

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

ROBERTO SUMIDA

**MODELO DE ACOMPANHAMENTO DE OBRAS BASEADO EM
INDICADORES**

CURITIBA

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ROBERTO SUMIDA

**MODELO DE ACOMPANHAMENTO DE OBRAS BASEADO EM
INDICADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de Concentração: Gerência de Produção e Logística.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Laporte Ambrozewicz

CURITIBA

2005

Sumida, Roberto
S955m Modelo de acompanhamento de obras baseado em indicadores /
2005 Roberto Sumida ; orientador, Alfredo Iarozinski Neto;
co-orientador, Paulo Henrique Laporte Ambrozewicz. - 2005.
xvi, 197 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do
Paraná, Curitiba, 2005
Inclui bibliografia

1. Construção civil - Indicadores. 2. Construção civil -
Administração. 3. Construção civil – Controle de qualidade.
I. Neto, Alfredo Iarozinski. II. Ambrozewicz, Paulo Henrique Laporte.
III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-
Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título.

CDD 20. ed.

690.028
690.068

Dedico este trabalho aos meus pais Heitor e Rainildes
pelo apoio e amor incondicional que me deram
durante toda a minha vida, e a minha esposa Danielle
pelo carinho e auxílio ao período de desenvolvimento.

Agradecimentos

Ao professor Alfredo Iarozinski Neto, pela orientação desta dissertação;

Ao professor Paulo Henrique Laporte Ambrozewicz, pela co-orientação desta dissertação por me proporcionar grande crescimento pessoal, e pelas contribuições dadas a elaboração da pesquisa;

Ao amigo Valdecir Cavalheiro pelo incentivo dado ao mestrado;

Aos colegas e amigos Daniel Gustavo Fleig, Cristiane Rocha Silva, Emerson Veneri e Sandra de Fátima Santos pelas críticas e sugestões dadas a este trabalho;

A empresa que colaborou abrindo suas portas a realização deste trabalho;

Aos amigos que de alguma forma contribuíram Verner Villi Feustel e Antônio Carlos Carvalho e Sandro Giongo.

Resumo

Empresas de construção civil, principalmente as pequenas e médias, utilizam de forma precária as ferramentas gerenciais disponíveis no mercado. Sem informações adequadas o engenheiro de obra se vale de sua própria experiência para resolver os problemas administrativos da execução da obra. As habilidades gerenciais na construção civil foram adquiridas, principalmente, através da experiência e tal comportamento é responsável pela não incorporação da abordagem sistêmica ao gerenciamento da construção. O acompanhamento de obras baseado em indicadores de desempenho visa detectar desvios do planejamento baseados em dados levantados na própria obra, contribuindo para o processo de melhoria contínua da empresa. Nesta dissertação é proposto a implantação de um modelo de acompanhamento de obra baseado no Sistema de Gestão da Qualidade com o auxílio de indicadores de desempenho, utilizando-se computadores de mão (*handheld computers*) para colher e gerar dados gerenciais ao engenheiro de obra. Esta ferramenta será demonstrada através de um estudo de caso realizado em uma construtora de pequeno porte focada no mercado de edifícios residenciais.

Palavras-Chave: Construção Civil; Gerenciamento; Indicadores de desempenho; Qualidade.

Abstract

Building and construction companies, mainly small and mid size ones, make a poor use of management tools available in the market. Without adequate information, the field engineer relies solely upon his own experience in order to deal with managerial issues related to the construction of a given site. Management skills in the building and construction industry have been acquired basically through on-the-job experience, and such behavior is responsible for the lack of a systematic approach towards management of construction. The attendance of constructions based on performance indicators has the objective of detecting deviations from the original construction plan using field data, giving a valuable contribution to the continuous development of the company. The purpose of this dissertation is to propose the implementation of a construction attendance model based on the Quality Management System with the help of performance indicators, using handheld computers to collect and generate managerial data to the engineer. This tool will be demonstrated through a case study carried on a small building company focused on the residential buildings market.

Key-word: Building and Construction; Management; Performance Indicators; Quality.

Lista de Figuras

Figura 3.1	Elementos do SGQ para empresas construtoras.....	32
Figura 3.2	Evolução da qualidade tipo "serrote" e "escada".....	38
Figura 3.3	Balanced Scorecard une medidas de desempenho.....	46
Figura 3.4	Ciclo PDCA.....	48
Figura 4.1	Fluxograma de implantação dos indicadores.....	64
Figura 4.2	Fluxograma do indicador de retrabalho.....	68
Figura 4.3	Fluxograma de retrabalho por alteração de projeto.....	84
Figura 4.4	Fluxograma de perda de materiais.....	87
Figura 5.1	Controle estatístico de processos do contrapiso.....	110
Figura 5.2	Controle estatístico de processos das portas.....	111

Lista de Tabelas

Tabela 3.1	Problemas e indicadores da qualidade e produtividade para a função produção.....	43
Tabela 4.1	Cronograma de obra utilizando o gráfico de Gantt.....	66
Tabela 4.2	Planilha de coleta de dados.....	80
Tabela 4.3	Serviços executados por andar.....	81
Tabela 4.4	Porcentagem estimada de retrabalho.....	81
Tabela 4.5	% Média rejeitada.....	82
Tabela 4.6	Dados do CEP.....	83
Tabela 5.1	Cronograma mensal.....	95
Tabela 5.2	Coleta de dados com o uso do <i>palmtop</i>	107
Tabela 5.3	Serviços executados por andar.....	108
Tabela 5.4	Porcentagem estimada de retrabalho.....	109
Tabela 5.5	Porcentagem média rejeitada.....	110

Lista de Quadros

Quadro 4.1	Formas para concreto armado.....	71
Quadro 4.2	Montagem de armaduras.....	71
Quadro 4.3	Concretagem.....	71
Quadro 4.4	Alvenaria Estrutural.....	72
Quadro 4.5	Alvenaria de Vedação.....	72
Quadro 4.6	Divisórias de Gesso Acartonado.....	72
Quadro 4.7	Emboço.....	72
Quadro 4.8	Revestimento cerâmico interno.....	73
Quadro 4.9	Revestimento externo em acrílico.....	73
Quadro 4.10	Revestimento cerâmico externo.....	73
Quadro 4.11	Contrapiso.....	74
Quadro 4.12	Piso interno em mármore.....	74
Quadro 4.13	Piso cerâmico interno em área úmida.....	74
Quadro 4.14	Piso cerâmico externo.....	75
Quadro 4.15	Forro de gesso.....	75
Quadro 4.16	Forro de madeira.....	75
Quadro 4.17	Impermeabilização com manta asfáltica.....	75
Quadro 4.18	Cobertura de telhado em fibrocimento.....	76
Quadro 4.19	Caixilho e portas de madeira.....	76
Quadro 4.20	Colocação de janelas.....	76
Quadro 4.21	Pintura interna.....	77
Quadro 4.22	Instalações elétricas.....	77
Quadro 4.23	Tubulações água fria.....	77
Quadro 4.24	Tubulações de esgoto.....	77
Quadro 4.25	Louças sanitárias.....	78
Quadro 4.26	Metais sanitários.....	78
Quadro 5.1	Formas para concreto armado.....	98
Quadro 5.2	Montagem de armaduras.....	98
Quadro 5.3	Concretagem.....	98

Quadro 5.4	Alvenaria Estrutural.....	99
Quadro 5.5	Alvenaria de Vedação.....	99
Quadro 5.6	Divisórias de Gesso Acartonado.....	99
Quadro 5.7	Emboço.....	99
Quadro 5.8	Revestimento cerâmico interno.....	100
Quadro 5.9	Revestimento externo em acrílico.....	100
Quadro 5.10	Revestimento cerâmico externo.....	100
Quadro 5.11	Contrapiso.....	101
Quadro 5.12	Piso interno em mármore.....	101
Quadro 5.13	Piso cerâmico interno em área úmida.....	101
Quadro 5.14	Piso cerâmico externo.....	102
Quadro 5.15	Forro de gesso.....	102
Quadro 5.16	Forro de madeira.....	102
Quadro 5.17	Impermeabilização com manta asfáltica.....	102
Quadro 5.18	Cobertura de telhado em fibrocimento.....	103
Quadro 5.19	Caixilho e portas de madeira.....	103
Quadro 5.20	Colocação de janelas.....	103
Quadro 5.21	Pintura interna.....	104
Quadro 5.22	Instalações elétricas.....	104
Quadro 5.23	Tubulações água fria.....	104
Quadro 5.24	Tubulações de esgoto.....	104
Quadro 5.25	Louças sanitárias.....	105
Quadro 5.26	Metais sanitários.....	105

Lista de Símbolos

d	Quantidade de peças defeituosas
n	Tamanho da amostra
p	Fração defeituosa
P	Média da variável amostral p

Lista de Abreviaturas

ISO 9000	<i>International Organization for Standardization</i>
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PCP	Planejamento e Controle da Produção
TI	Tecnologia da Informação
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
NBR	Norma Brasileira
SIQ-C	Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e obras
TQC	Controle da Qualidade Total
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
FPNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CEP	Controle Estatístico de Processo
PBQP	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
TECPAR	Instituto de Tecnologia do Paraná

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Quadros	x
Lista de Símbolos	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
Sumário	xiv
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Justificativa.....	1
1.2. Objetivos do trabalho.....	5
1.2.1. Objetivo geral.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Estrutura do trabalho.....	6
Capítulo 2 - Aspectos Gerenciais da Construção Civil	8
2.1. Introdução.....	8
2.2. Evolução gerencial da construção civil no Brasil.....	9
2.2.1. Mudanças no processo fundadas na introdução de materiais, componentes e sistemas construtivos.....	9
2.2.2. Racionalização do processo fundada no projeto.....	11
2.2.3. Evolução das técnicas de execução fundada na ação gerencial.....	13
2.3. Instrumentos gerenciais do subsetor edificações.....	16
2.3.1. Estratégia.....	16

2.3.2. Planejamento.....	19
2.3.3. Produção.....	21
2.4. Tecnologia da informação (TI).....	23
2.5. Método de pesquisa.....	28
2.6. Resumo.....	29
CAPÍTULO 3 - Gerenciamento do Processo Produtivo	30
3.1. Introdução.....	30
3.2. Sistema de gestão da qualidade (SGQ).....	31
3.3. Instrumentos de qualidade e de produtividade.....	36
3.3.1. Controle da qualidade total (TQC).....	36
3.3.2. Indicadores de desempenho.....	40
3.4. O Balanced Scorecard.....	44
3.5. Compatibilização do modelo de acompanhamento de obras.....	50
3.6. Controle estatístico de processo.....	54
3.6.1. Gráficos de controle por variáveis segundo Paladini.....	54
3.6.2. Gráficos de controle por atributos.....	55
3.6.3. Tamanho da amostra.....	57
3.7. Resumo.....	58
CAPÍTULO 4 - Modelo de Acompanhamento de obras.....	60
4.1. Introdução.....	60
4.2. Requisitos para implantação do modelo de acompanhamento de obras.....	60
4.3. Modelo proposto.....	63
4.4. Acompanhamento físico do cronograma de obra.....	65
4.5. Retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade.....	68
4.5.1. Primeira etapa: coleta de dados.....	79
4.5.2. Segunda etapa: porcentagem estimada de retrabalho.....	80
4.5.3. Terceira etapa: controle estatístico de processo.....	82
4.5.4. Quarta etapa: análise e interpretação dos dados.....	84
4.6. Retrabalho por alteração no projeto.....	84
4.7. Perda de materiais.....	86
4.8. Compatibilização dos indicadores com a TI.....	88

4.8.1. Planejamento.....	90
4.8.2. Produção.....	91
4.9. Resumo.....	92
CAPÍTULO 5 - Aplicação do Modelo de Acompanhamento de obras.....	93
5.1. Introdução.....	93
5.2. Aplicação do Modelo.....	94
5.2.1. Aplicação do Cronograma Físico.....	95
5.2.2. Aplicação do indicador de Retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade.....	97
5.2.3. Aplicação do indicador de retrabalho por alteração de projeto.....	112
5.2.4. Aplicação do indicador de perda de materiais.....	113
5.3. Resumo.....	114
CAPÍTULO 6 - Conclusões e Sugestões.....	115
6.1. Conclusão.....	115
6.2. Sugestões para trabalhos futuros.....	117
Referências Bibliográficas.....	119
ANEXO A – Processos construtivos.....	130

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Justificativa

Percebe-se uma tendência mundial voltada para o aprimoramento da qualidade. Corroborando neste sentido a família de normas ISO 9000, editadas em 1987, consolidando-se na década de 90 como referência de sistemas da qualidade, aceita internacionalmente.

No Brasil, de acordo com Paula (2004), “o número de certificados ISO 9000 cresceu exponencialmente, saindo de 18 certificados emitidos em 1990 para 7513 em 2003, dos quais 445 referiam-se ao setor da construção civil”. Denotando uma preocupação crescente com a qualidade, que incorpora um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e consequentemente com o processo de melhoria contínua.

As mudanças decorrentes dos processos de melhoria e qualidade se refletem em todos os setores industriais. O setor da construção civil, segundo Mello, Roglio e Cunha (1996) “não consegue acompanhar essas mudanças, principalmente devido à natureza intrínseca de seu sistema produtivo, recebe a cobrança da sociedade que exige produtos de alta qualidade e baixo preço”.

O êxito da empresa moderna, de qualquer natureza e finalidade, lucrativa ou não, depende do êxito de suas operações: de fabricação ou construção; financeiras; de *marketing*; de vendas; de distribuição; de logística ou de manutenção e de desenvolvimento de produto. Desta forma Soares e Cosenza (1998) colocam que o “aprimoramento do sistema de

gestão da organização como um todo é certamente o meio mais eficaz para a melhoria do desempenho”.

No entanto, enquanto a maioria dos ramos de atividades produtivas se empenham em procurar modernas ferramentas de gestão e qualidade, a construção civil, apesar disso, “é um dos setores menos desenvolvidos e mais tradicionais da indústria brasileira”. (Nascimento e Santos, 2003)

Por outro lado, o aumento da concorrência passou a estabelecer novas bases de competição, “onde fatores que até então não eram privilegiados pelo modelo tradicional tornaram-se críticos ao sucesso empresarial, como o caso da velocidade de produção e atendimento.” (Stalk, 1988)

As ferramentas administrativas auxiliam a detectar desvios baseados em dados levantados na própria empresa. Campos (1992) coloca como princípio básico para o gerenciamento da qualidade “falar, raciocinar e decidir com dados e com base em fatos, ressaltando a necessidade de tomar decisões em cima de dados e fatos concretos e não com base em experiência, bom senso, intuição ou coragem”.

A motivação deste trabalho é, justamente, a busca da melhoria contínua baseada em um SGQ, que auxilie a prática profissional dos engenheiros responsáveis pela execução de construções, propondo um modelo de acompanhamento de obras baseado em indicadores, com o auxílio da tecnologia da informação.

Desta forma, mediante o acompanhamento e conseqüente melhora do processo produtivo, ao permitir o levantamento de dados para a discussão tática e operacional mais adequada em relação às equipes de produção e aos recursos materiais, lograr-se-á atingir as metas previstas.

As inovações tecnológicas implementadas junto com a TI auxiliam o processo produtivo em praticamente todos os segmentos da indústria fabril. No entanto,

mesmo com as vantagens trazidas pela inovação tecnológica, “muitas empresas insistem em desenvolver seus trabalhos da forma como sempre o realizaram”. (Mendes Junior, 1999)

O que se nota, mesmo em empresas que utilizam fortemente a tecnologia da informação, é a profusão de informações de níveis de gerência, mas com pouca ou nenhuma utilidade na área de produção. “Em construção civil a quantidade de informações geradas no canteiro de obras que são tornadas disponíveis de forma útil para o uso do administrador da obra é muito pequena.” (Mendes Junior, 1999).

Sem informações adequadas, o engenheiro responsável pela execução da obra se vale da própria experiência para resolver os problemas administrativos do empreendimento. Walker (1984) afirma que “as habilidades gerenciais na construção civil foram adquiridas, principalmente, através da experiência e justifica que tal comportamento é responsável pela não incorporação da abordagem sistêmica ao gerenciamento da construção”. Um dos conceitos fundamentais da abordagem sistêmica é o conceito de *feedback* ou retroalimentação, ou seja, a base da função controle, meio pelo qual os dados obtidos podem ser comparados com os resultados desejados e as ações corretivas podem ser implementadas.

Segundo Lantelme (1994):

Diversos estudos sobre o gerenciamento da construção civil consideram a precariedade dos procedimentos de planejamento e controle de custos, prazos e qualidade na construção civil como uma das principais causas da baixa eficiência do gerenciamento das empresas de construção civil e apontam que isto decorre, em grande parte, das deficiências nas coletas de dados e retroalimentação de informações.

