

# SISTEMA DE PADRONIZAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE EDIFÍCIOS COM PARTICIPAÇÃO DOS OPERÁRIOS

\*Maria Aridenise M. Maia  
\*\*Luiz Fernando M. Heineck  
\*\*\*Mauro M. Yuki

## RESUMO

*Este trabalho apresenta uma proposta e o uso, em construtora de pequeno porte, de um sistema de padronização para fase executiva de edifícios com a participação dos trabalhadores. Este sistema é composto basicamente por: especificação do produto, padrão técnico do processo, procedimento operacional, manual de treinamento, retro-alimentação e melhoria contínua.*

## ABSTRACT

*This work attempts to introduce a proposal for smaller construction companies of one standard system for the execution of buildings with effective participation of workers. The system is composed by: production specification, process standart technic, operation procedure, training of manual, retroalimention and continuos improvement.*

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos primeiros passos para a implantação da qualidade na construção, na visão do TQC, deve ser a rotinização de procedimentos, que é o tema deste trabalho. O domínio tecnológico do processo por si só já melhoraria significativamente o desempenho destes.

Embora a sistematização e documentação das tarefas e rotinas seja parte indispensável de um sistema

de qualidade, uma pesquisa recente realizada em Porto Alegre com 45 gerentes técnicos de empresas de pequeno porte no setor da Construção Civil mostrou que 71% delas não tinham nenhum tipo de documentação referente a procedimentos de execução.

Além disso, existe uma deficiência acentuada em relação a disponibilidade de normas técnicas que defi-

\* Professora da Unifor, Eng. Civil e Mestranda do Programa de Pós-graduação em Eng. Civil - UFSC.

\*\* PhD e Professor do Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil - UFSC.

\*\*\* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFSC.

nam especificações e padrões para controle de procedimentos construtivos e produtos terminados - RODRIGUEZ (1992).

Uma prova desse fato ocorreu num levantamento realizado no catálogo da ABNT de 1988 que revelou que das 207 normas existentes à época no sub-comitê de edificações apenas 10% tratam de execução e controle de execução - PICCHI (1993).

Desta maneira, fica evidente que as empresas de construção de edifícios terão um esforço adicional para suprir as deficiências das normas brasileiras, principalmente no que diz respeito a procedimentos de execução - FORMOSO et al. (1993).

A necessidade de definir precisamente os procedimentos a serem executados tem assumido crescente importância na indústria da construção, em função do que se conhece como crise de conhecimento no setor devido a rapidez com que a tecnologia evolui e o aumento da diversidade de materiais e componentes de construção, o papel da experiência na tomada de decisões tem assumido uma importância cada vez mais relativa - CALAVERA apud FORMOSO et al (1993).

Embora os levantamentos realizados na Europa evidencie que em média 42,00% das patologias que aparecem nos edifícios é decorrente de falhas de projeto sendo a execução o segundo colocado com 28,50%, um estudo realizado no Brasil considera a execução como o principal responsável pelas patologias representando em torno de 52% - PICCHI (1993).

Devido a gravidade destes aspectos mencionados, ou seja, ausência de padronização nas empresas de pequeno porte e dos problemas patológicos oriundos da fase de execução, dentre outros, este trabalho surge como uma contribuição para sanar estas dificuldades citadas.

Este trabalho visa sobretudo desenvolver e aplicar um sistema de padronização para execução de edifícios com a participação efetiva dos operários.

## 2. PROPOSTA DO SISTEMA DE PADRONIZAÇÃO PARA FASE EXECUTIVA DE EDIFÍCIOS COM PARTICIPAÇÃO DOS OPERÁRIOS

A sugestão deste sistema está baseada na proposta de CAMPOS (1992) que envolve a especificação do produto, o padrão técnico do processo, o procedimento operacional e o treinamento. O sistema proposto considera todos estes itens como pode ser visto na figura 2.1 incluindo a retro alimentação e o aperfeiçoamento permanente dos padrões que para o autor seria obtido após a implementação da rotina.

Embora a proposta de CAMPOS estabeleça como seqüência a elaboração do padrão técnico do processo

seguido do procedimento operacional, neste trabalho eles foram elaborados simultaneamente.

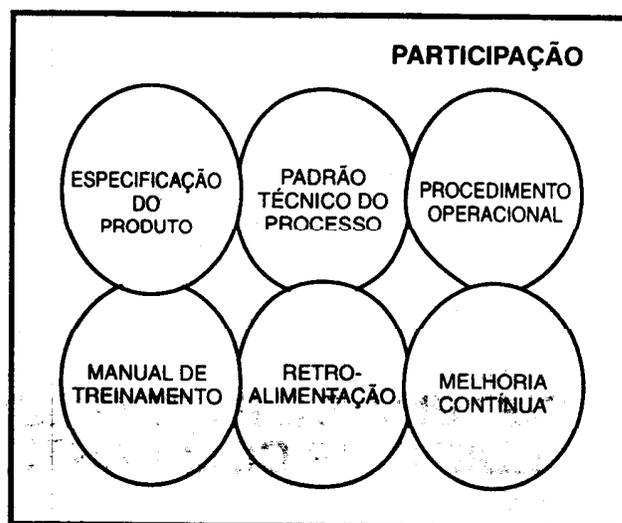


Figura 2.1 - Sistema de padronização proposto.

### 2.1. Especificação do produto

#### 2.1.1. Análise da documentação técnica

A documentação técnica utilizada na execução de um edifício residencial é constituída basicamente por projetos, especificações técnicas, memoriais descritivos, orçamento e cronograma.

De acordo com VARGAS (1984), as plantas só indicam o que construir, ficando para o coletivo de operários as decisões da maneira de executar o trabalho para chegar no que foi projetado.

Por isso, surge dificuldades na execução de determinados serviços tais como: cobertura, revestimento, impermeabilização, pavimentação, reescoramento, surgindo assim uma necessidade de elaborar projetos de produção que é utilizado por algumas empresas como a ENCOL, por exemplo - PICCHI (1993).

As especificações técnicas e os memoriais descritivos são responsáveis por definir os tipos de materiais, onde serão utilizados em linguagem técnica e de uma forma bastante genérica como deverão ser executados os serviços gerando assim uma necessidade de traduzir para uma linguagem acessível ao nível operacional.

O orçamento é importante porque pode facilitar na seleção dos processos a serem padronizados. Isto é possível porque estabelece a nível de custo que serviços merecem uma atenção maior, ou seja, permite montar uma curva ABC que hierarquiza os serviços de acordo com critério estabelecido que pode ser de custo, consumo de mão-de-obra, quantidade de repetição, dentre outros.

