São tomadas as devidas providencias quanto à higiene deste sistema (reservatórios são apoiados, vedação das tampas, empoçamento, distância dos reservatórios, etc)?			
2.1.2 Existe a preocupação, em projeto, com a manutenção deste sistema?			
<b>2.2 APARELHOS SANITÁRIOS</b>			
Descrição:			
2.2.1 Os aparelhos sanitários são certificados por normas referentes a seu desempenho?			
2.2.2 Os equipamentos estão locados em áreas dimensionadas adequadamente para o conforto ergonômico do usuário?			
2.2.3 Os componentes dos sistemas não permitem o empoçamento de água que possa ser foco de desenvolvimento de atividades biológicas?			
2.2.4 São especificados aparelhos economizadores no consumo de água?			
<b>2.3 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA E QUENTE</b>			
Descrição:			
2.3.1 Os projetos são flexíveis sob a ótica do cliente?			
2.3.2 As passagens horizontais e verticais são adequadas com o sistema?			
2.3.3 No projeto arquitetônico os pontos de utilização estão concentrados?			
2.3.4 O encaminhamento do sistema de distribuição é lógico?			
<b>2.4 COLETA E DISPOSIÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO E ÁGUA PLUVIAL</b>			

Descrição:			
2.4.1 As superfícies horizontais têm declividade mínima para garantir o escoamento da água pluvial até os pontos de drenagem previstos?			
2.4.2 A declividade mínima das calhas de beiral, platibandas e condutores horizontais são uniformes e adequadas?			
2.4.3 Foram realizados ensaios de estanqueidade no sistema de captação de água pluvial?			
2.4.4 O sistema de esgoto foi concebido de modo a impedir que os gases provenientes do seu interior atinjam áreas de utilização?			
2.4.5 O sistema de esgoto foi concebido de modo a impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema?			
2.4.6 O sistema de esgoto foi concebido de modo a impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação?			
2.4.7 Foram previstas caixas de inspeção?			
<b>2.5 COMPONENTES E EQUIPAMENTOS</b>			
Descrição:			
2.5.1 O projeto arquitetônico contempla locais apropriados para os equipamentos (bombas, aquecedores, caixas de inspeção, etc.)?			
2.5.2 Os equipamentos são especificados para resistir às solicitações decorrentes das variações térmicas, dos choques mecânicos e intempéries?			
2.5.3 Os equipamentos de aquecimento da água alimentados por gás estão locados em locais com ventilação permanente adequada?			
2.5.4 Os equipamentos de aquecimento da água alimentados por gás não estão locados em locais de permanência prolongada?			
2.5.5 Os equipamentos de aquecimento de água alimentados por energia elétrica estão interligados ao sistema de aterramento através de um condutor de proteção?			
2.5.6 Os aparelhos utilizados para o aquecimento de água possuem válvulas de alívio para o caso de sobrepressão?			
2.5.7 Os aparelhos utilizados para o aquecimento de água possuem válvulas de segurança que cortem a alimentação de energia em caso de superaquecimento.			

Resultados parciais:	Total	Sim	%
<b>3. SUPRIMENTOS</b>			
3.0.1 Existe planejamento da entrega de materiais e gerenciamento de estoques (suprimentos) dos SPSHS?			
3.0.2 Os encarregados participam deste planejamento?			
3.0.3 Existem especificações técnicas para compra dos componentes dos SPSHS?			
3.0.4 Existe controle de recebimento destes componentes na obra?			
3.0.5 Este controle de recebimento retroalimenta o sistema?			
3.0.6 As entradas de materiais são comparadas com o previsto inicialmente?			
3.0.7 É conferida a qualidade e a quantidade de material entregue na obra?			
3.0.8 As requisições de compras têm especificados os requisitos do material e a quantidade necessária?			
3.0.9 Existe um programa de seleção e qualificação de fornecedores de componentes dos SPSHS?			
3.0.10 Estes fornecedores são certificados?			
3.0.11 São utilizados tubos e conexões do mesmo fabricante?			
3.0.12 Existem orientações para o armazenamento e transporte dos componentes?			
3.0.13 Estas orientações seguem as especificações dos fabricantes?			
3.0.14 Os componentes são armazenados em locais de fácil acesso e abrigados, livres da exposição ao sol e da ação de agentes nocivos?			
3.0.15 Os componentes são estocados próximos aos equipamentos de transporte vertical?			
3.0.16 Existe o controle de entrada e saída dos componentes na obra?			
3.0.17 Existe a medição e acompanhamento dos índices de produtividade e consumo de materiais?			
3.0.18 Estes índices são repassados aos envolvidos no processo ( <i>feed-back</i> ).			
3.0.19 Existe um programa de manutenção de equipamentos e ferramentas?			
	Total	Sim	%