Uma metodologia para acompanhar o planejado com o executado sob a ajuda da tecnologia da informação pode ajudar a administração de obras na tomada de decisão pautada em fatos, tendo a retroalimentação (*feedback*) como seu principal instrumento para um processo de melhoria contínua.

A intenção de se realizar o planejamento é tornar o processo produtivo mais previsível, procurando se antecipar às ações futuras. Em qualquer operação, o fornecimento

de recursos não é infinito, há limitações físicas, de qualidade, quantidade e de momento adequado. Otimizar esses parâmetros faz parte das atribuições da gerência de obras, que o faz com ferramentas administrativas de gestão. Nesse sentido, Bobroff (1993) “entende que a ênfase está sendo dada ao gerenciamento das interfaces, com especial cuidado a compatibilização entre concepção e execução”.

Segundo Souza e Amorin (2003), “nos novos modelos organizacionais e de gestão, incluindo-se aí os que se baseiam em sistemas de qualidade, o acompanhamento das tarefas em execução passa a exigir uma documentação mais detalhada”. Entretanto esta documentação exige grandes quantidades de papel, fato este que aumenta a burocracia, neste sentido a Tecnologia da Informação (TI) pode auxiliar utilizando os meios computacionais para diminuir o volume de papel utilizado e agilizar a análise dos dados.

Com o advento de novos equipamentos a TI abre novas perspectivas, de acordo com Souza e Amorin (2003), o “recente desenvolvimento dos microcomputadores portáteis, ‘de mão’ (*handheld computers*), vem abrir novas possibilidades”. Entre esses computadores, destacam-se aqueles baseados na interação fundada na tela gráfica ativados por toques de uma caneta em ícones e símbolos gráficos. Prescindindo de conhecimentos especializados, a operação desses aparelhos mostra-se intuitiva, sendo acessível a pessoas normalmente resistentes a outros modelos de documentação.

Desse modo, torna-se possível conseguir um acompanhamento produtivo com retroalimentação, dotando o canteiro de obras de uma ferramenta representativa com dados confiáveis e não restrito a médias históricas dos índices usuais. Facilitadas pelo uso do computador de mão.

Verificam-se dificuldades para levantar dados relevantes na construção civil. Lantelme (1994) ressalta que “a carência de dados e informações que possam orientar a

tomada de decisão apresenta-se como uma das dificuldades que as empresas de construção civil, de um modo geral, têm enfrentado no gerenciamento de obras”.

Essa questão despertou o interesse para se desenvolver uma metodologia de acompanhamento de obra baseada no SGQ, com o objetivo de propor uma ferramenta gerencial que consiste em indicadores que possam ser utilizados para auxiliar as empresas do setor no processo de melhoria contínua.

1.2. Objetivos do trabalho

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de acompanhamento de obras com base no Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), buscando o uso da Tecnologia da Informação (TI) como facilitador na coleta das informações, visando criar indicadores que venham a evidenciar o retrabalho e possibilitar apoio decisório em busca da melhoria contínua.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) pode-se ensejar a tomada de decisões utilizando a Tecnologia da Informação para realizar um compêndio das informações;
- b) fornecer informações quanto ao desempenho dos processos dos serviços analisados, com auxílio de indicadores visando a melhoria contínua;
- c) contribuir para estabelecer um modelo que gere informações para a tomada de decisão na busca de melhoria contínua;

O presente estudo não contempla, a formulação de estratégias competitivas da empresa, bem como a mudança de comportamento do gerente do canteiro de obra, quanto à medição de desempenho.

1.3. Estrutura do trabalho

O trabalho está dividido em seis capítulos. Primeiramente, no primeiro capítulo discorre-se sobre as justificativas, os objetivos e a problemática.

No segundo capítulo, apresentam-se os problemas relativos a atividade construtora, bem como um levantamento bibliográfico de como o problema está sendo resolvido. Lista-se as ferramentas gerenciais dos canteiros de obras, sua relação com as estratégias empresariais e sua evolução ao longo do tempo. Analisam-se definições e discute-

se a utilização da metodologia de acompanhamento de obras na construção civil, justificando-se sua utilização no estágio atual de desenvolvimento do setor.

O terceiro capítulo apresenta as técnicas e ferramentas que serão utilizadas na resolução do problema descrito no segundo capítulo. Selecionaram-se as ferramentas gerenciais disponíveis e amplamente utilizadas pela indústria manufatureira que se destacam com relação a sua adaptabilidade para o subsetor de edificações e que contribuem para as diretrizes de uma ferramenta gerencial para o canteiro de obras.

No quarto capítulo, apresenta-se o modelo de resolução do problema, discutindo-se a seleção dos indicadores, o modo como irão ser implantados, em conjunto com a tecnologia da informação e a sua implantação em uma empresa do setor.

No quinto capítulo, apresenta-se o modelo de acompanhamento da obra e suas observações, com base no estudo de caso realizado em uma empresa durante a implantação do sistema.

O sexto capítulo é dedicado às conclusões e recomendações destinadas a colaborar com o prosseguimento deste trabalho e propor outras pesquisas nesta área.

CAPÍTULO 2 – ASPECTOS GERENCIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1. Introdução

A construção civil segundo Nascimento et al. (2004 apud Schwegler et al., 2001) “tem como características um histórico de baixos níveis de desenvolvimento e produtividade, grande fragmentação com empresas de diversos portes participando do processo de produção e pouca utilização da tecnologia da informação”.

Alguns dos principais aspectos no desenvolvimento recente se devem segundo Souza (1981) “ao novos materiais, componentes e sistemas construtivos, visando a busca de alternativas aos produtos e processos tradicionais em utilização na construção civil”. Entretanto Cardoso (1993) coloca que “no que tange ao setor de edificações no Brasil as evoluções se processam de modo lento, tanto em termos do uso do equipamento, quanto de materiais e componentes”.

O desenvolvimento tecnológico na construção civil, que se vem manifestando no nosso país com intensidade crescente, embora ainda restrito a obras de maior responsabilidade, já responde por um significativo aumento da produtividade, mas ainda não atinge a construção, por métodos tradicionais, de miríades de obras menores e médias, particularmente no caso de moradias, edificações para o pequeno comércio, escola etc. (Contador, *et al*, 2001).

Muito dos problemas relacionados à construção civil advém da falta de visão sistêmica, um SGQ auxiliados por indicadores de desempenho pode contribuir para um processo de melhoria contínua da empresa.

Neste capítulo, far-se-á uma apresentação de forma sistematizada da evolução da construção civil no decorrer dos últimos anos no Brasil, mostrando-se os instrumentos gerenciais amplamente difundidos no mercado, atualmente.

2.2. Evolução gerencial da construção civil no Brasil

Nas últimas décadas, houveram uma progressiva evolução na forma de produção e gerenciamento da construção civil no Brasil. Essas mudanças foram motivadas, principalmente, pela introdução de novos materiais e sistemas construtivos, racionalização do projeto e novas técnicas gerenciais. E resultaram em formas de gestão baseadas na qualidade.

2.2.1. Mudanças no processo fundadas na introdução de materiais, componentes e sistemas construtivos

Segundo Silva (1991), embora em muitos aspectos “a referência para a produção tenham sido as inovações e alterações desenvolvidas em outros países, analisando-se a evolução da produção no país, verifica-se que as próprias características sócio-econômicas que condicionam a demanda condicionam também o desenvolvimento do subsetor”.

A complexidade das cadeias produtivas são identificadas por Novaes (1996) “onde envolve m extrema diversidade tecnológica, verificando-se desde processos artesanais, presentes em determinadas indústrias cerâmicas, na produção de tijolos e calhas, por exemplo, até processos altamente desenvolvidos, por exemplo, na produção de vidros e tintas”.

A introdução de novos materiais e componentes de construção, segundo Taniguti, Massetto e Barros (1998) “tem se voltado ao oferecimento de produtos destinados à

racionalização do processo de produção, uma vez que o custo de produção passou a ser condicionante para a sobrevivência das construtoras”.

Silva (1991) afirma que “o impulso dado em função da produção habitacional em larga escala se deu a princípio de uma forma não especificamente direcionada para a racionalização em si, mas direcionada no sentido de cobrir as necessidades quantitativas que se impuseram”. Segundo Rosso (1990), as

Tipologias a serem produzidas e as características de projeto que nortearam a política habitacional, a necessidade de redução dos prazos tradicionais de produção e a produção de muitas unidades idênticas em grandes conjuntos habitacionais estimularam a indústria de componentes que, de alguma forma, alteravam o processo de produção e visavam à redução de custos. Paralelamente, o desenvolvimento de grandes obras de infra-estrutura determinou o desenvolvimento de conhecimento tecnológico relativo a materiais e técnicas que, em alguns aspectos, foi transferido, mediante as adaptações necessárias, para a produção de edificações.

Silva (1991) afirma que:

O desenvolvimento de novos materiais e componentes que modificaram as técnicas de execução como: materiais fibro-asfálticos para impermeabilização; aditivos químicos com várias funções para concretos e argamassas (aceleradores e retardadores de pega, plastificantes e impermeabilizantes, etc); tintas especiais para aplicação com diferentes bases de suporte e diferentes tipos de acabamentos; componentes cerâmicos para vedação de diferentes tamanhos; esquadrias padronizadas em materiais metálicos e PVC; estruturas de cobertura pré-fabricadas; materiais isolantes térmicos e acústicos; concreto de alta resistência com o emprego de microssílica (ainda pouco utilizado) e a tendência recente de utilização de painéis de gesso acartonado para divisórias.

O desenvolvimento ainda de novas formas de “fornecimento de materiais, aliado ao surgimento de serviços de preparação prévia, tais como: o concreto usinado; argamassas pré-misturadas; corte e dobra de aço segundo as especificações do projeto estrutural; o fornecimento de formas de madeira pré-montadas”. (Farah, 1988)

Silva (1991) afirma que “a escassez de recursos para financiamento da produção e a desarticulação institucional que começava a se desenhar no início dos anos 80 impulsionaram o subsetor a novamente voltar-se à busca de alternativas de sistemas construtivos”. Começam a ser utilizados na produção habitacional “sistemas construtivos inicialmente empregados na construção industrial e comercial, constituídos por peças

estruturais pré-fabricadas em concreto armado com várias possibilidades de solução para os demais elementos e componentes da edificação”. (Farah, 1988)

Mais recentemente, solução semelhante passou a ser aplicada com o emprego de perfis metálicos.

Entretanto Taniguti, Masetto e Barros (1998) colocam que “a introdução de novos materiais, componentes e equipamentos pelas construtoras, porém, não tem sido prática geral. Sendo considerado as principais barreiras a falta de mão-de-obra qualificada, os altos preços dos equipamentos e a falta de informações das novidades.”

A lógica de introdução desses sistemas em termos de racionalização do processo consiste na mudança das características das operações praticadas, que se constituem predominantemente de operações de montagem de componentes terminados exigindo conhecimento operário mais próximo do conhecimento determinado por processos industriais.

As mudanças fundadas na introdução de materiais, componentes e sistemas produtivos são facilmente assimiladas pela concorrência, não gerando um diferencial competitivo. Também não analisam o desempenho do processo produtivo, não contribuindo para a melhoria do mesmo.

2.2.2. Racionalização do processo fundada no projeto

A evolução dos projetos tem sido mais acentuada a partir da introdução de microcomputadores e o conseqüente desenvolvimento de *softwares* permitindo o manuseio de dados e soluções de projeto em tempo extremamente menor que o exigido anteriormente.

A introdução e difusão do emprego de microcomputadores alterou, essencialmente, o tempo necessário para a elaboração do projeto e a viabilidade de racionalização e aperfeiçoamento dos métodos de dimensionamento, uma vez que tornou viável o manuseio, em curto espaço de tempo, de grande número de dados e de variáveis, simulando-se várias soluções até atingir a solução desejada.

Slack (1999) coloca que “os objetivos de um projeto proporcionam uma direção global para o projeto e ajudam o pessoal a se concentrar na razão do projeto e em seus resultados esperados”.

É preponderante a integração entre os diversos projetos, sejam eles: arquitetônico, estrutural, de fundação, hidráulico, elétrico, telefônico, executivo, gás, paisagismo, calefação/refrigeração e outros. O processo deve abranger todos os projetos referentes à obra a ser executada, para que haja compatibilidade, tanto de plantas como de execução, proporcionando planejamento mais eficaz com a consequente diminuição do desperdício e do retrabalho. Ocorre, porém, um agravante, o comum é haver diversas empresas especializadas em projetos específicos e, praticamente, não há uma que faça todos, agravando ainda mais a colaboração e interação de todos.

O principal benefício resultante do “tratamento integrado das informações para os profissionais da engenharia civil é a melhora na comunicação das várias partes envolvidas num projeto de construção, fazendo com que melhores produtos sejam desenvolvidos a custos mais baixos”. (Aouad, 1996)

As alterações de projetos podem acarretar em retrabalho em obras de construção civil. Metodologias para acompanhar e quantificar os trabalhos referentes as referidas alterações podem determinar mudanças que resultem em menores perdas de materiais e mão-de-obra.

2.2.3. Evolução das técnicas de execução fundada na ação gerencial

Quanto às técnicas de execução, a produção de edificações, de um modo geral, tem apresentado pouca evolução, segundo Mello, Roglio e Cunha (1996) “a construção civil não consegue acompanhar as mudanças que se refletem em todos os setores industriais”. Grilo e Melhado (2003) colocam ainda que “a despeito da sua representatividade social e econômica, a construção tem sido criticada pela incapacidade de alcançar níveis de desempenho similares a outros setores industriais”.

Os problemas que a construção civil enfrenta são bem conhecidos e citados em quase todos os trabalhos científicos, Mello, Roglio e Cunha (1996) expõem que “alguns dos problemas crônicos são: o alto índice de acidentes, baixa produtividade e altos desperdícios, condições inadequadas de trabalho, e como consequência, baixa qualidade dos produtos”. Porém, segundo Costa (2001) “as tecnologias adotadas no processo de construção estão sedimentadas, além de terem sido desenvolvidas de forma empírica”.

Nas demais etapas, a introdução de novos materiais, de um modo geral, não acarretou alterações nas técnicas de execução, neste sentido Taniguti, Massetto e Barros (1998) evidenciam que “a empresa construtora, apesar de buscar produtos que tornem o processo de produção mais eficiente, está inserindo-o de forma pontual no processo de produção, ficando muitas vezes restrito somente a uma obra, quanto não, a um único serviço”.

Ainda com relação à inserção de novos produtos, Taniguti, Massetto e Barros (1998) afirmam que “as novidades em termos de materiais, componentes e equipamentos são apresentados às construtoras, cabendo a elas decidir o que aceitar, ou seja, a construtora deve adequar seu sistema produtivo às mudanças de novos insumos”. Os autores

acreditam que deveria acontecer o contrário, ou seja, os fabricantes deveriam desenvolver produtos adequados às necessidades de racionalização da construção.

Com respeito às técnicas de execução, é preciso ressaltar a baixa incidência do emprego de equipamentos, seja para as operações propriamente ditas, seja para as atividades de apoio, como o transporte em obra e a falta de adequação de instrumentos e ferramentas de trabalho. As exceções a essas constatações são: o emprego de guias, guindastes e equipamentos de bombeamento de concreto em obras verticais; o emprego de equipamentos de escavação para serviços de fundações em obras de edificações de grande porte; o desenvolvimento de equipamentos apropriados de produção de concreto e argamassa (betoneiras e argamassas com dosadores de água); o emprego de equipamentos de aplicação de argamassa em revestimentos e o desenvolvimento de equipamentos e ferramentas adequados, como carrinhos para transporte de materiais.

A preocupação com os demais aspectos gerenciais como a produtividade e controle da qualidade do processo, decorrente de mudanças dos cenários econômicos, sociais e políticos, ainda é recente. Ressaltam-se como elementos indutores da preocupação do subsetor com esses aspectos, as mudanças nas relações capital/trabalho, a partir das mudanças constitucionais; do movimento internacional para a qualidade e produtividade com o desenvolvimento e difusão das normas da série ISO 9000; de mudanças nas relações de consumo com o advento da Lei de Defesa do Consumidor e das condições para financiamento da produção com maior participação do capital privado. Segundo Silva (1991), as iniciativas que podem ser identificadas nesse sentido são relativas aos seguintes aspectos:

- a) Melhoria das condições de trabalho: condições gerais de vivência em canteiro de obras (instalações, refeições, lazer), mecanismo de elevação do nível de segurança do trabalho, melhoria das condições salariais, gestão participativa.
- b) Desenvolvimento de instrumentos e ferramentas de trabalho adequados à redução do esforço humano necessário, à execução das operações e de equipamentos auxiliares que possibilitem elevação da qualidade dos serviços resultantes (andaimas para alvenaria e revestimento, sistemas de formas que assegurem prumo uniforme).