Para padronizar os serviços de execução de edifícios onde é necessário deixar claro o que, como, quando, quem executar, a utilização destas técnicas é útil, mas insuficiente para responder todas estas questões colocadas. Para esclarecer algumas destas indagações é necessário utilizar uma técnica de programação.

Assim fica estabelecido os dados necessários à elaboração da padronização que podem ser obtidos a partir da documentação técnica combinada com os subsídios aqui citados, ou outros, que existam na empresa e se adapte a cultura da mesma.

### 2.1.2. Determinação dos processos a serem padronizados.

A seleção dos processos a serem padronizados deve ser feita a partir de uma análise dos indicadores de qualidade tais como: custo, moral, atendimento, qualidade, segurança. Portanto a padronização deverá ser iniciada pelos processos que estão apresentando resultados indesejáveis para posteriormente abranger todos os demais.

Entretanto, na construção de edifícios a maioria das construtoras não possuem informações a respeito da assistência técnica que é prestada aos clientes, que seriam um excelente indicador dos problemas ocorridos durante o uso.

No caso específico da construção de edifícios, o critério para determinar quais os processos a serem padronizados poderia se basear em custo ou repetição, padronizando somente os mais significativos.

Se eleger o primeiro, haveria o risco de padronizar serviços de terceiros como por exemplo instalação de elevadores e colocação de esquadrias de alumínio que tem uma representação considerável a nível de custo. Como estes serviços não costumam ser executados pelas construtoras de pequeno porte não seria interessante selecioná-los como tão importantes a nível de execução.

Por outro lado, os problemas que mais solicitam manutenção das construtoras são vazamentos e infiltrações causadas sobretudo por equívocos de execução de impermeabilizações e instalações hidrosanitária, conforme pode ser visto numa pesquisa realizada em Porto Alegre no Programa de Qualidade e Produtividade da Construção Civil - FORMOSO et al (1993). Isto significa que os serviços que são empreitados como estes dois, merecem atenção especial. Logo um critério aparentemente insignificante ou sem representatividade, precisa ser analisado com cuidado, a fim de que serviços importantes ou que venham a causar dificuldades no uso do edifício não sejam desprezados.

Utilizando como critério a repetição do serviço, aparentemente a construção civil fabrica produto único, entretanto, se considerar a unidade de repetição o apartamento ou pavimento, apareceria repetição da

maior parte dos serviços, com exceção da infra-estrutura e da cobertura, no caso de edifícios.

Para determinar todos os processos a serem padronizados de uma obra específica é necessário utilizar o orçamento, o cronograma, os projetos, as especificações técnicas enfim comparar os dados da documentação técnica de forma que não seja esquecido nenhum serviço e ainda seja compatibilizado os documentos entre si, no que concerne a serviços existentes, eliminando qualquer incoerência entre eles.

Outro fator determinante nesta fase é a unidade de repetição, que na construção de edifícios tende a ser muito demorada. Sendo necessário estabelecer unidades com durações mais restritas. Por exemplo a unidade de repetição da alvenaria poderia reduzir do pavimento, para o apartamento, para o ambiente até para unidade por parede o que seria mais fácil de controlar em unidade de tempo que passariam do mês para a quinzena, para o dia até chegar a hora.

Pelo que foi exposto, o segundo critério parece mais abrangente, entretanto exclui dois serviços que se analisados do ponto de vista que em todo edifício estariam presentes, os mesmos deveriam constar na padronização.

Como o trabalho se propõe a padronizar os serviços de execução de um edifício, decidiu-se utilizar o segundo critério, e, incluindo os serviços de cobertura e infra-estrutura. Possibilita-se assim que, com o uso do sistema, seja possível auxiliar na execução do edifício como um todo. Cabe salientar que esta escolha inclui os serviços terceirizados, principalmente aqueles que apresentam custo representativo.

### 2.1.3. Determinação dos produtos e clientes

Na construção civil os processos são facilmente identificáveis pois eles correspondem aos serviços, já os produtos e os clientes são termos pouco usados neste setor e requerem um pouco de cautela na sua identificação.

A identificação do produto é obtida a partir do processo e consiste em transformar este de verbo ativo seguido de substantivo para aquele que seria o substantivo seguido do verbo passivo, conforme pode ser visto na tabela 2.1.

Tabela 2.1

Identificação dos produtos à partir dos processos.

PROCESSOS	PRODUTOS
Verbo ativo + substantivo	Substantivo + verbo passivo
<b>REVESTIMENTO</b>	<b>REVESTIMENTO</b>
Chapiscar parede interna	Parede interna chapiscada
Chapiscar parede externa	Parede externa chapiscada

Chapiscar teto	Teto Chapiscado
Emboçar parede interna	Parede interna emboçada
Emboçar de parede externa	Parede externa emboçada
Rebocar parede interna	Parede interna rebocada
Rebocar parede externa	Parede externa rebocada
Rebocar de teto	Teto rebocado
Assentar azulejo ou cerâmica	Azulejo ou cerâmica assentado
Rejuntar azulejo ou cerâmica	Azulejo ou cerâmica rejuntado
Receber o revestimento	Revestimento recebido

A determinação dos clientes passa primeiro pelo estabelecimento de um critério, que se for o de que o cliente é o próximo processo, fica complicado identificar uma pessoa. Na determinação dos clientes pode ser usado dois artifícios para facilitar o trabalho.

Um seria o diagrama de Ishikawa que além de relacionar o problema à suas causas e aos seus efeitos pode também ser utilizado na intensificação de esforços para atingir um objetivo, organizando assim a inter-relação entre os assuntos referentes processos de fabricação, conforme mostra figura 2.2.

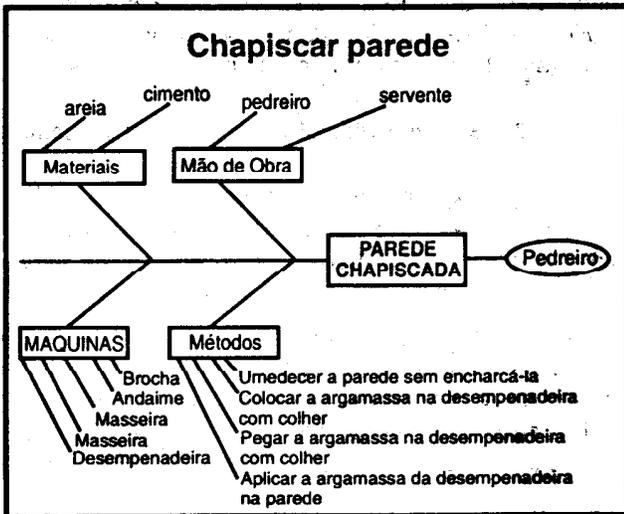


Figura 2.2 - Identificação do produto e cliente através de diagrama - Exemplo para chapisco de parede.