Resultados parciais:	Total	Sim	%
<b>4. EXECUÇÃO</b>			
4.0.1 Existe um controle das alterações de projetos ocorridas durante a obra?			
4.0.2 Existe um cronograma de execução da obra?			
4.0.3 Quando não cumprido o cronograma, existe o levantamento das causas do problema?			
4.0.4 Existe a atualização do cronograma durante a obra, para evitar a perda do controle?			
4.0.5 Existe o dimensionamento da equipe de execução?			
4.0.6 Existem procedimentos padronizados para execução dos serviços?			
4.0.7 Existe o controle de produção?			
4.0.8 Os responsáveis pela execução dos SPHS usam cópias do projeto para executá-los?			
4.0.9 As cópias são atualizadas quando existem alterações no projeto?			
4.0.10 Os SPHS são executados de acordo com o projeto?			
4.0.11 Existe bancada para o corte dos tubos?			
4.0.12 Existe a otimização no corte dos tubos?			
4.0.13 Utilizam “kits hidráulicos”?			
4.0.14 Os “kits hidráulicos” são pré-testados antes do posicionamento final?			
4.0.15 Se foi utilizado kit hidráulico, as operações realizadas dentro dos ambientes sanitários se limitam à união com as colunas?			
4.0.16 Existe a proibição do aquecimento dos tubos?			
4.0.17 Existe a marcação e fixação das caixas de passagem das tubulações nas formas das lajes?			
4.0.18 As caixas de passagem são previamente preenchidas para evitar a entrada de concreto?			
4.0.19 Foram realizados ensaios de estanqueidade?			
4.0.20 Existe controle da qualidade dos serviços?			
4.0.21 Existe um programa de seleção e qualificação de fornecedores de serviços (subempreiteiros)?			
4.0.22 Existe o controle final de recebimento dos serviços executados?			

Resultados parciais:	Total	Sim	%
<b>5. USO E MANUTENÇÃO</b>			
5.0.1 Os equipamentos estão locados em áreas dimensionadas para o conforto ergonômico do usuário?			
5.0.2 Existe a possibilidade de acesso fácil para manutenção dos componentes?			
5.0.3 A temperatura superficial das peças de utilização nos sistemas que conduzem água quente está dentro dos limites de conforto e segurança?			
5.0.4 As peças de utilização e demais componentes dos SPSHS que freqüentemente são manipulados pelos usuários não possuem cantos vivos ou superfícies ásperas?			
5.0.5 A descarga da tubulação do extravasor está localizada onde o encarregado da manutenção possa enxergá-la facilmente ou dotada de algum dispositivo de aviso?			
5.0.6 O sistema de esgoto foi concebido de modo a permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções?			
5.0.7 São considerados os custos de manutenção durante a vida útil dos SPSHS?			
5.0.8 Existem registros dos gastos referentes à manutenção nas edificações?			
5.0.9 Existem registros das causas dos serviços de manutenção?			
5.0.10 Essas informações retroalimentam os projetos da empresa?			
5.0.11 Existe treinamento para os responsáveis pelo uso e manutenção dos SPSHS?			
5.0.12 Existe o Manual do Usuário com as recomendações para uso e manutenção SPSHS e com os projetos "as built"?			
5.0.13 Existe serviço de assistência técnica pós-entrega?			
5.0.14 Existe um sistema formal de avaliação do grau de satisfação do cliente pós-ocupação?			
5.0.15 Estas informações retroalimentam o processo de produção dos SPSHS?			
Resultados parciais:	Total	Sim	%
<b>6. GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS</b>			
6.0.1 Existem critérios para seleção e contratação de pessoal?			

6.0.2 Existem reuniões para apresentar ao funcionário as normas da empresa e a função que ele irá desempenhar?			
6.0.3 Existem programas de treinamento na empresa?			
6.0.4 Existe um programa de segurança no trabalho?			
6.0.5 Existem programas de alfabetização dentro da empresa?			
6.0.6 Existe avaliação de desempenho dos recursos humanos?			
6.0.7 Existe sistema de incentivos (financeiro ou motivacionais) na empresa?			
6.0.8 Existe o incentivo para a polivalência do operário para executar outros processos?			
Resultados parciais:	Total	Sim	%

#### REGISTROS DO PROCESSO

Projeto:	Croqui
Condições de estocagem no canteiro:	Fotos
Condições de transporte dos materiais pelos operários:	Fotos
Condições de trabalho dos operários:	Fotos
Bancada de produção dos SPS:	Fotos
Pavimento-tipo:	Fotos
Pavimento térreo:	Fotos
Pavimento subsolo:	Fotos
Execução dos SPS:	Fotos
Obra acabada:	Fotos
Outros:	Fotos