- c) Planejamento adequado das atividades de implantação do canteiro, circulação e transporte interno e armazenamento de materiais, equipamentos e ferramentas.
- d) Padronização de procedimentos de execução e elaboração de normalização interna das empresas, com ênfase para as etapas de estruturas e vedações verticais.
- e) Desenvolvimento e implantação de sistemas de controle da qualidade envolvendo qualificação de projetistas e fornecedores, controle de recebimento, armazenamento e preparo de materiais, controle da execução de serviços.
- f) Retirada de operações do canteiro pela produção de materiais e componentes em centrais contíguas ao local da obra (vergas, contravergas pré-moldadas, *kits* hidráulicos e elétricos, produção de concreto e argamassa) ou da compra de materiais e componentes pré-fabricados (concreto pré-misturado, argamassa pré-misturada, telas soldadas de aço) e/ou da contratação de serviços como a confecção de formas segundo o projeto, o corte e dobração do aço também segundo o projeto.
- g) Implantação de programas de treinamento e formação de mão-de-obra operária, inclusive com características polivalentes ou de estrutura matricial de atuação (equipes volantes na empresa).
- h) Desenvolvimento e implantação de sistemas informatizados de planejamento e controle de obras e da empresa incorporando-se mecanismos de racionalização das quantidades de materiais empregadas e de controle da qualidade.

Iniciativas dessa natureza ainda são restritas e o subsetor ainda é diagnosticado como subsetor defasado do ponto de vista dos métodos gerenciais empregados, com baixa produtividade da mão-de-obra e elevados índices de desperdício de materiais.

A predominância de mão-de-obra não qualificada gera excessiva centralização gerencial, que não condiz com os métodos gerenciais modernos, os quais por meio da autonomia do trabalhador, entre outros mecanismos, visam à elevação da produtividade e qualidade.

As limitações principalmente com relação as melhorias dos processos produtivos se fazem presentes, gerando problemas como baixa produtividade e má qualidade dos serviços executados. A ação gerencial deve contemplar aspectos que auxiliem o processo de melhoria contínua que existem nos programas de qualidade como o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat).

2.3. Instrumentos gerenciais para o subsetor edificações

A acirrada concorrência impõe as empresas uma pressão pela busca das melhores práticas gerenciais, desta forma Nascimento et al (2004) afirma que “existe a necessidade das companhias do setor da construção civil de se tornarem mais eficientes”.

O gerenciamento de um empreendimento, segundo Leite (2000) “pode ser considerado como um sistema decomponível em fases que se sobrepõem e que são normalmente interdependentes. Estas fases podem ser definidas como: a estratégia, o planejamento e a produção”.

Neste subcapítulo aborda-se a estratégia, o planejamento e a produção de forma sistematizada e voltada a construção civil.

2.3.1. Estratégia

A estratégia vem se desenvolvendo desde a Antiguidade, segundo Bruel, Santos e Moser (2003), “na etimologia, a palavra ‘estratégia’ é um termo derivado do grego *strategós* que na Grécia antiga significava generalíssimo”. Para Morin (1996), estratégia é “a arte de utilizar informações que aparecem na ação, de integrá-las, de formular esquemas de ação e de estar apto para reunir o máximo de certezas para enfrentar incertezas”. “A estratégia como conceito surgiu em relação com as operações militares, mas tem se tornado de uso comum em diversos outros ambientes, principalmente no corporativo”. (Henderson, 1980).

Porter (1985) define estratégia corporativa como sendo “o desenvolvimento de uma fórmula ampla para o modo como uma empresa irá competir, quais deveriam ser as suas metas e quais as políticas necessárias para se levarem a cabo estas metas”.

De forma simplificada, pode-se dizer que o processo de desenvolvimento do pensamento estratégico está dividido em três níveis (Hayes e Weelwright, 1979; Mills, Platts, Gregory, 1995), definidos a seguir:

- a) A estratégia corporativa: diz respeito, principalmente, à estratégia de mercado, econômico e financeira adotada pela organização-mãe, em termos de como o capital é gerado (Davis, Aquilano, Chase, 2001). Ela diz respeito, primeiramente, à seleção de atividades econômicas da empresa que melhor satisfaça os desejos dos *stakeholders* da corporação (seus acionistas, empregados, clientes, fornecedores e a comunidade) e a alocação de recursos para maximizar o valor agregado (Allio, 1988).
- b) Estratégia de negócio: refere-se à estratégia individual de cada unidade estratégica de negócio, em termos de como elas abordam os mercados específicos a que servem e os produtos que fornecem, concerne em como criar e entregar produtos e serviços para clientes externos em face da competição (Allio, 1988).
- c) Estratégias funcionais: (de produção, de *marketing*, de recursos humanos): são desenvolvidas para apoiar a estratégia estabelecida do negócio ou alinhar-se com ela. Dessa forma, um posicionamento estratégico ou alinhamento de capacidade de operações pode causar impacto significativo nas forças competitivas e *performance* de

negócios de uma organização. (Anderson *et al*, 1989) A estratégia de produção é um plano de longo prazo ou visão para as funções de operação, que deve estar ligado à estratégia de negócios e implementado por todas as operações. O principal papel da estratégia de produção é, então, suportar os objetivos corporativos.

Segundo Bruel, Santos e Moser (2003), a “definição de uma estratégia de produção pressupõe a existência de uma estratégia empresarial ampla a ser tomada como base”. A partir das definições contidas na estratégia empresarial, “parte-se para a definição dos critérios competitivos chave para a empresa e a definição das decisões nas várias categorias de decisão”. (Miller e Roth, 1994)

Um melhor desempenho da empresa depende de duas características (Mintzberg, 2000), (Cunha *et al*, 1995):

- a) Capacidade de mudar e aproveitar prontamente as novas oportunidades, mediante ação rápida.
- b) Capacidade de reagir com flexibilidade para evitar as ameaças e pressões ambientais.

Apesar da importância da estratégia estar consolidada na indústria fabril, Silva (1995) afirma que “parte das dificuldades da construção civil provém da falta de metodologia de planejamento estratégico como cultura geral do setor, em que entre outros aspectos não se define metas, e não se avalia as próprias capacidades e dos concorrentes”.

Segundo Coutinho e Ferraz (1994) “muitos outros setores industriais estão sendo colocados a frente da construção civil, que se apresenta no cenário econômico como

setor detentor de deficiências competitivas e estratégicas”. Como consequência, a empresa acaba por se posicionar de forma intuitiva frente ao mercado.

Porter (1985) enfatiza que “cada empresa que compete em uma indústria possui uma estratégia, seja ela explícita ou implícita”.

A estratégia é essencial para o posicionamento da empresa construtora, tanto para se defender da concorrência, quanto para criar um diferencial competitivo.

2.3.2. Planejamento

O planejamento segundo Chiavenato (2000) “pode ser dividido em três níveis: estratégico, tático e operacional, correspondentes a níveis hierárquicos e aos diversos estágios no processo de tomada de decisões”. O nível estratégico é o mais elevado, é aquele em que a diretoria planeja em longo prazo os objetivos da organização de forma ampla e abrangente. No nível tático, enumeram-se os recursos e suas limitações para que as metas sejam alcançadas, incluindo-se sua organização e a estruturação do trabalho. Finalmente, o nível operacional, referente à seleção dos cursos de ações com que os objetivos serão alcançados. O planejamento operacional reporta-se às decisões a serem tomadas em curto prazo nas operações de produção da empresa.

Dentro do contexto do planejamento tático, Neves (1998) coloca que “o planejamento é iniciado com um projeto bem definido e detalhado através de um memorial descritivo, com as especificações de acabamento e normas de execução”. Entretanto, “para o planejamento ser eficiente é preciso que ele seja capaz de detectar desvio e permitir correções

rápidas” (Barakat *et al*, 1994). Enquadrando-se desta forma em um processo de melhoria contínua.

O planejamento é apenas uma etapa, sendo assim, Mendes Junior (1999) coloca que “na maioria das empresas de construção em que o planejamento é realizado, o próximo passo será o acompanhamento da execução da obra conforme o plano de longo prazo e adequando-se ao cronograma de desembolso (ou programação preliminar de recursos)”.

A tarefa de acompanhamento consistirá no levantamento de informações de execução (medições) e consumo de recursos avaliados perante os planos elaborados. Se algum desvio for constatado, é provável que ações corretivas sejam executadas, modificando-se provisoriamente as condições de prazos e recursos originais, ou revendo-se os planos elaborados (replanejamento).

Neves (1998) afirma que é comum “encontrar na construção civil atraso na entrega das obras, sempre com desculpas como falta de dinheiro, atraso na entrega dos materiais, mão-de-obra não qualificada, porém, a falta de planejamento nunca é apontada como fator interveniente”.

Conforme Rosso (1990), o planejamento é

O instrumento de integração entre a concepção e a produção, determinando desde a sua viabilidade técnica, econômica e administrativa, bem como visualizando todas as atividades da construção, ou seja, identificando cada fase com as suas respectivas atividades, procurando antecipar, analisar, definir e conceber abstratamente para que, ao ser colocado em prática, possa ser dominado.

O planejamento constitui-se em preponderante fase para o gerenciamento da obra, é daí que se conseguirá extrair os dados a serem comparados com os resultados obtidos na prática. Alguns serviços demonstram-se essenciais para o planejamento da obra, sejam eles: orçamento, fase em que se faz o levantamento de todos os quantitativos da obra com relação a serviços e materiais; cronograma de execução da obra, fase em que se planeja a duração de cada etapa da obra, bem como as que serão executadas simultaneamente.

Segundo Baú e Mendes Júnior (2002) “o planejamento desempenha um papel fundamental de manter o processo de gerenciamento atualizado para com as ocorrências do canteiro, informando e direcionando o gerenciador para as opções e necessidades de forma antecipada, propiciando a tomada de decisões e solução dos pré-requisitos das atividades programadas”.

2.3.3. Produção

Segundo Silva e Lapolli (2001), as peculiaridades da construção civil “como, baixa produtividade, alto custo da construção, mão-de-obra desqualificada, incerteza quanto a prazo e à qualidade do produto final, vem recebendo cada vez mais críticas quanto ao modo de gerenciamento do processo”. Picchi (1993) coloca que “a base manufatureira da construção civil é caracterizada por estrutura de ofícios, baixa mecanização e uso intensivo de mão-de-obra”.

Considera-se, ainda, que “por décadas o subsetor edificações preocupou-se apenas em gerenciar funções, deixando de lado o gerenciamento dos seus processos construtivos” (Lima, 1998). Dessa forma, Santos (2000) afirma que “a maneira mais simples de obter vantagens nesse mercado cada vez mais competitivo, é gerenciar o processo produtivo de maneira fácil de se entender”.

As empresas estão percebendo que um processo de produção “transparente” aumenta a motivação para melhorias, reduz a propensão a erros e, ao mesmo tempo, aumenta a visibilidade de eventuais erros.

A realidade desse cenário reflete a necessidade de medir o desempenho das empresas de forma a obter dados específicos e necessários para que se possa conquistar uma possível melhora no desempenho construtivo.

O planejamento e controle da produção (PCP) é ferramenta amplamente utilizada pela indústria manufatureira, tendo forte impacto no desempenho da função produção. Bulhões, Formoso e Avellan (2003) afirmam que “inúmeros estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam este fato, indicando que deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, das suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos”. Em que pese o custo relativamente baixo do PCP e o fato de que muitos profissionais têm consciência da sua importância, encontram-se ainda muitas deficiências nesse processo, dentre as quais podem ser destacadas as seguintes:

- a) O PCP não é encarado como um processo, dando-se excessiva ênfase à etapa de geração do plano (Laufer e Tucker, 1987).
- b) A incerteza inerente ao processo de construção é frequentemente negligenciada (Laufer e Tucker, 1987).
- c) O planejamento tende a ser excessivamente informal e focado no curto prazo (Birrel, 1980; Laufer e Tucker, 1987).
- d) Os pacotes computacionais têm tido impacto relativamente limitado no PCP, pela reduzida gama de técnicas de planejamento utilizadas e pela falta de integração entre diferentes processos gerenciais (Formoso, 1991; Laufer e Tucker, 1987).
- e) Há necessidade de mudança comportamental de gerentes de produção; de sua participação direta no PCP e, inclusive, da criação de mecanismos formais de participação, na gestão, dos mestres, dos encarregados e dos trabalhadores.

- f) Há, ainda, necessidade de considerar a real natureza do processo de produção do PCP, mediante planejamento e controle não somente das atividades de conversão, mas também das atividades de fluxo (Koskela, 2000).

Para que o PCP auxilie a gestão da produção, há ferramentas que podem facilitar e aumentar o controle administrativo da obra. É o caso dos indicadores de desempenho, que atuam no controle da produção, gerando dados passíveis de comparação com o planejamento. Para tanto, as medidas estão relacionadas às atividades ou a processos críticos/significativos.

2.4. Tecnologia da informação (TI)

No setor da construção civil, encontram-se diversas barreiras que impedem, ou dificultam, a implementação da tecnologia da informação. Scardoelli *et al* (1994) afirmam que:

A indústria da construção sofre de um grande atraso tecnológico em relação aos demais setores devido à resistência às inovações tecnológicas, emprego de métodos de gestão ultrapassados, excessivo esforço físico e condições adversas de mão-de-obra, falta de incorporação de uma nova base de organização de trabalho a partir do uso da Tecnologia da Informação e mecanismos ineficazes de gerenciamento das interfaces dos processos.

A Tecnologia da Informação (TI), segundo Nascimento *et al* (2003), é a “tecnologia que envolve a introdução, armazenamento, processamento e distribuição da informação por meios eletrônicos”.

Andresen *et al* (2000) colocam que “a indústria da construção civil tem investido pouco em TI em relação a outros setores da indústria”. A comparação de estudos

feitos no Brasil, Nascimento e Santos (2002), e em outros países, Rivard (2000), mostra que, de maneira geral, a utilização da Tecnologia da Informação no setor é semelhante em todo o mundo, sendo as mais específicas mais usadas como CAD (*Computer Aided Design*) e sistemas de cálculo estrutural.

Por causa dos diferenciais do setor em relação à indústria de transformação, não se podem adotar as mesmas soluções encontradas por essa indústria. Por isso, alguns obstáculos específicos da construção civil impedem o uso intenso e eficaz da Tecnologia da Informação (Nascimento e Santos, 2002), tais como:

- a) pessoal dos níveis superiores das companhias normalmente não possui desenvoltura com a aplicação de TI e não está preparado para especificar nem avaliar ferramentas;
- b) não há área de TI na maioria das empresas e as poucas contempladas não têm orçamento significativo que permita investimentos adequados para alavancar resultados positivos (Hassel *et al.*, 2000);
- c) o impacto dessas empresas que investem em TI é pequeno, pois a indústria da construção civil é muito grande, diversificada e fragmentada (Zegarra *et al.*, 1999). Em consequência disso, quanto menos agentes usarem a TI, menores serão os benefícios desses investimentos (Hassel *et al.*, 2000), dificultando a integração;
- d) apesar do barateamento dos custos de aquisição e manutenção de equipamentos e *software*, esse fator foi identificado como a barreira mais significativa em pesquisa do professor Rivard (2000), realizada no Canadá. Provavelmente, é significativa também no Brasil;

- e) falta nas estruturas curriculares das universidades maior ênfase nas aplicações de TI para os futuros profissionais, propiciando-lhes visão mais ampla e prática das Tecnologias de Informação desenvolvidas para sua área;
- f) a utilização de ferramentas informatizadas, até há pouco tempo, praticamente não constava da formação dos profissionais de engenharia e arquitetura. Assim, mesmo os jovens engenheiros e arquitetos, formados hoje, terão por muitos anos impacto ainda limitado no setor (Hassell *et al.*, 2000). Muitos profissionais da área de nível estratégico possuem algum conhecimento de TI, porém no nível operacional, portanto, incompatível com suas funções.

Uma consequência direta da fragmentação numa indústria é a de haver muitos concorrentes com baixo poder de barganha, o que torna marginal a rentabilidade das empresas dessa indústria. O'Brien e Al-Soufi (1993) afirmam que “nestes casos as empresas estão praticamente obrigadas a optar por uma estratégia que incremente a produtividade ou reduza custos”.

Essa fragmentação também se projeta para dentro das empresas da indústria. Numa empresa construtora, por exemplo, pode-se perceber grande desarticulação interna. Seus diferentes departamentos, ou áreas, normalmente atuam de forma independente umas das outras.