O outro seria a partir de uma tabela onde seria correlacionado o processo, os produtos e os clientes conforme pode ser visto na tabela 2.2.

Comparando os dois métodos parece mais simples a utilização da tabela, uma vez que a identificação dos clientes por diagrama só seria possível após a padronização.

Tabela 2.2  
Correlação entre os processos, produtos e clientes.

PROCESSOS	PRODUTOS	CLIENTES
REVESTIMENTO	REVESTIMENTO	
Chap. parede int.	Par. int. chapiscada	Encanador e pedreiro
Chap. parede ext.	Par. ext. chapiscada	Pedreiro
Chapiscar teto	Teto-chapiscado	Pedreiro
Emboçar par. int.	Par. int. emboçada	Pedreiro
Emboçar par. ext.	Par. ext. emboçada	Pedreiro
Rebocar par. int.	Par. int. rebocada	Pintor
Rebocar par. ext.	Par. ext. rebocada	Pintor
Rebocar teto	Teto rebocado	Pintor
Ass. azul. ou cerâm.	Azul. ou cerâm. ass.	Pedreiro
Rej. azul. ou cerâm.	Azul. ou cerâm. rej.	Pedreiro
Receber o revest.	Rev. recebido	Pedreiro

Considerando que o cliente interno seria a pessoa que executaria o próximo serviço, ou seja, o próximo processo, surge na fabricação do edifício convencional situações polêmicas, onde determinados serviços teriam mais de um cliente ou clientes sem habilidade técnica para julgar a qualidade do trabalho, conforme pode ser visto na tabela 2.3.

Tabela 2.3  
Conflito na identificação dos clientes no processo de execução de edifício convencional.

PRODUTOS	CLIENTES						
	CAR	AR	PED	ELE	ENC	PIN	MES
<b>ESTRUTURA</b>							
Forma montada	E	R	R	R	R		
Desmold. aplicado	E	R		R	R		
Forma limpa		R	E/R	R	R		
Armad. conféc.		E/R					
Armad. montada		E		R	R		
Tij. dist. (laje mist)		R	E				
Túb. em laje mont.				E/R			
Cx. de pass. col.					E/R		
Paq. distribuídas		R	E				
Pré-conc. receb.	E	E	E	E	E		E/R
Conc. executada			E/R				
Pças. est. chap.			E/R				
<b>REVESTIMENTO</b>							
Par. int. chapisc.			E/R				
Par. ext. chapisc.			E/R				
Teto chapiscado			E/R				

Par. int. emboçada			E/R				
Par. ext. emboçada			E/R				
Par. int. rebocado			E		R		
Par. ext. rebocado			E		R		
Teto rebocado			E		R		
Azul. ou cer. ass.			E/R				
Az. ou cer. rejunt.			E/R				
Rev. recebido							E/R

LEGENDA	
ABREVIACÃO	SIGNIFICADO
CAR	CARPINTEIRO
ENC.	ENCANADOR
PED.	PEDREIRO
ELE.	ELETRICISTA
AR.	ARMADOR
PIN.	PINTOR
E	EXECUÇÃO
R	RECEBIMENTO

Analisando os dados da tabela é possível perceber que no serviço de montagem de forma, por exemplo, existira mais de um cliente, se considerarmos como este a pessoa que executaria o próximo serviço. Logo o responsável pela montagem da armadura, pela distribuição dos tijolos em laje mista, pela colocação da tubulação e caixas elétricas, pela colocação das caixas de água e esgoto, e pela concretagem aparecem na tabela como clientes da montagem da forma. Desta maneira, fica complicado escolher uma pessoa como cliente, sendo mais coerente identificar que itens interessam a cada um deles, a fim de que os itens de controle correspondem a necessidade de cada um.

Outros casos, tais como: colocação de revestimento cerâmico na parede e execução de piso cerâmico, de mármore ou granito, onde o próximo processo seria de limpeza executada pelo servente, que no critério estabelecido seria o cliente, fica um tanto quanto questionável. Até que ponto um servente teria condições técnicas para julgar que o serviço executado pelo pedreiro estaria atendendo aos padrões de qualidade estabelecido pela empresa? Neste caso, para estabelecer o cliente de cada processo seria interessante considerar o mestre ou alguém com conhecimento técnico para receber o serviço.

No entanto, o estabelecimento dos itens de controle e verificação e o treinamento nas padronizações permite que qualquer operário seja capaz de receber e avaliar o processo precedente, uma vez que este julgamento não é aleatório. Logo, este aparente problema de desqualificação do servente para receber o processo de assentamento de piso parece não existir quando se dispõe da padronização.

## 2.2. Padrão técnico do processo

O padrão técnico de processo é o documento básico para o planejamento e controle do processo. Este padrão mostra todo o processo de fabricação de um produto ou de um serviço, as características de qualidade, os parâmetros de controle ou itens de controle dos operadores. Logo, haverá um padrão técnico de processo para cada família de produtos da empresa.

Na construção de edifício convencional pode-se considerar o produto parede pintada sendo que o padrão técnico do processo envolveria um grupo de serviços que seriam necessários para que o produto fosse fabricado.

Do padrão técnico de processo as informações vão para o operador através dos procedimentos operacionais.

Como já foi colocado anteriormente, no sistema proposto, os procedimentos operacionais de cada micro-processo independente, e o padrão técnico do processo seriam elaborados simultaneamente e a partir de uma conexão entre os micro-processos necessário para fabricação do produto.

## 2.3. Procedimento operacional

Na construção civil o domínio tecnológico está na mão dos operários, podendo-se afirmar que eles tem o saber fazer enquanto que os engenheiros tem o saber - FERRO apud PICCHI (1993).

Para obter o resgate do domínio tecnológico é fundamental a participação daqueles que possuem o mesmo.

Os resultados oriundos do clima participativo são consideráveis, logo a elaboração da padronização dos procedimentos operacionais com a colaboração dos trabalhadores requer algo mais abrangente como programas de gestão participativa.

Através de grupos formados por operários que trabalham na mesma área e baseado numa mentalidade de colaborar, sugerir e participar é possível realizar o trabalho com mais facilidade.

Considerando a formação do grupo e do ambiente participativo como condições iniciais, acredita-se que a informação a nível de concientização seja o próximo passo mais indicado. Neste momento é necessário reunir o grupo informando o que será executado, qual a importância do trabalho, bem como os objetivos, as funções e as vantagens tanto para empresa como para o trabalhador. Ciente de todas estas questões, elabora-se uma programação contendo as datas e os eventos que se pretende realizar. Os trabalhos podem ser executados no horário do expediente ou fora dele. É preferível que não seja remunerado, uma vez que participaria quem realmente estivesse interessado e não porque estaria sendo remunerado.



tralização para quando ocorrer resultados indesejáveis. Uma sugestão de manual de treinamento baseado neste autor pode ser visto na figura 2.5.