Nessas empresas, “apesar de muitas vezes existirem dados e informações úteis para diferentes departamentos, os fluxos de informações acontecem de maneira pouco eficiente e a transferência e intercâmbio de dados e informações é muito pobre, devido à falta

de integração entre departamentos”. (Zegarra *et al*, 1999) Essa situação tem como consequência a duplicidade, ruídos e perdas de informação e conhecimento e, principalmente, não se consolida um sistema eficiente de informações para a tomada rápida e eficaz de decisões .

Mesmo em um processo de construção simples, Nascimento e Santos (2003) colocam que “centenas ou milhares de documentos podem ser gerados num empreendimento típico”. Esses documentos são de diferentes tipos e incluem pedidos de informação, desenhos CAD, memorandos, fotos, especificações, orçamentos, *layout* de canteiros, atas de reunião e memoriais descritivos, entre outros, e são somados a normas técnicas, legislação e outros documentos externos. A implantação e o uso de sistemas de informação tornam muitos desses dados imediatamente disponíveis, podendo levar à sobrecarga de informações.

Essa sobrecarga “ocorre quando indivíduos recebem mais informações relevantes do que eles conseguem absorver” Farhoomand e Drury (2002), ou, quando a eles é enviada grande quantidade de informação não solicitada, parte dela potencialmente relevante.

Farhoomand e Drury (2002) relatam que “as consequências mais frequentes da sobrecarga de informações são perda de tempo, efeitos negativos no trabalho, redução de eficiência, frustração, cansaço, estresse, efeitos negativos sobre a qualidade das decisões, redução na produtividade e danos à vida pessoal”. Sendo que a solução mais comum para esse problema é a filtragem de informações.

A TI é normalmente usada para planejamento de obras, controle de estoques e comunicação no canteiro de obras, os quais baseiam suas operações produtivas principalmente em três tipos de comunicação: com o escritório central, com seus fornecedores e com o interior do próprio canteiro. A exigência de coordenação e comunicação dentro do canteiro é muito grande já que é para lá que convergem todos os agentes que devem atuar de forma planejada e articulada para o sucesso da obra.

A TI oferece vários produtos para auxiliar nesse trabalho. De acordo com estudo realizado pela empresa Motorola, o uso de “sistemas de comunicação adequados nas obras pode otimizar o recebimento de materiais, reduzir o custo de roubo e furtos, evitar o desperdício, aproximar encarregados, mestres e engenheiros e melhorar o gerenciamento da mão-de-obra”. (Cozza, 1998)

Para vencer os obstáculos, Nascimento e Santos (2003) salientam que para o sucesso na implantação e implementação de soluções baseadas na TI, recomenda-se:

- a) Manter disponíveis as informações de um empreendimento por toda sua vida útil, além de gerir o conhecimento e a sabedoria acumulados na empresa.
- b) Qualificar o pessoal para utilização e entendimento dos benefícios da tecnologia.
- c) Padronizar atividades e processos.
- d) Evitar redundância de informações.
- e) Comprar tecnologia analisando-se seu benefício e não apenas seu custo.
- f) Motivar a equipe na adoção de tecnologia evitando-se rejeição.
- g) Privilegiar sistemas que integrem os já implantados na empresa.
- h) Utilizar a informação para obter novas oportunidades e agregar valor aos serviços e produtos.
- i) Utilizar ferramentas que acelerem o fluxo de informações de toda a cadeia produtiva.
- j) Adotar um sistema de organização flexível que permita acompanhar as constantes mudanças, adaptando-se a elas.
- k) Investir em capital intelectual.
- l) Utilizar sistemas de informação para conhecer melhor os próprios serviços, produtos, clientes internos, clientes externos e concorrentes.
- m) Utilizar sistemas que ofereçam segurança e confiabilidade de informação.

Cada vez mais, torna-se necessário solucionar o problema da falta de informações relevantes e oportunas e da sobrecarga de informações para os tomadores de decisão na indústria da construção.

Pode-se dizer que a TI continua sendo pouco utilizada no setor. Zegarra *et al.* (1999) colocam que “o uso atual da TI é de aplicação direta e, no melhor dos casos, o seu impacto se dá na melhoria de processos”. É importante ressaltar que, para que a TI possa auxiliar na otimização dos fluxos de informação com sucesso, a sua implantação terá de ser

acompanhada de questionamento e de reformulação dos fluxos ou sistemas de informação já implantados, com o objetivo de melhorá-los e de adequá-los às novas tecnologias.

2.5. Método de pesquisa

A etapa inicial constitui em uma revisão bibliográfica existente sobre o tema, trabalhando-se, num primeiro momento, com livros e artigos relativos aos instrumentos gerenciais existentes e passíveis de aplicação em empresas de construção civil do subsetor edificações.

Na etapa seguinte realiza-se um estudo de caso em uma empresa de construção de edifícios em Curitiba, através da seguinte divisão:

- a) entrevista voltada para o engenheiro de obra, visando determinar, de forma genérica, as técnicas gerenciais utilizadas no canteiro de obras, identificando as potenciais contribuições para a melhoria da qualidade e do processo;
- b) treinamento com o uso do computador de mão para a coleta de dados na canteiro de obra;
- c) visitas ao canteiro de obra, para verificar o andamento da coleta de dados.
- d) Análise dos dados obtidos.

O estudo de caso foi selecionado em função de suas características, é o que melhor se adapta às necessidades de levantamento de dados requeridos para a implantação de uma ferramenta gerencial voltada para o canteiro de obras de empresas construtoras.

O estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real – tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a manutenção de alguns setores, contribui ainda de forma inimaginável, para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. (Yin, 2001).

Segundo Gil (1991) o “estudo de caso, profundo e exaustivo, de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos considerados”.

2.6. Resumo

Procurou-se, neste capítulo, traçar brevemente a evolução ocorrida na construção civil no Brasil nas décadas mais recentes, como forma de contextualizar a ação gerencial antiga com a atualmente empregada. Buscou-se, igualmente, integrar os conceitos de estratégia, de planejamento e de produção, componentes básicos em qualquer empresa moderna, à realidade da construção civil, introduzindo a tecnologia da informação como ferramenta para melhorar a qualidade e produtividade do processo construtivo.

CAPÍTULO 3 - GERENCIAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO

3.1. Introdução

Encontram-se diversas ferramentas gerenciais disponíveis para o gerenciamento da construção civil, entretanto, algumas se destacam com relação à adaptabilidade para o subsetor edificações.

A implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) aparece como um pré-requisito indispensável para um processo de melhoria contínua dentro de uma empresa.

Segundo Lantelme, Oliveira e Formoso (1995) “a empresa deverá criar mecanismos para saber se está sendo realmente competitiva e para verificar se está aperfeiçoando sua forma de atuação. Em outras palavras, a empresa deverá definir, medir e monitorar indicadores que serão utilizados nas suas decisões para melhoria de desempenho”.

Os sistemas de indicadores se apresentam como instrumento para um efetivo gerenciamento das atividades construtivas, auxiliando o SGQ e conseqüentemente o processo de melhoria contínua.

3.2. Sistema de gestão da qualidade (SGQ)

Os sistemas da qualidade definidos na série de Normas NBR ISO 9000 têm aplicação universal. Exatamente por essa razão estas Normas são genéricas e necessitam de adaptações e maior detalhamento em função do setor industrial em questão.

Segundo Maciel e Melhado (1995), a implantação e o desenvolvimento dos programas de gestão da qualidade na indústria da Construção Civil “não seguiu o mesmo processo evolutivo da qualidade ocorrido na indústria de um modo geral. Este fato ocorreu devido a diversos motivos e, dentre eles, a idéia da não aplicabilidade dos conceitos de qualidade a este tipo de indústria, por esta apresentar características absolutamente peculiares”.

De acordo com Reis (1998), a série de normas:

ISO 9000 – Normas de Gestão e Garantia da Qualidade – foi elaborada visando atender a indústria seriada. Quando se procura transferir os conceitos e modelos dessas normas para as empresas construtoras, necessita-se um esforço de adaptação considerável, de forma que elas possam também ser utilizadas por uma indústria tão peculiar como é a Construção Civil.

Souza (1997) diz que na Construção Civil, “que tem tantas especificidades se comparada a indústria de produtos seriados, o fundamental de um sistema da qualidade não é seguir rigidamente os requisitos das Normas ISO, e sim, demonstrar o atendimento a eles, desenvolvendo sistemas da qualidade adequados ao setor de construção civil”.

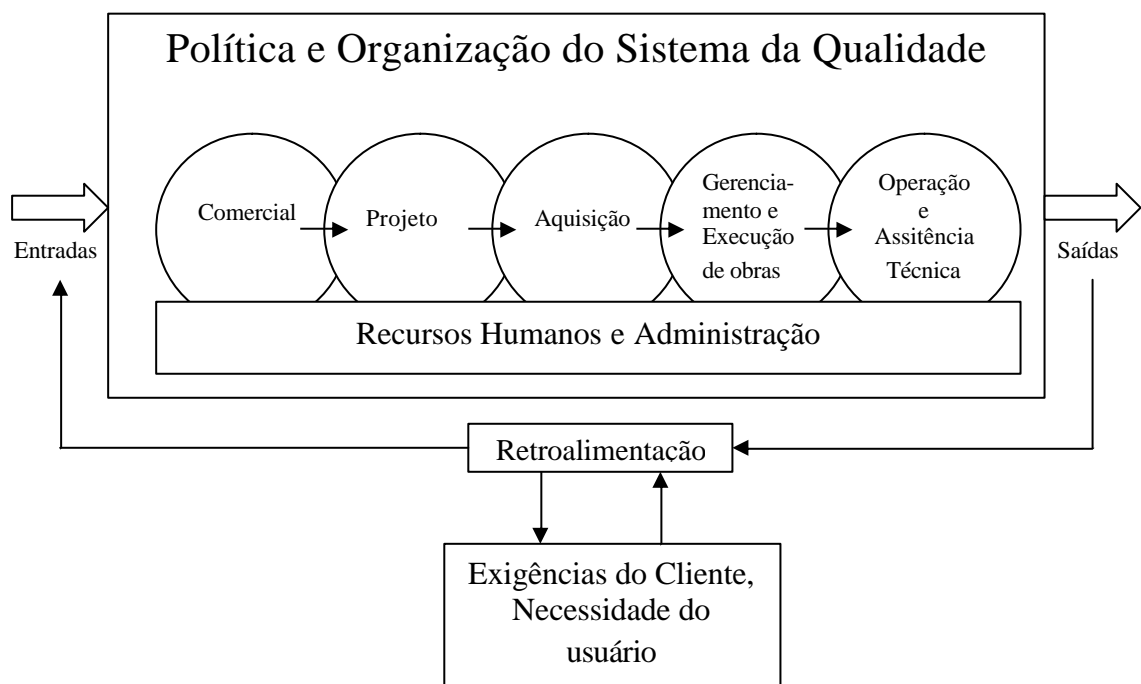
Nesse sentido, os sistemas da qualidade para a construção civil devem ser ligados ao ciclo da qualidade do setor, que não é idêntico para todas as empresas construtoras, mas, pode-se afirmar, é muito semelhante.

Assim sendo, um sistema da qualidade que acompanha o ciclo da qualidade da construção deve segundo Paula (2004) referendar os seguintes elementos:

- a) política e organização do sistema da qualidade;
- b) qualidade em recursos humanos e administrativos;
- c) qualidade no processo comercial;
- d) qualidade no projeto;
- e) qualidade na aquisição;
- f) qualidade no gerenciamento e execução de obras;
- g) qualidade na operação e assistência técnica pós-uso.

A (Figura 3.1) apresenta esses elementos e suas inter-relações, formando o sistema da qualidade.

FIGURA 3.1 – ELEMENTOS DO SGQ PARA EMPRESAS CONSTRUTORAS



(FONTE: ADAPTADO DE PICCHI, 1993)

Reis (1998) coloca que os elementos que formam o Sistema da Qualidade, apresentados na (Figura 3.1), “estão dinamicamente relacionados entre si e isso significa que

só atingirão as metas da Qualidade Total e o bom funcionamento da organização quando todos os setores trabalharem de forma integrada e coordenada, cada um com suas atribuições e responsabilidades, porém, sempre preocupados com a satisfação das necessidades e expectativas de seus clientes internos e externos”.

De acordo com Paula (2004) a série ISO 9000:2000 está estruturada da seguinte forma:

- a) ISO 9000:2000 – Sistema de gestão da qualidade – Fundamentos e Vocabulários;
- b) ISO 9000:2000 – Sistema de gestão da qualidade – Requisitos;
- c) ISO 9000:2000 – Sistema de gestão da qualidade – Diretrizes para melhoria do desempenho.

A nova série estabelece oito princípios fundamentais que levam em conta a concepção mais atualizada de um sistema de gestão da qualidade. Dentro deste conceito a norma toma por base os seguintes princípios da qualidade:

- a) Princípio 1 – Foco no cliente;
- b) Princípio 2 – Liderança;
- c) Princípio 3 – Envolvimento de pessoas;
- d) Princípio 4 – Abordagem do processo;
- e) Princípio 5 – Abordagem sistêmica para a gestão;
- f) Princípio 6 – Melhoria contínua;
- g) Princípio 7 – Abordagem factual para tomada de decisão;
- h) Princípio 8 – Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores.

Dentre os oito princípios listados existem dois, o princípio 6 e o princípio 7 que se enquadram de forma enfática na proposta do modelo de acompanhamento de obras.

O princípio 6 (melhoria contínua), determina que a organização deverá utilizar as informações provenientes do sistema de qualidade para implantar melhorias. A Norma determina especificamente que os esforços de melhoria devem incluir uma política da qualidade, objetivos da qualidade, análise das medições, ações corretivas, ações preventivas e a análise crítica pela administração de sua efetividade.

O princípio 7 (abordagem factual para tomada de decisão), enfatiza a necessidade de levantar e analisar dados sobre os processos de trabalho. Os dados são obtidos de diversas fontes, como por exemplo, medições da satisfação dos clientes, reclamações dos clientes, garantias, devoluções, falhas em ensaios e outras medições de processos. As decisões devem ser tomadas com base em fatos, ao invés de opiniões. As medições em andamento fornecem a evidência da eficácia das ações de melhoria.

Para que as organizações funcionem de forma eficiente, a identificação e gerenciamento dos processos inter-relacionados e interativos fazem-se necessário. De acordo com Paula (2004),

a identificação sistemática e a gestão dos processos empregados na organização e, particularmente, as interações entre tais processos são definidos pela norma ISO 9000:2000. Especifica ainda requisitos para um sistema, segundo os quais uma organização precisa:

- a) demonstrar sua capacidade para prover consistentemente produtos que atendam aos requisitos do cliente e aos regulamentos aplicáveis;
- b) atingir a satisfação do cliente através da efetiva aplicação do sistema, incluindo processo para melhoria contínua e prevenção de não-conformidade.

Para realizar suas atividades de produção e serviços associados, a organização necessita considerar a disponibilidade de instruções de trabalho. As pessoas chaves da empresa deverão demonstrar ter um efetivo controle sobre os processos e sobre o SGQ como um todo.

Qualquer processo é uma atividade ou uma seqüência de atividades correlacionadas que têm entradas e saídas. São de extrema importância a definição das saídas requeridas dos processos e a identificação das entradas necessárias e das atividades requeridas para sua realização eficaz e eficiente.

A inter-relação dos processos pode ser complexa, resultando em redes de processos. Para assegurar a operação eficaz e eficiente da organização, é necessário reconhecer que a saída de um processo pode se tornar entrada para um outro.

De acordo com Alves (2001), “no caso da construção civil, isto facilita a compreensão da norma quanto a sua utilização, pois se utiliza à mesma estrutura comum ao setor, partindo-se dos requisitos dos clientes e do projeto, passando pelo planejamento, execução e controle da obra”.

Dentro de um SGQ a organização deve não só analisar os resultados das inspeções dos processos internos e de seus produtos, ela exige a análise de desempenho próprio e de como este atende as expectativas dos clientes e cumprimento da política de qualidade.

Os conceitos das normas ISO 9000:2000 foram incorporados pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat), e discriminados pelo SIQ-Constructoras (Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras).

3.3. Instrumentos de qualidade e de produtividade

3.3.1. Controle da qualidade total (TQC)

O Controle da qualidade total por suas características se adapta perfeitamente aos conceitos do Sistema de Gestão da Qualidade, contribuindo para o processo de melhoria contínua da empresa.

Segundo Campos (1992) “no TQC, controlar ou gerenciar uma organização significa detectar fins, efeitos ou resultados não desejados (ou problemas) e analisá-los buscando causas para melhorar os resultados”.