O treinamento deve utilizar os dois documentos a padronização propriamente dita e o manual de treinamento. O primeiro para deixar claro o que tem que ser preenchido quem o faz, quando, quem verifica, quando, como, enfim informações burocráticas. O segundo objetiva informar detalhes no nível operacional, além de fornecer subsídios para que o trabalho seja conduzido de maneira uniforme a um resultado satisfatório. Alerta ainda para problemas que podem ocorrer caso ocorra equívocos ou não cumprimento das normas pré-estabelecidas, inclusive enfatizando o que pode ser feito para sanar o erro de tal forma que o trabalhador perceba que vai ter muito mais trabalho se tiver que recorrer a neutralização. Com isto objetiva-se sobretudo evitar o erro com a conscientização e não com a exortação.

Este curso seria direcionado para engenheiros, mestres e encarregados. Seguindo as recomendações de CAMPOS (1992) que sugere que os operários sejam treinados pela chefia.

Os engenheiros e mestres após o curso de treinamento na padronização devem estar aptos a utilização da mesma, isto é, ter o controle do fluxo dela, bem como das responsabilidades de cada interveniente do processo, além do conhecimento da tarefa.

Os encarregados devem entender da parte burocrática, mas qualquer dúvida podem recorrer ao mestre e engenheiro que estarão com esta parte mais consolidada, entretanto na parte operacional ele não deve sair com dúvidas, pois passará os conhecimentos para o operador.

Para que os encarregados treinem os operários de maneira uniforme, é necessário uma metodologia única que poderá ser adquirida em um curso promovido pelo SENAI denominado de Curso de Desenvolvimento do trabalho que visa ensinar como treinar.

Após o treinamento das chefias será feita a implantação das padronizações para estabelecimento da rotina e treinamento dos operadores pelos encarregados durante o trabalho.

## 2.5. Implementação da padronização

A utilização da padronização na rotina diária do trabalho ocorre somente após a elaboração com participação, discussão da força tarefa, homologação da diretoria técnica, treinamento de gerentes e operários.

Além de ter que passar por todas estas etapas, é importante que pelo menos as padronizações referentes aos serviços que estão sendo executados na obra, na fase de implementação, estejam aptas a serem utilizadas. Isto evita conflitos entre os grupos causados pelo fato de nem todos estarem usando o sistema.

É fundamental que exista um líder que coordena o trabalho de elaboração e implementação da padronização. Dependendo do porte da empresa, este líder pode ser um departamento ou simplesmente uma pessoa.

Para iniciar o processo é interessante que o coordenador do trabalho reúna os encarregados para explicar o funcionamento das NPE e como será feita a implementação.

Nesta ocasião deve ser coletado informações a respeito do andamento da obra para definir em quais serviços será iniciado a implementação.

O coordenador das padronizações deve acompanhar cuidadosa e pacientemente o início do processo de utilização, esclarecendo dúvidas dos trabalhadores e instruindo sempre que necessário.

As padronizações utilizadas devem ser devolvidas para o coordenador que verificará se estão sendo preenchidas corretamente.

Quando ocorrer equívocos no preenchimento do documento, o coordenador deve explicar como corrigir e sobretudo, como fazer corretamente da próxima vez.

É interessante que o documento seja introduzido por partes para que o trabalhador consiga assimilar ele aos poucos até ter domínio total. Portanto, recomenda-se que a primeira vez que for utilizar a NPE seja explicado como preencher a duração do serviço e a equipe, por exemplo. E somente depois que o usuário estiver entendido e consolidado esta parte é que se faz uso dos campos de materiais e do procedimento operacional.

Quando existir segurança dos dados que estão sendo fornecidos pelas NPE utilizadas, estes deverão ser introduzidos num banco de dados para transformar a informação numa NPE cada vez mais próxima da realidade da empresa.

## 2.6. Retro-alimentação do sistema

Na construção civil é comum o uso de índice de consumo de materiais, de produtividade de pessoal baseado em tabelas como a PINI por exemplo, que muitas vezes retratam uma realidade completamente diferente daquela vivida pela empresa. Por isso é importante que a empresa colete seus próprios índices para que possa ter controle sobre as variáveis que atuam no processo. A duração das atividades é geralmente baseada na experiência prática que a empresa tem e não numa análise do processo onde pode ser observado as durações realmente necessárias para realizar o serviço.

No início o sistema servirá para coletar os índices reais de consumo de materiais, de produtividade de mão-de-obra e duração das atividades. O objetivo seria de suprir esta carência de utilização de índices mais precisos que proporcionariam maior competitividade para a empresa.

## 2.7. Aperfeiçoamento permanente

A padronização dos serviços em empresas de grande porte passa inicialmente por um estudo profundo de análise do processo documentando assim a forma mais eficiente de fabricar o produto e garantindo que se executado conforme o prescrito será obtido um resultado satisfatório.

Nesta fase são contratados universidades ou centros de pesquisas que para empresa de pequeno porte seria completamente inviável, uma vez que seria consideravelmente oneroso.

Uma alternativa seria reunir algumas pequenas empresas interessadas em contratar os órgãos de pesquisa para desenvolvimento deste trabalho rateando o custo entre elas.

Entretanto, poucas são as empresas de pequeno porte, no ramo que se interessam por este tipo de trabalho. Desta forma, sugere-se que sejam documentados da forma como são executados os serviços para construção de edifícios e que o processo de melhoria seja implementado pelos próprios trabalhadores.

Acredita-se que a padronização baseada em estudos desenvolvidos por pesquisadores dificulta a implementação do aperfeiçoamento permanente, uma vez que os trabalhadores tendem a pensar que aquela já é a forma ótima de executar a tarefa e não tem mais o que ser melhorado. Enquanto que a literatura coloca que sempre pode ser melhorado e que quem executa mais do que ninguém tem condições de sugerir melhorias.

Por outro lado, não se pode querer que os operários sugiram estas melhorias sem fornecer técnicas que auxiliem no desenvolvimento desta atividade.

Assim, é necessário fornecer subsídios necessários para tornar o funcionário capaz de melhorar a padronização, como por exemplo, análise do método a partir de fluxograma do processo.

## 3. UTILIZAÇÃO DO SISTEMA EM UMA CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE

### 3.1. A Empresa e o ambiente para a padronização com participação

O sistema foi utilizado em uma construtora de pequeno porte, em Florianópolis, como parte de um programa que a mesma estava implementando visando melhorar a qualidade e aumentar a produtividade baseado num ambiente participativo. O uso do sistema nesta empresa aspirava sobretudo verificar a aplicabili-

dade prática, inclusive sentido as dificuldades de transferir do papel para a rotina diária.