Segundo Kiytiro et al (2001) “as mudanças que aparecem no cenário da construção civil brasileira apontam para um crescimento cada vez maior da preocupação com a melhoria da qualidade e a racionalização do processo de produção de obras”.

O gerenciamento no TQC é feito “mediante controle dos processos em diferentes níveis, ou seja, o controle de um processo é exercido com base no controle dos processos menores, que o compõem, o que permite ação mais eficaz sobre as causas dos problemas, ou seja, maior controle dos resultados”. (Campos, 1992)

Cada processo é controlado pela medição e avaliação de seus resultados. Assim, são estabelecidos índices numéricos sobre as causas e os efeitos de cada processo.

O método de controle utilizado no TQC é o ciclo PDCA, cujo elemento fundamental é a utilização dos itens de controle, em que P (planejamento) implica o estabelecimento de metas e objetivos sobre itens de controle e a maneira para atingí-los. A execução (D) consiste na realização das tarefas conforme o planejamento e na coleta de dados

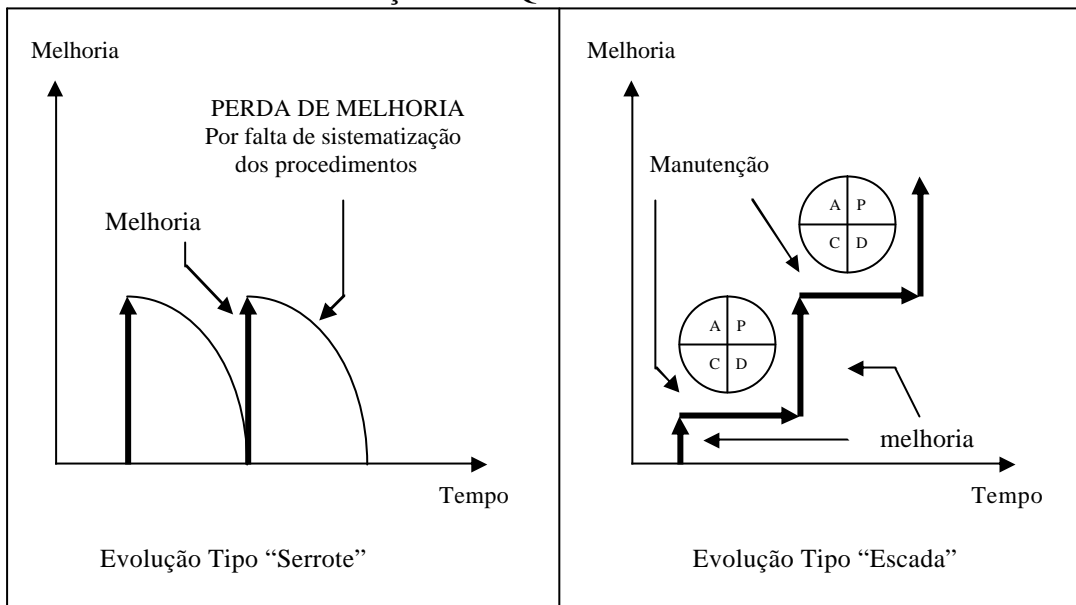
para verificação do processo. A verificação (C) se faz com base nos dados coletados, comparando-se os resultados obtidos com as metas ou padrões estabelecidos. Atuação corretiva (A) decorre da detecção de desvios, compreende, portanto, a atuação corretiva sobre os resultados do processo e sobre suas causas, prevenindo-se assim que os desvios surjam novamente.

O método é usado para manutenção e melhoria dos resultados. Quando utilizado na manutenção de resultados, o Planejamento (P) consiste no estabelecimento de faixas de valores aceitáveis (padrões) para os itens de controle. Quando utilizado na melhoria dos resultados, o Planejamento consta do estabelecimento de uma meta que é o resultado a ser alcançado, consistindo, portanto, de um novo padrão.

À medida que se sobe na hierarquia, para nível mais gerencial, utiliza-se cada vez mais o ciclo PDCA para melhorias. Isto significa que a função dos gerentes é estabelecer metas (novos padrões) que garantam a sobrevivência da empresa.

A sistematização dos procedimentos leva à consolidação dos esforços de melhoria ao longo do tempo, passando, assim, de uma evolução da qualidade do tipo “serrote”, para uma evolução do tipo “escada” (Figura 3.2), em que “as posições alcançadas são solidificadas através do ciclo PDCA, que, repetido de maneira constante dentro de um processo de trabalho, passa a ter níveis constantemente superiores de desempenho”. (Lima e Jorge, 1999)

FIGURA 3.2 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE TIPO “SERROTE” E “ESCADA”



(FONTE: ADAPTADO DE LIMA E JORGE, 1999)

A qualidade global da obra “é resultado da qualidade da execução de cada serviço específico que faz parte do processo de produção. A construtora deve garantir que o procedimento executivo de cada serviço respeite as orientações conforme registro”. (Ambrozewicz, 2001).

No entanto, quando não houver itens de controle para o gerenciamento dos processos, estes deverão ser criados e determinados processo a processo.

O seguinte método é sugerido por Campos (1992), para geração de itens de controle de um processo:

- a) Identificar os produtos ou serviços executados.
- b) Identificar os clientes internos e externos para cada produto ou serviço.
- c) Definir os desejos e necessidades de cada cliente.
- d) Transformar esses desejos e necessidades em características mensuráveis do produto e do processo.
- e) Definir os itens de controle.

Observa-se que a abordagem gerencial do TQC determina a forma como são geradas as medidas de desempenho. Campos (1992) coloca que no “TQC, a identificação dos

desejos e necessidades dos clientes (internos e externos) é que determina os critérios de desempenho de todos os processos, a que estão, naturalmente, associadas as medidas (itens de controle), e, conseqüentemente, os objetivos e metas a serem atingidos”.

O TQC utiliza o Planejamento Estratégico como ferramenta para melhoria de competitividade e sugere a geração de medidas para monitorar o desempenho da empresa, que serão desdobradas em vários processos, conforme sejam críticos para atingir os objetivos estabelecidos.

Enquanto no modelo anterior havia preocupação com a identificação dos processos e atividades significativas, o TQC sugere que todos os processos devem desenvolver suas próprias medidas de desempenho ou itens de controle.

O controle dos processos por itens de controle implica no uso de grande quantidade de dados, principalmente, no setor operacional. Na lógica da Qualidade Total, como a meta é a satisfação total das necessidades dos clientes (internos e externos), todos os resultados do processo devem ser avaliados, gerando grande quantidade de itens a serem monitorados.

O TQC ajuda a promover o processo de melhoria contínua (ciclo PDCA) dentro da empresa, processo este que pode levar a geração de um diferencial competitivo. Para a implantação é necessário estabelecer uma estratégia bem como um planejamento e posterior controle sem os quais não logrará os resultados positivos.

3.3.2. Indicadores de desempenho

Indicadores de desempenho se constituem em uma importante ferramenta para o SGQ por poder avaliar o processo produtivo, contribuindo para um o processo de melhoria contínua da empresa.

A utilização de indicadores segundo Ohashi e Melhado (2004) “exerce um papel importante nas organizações, pois representa um processo de autocrítica e de acompanhamento das atividades e das ações e decisões que são tomadas durante sua execução”.

Segundo Lantelme, Oliveira e Formoso (1995) “a medição de indicadores de desempenho tem sido apontada como uma questão fundamental para a Gestão da Qualidade. Os indicadores fornecem aos gerentes informações necessárias ao processo de tomada de decisões e ações para melhoria da produtividade da empresa”.

No entanto, o uso de um sistema de indicadores segundo Ohashi e Melhado (2004) “requer uma estruturação dos indicadores, da forma de coleta, processamento e análise, da mão-de-obra e utilização dos resultados”.

Lantelme (1994) apresenta indicadores para o grupo produção, cujos “desperdícios e baixa produtividade na construção de edifícios têm sido apontados como problemas crônicos do setor, caracterizando seu atraso tecnológico em relação a outros setores da economia”.

Ohashi e Melhado (2004 apud, DTI, 2001) colocam que “é importante saber onde se situam os pontos fortes e fracos da organização, e como parte do ciclo PDCA, a medição desempenha um papel chave nas atividades de melhoria da qualidade e produtividade”. As principais razões para medição são:

- a) assegurar que os requisitos do consumidor sejam atendidos;
- b) ser capaz de estabelecer objetivos e respeitá-los;
- c) proporcionar padrões para estabelecer comparações;
- d) destacar problemas de qualidade e determinar áreas prioritárias;
- e) proporcionar uma retroalimentação para direcionar os esforços de melhoria.

Vários autores sugerem algumas perguntas que devem ser respondidas para desenvolver um sistema de medição de desempenho eficaz (Kutucuoglu *et al*, 2001):

- a) Por que se medir? (propósito)
- b) O que deve ser medido? (Encontrar fatores importantes)
- c) Como deve ser medido? (Métodos)
- d) Quando deve ser medido? (Duração e cronograma)
- e) Quem deve medir? (Responsável pelo processo x agente externo)
- f) Como o resultado deve ser usado? (Avaliação, melhoria)

Nelly et al (1997) sugerem uma estrutura para o projeto de indicadores de desempenho, “que deve conter os seguintes itens: título; finalidade; fundamentação; meta; fórmula; frequência de medição; frequência de revisão; quem deve medir; fonte de dados; a quem deve se destinar os dados e o que deve ser feito com eles”.

Uma definição para indicadores é dada por Takashina; Flores (1996) que apresentam indicadores como “formas de representação quantificáveis das características de produtos e processos”. O uso de indicadores possibilita à organização conhecer como está seu desempenho, como pode atuar sobre eles e quais as metas a atingir.

Diversas pesquisas foram desenvolvidas em relação ao uso de indicadores na construção civil no Brasil, como podem ser encontradas nos trabalhos de Lantelme (1994), Moreira (1996), Oliveira K. (1999), Oliveira M. (1999) e Carmo (2003).

Lantelme (1994) propõe um conjunto de indicadores para as áreas de projeto (arquitetura, estrutura e instalações), suprimentos, assistência técnica, planejamento e vendas, produção, recursos humanos e administração, baseado nos trabalhos desenvolvidos no NORIE (Núcleo Orientado à Inovação da Edificação).

Em sua dissertação de mestrado, Moreira (1996) apresenta a experiência, o estágio atual e as razões da implantação de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil na cidade do Rio de Janeiro. São quatro grupos de indicadores propostos, subdivididos em indicadores de produtividade e de qualidade, onde os indicadores de produtividade abrangem os recursos humanos e os recursos materiais, enquanto que os indicadores de qualidade atuam sobre o produto e os serviços.

Oliveira K. (1999) propõe o desenvolvimento de um sistema de indicadores para o planejamento e controle da produção em empresas construtoras, baseado nos conceitos e princípios da Nova Filosofia de Produção, com origens no JIT (*Just-in-Time*) e TQM (*Total Quality Management*), cuja aplicação na construção se iniciou com o estudo de Koskela, em 1992.

Oliveira M. (1999) descreve em sua tese uma metodologia para seleção e obtenção de indicadores para tomada de decisões, segundo a percepção dos principais intervenientes (construtores, projetistas e usuários), com enfoque na etapa de concepção do processo construtivo de edificações habitacionais multifamiliares.

Em sua dissertação de mestrado, Carmo (2003) propõe uma estruturação de um sistema de indicadores de desempenho, mesclando aspectos financeiros e não financeiros, que auxilie os processos de gestão das empresas da construção civil do setor de edificações, à

luz do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção do Habitat – PBQP-H. Este sistema foi baseado inicialmente na Fundação Prêmio Nacional da Qualidade - FPNQ e fundamentado no *Balanced Scorecard* (BSC) de Kaplan e Norton.

Na Tabela 3.1, são mostrados os problemas da falta de qualidade, juntamente com as possíveis causas, e a seleção de indicadores que podem auxiliar na detecção das inconsistências.

TABELA 3.1 – PROBLEMAS E INDICADORES DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE PARA A FUNÇÃO PRODUÇÃO

PROBLEMAS PRODUÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE
<p>Não atendimento da qualidade da edificação. Atrasos nos prazos de execução dos serviços. Não atendimento ao orçamento. Baixa produtividade.</p>	<p>Falta de planejamento adequado dos custos, prazos e qualidade da obra. Programação inadequada (seqüência, ritmo e coordenação das equipes). Falta de controle na execução dos serviços. Falta de procedimentos para recebimento dos serviços. Baixa utilização de tecnologia de informação (<i>software</i> e <i>hardware</i>). Falta de coordenação e integração dos intervenientes. Falta de procedimentos de inspeção dos serviços. Falta de retroalimentação para outros processos da empresa visando evitar a reincidência de falhas. Uso ineficiente dos equipamentos.</p>	<p>Índice de produtividade global. Produtividade dos serviços; % de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares. % de tempo parado causado por problemas de execução. PROGRAMAÇÃO/ORÇAMENTO Eficiência da programação. Eficiência do orçamento. Custo de mobilização e desmobilização de equipamentos. Tempo de utilização efetiva dos equipamentos. RETRABALHO N.º de serviços refeitos. % de serviços refeitos. % de tempos de retrabalho. PERDAS Quantificação dos desperdícios. % de desperdícios de materiais com origem no gerenciamento e execução dos serviços. Desaprumo das estruturas – espessuras adicionais de revestimentos.</p>

(FONTE: ADAPTADO DE LANTELME , 1994)

Encontram-se outros indicadores para o acompanhamento da produção, de que Amorin (1998), seleciona os seguintes, agrupados em quatro classes:

- a) Indicadores de produtividade dos recursos humanos ? uma vez que a variabilidade de recursos, métodos e produtos inviabiliza o acompanhamento por tipo de serviço, optou-se por parâmetro comum a todos, a relação entre tempos produtivos, auxiliares ou improdutivos dos itens mais significativos da obra bruta.
- b) Indicadores de produtividade dos recursos materiais ? neste caso, a seleção de itens a serem acompanhados recai nos tijolos, aço, concreto e revestimentos argamassados, laminados ou cerâmicos, de modo bastante similar a outros projetos de controle de perdas.
- c) Indicadores de qualidade do produto ? baseado no acompanhamento de falhas pós-entrega, ou seja, em levantamentos nos serviços de manutenção e correção usuais após a entrega da obra ao cliente, buscando identificar falhas; sua origem (fase da obra em que teriam sido geradas e causa provável); os homens-hora empregados na correção e sua relação com o total acumulado por obra; o custo direto das correções com o custo direto global, acumulados por obra.
- d) Indicadores de qualidade dos serviços ? baseados no acompanhamento dos serviços, de modo a identificar as ocasiões de retrabalho, para indicar: a tipologia das ocorrências e a etapa da obra em que foi realizada a correção; o total de homens-hora de retrabalho em relação ao total da etapa e ao global da obra; a origem do retrabalho e a indicação das causas.

Os indicadores visam ao controle gerencial da edificação. Dessa forma, os autores procuram disponibilizar informações, privilegiando ou colocando o enfoque em áreas consideradas mais relevantes no nível administrativo.