A empresa foi criada em 1986 e trabalhou tanto com construção pesada tendo executado pontes, viadutos, estradas dentre outros, quanto com construção de edifícios. Após a adoção do programa optou por trabalhar especificamente com construção de edifícios. Atualmente conta somente com uma obra piloto que funciona como uma espécie de laboratório. Todas as inovações tecnológicas e organizacionais são testadas nela e as que obtiverem êxito serão implementadas nas futuras obras da empresa ao contrário das que não forem bem sucedidas que serão abandonadas.

A escolha desta construtora ocorreu sobretudo porque nela já existia o ambiente participativo, condição necessária para elaboração das padronizações com participação dos trabalhadores, além do interesse da mesma em utilizar as padronizações na execução de edifícios iniciando pela obra piloto. Ocorrendo assim a possibilidade de desenvolver e ao mesmo tempo testar o trabalho direcionando para uma realidade empresarial.

O ambiente participativo na construtora se caracterizava por uma organização do trabalho em grupos, com reuniões de Equipes de Produtividade e Qualidade, de Comitês e Força Tarefa\* onde os trabalhadores de todos os níveis.

### 3.2. Especificação do produto

#### 3.2.1. Análise da documentação técnica

Reuniu-se os projetos de arquitetura, estrutura e instalações com especificações técnicas, memoriais descritivos, orçamento e cronograma da obra piloto para identificar e entender os serviços que fariam parte da execução do edifício.

Embora tenha ocorrido uma predominância de serviços, ou seja daqueles que aparecem com frequência na maioria das construções de edifícios, surgiu também alguns bem específicos da obra em estudo.

Utilizou-se um período de aproximadamente quinze dias para analisar a documentação técnica e partiu-se então para determinação dos processos a serem padronizados. Este material foi também utilizado durante a elaboração das padronizações para definir processo e padrões.

Percebeu-se durante esta fase a necessidade de elaboração de projetos facilitadores para auxiliar a fase de execução da obra conforme exposto na proposta de sistema de padronização no item 2.1.

\* EPQ espécie de CCQ existente na empresa. Comitê e força tarefa são grupos de pessoas que se reúnem para discutir e sugerir. Enquanto o primeiro trata de assuntos permanentes, o segundo trabalha com assuntos com início e fim pré-estabelecido.

Foi discutido ainda, a necessidade de programar a obra e a técnica mais conveniente para este tipo de obra. A partir das propostas foi escolhido o PERT. Esta técnica é considerada difícil de ser aplicada nas micro e pequenas empresas conforme foi revelado numa pesquisa realizada em Porto Alegre envolvendo 45 construtoras do setor - FORMOSO et al (1993).

Para facilitar a utilização desta técnica a empresa criou uma estratégia de transformar as informações do PERT para um quadro de KANBAN de controle da produção, visando sobretudo superar esta dificuldade citada. Comparando os documentos identificou-se serviços que não constavam em uma das documentações técnicas colocadas no início deste item e constava em outras, e em algumas que não estavam presentes na documentação, mas pelos projetos ou pela experiência prática da fase executiva existia a necessidade de serem executados em obra.

A partir desta análise da documentação técnica inicia-se a seleção dos processos a serem padronizados.

É importante que fique bem estabelecido as informações destes documentos a fim de que seja evitado mudanças no decorrer do processo o que poderia vir a causar uma série de transtornos. Por exemplo, a alteração do projeto estrutural de laje maciça para laje mista, de forma convencional para forma pronta, de concreto usinado para concreto fabricado em obra, modifica os procedimentos operacionais tanto de serviços principais como de serviços auxiliares, gerando uma reelaboração de padronização.

Para padronizar os serviços de execução de edifícios de uma empresa, uma maneira bastante simples seria primeiro determinar os padrões da construtora, ou seja, definir a tecnologia a ser utilizada em todas as obras dela. Outra opção seria elaborar o procedimento operacional para toda a fase executiva da obra, incluindo todas as tecnologias. Assim a empresa escolheria aquelas que fazem parte da obra a ser executada, como ocorre na composição de custos existentes para elaboração de orçamentos na tabela PINI.

Neste trabalho, optou-se por determinar a tecnologia que a empresa pretende utilizar em todas as obras a partir da piloto e elaborou-se padronização apenas dos serviços que ocorrem na mesma. Entretanto o sistema prevê a manutenção das Normas e Procedimentos de Execução, que consiste em alterar aquelas que forem sendo modificadas a partir da análise do processo numa espécie de aperfeiçoamento permanente, bem como da elaboração de novas padronizações para tecnologias que forem sendo incorporadas à construção de edifícios na empresa.

### 3.2.2. Escolha dos processos a serem padronizados

A partir da análise da documentação técnica foi possível identificar os serviços que fazem parte da execução do edifício em estudo.

Baseado nos critérios discutidos no item 2.2 decidiu-se por padronizar os serviços repetitivos tais como estrutura, alvenaria, revestimento, pavimentação, pintura, instalações, impermeabilização, além de infraestrutura e cobertura que se repete por edifício. Estes seriam os grandes grupos, ou seja, os macro-processos. Os micro-processos são mostrados na tabela 3.1.

A medida que o trabalho evoluía percebeu-se que alguns serviços não constavam no orçamento e eram executados várias vezes sendo pois necessário a sua normalização. Dentre eles pode-se citar: execução de argamassas fabricação de concretos, confecção de pastilhas e outros que foram denominados de serviços de apoio.

Embora a empresa trabalhe com mão-de-obra própria para execução de infra-estrutura, estrutura alvenaria, revestimento, cobertura e pavimentação, serviços como instalações, impermeabilizações e esquadrias são empreitados. Como os serviços tercerizados ocorrem em todas as obras da empresa, optou-se por padronizar também estes, para que fiquem mais claro tanto para a contratante, quanto para a contratada o que, como, onde, quando será executado o serviço e quem executará. Transformando numa linguagem única, dificultando assim erros devido a problemas de comunicação.

Além disso, os processos a serem padronizados estarão restritos aos serviços da obra, portanto não constará padronização para laje nervurada, maciça, pré-moldada e mista, mais simplesmente para aquele tipo específico a ser executado na obra piloto.

Tabela 3.1.

#### Processos selecionados para padronização na obra piloto.

MACRO PROCESSOS	MICRO PROCESSOS
SERVIÇOS PRELIMINARES	
	Executar tapumes.
	Executar barracão para escritório e alojamento.
	Montar torre para guincho.
	Executar bandejas salva-vidas.
	Executar instalações provisórias hidro-sanitária.
	Colocar entelamento de proteção.
	Executar guarda-corpo de proteção e corrimão prov.