3.4. O *Balanced scorecard*

No início dos anos 90, foi introduzida uma nova ferramenta gerencial batizada de *Balanced Scorecard* (BSC), que visa auxiliar no desenvolvimento da organização, por permitir a realização de uma avaliação integrada, baseada em um sistema de indicadores que, além de refletirem os objetivos e metas organizacionais, explicitam as ligações do dia-a-dia operacional com a estratégia transformadora adotada. Nesse ponto, “destaca-se a utilização do BSC como uma ferramenta operacionalizadora de idéias por possibilitar a medição do ‘fazer acontecer’”. (Lourenço e Machado, 2002)

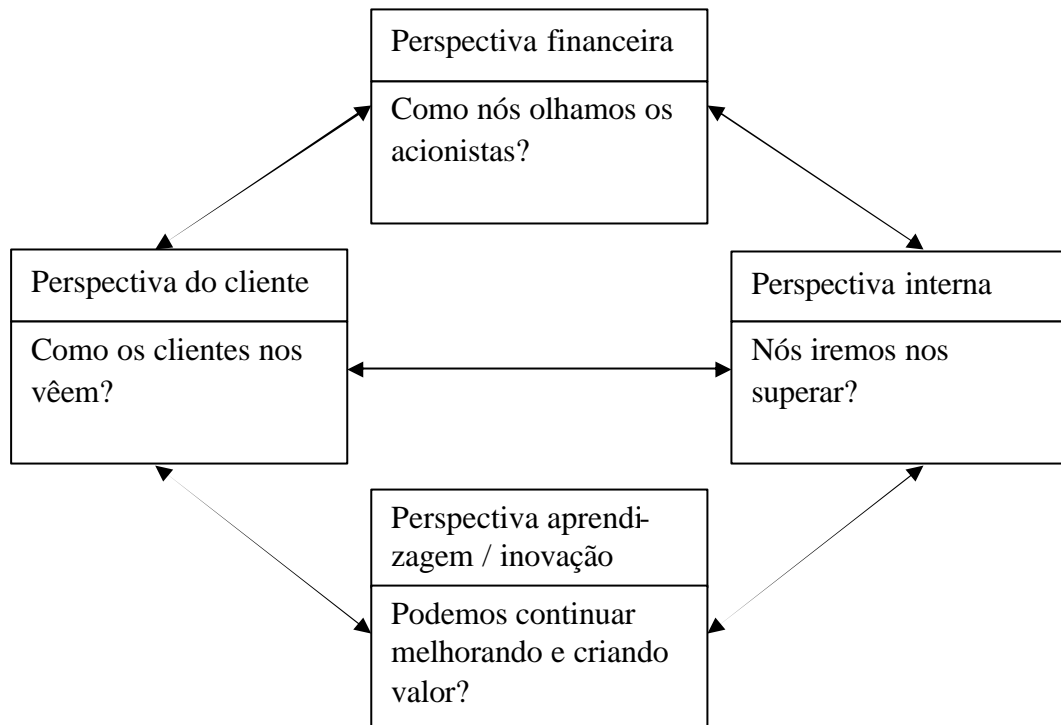
O BSC pode ser adaptado para o SGQ como uma importante ferramenta, pois tem uma abordagem sistêmica do processo que resulta na elaboração de indicadores de desempenho equilibrados entre as diversas perspectivas que compõem uma empresa. Também analisa os resultados obtidos a fim de promover um processo de melhoria contínua, sendo este último um dos principais objetivos do SGQ.

No entanto, Kaplan e Norton (1997) colocam que “as medições tradicionais não são completamente compatíveis com as competências e habilidades que as organizações precisam enfrentar atualmente no ambiente de negócios”.

Os indicadores financeiros tradicionais eram praticamente as únicas fontes de informação utilizadas pelas empresas para traçar e avaliar suas estratégias, eventualmente, usavam-se outros indicadores de desempenho, mas eram analisados separadamente e não em conjunto. Notou-se, então, que as medidas financeiras refletiam o que já havia acontecido, não possibilitando detectar erros conforme fossem surgindo, muito menos possibilitavam implementar medidas corretivas.

Faziam-se prementes indicadores que refletissem as necessidades da empresa de forma equilibrada. O *Balanced Scorecard* complementa as medidas financeiras com medidas operacionais de satisfação de clientes, de processos internos e da inovação da organização e de atividades de melhoria/ medidas operacionais, motores do desempenho financeiro futuro. O cartão de marcação equilibrado permite aos gerentes olhar para o negócio de quatro perspectivas importantes (Figura 3.3) (Kaplan e Norton, 1992):

- a) Perspectiva de cliente: Como os clientes nos vêem?
- b) Perspectiva interna: Como iremos nos superar?
- c) Perspectiva de aprendizagem e inovação: Nós podemos continuar melhorando e criar valor?
- d) Perspectiva financeira: Como nós olhamos os acionistas?

FIGURA 3.3 - *BALANCED SCORECARD* UNE MEDIDAS DE DESEMPENHO

(FONTE: ADAPTADO DE KAPLAN E NORTON, 1992)

Segundo Campos (1998), o “*balanced scorecard* deve ajudar as unidades de negócios a orientar os objetivos financeiros pela estratégia da organização, por sua vez, as metas financeiras devem servir de foco para os objetivos e medidas das demais perspectivas”.

A empresa identifica o segmento de mercado e de clientes em que vai competir, colocando-se sob a perspectiva do cliente. Essa atitude possibilita não só alinhar as medidas de avaliação de satisfação, de lealdade, de aquisição e rentabilidade para os mercados e clientes alvos, como permite identificar e medir as principais tendências e indicadores do mercado para a empresa desenvolver soluções de valor para os clientes. Muitas empresas, que não procuraram entender as necessidades de seus clientes, descobriram, tardiamente, que companhias concorrentes haviam feito incursões muito bem sucedidas, oferecendo produtos e serviços muito mais orientados às preferências do mercado.

Sob a perspectiva interna, as medidas de avaliação do desempenho enfocam os sistemas atuais e procuram identificar oportunidades de melhoria dos procedimentos

operados. A preocupação dos gerentes deve ser orientada para identificar o valor agregado aos produtos e serviços da organização pela cadeia de processos.

Sob a perspectiva da aprendizagem, os objetivos e as medidas de desempenho são forças que vão mover a empresa, no sentido de criar a infra-estrutura necessária à organização para alcançar os objetivos definidos nas perspectivas financeiras dos clientes externos e internos. O *balanced scorecard* atribui um peso adequado ao futuro da empresa, ao promover não só investimentos em áreas tradicionais, mas também nas pessoas, nos sistemas e nos procedimentos.

Essas quatro diferentes perspectivas fornecem as informações estratégicas necessárias para não sobrecarregar o número de medidas usadas, forçando os gerentes a focarem somente o que é crítico. Muitas pessoas acreditam que têm um BSC porque realizam medições financeiras e não-financeiras. Supõem que, apenas medir os resultados financeiros, a satisfação do cliente, a qualidade e a satisfação dos funcionários, já significa implementar o BSC. Não é assim. “O importante é vincular todas essas medições a uma cadeia de relações de causa e efeito”. (Kaplan, 1998)

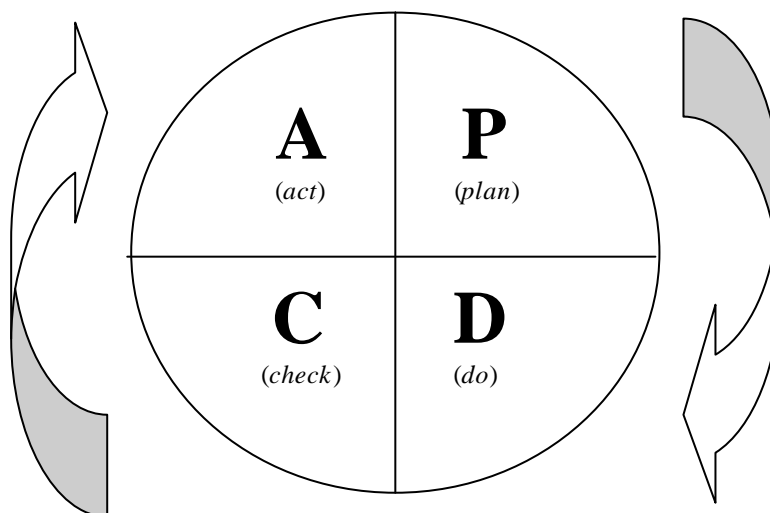
O mapa estratégico do BSC explicita a “hipótese da estratégia, descrevendo o processo de transformação dos ativos intangíveis em resultados tangíveis para os clientes e, portanto, em resultados financeiros”. (Kaplan e Norton, 2000)

O BSC constitui-se em efetivo processo de aprendizado, uma vez que integra: (1) uma estrutura estratégica compartilhada que comunica a estratégia e permite a cada participante ver sua contribuição para a realização da estratégia global; (2) um processo de *feedback* que coleta dados de desempenho sobre a estratégia e permite formular hipóteses sobre inter-relacionamentos dos objetivos com as iniciativas estratégicas a serem testadas e (3) um processo de solução de problemas em equipe, que realiza análises, aprende sobre os

dados de desempenho e, então, adapta a estratégia de acordo com o aparecimento de novas condições e assuntos a serem analisados. (Kaplan e Norton, 1996)

Pode-se traçar paralelos entre o BSC e outras teorias, Kanji e Moura e Sá (2002) colocam que “o BSC é mais que um sistema de medidas de desempenho”. Ele consiste de quatro processos que seguem a seqüência PDCA (*plan-do-check-act*) de forma interativa: o planejamento do negócio (P), o *feedback* e o aprendizado (D), o clarear e traduzir a visão (C) e a comunicação e o alinhamento (A) (Figura 3.4).

FIGURA 3.4 – CICLO PDCA



(FONTE: ADAPTADO DE CAMPOS, 1992)

Os gerentes precisam ter “um sistema de indicadores de medidas de desempenho que sumarizem e quantifiquem os objetivos e as metas organizacionais, servindo de base para que o desempenho organizacional seja avaliado, trazendo, em consequência, melhorias e inovações sistemáticas”. (Lourenço e Machado, 2002)

A grande proliferação de painéis de avaliação de desempenho nas organizações reflete o crescimento geral do interesse pelo aprimoramento desse ferramental

de gestão. Entretanto, “os painéis indicadores geralmente enfocam assuntos de interesse interno, ficando as áreas de interesse dos clientes inadequadamente integradas ao esquema principal”. (Lawton, 2002)

Tal qual outras metodologias, o BSC apresenta pontos fortes e fracos.

Segundo Kanji e Moura e Sá (2002), suas forças são:

- a) Reunir, em um relatório único, muitos dos elementos aparentemente discrepantes da agenda competitiva das organizações.
- b) Ter a habilidade de traduzir a visão e a estratégia da organização em objetivos tangíveis e em medidas de desempenho.
- c) Ser uma abordagem holística para a avaliação do desempenho organizacional.
- d) Focar um número limitado de medidas críticas.
- e) Ter flexibilidade e adaptabilidade para atender a diversas organizações.
- f) Apresentar senso de interdependência das várias áreas organizacionais considerando o conjunto de todas as medidas operacionais importantes.
- g) Ter forte enfoque em clientes e mercado.
- h) Desenvolver entre os gerentes uma visão mais clara e compartilhada do que estão tentando alcançar, indicando as alavancas críticas a serem acionadas para o alcance desses objetivos.
- i) Ser fácil de usar.

Segundo os mesmos autores, os pontos fracos são:

- a) Ser um modelo conceitual, dificultando a conversão para um modelo de medição.
- b) Não mostrar claramente as interações dos critérios.
- c) Não ser uma abordagem completa, por enfatizar clientes e acionistas, desconsiderando outros importantes *stakeholders* (partes interessadas) como empregados, fornecedores e a comunidade.
- d) Concentrar-se apenas em resultados.
- e) Priorizar, principalmente, medidas de desempenho tomadas a partir da cúpula diretora, ou seja, medidas tomadas "de cima para baixo";
- f) Não monitorar a competição, tornando essa abordagem mais estática do que dinâmica.
- g) Criar, primeiramente, em razão da estratégia *downstream*, compromisso externo, atitude problemática por possibilitar aos empregados se fixarem somente no que é medido.

O BSC constitui-se em uma série de indicadores que abrangem a empresa de forma holística, aproximando-se, assim, do ideal que seria focar a estrutura em seu conjunto, fazendo da interligação das partes o pilar central da organização. A decisão de cada

departamento afeta aos demais em maior ou menor intensidade, isto, por si só, já justifica a implantação de indicadores de desempenho equilibrados.

A implantação do BSC necessita de uma estratégia estruturada e de um planejamento detalhado, para que obtenha indicadores relevantes ao processo gerencial da empresa. Com o processo produtivo não é diferente, para um gerenciamento baseado na metodologia do BSC, necessita-se elaborar a estratégia, planejar e executar, posteriormente analisando os resultados obtidos e atuando-se de forma corretiva.

3.5. Compatibilização do modelo de acompanhamento de obras

Cada empresa reveste-se de características próprias, que as distinguem das demais, porém, alguns parâmetros são idênticos para todas, o que possibilita a implantação de um modelo.

Avaliar a eficácia da empresa com base na consecução dos objetivos por meio da melhoria da eficiência do processo pressupõe que o modelo de acompanhamento deva atender a alguns princípios:

- a) **Consistência com os objetivos gerenciais:** condição para que o modelo de acompanhamento resulte em dados que avaliem a posição da empresa confrontando o planejado com o realizado e, assim, fornecendo subsídios para um processo de melhoria contínua.

- b) Medição de atividades significativas: parâmetro em que a metodologia de acompanhamento deve ser estabelecida, para fornecer informações relativas às causas dos problemas e permitir a intervenção para melhoria.

Esses dois princípios, associados ao planejamento e controle da produção no canteiro de obra, consistem em importante ferramenta gerencial para a tomada de decisões e avaliação do processo produtivo. As medidas estabelecidas devem, portanto, estar relacionadas a atividades, a processos críticos ou significativos para a atividade produtiva.

Outro princípio para o desenvolvimento de um modelo para acompanhamento da produção é a adaptabilidade às necessidades de gerenciamento da obra, as quais devem ser continuamente revistas, modificadas e mesmo eliminadas para refletir os fatores críticos de sucesso da empresa. Deve-se, ainda, produzir informações a custo acessível e disponíveis numa base de tempo e num formato de fácil entendimento, que auxilie eficazmente a tomada de decisões.

O gerenciamento de uma organização implica detectar consequências não desejadas, analisá-las identificando falhas e agir intervindo para melhorar os resultados.

Para elaborar a metodologia de acompanhamento de obras, faz-se necessária a utilização, como instrumento gerencial, de indicadores de desempenho, cuja seleção, para que sejam representativos, deve obedecer aos princípios anteriormente descritos e, igualmente, decorrer da análise de alguns problemas inerentes à construção civil. Segundo Contador *et al* (2001), foram encontrados inúmeros pontos críticos no macroprocesso da construção civil, conforme segue:

- a) Falta de plena identificação das necessidades funcionais do cliente por nicho específico de mercado.
- b) Falta de compatibilização entre os projetos arquitetônico, construtivos ou complementares e os processos construtivos.

- c) Inexistência, ou deficiência, de processos construtivos normatizados.
- d) Deficiência de comunicação entre as áreas envolvidas com o empreendimento versus postura comportamental.
- e) Deficiência dos sistemas de suprimentos e/ou logística;
- f) Baixa qualidade dos materiais e serviços;
- g) Falta de projeto em tempo oportuno (atraso);
- h) Falta de planejamento integrado;
- i) Deficiência dos bancos de dados: tecnologia, material, processo, custo, etc;
- j) Baixo nível de pré-industrialização;
- k) Equipamento e dispositivos inadequados;
- l) Alteração do projeto durante a obra;
- m) Desperdício de material e de mão-de-obra.

Nota-se que os pontos críticos se apresentam em, praticamente, todas as áreas e processos da empresa construtora, ressaltando dessa forma as grandes deficiências a serem enfrentadas. Para tanto, faz-se necessário um planejamento da obra como primeiro passo para suprir as carências detectadas, seguindo-se ao controle das atividades executadas, à identificação de problemas (causadores de eventuais desvios em relação ao planejado) e à implantação de novas diretrizes para saná-los (ciclo PDCA).

O presente trabalho busca somente a identificação dos problemas produtivos representativos, ficando a identificação das deficiências a cargo da gerência do empreendimento. Entretanto, para o correto acompanhamento das atividades executadas é imprescindível a elaboração do planejamento, como ponto de partida.

Um planejamento começa com a elaboração dos projetos (fundações, arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, telefônico e outros) e de um orçamento, fonte de dados essencial, que propiciará a estimativa de custos importante para o bom andamento da edificação.

Ao se cruzar os dados do cronograma da obra com o orçamento obtém-se a estimativa de desembolso, tanto de materiais quanto de fornecedores e mão-de-obra, ao longo dos meses, contribuição fundamental para se manter o correto fluxo de caixa da empresa.

Além de auxiliar na quantificação dos serviços e materiais usados, permitindo comparar o realizado com o executado no processo produtivo do canteiro de obras.

Deve-se, ainda, levar em consideração as alterações de projeto que implicam retrabalho, mas que, embora comuns em obras de construção civil, podem representar considerável prejuízo para o empreendimento, além de atraso no cronograma da obra, forçando a entrega da edificação em prazo superior ao estipulado inicialmente. Com isso, o retrabalho provoca, ainda, o replanejamento físico e financeiro da construção.

Segundo Contador *et al* (2001), é necessário “uma nova abordagem, em que os esforços sejam dirigidos para as inter-relações causadoras de atrasos e excessos de custos. Um bom empreendimento é aquele executado em conformidade com seu planejamento executivo”.

Uma vez selecionados os indicadores, o passo seguinte é sua implantação. Para tanto, deve-se sistematizar o processo de medições, sendo imprescindível o treinamento dos seus participantes para correta coleta dos dados.

Verifica-se natural resistência a mudanças, que não decorre somente da mão-de-obra pouco qualificada empregada pela construção civil, mas também da própria gerência do empreendimento. “As dificuldades encontradas devem-se principalmente a desmotivação de alguns funcionários e a resistência à aceitação de mudanças, preferindo continuar com velhos paradigmas”. (Lima e Jorge, 1999)

São as pessoas a principal variável na implantação de qualquer técnica ou metodologia gerencial. Segundo Souto (1994), o “fator humano sempre está nos acertos e nos erros. O fator humano origina as grandes conquistas, mas certamente estará sempre na origem dos fracassos e dos erros”.