	Montar andaimes.
	Remover entulho.
<b>INFRA-ESTRUTURA</b>	
	Locar a obra.
	Limpar o terreno.
	Executar escavação.
	Executar aterro e reaterro.
	Executar e montar forma para fundação.
	Executar e montar armadura para fundação.
	Concretar fundações.
<b>ESTRUTURA</b>	
	Receber e armazenar forma pronta.
	Montar a forma PRÁTICA
	Executar desforma e reescoramento
	Confeccionar e montar - armadura pilar.
	Confeccionar e montar - armadura viga
	Confeccionar e montar - armadura laje.
	Colocar caixa de passagem de madeira.
	Distribuir os tijolos em laje mista.
	Concretar estrutura.
	Chapiscar peças estruturais.
<b>PAREDES</b>	
	Marcar alvenaria.
	Executar alvenaria com tijolo cerâmico E = 10 cm.
<b>COBERTURA</b>	
	Executar madeiramento para telha FBC.
	Executar telhamento com telha FBC.
<b>REVESTIMENTO</b>	
	Chapiscar parede interna e externa.
	Chapiscar teto.
	Rebocar parede interna.
	Rebocar teto.
	Rebocar parede externa.
	Executar emboco.

	Assentar azulejo ou cerâmica.
	Executar forro de gesso.
	Executar forro de madeira.
<b>PAVIMENTAÇÃO</b>	
	Executar contrapiso.
	Executar cimentado para carpte.
	Executar cimentado liso.
	Executar piso cerâmico.
	Executar piso de pedra.
	Executar rodapé de madeira.
	Executar rodapé cerâmico.
	Executar soleira de mármore
	Executar peitoril de mármore.
	Colocar carpete.
<b>ESQUADRIAS</b>	
	Engradar aduelas.
	Assentar aduelas.
	Colocar portas.
	Colocar alizar.
	Colocar ferragens.
	Colocar contramarco de alumínio.
	Colocar folhas de esquadrias de alumínio.
	Colocar esquadrias metálicas.
<b>PINTURA</b>	
	Pintar parede com PVA.
	Pintar parede com látex acrílica.
	Pintar parede com texturizado acrílico.
	Pintar porta com esmalte sintético acetinado.
	Pintar esquadrias de ferro com esm. sint. acetinado.
	Envernizar madeira.
<b>IMPERMEABILIZAÇÕES</b>	
	Imperm. cisterna e elevador.
	Imperm. teto de cx. d'água e cist.
	Imperm. lajes gar. ramp e áreas desc.
	Imperm. floreiras e depósitos.
	Imperm. banheiros e áreas de serv.
	Impermeabilizar piscina.
	Imperm. cx. d'água (fundo e lat.)
<b>INST. ELÉTRO-TELEFÔNICA</b>	

	Distribuir eletrodutos em laje.
	Colocar eletrodutos em alvenaria.
	Executar prumadas.
	Executar fiação
INST. HIDRO-SANITÁRIAS	Executar ramais
	Executar recalque
	Executar barrilete.
SERVIÇOS DE APOIO	
	Fabricar concretos.
	Fabricar argamassas.
	Fabricar pastilhas.
	Armazenamento de cimento e cal
	Armazenamento de areia
	Armazenamento de tijolos.

### 3.2.3. Determinação dos produtos e clientes de cada processo.

A partir dos processos selecionados é possível identificar os produtos resultante de cada procedimento executivo bem como os clientes.

Para determinar os produtos estabeleceu-se o critério exposto no sistema proposto. Ver item 2.1.3.

Para identificação dos clientes será considerado o critério definido no sistema proposto. Logo, será considerado cliente o próximo processo. Entretanto quando ocorrerem os conflitos mostrados na tabela 2.3 será necessário agir conforme exposto no item 2.1.3.

### 3.3. Elaboração das padronizações com participação dos operários

A elaboração das padronizações com participação dos operários teve início com a constituição do grupo que trabalhariam no desenvolvimento do trabalho. Para tal foi utilizado o grupo da Equipe de Produtividade e Qualidade da obra piloto, que era composto por todos os trabalhadores dela. Portanto, estavam participando desde o servente até o mestre.

Seguidamente reuniu-se o grupo para explicar o que seria o trabalho, qual o objetivo, a importância e as vantagens, esta seria uma fase de informações visando sobretudo conscientizar e sensibilizar os colaboradores. Neste mesmo encontro foram entregues quatro modelos de formulário padrão para que as pessoas do grupo pudessem escolher um deles, alterar, combinar ou até mesmo sugerir um completamente diferente daqueles

entregue, iniciando assim um clima participativo. Ou seja, iniciava-se o trabalho mostrando para eles que não deveriam temer em sugerir, falar, interferir e opinar enfim encorajando os participantes para que a medida que os encontros fossem ocorrendo a participação ocorresse com mais intensidade.

Depois de escolhido o formulário padrão pelos colaboradores, foi montada uma programação de serviços a serem padronizados. Apesar de ter selecionado os processos, decidiu-se por iniciar a normalização dos processos que estavam acontecendo na obra piloto, uma vez que ficaria mais fácil e rápido de operacionalizar. Posteriormente foram padronizados serviços que já haviam sido concluídos e que ainda seriam executados nesta obra.

O trabalho foi marcado por fases bem estabelecidas e a medida que passava de uma para outra o grau de envolvimento, descontração e conseqüentemente de participação, recebia incremento considerável.

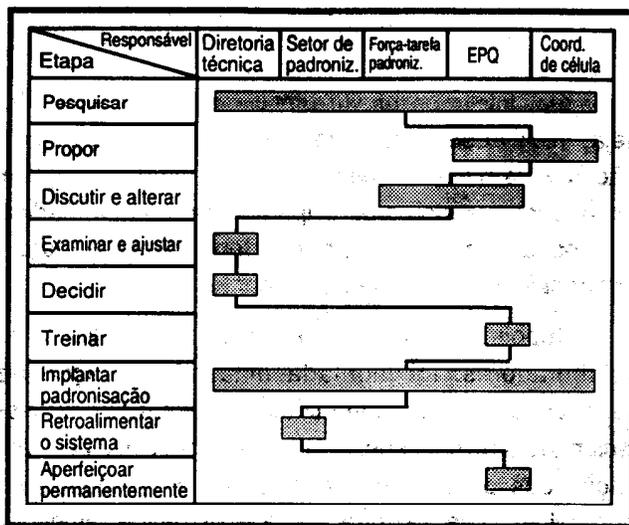
A primeira delas consistia basicamente na discussão de uma proposta baseada na documentação técnica, na experiência prática e nas Programações de Serviços (PS) da ENCOL, adaptando para a realidade da empresa, onde os trabalhadores desde o mestre até o servente, sugeriam alterações.