3.6 – Controle estatístico de processo

O Controle Estatístico de Processo (CEP) constitui importante ferramenta para a gestão da qualidade, pois, faz a análise do desempenho do processo. Nessa linha, Siqueira (1997) e Hradesky (1989) colocam que “o Controle Estatístico de Processo é o ramo do Controle da Qualidade que consiste na coleta, análise e interpretação de dados para utilização nas atividades de melhoria e controle da qualidade de produtos e serviços”. Segundo Novais *et al* (1999), o “CEP envolve técnicas que permitem a avaliação das alterações no processo produtivo determinando sua natureza e frequência com que ocorrem”.

O gráfico de controle é mecanismo que determina se o processo está sob controle, isto é, se a variabilidade do processo se deve apenas a causas aleatórias, variações inevitáveis nas características da qualidade de um produto, ou se está fora de controle, isto é, se sua variabilidade é anormal e requer intervenção imediata.

De acordo com a natureza do processo e a distribuição adotada, estabelecem-se critérios que atestam, periodicamente, se o processo está sob controle, ou não, tanto no momento presente (diagnóstico/ histórico) quanto no futuro (tendências).

3.6.1. Gráficos de controle por variáveis segundo Paladini

Variáveis são aquelas informações resultantes das medidas, ou seja, sempre que se mede comprimento, peso, temperatura, pressão, voltagem, resistência, densidade, concentração e outros, estão sendo coletados dados variáveis.

O controle de processos por variáveis é a análise quantitativa do defeito. É utilizado quando se tem interesse em identificar a intensidade de um defeito, por medições feitas na unidade. Tais gráficos baseiam-se na distribuição normal.

O modelo básico de controle por variáveis é montado com base em conjunto de dois gráficos:

(1) gráfico geral para a tendência central do processo, sendo o mais utilizado o gráfico da média (gráfico \bar{x}), que se vale do fato de que a distribuição amostral das médias \bar{x} é normal. Assim, o gráfico da média será estruturado como segue:

- a) uma linha média;
- b) dois limites de controle, um acima e outro abaixo da média.

(2) gráfico específico para a dispersão ao redor da média, sendo os dois gráficos mais comuns:

- a) gráfico do desvio padrão (gráfico S), para amostras grandes, geralmente, maiores que 10 itens;
- b) gráfico da amplitude (gráfico R), para amostras pequenas, de 3 a 10 itens.

3.6.2. Gráficos de controle por atributos

Atributos são dados que só podem ser controlados ou classificados, tais como, “passo ou não passo”, claro ou escuro, com trinca ou sem trinca, e outros, sendo que segundo Paladini (1995) os mais importantes são:

- a) Gráfico p : registra as frações defeituosas ou percentuais de defeitos em amostras de tamanho n . Fração defeituosa é o quociente da quantidade de peças defeituosas (d) pela quantidade de peças na amostra (n). Trata-se do “gráfico da fração defeituosa”.
- b) Gráfico np : registra as quantidades de peças defeituosas em amostras de tamanho n . É o “gráfico do número de peças defeituosas”.
- c) Gráfico u : registra as quantidades de defeitos por unidade do produto, quando houver unidade natural do produto. É o “gráfico de defeitos por unidade”.
- d) Gráfico \bar{u} : registra as quantidades médias de defeitos por unidade do produto, quando não houver uma unidade natural para o produto. É o “gráfico do número de defeitos por unidade”.
- e) Gráfico c – registra o número de defeitos da amostra. É o “gráfico de defeitos por amostra”.

O mais conhecido dos gráficos de controle por atributos é o gráfico p , cuja estrutura se reproduz, brevemente.

Se d é o número de peças defeituosas em uma amostra de tamanho n , a fração defeituosa p será $p = (d / n)$. A variável amostral p , binomial, terá média P e desvio-padrão igual à raiz quadrada de (PQ / n) , onde $Q = 1-P$. Essa variável permite a aproximação pela distribuição binomial com iguais médias e desvio-padrão. Os limites de controle são dados pela média P , à qual se somam (limite superior) e subtraem (limite inferior) três desvios-padrão. Se não se conhece P , pode-se estimá-lo pelo cálculo de fração defeituosa média das amostras e pelo cálculo dos limites baseados nessa média.

Para medir e avaliar a eficácia dos processos e os resultados obtidos com a implantação de sistemas de gestão da qualidade, faz-se necessário definir e adotar indicadores que consistem em expressões quantitativas representando uma informação gerada com base na medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e/ou dos produtos resultantes. A medição e a avaliação referem-se à identificação dos dados e informações e ao estabelecimento de critérios, especificações ou valores para comparação entre os resultados obtidos e padrões ou metas definidas.

Quanto ao número de operações de retrabalho por unidade, leva-se em conta a unidade de medida: número/andar, número/casa, número/edificação.

Gráfico a ser utilizado: gráfico p.

Os retrabalhos são causas de perdas de produtividade e desperdícios de materiais na construção de edificações. Esse indicador tem por objetivo verificar o número necessário de operações de retrabalho em cada unidade (apartamento, casa, edifício, e outros).

3.6.3. Tamanho da amostra

O ideal é verificar a qualidade de cem por cento (100%) dos itens fabricados, entretanto, essa proposta em muitos casos torna-se economicamente inviável, mas, pode-se contornar esse problema com a retirada de amostra representativa de todo o lote. Dessa forma, Siqueira (1997) coloca que “todos os planos de inspeção por amostragem são baseados na premissa de que cada unidade do lote tem a mesma probabilidade de pertencer à amostra, isto é o que se chama de amostra aleatória”.

Constatam-se vantagens e desvantagens na inspeção por amostragem.

Segundo Siqueira (1997), as vantagens são:

- a) maior economia, em função do menor número de inspeções;
- b) menor dano aos produtos, devido ao menor manuseio na inspeção;
- c) menor número de inspetores e, conseqüentemente, menores custos de recrutamento, treinamento e supervisão;
- d) a rejeição de lotes inteiros funcionando com fator motivacional para melhoria da qualidade.

As desvantagens, ainda, segundo Siqueira (1997), são:

- a) A existência de riscos de aceitação de lotes ruins e rejeição de lotes bons;
- b) Maior tempo dedicado ao planejamento e à documentação da inspeção;
- c) Menos informação fica disponível sobre a qualidade dos produtos.

O tamanho da amostra é peça fundamental para o controle estatístico que vise reproduzir fielmente a realidade. A construção civil difere da indústria tradicional, uma vez que, na primeira, não há elevada repetição de produtos e serviços. Deve-se analisar cada tipo de serviço executado e suas particularidades para se determinar o tamanho da amostra.

Estabeleceu-se, como regra para este trabalho, que as amostras nunca deverão ser inferiores a 15% do total de trabalho executado, devendo, ainda, ser sempre em números pares e nas mesmas quantidades por apartamento.

Um importante atributo para a amostra ser representativa é que a mesma deve ser aleatória, sendo indispensável o treinamento da pessoa que irá colhê-las. Não há nenhum impedimento para que alguma pessoa do administrativo da obra (engenheiro, estagiário de engenharia, técnico ou mestre de obras) colha os dados necessários, porém, como regra, esse coletor deve ter pelo menos o primeiro grau completo e demonstrar desenvoltura para manipular o computador de mão após o treinamento, ou seja, a pessoa designada à coleta de dados deve ser capaz de realizar esse processo bastante simplificado com a ajuda da tecnologia da informação.

3.7. Resumo

Procurou-se, neste capítulo, evidenciar a importância do Sistema de Gestão da Qualidade dentro do contexto da construção civil como um instrumento para promover um processo de melhoria contínua na empresa.

Salientou-se ainda que dentro do contexto do SGQ os indicadores de desempenho se constituem em uma ferramenta fundamental para o processo produtivo da construção civil.

O *Balanced Scorecard* apresenta-se como uma ferramenta gerencial completa baseada em indicadores de desempenho, pois, abrange toda a empresa mais a perspectiva do cliente. Como o modelo de acompanhamento de obras foca o processo produtivo, optou-se por salientar os indicadores que forneçam informações para melhorar a qualidade do processo. Nesse sentido, o controle estatístico de processo (CEP) auxilia na análise e na interpretação de dados para utilização nas atividades de melhoria e controle da qualidade de produtos e serviços.

CAPÍTULO 4 – MODELO DE ACOMPANHAMENTO DE OBRA

4.1. Introdução

Neste capítulo, propõe-se o modelo de acompanhamento de obras para a construção civil, baseado no Sistema de Gestão da Qualidade.

São listados os requisitos mínimos necessários a implantação do modelo, baseados no atestado de qualificação obtidos por empresas construtoras que implantaram o SIQ-Construtoras.

Discute-se os critérios que levaram a seleção dos indicadores baseado na metodologia do BSC.

Apresenta-se também todos os passos necessários para a utilização dos indicadores, como uma ferramenta gerencial a ser utilizada pelo engenheiro responsável pela obra.

4.2. Requisitos para implantação do modelo de acompanhamento de obra

A implementação da estratégia organizacional é de fundamental importância, uma vez que a mesma indicará o rumo que a empresa deve seguir. Segundo Kaplan e Norton (2004), a “Estratégia não é um processo gerencial isolado, é uma das etapas de um processo contínuo lógico que movimenta toda a organização desde a declaração da

missão de alto nível até o trabalho executado pelos empregados da linha de frente e de suporte”.

A estratégia desenvolve-se e evolui para atender às condições em constante mutação impostas pelo ambiente externo e pelas competências internas.

A empresa, portanto, necessita de elaborar e formalizar um plano estratégico, após o que, parte para definir os objetivos estratégicos para cada área de atuação. Com base na metodologia empregada pelo BSC, focam-se e mensuram-se os objetivos relevantes para atingir o rumo apontado pela estratégia organizacional.

Como a metodologia e implementação do BSC são amplamente difundidas no mercado, tendo, inclusive já sido adotadas por inúmeras empresas, o modelo de acompanhamento de obras direciona os indicadores para o canteiro de obra, não se atendo a todo o processo de implementação do BSC.

O BSC subdivide a empresa em quatro perspectivas distintas e interdependentes: perspectiva financeira, perspectiva do cliente, perspectiva aprendizagem e inovação e perspectiva interna. Foram adotados três grupos de indicadores representativos, que podem auxiliar na tomada de decisão no canteiro de obras.

Baseando-se na bibliografia estudada, aplicada a metodologia do BSC chegou-se à conclusão de que três (3) indicadores se destacam em relação a tais perspectivas de gerenciamento de obra, a saber:

- a) Cronograma de obra: relacionadas às perspectivas do cliente, financeira e do processo e aprendizagem.
- b) Retrabalho: relacionadas às perspectivas financeira, interna e aprendizagem.
- c) Desperdício de material: relacionadas às perspectivas financeira, interna e aprendizagem.

Os indicadores foram escolhidos com base em sua representatividade frente às necessidades gerenciais da administração de obras. Sendo a facilidade e a simplicidade da coleta de dados preponderantes para uma efetiva implantação, possibilita seu emprego em grande número de empresas, principalmente, do subsetor edificações.

Igualmente importante é a possibilidade de implantar a baixo custo um esquema de acompanhamento móvel baseado em tecnologia da informação utilizando *handheld computers* (computadores de mão) e programas veiculados no mercado (*excel*, *word* e outros).

Os indicadores propostos neste trabalho têm por objetivo fornecer informações ao engenheiro responsável pela obra quanto ao desempenho do processo produtivo baseado em fatos e dados. Além disso, o trabalho pretende contribuir implantando o uso de computadores de mão para facilitar o procedimento de coleta, processamento e avaliação de dados, dotando-se a construtora de ferramenta gerencial de baixo custo e fácil manuseio.

Para assegurar um produto final de qualidade não basta agir pontualmente em algum departamento da empresa. Um sistema de gestão da qualidade envolve a empresa como um todo, promovendo um processo de melhoria contínua.

Assim dada as necessidades de planejamento, sistematização de procedimentos e avaliação dos resultados, faz-se necessário que a construtora seja certificada com a Qualificação de Empresas Construtoras do PBQP-H (SIQ Construtoras) nível A.

A empresa em conformidade com o SIQ-Construtoras mantém um Sistema de Gestão da Qualidade documentado como forma de assegurar que todas as obras sejam executadas conforme as especificações contratuais e os requisitos estabelecidos nos padrões normativos (SIQ-Construtoras), assim estruturados:

- a) objetivo;
- b) referência normativa;
- c) termos de definições;
- d) sistema de gestão da qualidade;
- e) responsabilidade da direção da empresa;
- f) gestão de recursos;
- g) execução da obra;
- h) medição, análise e melhoria.

Entretanto a certificação de qualidade não necessariamente promove um processo de melhoria contínua, nem é capaz de levantar de forma rápida e fácil os dados gerenciais necessário a atividade produtiva.

4.3. Modelo proposto

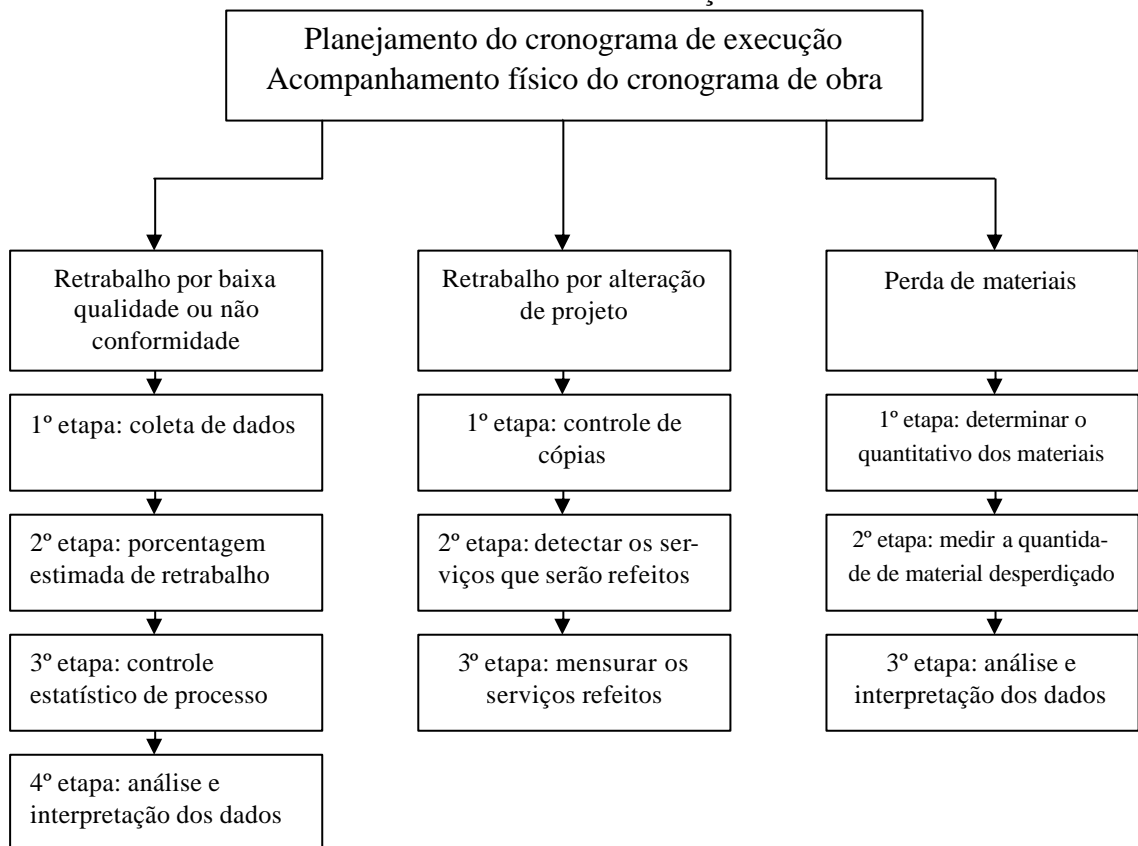
Cada passo na aplicação do modelo de acompanhamento de obra está ligado a tomada de decisões táticas ou operacionais que originam dos principais fatores intervenientes na programação da construção.

Dada a necessidade de planejamento e posterior controle da produção (PCP), o primeiro indicador a ser implantado é o acompanhamento físico do cronograma de obra. A partir do acompanhamento físico deriva-se os demais indicadores (Figura 4.1), cuja ordem de implantação o engenheiro responsável determina em função de algumas variáveis, sejam elas:

- a) atividades programadas;

- b) rede de precedência das atividades;
- c) tamanho das equipes;
- d) duração das atividades;
- e) sentido de execução;
- f) prazo da obra.