Na segunda ocorria o preenchimento do formulário padrão com as informações e discussões realizadas durante cada encontro semanal.

Durante estas duas fases houve o resgate do domínio tecnológico, ou seja, foi documentado os serviços de construção de edifício que está na mente do engenheiro, mestre, encarregado e operário mas não existe no papel.

Para transformar a linguagem operacional em técnica foi montado um grupo de força tarefa com todos os engenheiros da empresa, mestres e encarregados que discutiam e sugeriam baseado na documentação técnica, na experiência prática as padronizações que já haviam sido elaboradas com o consenso do grupo da EPQ.

Depois disto, as normalizações são enviadas para o diretor técnico que ainda pode sugerir e finalmente torna a mesma apta ao treinamento dos coordenadores de célula, que posteriormente treinarão os operários. Na figura 3.1 pode ser visto o sistema de padronização para execução de edifícios indicando o responsável por cada etapa.



**Figura 3.1 - Sistema de Padronização para execução de edifícios. Adaptada de CAMPOS 1993)**

### 3.4. Elaboração do padrão técnico do processo para fabricação de um apartamento

Como já foi comentado neste trabalho o sistema de padronização proposto por Campos sugere que a elaboração do padrão técnico do processo deve preceder o procedimento operacional.

Na construção Civil devido a ausência de documentação dos procedimentos operacionais e do domínio tecnológico estar nas mãos dos operários, percebeu-se que seria mais simples elaborar as padronizações dos processos de execução do edifício juntamente com a execução do padrão técnico do processo.

De acordo com o exposto no item 2.2 o padrão técnico do processo reúne um grupo de padronizações

para fabricação de um produto. A partir disso na obra piloto desenvolveu-se o padrão técnico do processo para um apartamento tipo.

### 3.5 Treinamento na padronização

Após concluídas todas as fases de elaboração das padronizações inicia-se a de treinamento.

Dividiu-se em dois tipos de treinamento para implementação das Normas de Procedimentos de Execução, uma para o nível gerencial envolvendo engenheiros, mestres, e encarregados e outro para operários que seria conduzido pela chefia. O primeiro visa sobretudo, ensinar aos gerentes a importância da normalização, os objetivos, as funções e as vantagens das mesmas tentando consolidar as informações que já haviam sido colocadas no início do trabalho. Além disto são utilizadas as NPE o manual de treinamento comentado. Neste momento é dado ênfase maior para o manual de treinamento tentando concientizar os coordenadores de o que, porque como fazer e quais os riscos e como neutralizar para que eles tenham claro as conseqüências dos equívocos tentando evitar que eles ocorram. As figuras 3.2, 3.3 e 3.4 mostram um exemplo da NPE e do manual utilizados no treinamento de nível gerencial. Embora a idéia seja treinar em todas as NPE elaboradas, neste trabalho decidiu-se por treinar somente nos serviços executados pela própria empresa, logo os serviços tercerizados tais como: instalações, impermeabilizações, pintura e esquadrias de alumínio foram excluídos do treinamento uma vez que estes serviços não comprometeriam o êxito do trabalho. Nas padronizações de infra-estrutura, mesmo o serviço sendo executado pelo pessoal da empresa,

<b>Almeida Pedrosa Engenharia e Construções LTDA</b>	<b>OBRA</b>	<b>UN</b>	<b>QUANT.</b>	<b>CÉLULA</b>
<b>SERVIÇO: Chapisco - Parede interna e externa.</b>	<b>LOCAL:</b>			<b>NPE Nº 07.01/01</b>

PRÉ-REQUISITOS		MATERIAIS NECESSÁRIOS	ÍNDICE	UN	QUANT.
01. Alvenaria com aperto.		01. Argamassa	0,007	m3	
02. Irregularidades corrigidas.					
<b>FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS</b>	<b>OK</b>				
01. Andaime					
02. Balde					
03. Brocha					
04. Carrinho de mão					
05. Colher de pedreiro		<b>MATERIAIS EXTRAS</b>	<b>VISTO</b>	<b>UN</b>	<b>QUANT.</b>
06. Desempenadeira					
07. Masseira					

**Figura 3.2 - Formulário para padronização de chapisco de parede. (frente)**

<b>INÍCIO PREV.</b> / /	<b>FIM PREV.</b> / /	<b>Justificativa:</b>
<b>INÍCIO EXEC.</b> / /	<b>FIM EXEC.</b> / /	

PROCEDIMENTO OPERACIONAL	EQUIPE	NUM	HOR	HH/TOT
01. Umedecer a parede sem encharca-la, quando necessário.	01. Coordenador			
02. Colocar a argamassa na desempenadeira com colher.	02. Oficial			
03. Aplicar a argamassa da desempenadeira com a colher na parede, com vigor, de tal forma que fique espalhada uniformemente em toda a superfície.	03. Ajudante			
	<b>ITENS DE VERIFICAÇÃO</b>	<b>PADRÃO</b>	<b>A</b>	<b>R</b>
	01. Tempo de uso após mistura.	2,5 h		
	02. Espessura da camada.	Uniforme		
	03. Acabamento	Áspero		
	04. Aderência	Total		
	<b>Assinatura:</b>			

Figura 3.3 - Formulário para padronização de chapisco. (verso)

<b>ALMEIDA PEDROSO ENGENHARIA E CONST. LTDA.</b>	<b>SERVIÇO</b>	<b>OBRA</b>	<b>DATA</b>
<b>MANUAL DE TREINAMENTO DAS NPE</b>			

O QUE FAZER	COMO FAZER	PORQUE FAZER	RISCO	NEUTRALIZAR
01. Umedecer a parede sem encharcá-la, quando necessário	Com broxa e água	Para que a superfície não absorva a água da argamassa.	Chapisco soltando.	Refazer o chapisco.
02. Colocar a argamassa na desempenadeira com colher	Introduzindo a colher na masseira e passando para desempenadeira.	Para lançar a argamassa contra a parede.	Dificuldades de lançar a argamassa	Apoiar a argamassa na desempenadeira.
03. Aplicar a argamassa da desempenadeira na parede com vigor, de tal forma que fique espalhada em toda superfície.	Com colher.	Para obter uma superfície uniforme e rugosa.	Superfície não uniforme.	Preencher os vazios.

Figura 3.4 - Formulário para treinamento na padronização de chapisco de parede.

não foi realizado o treinamento uma vez que esta etapa da obra piloto já havia sido concluída.

O treinamento foi realizado em duas semanas durante duas horas diárias fora do expediente de trabalho.

### 3.6. Implementação da padronização na rotina diária

O início do processo de implementação das padronizações na obra piloto ocorreu com a reunião dos encarregados de carpinteiros, armadores, pedreiros e mestre liderada pelo coordenador do trabalho de padronização.

Neste momento foram lembrados os conhecimentos já adquiridos durante o curso tais como: objetivos e vantagens das padronizações, como preencher os campos da NPE e fluxo de documento na rotina de trabalho.

Ainda nesta reunião foram definidos os serviços que estavam em andamento na obra, para que fossem selecionados os serviços que iniciariam o uso da NPE.

Durante a reunião todos os participantes fizeram perguntas para esclarecer dúvidas ainda existente a respeito do preenchimento da NPE.

Concluída a reunião foi entregue uma NPE para cada encarregado correspondendo a um único serviço que ele coordena.

Assim, embora o encarregado de pedreiro estivesse coordenando marcação de alvenaria, execução de alvenaria, encunhamento, chapisco de parede e teto, ele receberia para iniciar a implementação da NPE apenas o documento correspondente a um destes serviços.

Além disso, o preenchimento dos campos era feito por partes para facilitar o aprendizado. Logo a princípio aprendia a preencher o consumo de mão-de-obra, por exemplo, e só passava para o preenchimento de consumo de material quando demonstrasse ter assimilado o anterior.

O objetivo de entregar por partes e lentamente era para evitar equívocos, assegurar o aprendizado e sobretudo não comprometer o uso dos documentos devido a dificuldades de utilização.

Na primeira semana de uso das NPE surgiram dúvidas diferentes vindas de cada encarregado. Neste período o coordenador ficava na obra e esclarecia as mesmas.

Na verdade o trabalho de elaboração das padronizações com participação durou cerca de seis meses, no entanto a fase de acompanhamento de implementação das NPE na rotina durou apenas um mês. Isto ocorreu sobretudo porque o objetivo maior do trabalho era desenvolver o sistema de padronização.

Neste período de acompanhamento de uso do

NPE na rotina diária, percebeu-se que houve um número considerável de alterações nos documentos devido a sugestão de melhorias feitas pelos trabalhadores.

### 3.7. Retro-alimentação do sistema

Esta etapa é de fundamental importância para manter o sistema funcionando com informações cada vez mais próximas da realidade da empresa. Como já foi colocado no item 3.5 a retro-alimentação do sistema será feita a partir da coleta de consumo de mão de obra, de material e de cumprimento de prazo visando sobretudo criar na empresa seus índices de consumo para que a mesma tenha um controle maior sobre suas variáveis. Além disso, a retro-alimentação dos padrões é necessário para verificar se o padrão é possível de executar, se pode ser melhorado e/ou elaborar uma análise da possibilidade de alteração do padrão sempre que necessário.

### 3.8. Melhoria contínua - KAIZEN

A idéia de melhoramento contínuo, ou seja de que sempre existe uma maneira melhor de executar, incorporada na empresa através da adoção de uma nova filosofia de trabalho permite que as padronizações sejam tratadas como um documento dinâmico. Por isso elas foram elaboradas em fichas soltas e codificadas de maneira a permitir a elaboração de uma nova versão.

O curso de melhoramentos e métodos fornecido aos colaboradores das Equipes de Qualidade e Produtividade, onde é ensinado uma técnica para análise do trabalho a partir de elaboração de fluxograma do trabalho atual e proposto e um confronto entre os dois, habilita estes grupos para propor melhorias nos procedimentos operacionais. Entretanto, outras pessoas podem sugerir alterações nas padronizações tais como: comitê de tecnologia, engenheiros, mestre, estagiário, diretor técnico. Cabe salientar que a sugestão nunca será transformada numa alteração efetiva se o dono dela não convencer todos os demais de sua viabilidade. Portanto a sugestão deve vir de um estudo minucioso inclusive com ganho que ela proporcionará para que a partir de um consenso a padronização de determinado serviço seja melhorada.

## 4. CONCLUSÕES

A elaboração do sistema de padronização em uma construtora comprova que na prática o sistema proposto é possível de ser desenvolvido e implementado.

A participação dos operários no desenvolvimento e implementação das padronizações prova que, desde que exista oportunidade de sugerir o trabalhador colabora.

Conforme exposto no item 3.3 a elaboração dos padrões com a participação dos trabalhadores fica pronta para ser usada somente após a avaliação da diretoria técnica. Isto demonstra que existe a participação dos operários a nível de sugestão entretanto em se tratando de decisão, permanece o sistema gerencial convencional. Portanto, os trabalhadores sugerem, mas só é aprovado aquilo que interessa aos gerentes, podendo-se afirmar que eles não possuem poder de decisão.

O fato do desenvolvimento do sistema da padronização ter um responsável diferente daquele que implementou o mesmo, mostrou um consumo de tempo demasiado, uma vez que na segunda fase é necessário uma série de definições estabelecidas na primeira. Logo, ficou claro que a mesma pessoa que lidera a elaboração do sistema deve implementar.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPO, V.F. Controle de Qualidade Total (no Estilo Japonês). Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni/Escola de Engenharia da UFMG, 1992. 219p.
- . Qualidade Total: Padronização de Empresas. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni/Escola de Engenharia da UFMG, 1992, 124p.
- FORMOSO, C.T. et al. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de Construção Civil de pequeno porte. In: II Seminário Qualidade na Construção Civil - Gestão e Tecnologia, 1993, Porto Alegre. Anais. . . Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993 P. 01-51.
- GARCIA MESERGUER, A. Controle e Garantia da Qualidade na Construção. Tradução de Roberto de Souza, José Falcão Bauer, Antônio Carmina Filho, Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo: Sinduscon - SP, 1991.
- JULIANO, Ana M. M. A Participação dos Empregados na Gestão de uma Empresa. Dissertação de Mestrado, Florianópolis. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, 1981. 85p.
- MAIA, Maria A.M. e SANTANA, Ana M.S. In: ENTAC - Encontro de Tecnologia do Ambiente Construído: Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações. São Paulo, 1993. Anais. . . São Paulo: EPUSP/ANTAC, vol. 2, 719 a 720.
- PICCHI, Flávio A. Sistemas da Qualidade: Uso em Empresas de Construção de Edifícios. Vol 1 e 2. Tese de Doutorado, São Paulo. USP, 1993. 462p.
- RODRIGUEZ, Marco A.A. Gerenciamento da Qualidade e Produtividade na Execução de Serviços na Construção Civil: Um Estudo de Caso na Pré-Fabricação e Montagem de Unidades Residenciais. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre. Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, 1992. 148p.