FIGURA 4.1 – FLUXOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DOS INDICADORES



(FONTE: O AUTOR)

4.4. Acompanhamento físico do cronograma da obra

O acompanhamento físico da obra é o nível mais básico para se manter a produção dentro dos parâmetros estabelecidos no planejamento, entretanto, costuma-se trabalhar somente com a data final de entrega da obra, ou seja, não é elaborado nenhum tipo de planejamento e, conseqüentemente, nenhum controle sobre a evolução das etapas da construção.

Para dotar o engenheiro responsável de uma ferramenta gerencial eficiente, diversas etapas devem ser implementadas. Toda atividade produtiva inicia-se com o planejamento detalhado dos serviços em ordem cronológica e dos materiais empregados ao longo de todo ciclo produtivo, utilizando-se, para tanto, o cronograma de execução da obra, instrumento necessário para qualquer planejamento de serviços. Esta é a etapa inicial de um planejamento e controle da produção, onde faz-se o carregamento, seqüenciamento e programação da atividade produtiva.

A distinção dos serviços de forma clara e simples é essencial para a produção e posterior controle, considerando-se, ainda, a possibilidade de ser empregado em grande número de empresas. Para tanto, optou-se por utilizar o gráfico de Gantt.

Esse gráfico é um dos métodos de programação mais utilizados, comumente, constituindo-se em ferramenta simples (inventada por H. L. Gantt, em 1917), que representa o tempo em um eixo do gráfico. Os momentos de início e de fim de atividades podem ser indicados no gráfico, em que, algumas vezes, o progresso real de trabalho também é indicado.

A vantagem dos gráficos de Gantt é, justamente, a representação visual simples do que deveria estar realmente acontecendo na operação, além da facilidade de serem

elaborados em qualquer planilha eletrônica. A principal limitação refere-se à dificuldade de inserir as atualizações decorrentes das diferenças entre o planejamento e a execução.

No presente estudo, o gráfico de Gantt (Tabela 4.1) foi utilizado para monitorar os vinte e cinco serviços que constam no SIQ-Construtoras. Os serviços foram adaptados para uma planilha eletrônica do *Excel*, em que foi elaborado o cronograma de execução de trabalhos.

TABELA 4.1 – CRONOGRAMA DE OBRA UTILIZANDO O GRÁFICO DE GANTT

SERVIÇOS	NÚM. PAVTOS.	2003				2004										
		SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET		
1. ESTRUTURA	planejado	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1		
	executado	2	5	5	5	6	5	5	5	5	5	3	2	3		
	saldo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-2	-3	2		
	% execução planejada					20%						40%	60%	200%		
2. ALVENARIA EXTERNA	planejado				2	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	executado				5	4	5	9	4	7	5	4	5	1		
	saldo				3	-1	0	4	-1	2	0	-1	0	-4		
	% execução planejada				150%	20%		80%	-20%	40%		20%		-80%		
3. ALVENARIA INTERNA	planejado				2	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	executado				2	5	9	10	4	5	5	1	5			
	saldo				0	0	4	5	-1	0	0	-4	0			
	% execução planejada						80%	100%	20%			80%				

(FONTE: O AUTOR)

Dessa forma, o cronograma de obra pode ser um acompanhamento físico muito útil para se determinar o real andamento do empreendimento em relação ao planejado e ao prazo de conclusão previsto. Esse acompanhamento pode ainda evidenciar problemas na execução, como a falta de controle dos serviços, falta de procedimento para recebimento de serviços e programação inadequada. Para tanto, é necessário estabelecer procedimentos documentados para garantir o correto planejamento e controle de obras, visando ao seu bom desenvolvimento. Tais procedimentos, segundo Ambrozewicz (2003), devem prever a forma com que a empresa construtora:

- define as atividades envolvidas na execução de uma obra e suas durações;
- define as precedências e as dependências entre elas;
- define os diferentes recursos utilizados em cada atividade;
- realiza o planejamento inicial da obra;

- e) estabelece programações das atividades;
- f) promove o controle do desenrolar das atividades e;
- g) promove o replanejamento em função dos controles feitos.

O cronograma de execução da obra oferece idéia geral de como a obra deverá evoluir ao longo de todo o seu ciclo de produção. Entretanto, necessita-se de acompanhamento contínuo para detectar prontamente (da maneira mais rápida possível) eventuais desvios na execução.

O ciclo de produção de prédios e casas gira em torno de dois a três anos para conclusão. Isto difere em muito da indústria manufatureira em geral, cujo ciclo de elaboração de produtos é de dias, horas, minutos ou até mesmo segundos. Quando se efetiva o cronograma de execução da obra, ocorrem fatos que alteram o bom andamento da construção, forçando readequação e replanejamento para absorver as mudanças sofridas. Em função de o planejamento ser de longo prazo, é necessária a implantação de um sistema de avaliação periódica do andamento da obra para que se façam as readequações requeridas nos serviços.

Tanto o cronograma geral da obra quanto o cronograma mensal foram elaborados utilizando-se o programa *Excel* da *Microsoft*. Colocou-se na planilha o serviço planejado, o serviço efetivamente executado e a diferença entre ambos. Os dois cronogramas (geral e mensal) foram inseridos no computador de mão, evidenciando, por meio de interface visual, os serviços adiantados (em azul), os atrasados (em vermelho) e aqueles em acordo com o planejado (preto e branco).

Qualquer pessoa do administrativo da obra pode preencher a planilha no computador de mão, bastando para tanto que tenha sido treinada e demonstre desenvoltura para manipular a planilha, cujo preenchimento deve ser feito semanalmente.

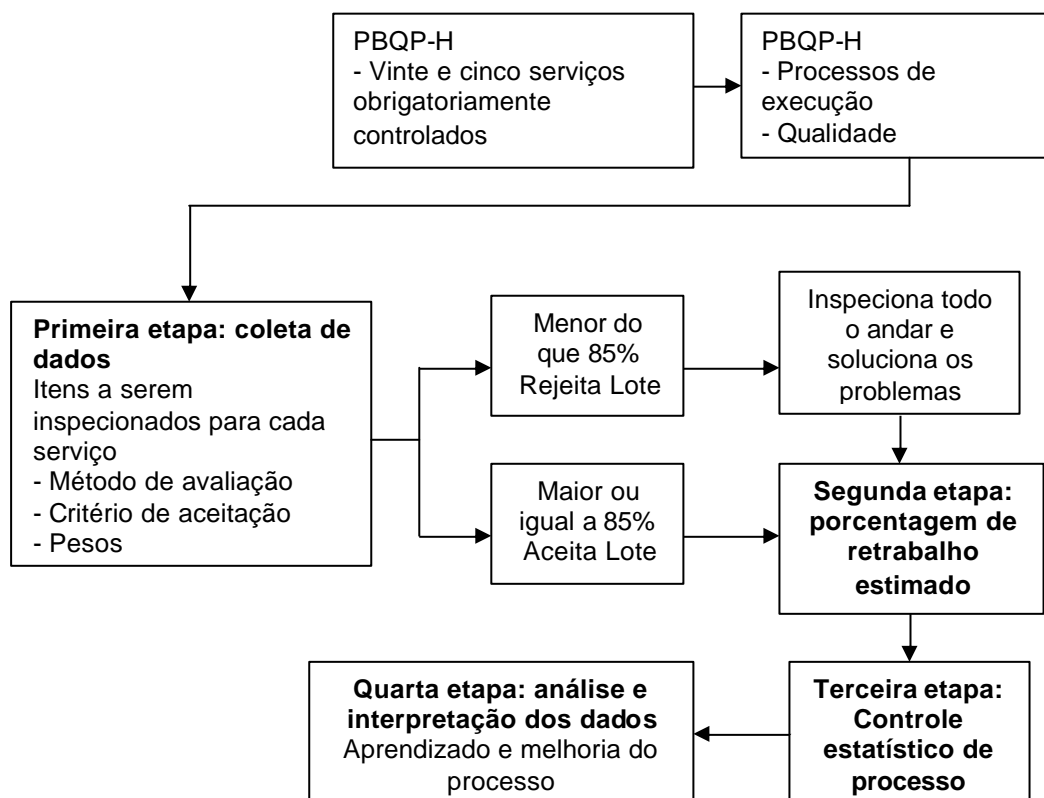
Baseando-se no cronograma físico, pode-se, de maneira visual, saber se os serviços estão adiantados, atrasados ou, ainda, dentro do previsto, cabendo à direção da obra buscar as causas das eventuais discordâncias.

4.5. Retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade

O indicador é formado pelo retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade (Figura 4.2). Esse indicador foi escolhido pelo impacto financeiro que exerce sobre o empreendimento e também pelo conseqüente atraso no cronograma de execução da edificação.

Analisando-se o a (Figura 4.2) pode-se observar que os dois primeiros itens são requisitos necessários para subsidiar o indicador de retrabalho. Segue-se então quatro etapas em seqüência para a efetiva implantação do referido indicador.

FIGURA 4.2 – FLUXOGRAMA DO INDICADOR DE RETRABALHO



Analisando-se somente o aspecto financeiro, verifica-se o caso em que se perdeu toda a mão-de-obra e os materiais usados da primeira vez, logo, provocando a utilização de mais mão-de-obra para se retirar o material mal colocado ou mal executado, e, ainda, investimento em nova execução para sanar os problemas, considerando-se, ainda, o fator tempo um agravante.

O indicador de retrabalho considera a necessidade de determinar as formas para se refutar um serviço executado. Para que haja referencial plausível, optou-se por utilizar os critérios do SIQ-Construtoras, que consiste em uma série de processos de execução e recebimento de serviços desenvolvidos com base em pesquisas acadêmicas, normas técnicas reguladoras de processos de execução e observações *in loco* de processos eficientes dos serviços de execução, controlados em variadas empresas de Construção Civil de todas as regiões do Brasil.

Segundo Ambrozewicz (2003b, *apud* PBQP-H), conforme a etapa da obra, os serviços de execução obrigatoriamente controlados, em que a empresa deve basear a elaboração da respectiva lista de serviços, são:

Serviços preliminares:

1. Compactação de aterro.
2. Locação de obra.

Fundações:

3. Execução de fundação.

Estrutura:

4. Execução de forma.
5. Montagem de armadura.
6. Concretagem de peça estrutural.
7. Execução de alvenaria estrutural.

Vedações verticais:

8. Execução de alvenaria não estrutural e de divisória leve.
9. Execução de revestimento interno de área seca, incluindo produção de argamassa em obra, quando aplicável.
10. Execução de revestimento interno de área úmida.
11. Execução de revestimento externo.

Vedações horizontais:

12. Execução de contrapiso.
13. Execução de revestimento de piso interno de área seca.
14. Execução de revestimento de piso interno de área úmida.
15. Execução de revestimento de piso externo.
16. Execução de forro.
17. Execução de impermeabilização.
18. Execução de cobertura em telhado.

Esquadrias:

19. Colocação de batente e porta.
20. Colocação de janela.

Pintura:

21. Execução de pintura interna.
22. Execução de pintura externa.

Sistemas prediais:

23. Execução de instalação elétrica.
24. Execução de instalação hidrossanitária.
25. Colocação de bancada, louça e metal sanitário.

A empresa construtora deve preparar lista própria de serviços de execução controlados, que utilize e que afete a qualidade do produto exigido pelo cliente, abrangendo, no mínimo, os serviços listados anteriormente.

Para cada um dos vinte e cinco serviços listados, constam do Anexo A à dissertação, “os critérios a seguir para uma formatação que contemple os requisitos mínimos, tais como: itens a serem verificados, tolerância, parâmetros e medidas obtidas”. (Ambrozewicz, 2003b)

Ainda, segundo Ambrozewicz (2003b):

Os itens de inspeção e suas tolerâncias para cada serviço foram pesquisados em normas técnicas da ABNT (aplicáveis). Cabe lembrar que, embora algumas normas técnicas de Construção Civil apresentem questões polêmicas, é de suma importância que a empresa as conheça e, com bom senso, as utilize como referencial, comparando com o que a empresa vem obtendo. Esta análise será de grande valia no enfoque de melhoria contínua dos processos construtivos e na análise dos dados, bem como para a formulação dos indicadores de monitoramento do produto.

Não basta apenas refutar o serviço, são necessários critérios para se contabilizar a quantidade de retrabalho empregada no empreendimento. Com foco nisso,

existe a necessidade de ser elaborado, para cada serviço, itens a serem inspecionados, bem como o método de avaliação e o critério de aceitação (Quadros 4.1 a 4.26). Existe ainda a necessidade de dotar os itens inspecionados de pesos relativos ao grau de importância de cada um como critério para refutar ou não o serviço.

Os pesos devem ser determinados por profissionais ligados a atividade construtiva.

QUADRO 4.1 – FORMAS PARA CONCRETO ARMADO

Serviço: Formas para concreto armado			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Desnívelamento da laje	Nível de mangueira	Menor do que 5mm
2	Dimensões das vigas	Trena	Menor do que 5mm
3	Prumo dos pilares	Prumo de face	Menor do que 3mm
4	Dimensões dos pilares	trena	Menor do que 3mm

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.2 – MONTAGEM DE ARMADURAS

Serviço: Montagem de armaduras			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Espaçamento da armadura	Trena	Menor do que 1cm
2	Bitola	Especificado em projeto	Sem inconformidade

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.3 – CONCRETAGEM

Serviço: Concretagem			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Desnívelamento da laje	Nível de mangueira	Menor do que 5mm
2	Conferência dos laudos do concreto	Especificado em projeto	FCK maior que o especificado
3	Descontinuidade da concretagem	Visual	Sem descontinuidade

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.4 – ALVENARIA ESTRUTURAL

Serviço: Alvenaria Estrutural			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Desaprumo	Prumo de face	Sem desaprumo
2	Locação	Especificado em projeto	Menor do que 1cm
3	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.5 – ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Serviço: Alvenaria de Vedação			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Desaprumo	Prumo de face	Menor do que 5mm
2	Locação	Especificado em projeto	Menor do que 1cm
3	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.6 – DIVISÓRIAS DE GESSO ACARTONADO

Serviço: Divisórias de Gesso Acartonado			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Defeitos aparentes na colocação da fita	Visual	3 a cada 100m ²
2	Desaprumo	Prumo de face	Sem desaprumo
3	Locação	Especificado em projeto	Menor do que 1cm
4	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.7 – EMBOÇO

Serviço: Execução de Emboço			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Espessura da camada	Trena	Menor do que 2cm
2	Desaprumo	Prumo de face	Sem desaprumo
3	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções
4	Aspecto da superfície	Visual	Superfície bem desempenada e sem falhas

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.12 – PISO INTERNO EM MÁRMORE

Serviço: Piso Interno em Mármore				
	Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Nivelamento entre as peças	Visual	Nivelado	
2	Especificação do material	Especificado em projeto	de acordo com o especificado	
3	Planeza do revestimento	Visual	Sem dentes/saliências	
4	Alinhamento entre juntas	Visual	Juntas alinhadas	
5	Limpeza após o rejuntamento	Visual	Sem manchas de argamassa de assentamento e rejunte	

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.13 – PISO CERÂMICO INTERNO EM ÁREA ÚMIDA

Serviço: Piso Cerâmico Interno em Área Úmida				
	Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Nivelamento entre as peças	Visual	Continuidade no nivelamento	
2	Caimento adequado	Água	de acordo com o especificado	
3	Planeza do revestimento	Visual	Sem dentes/saliências	
4	Alinhamento entre juntas	Visual	Juntas alinhadas	
5	Limpeza após o rejuntamento	Visual	Sem manchas de argamassa de assentamento e rejunte	
6	Homogeneidade no preenchimento das juntas	Visual	Não deve haver falhas por falta/excesso de rejuntas	

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.14 – PISO CERÂMICO EXTERNO

Serviço: Piso Cerâmico Externo				
	Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Nivelamento entre as peças	Visual	Continuidade no nivelamento	
2	Caimento adequado	Água	De acordo com o especificado	
3	Planeza do revestimento	Régua	Sem dentes / saliências	
4	Alinhamento entre juntas	Visual	Juntas alinhadas	
5	Limpeza após o rejuntamento	Visual	Sem manchas de argamassa de assentamento e rejunte	
6	Homogeneidade no preenchimento das juntas	Visual	Não deve haver falhas por falta / excesso de rejuntas	

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.15 – FORRO DE GESSO

Serviço: Forro de Gesso				
	Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Nivelamento do forro	Nível de mangueira	Nivelado	
2	Juntas entre as placas	Visual	Não aparecendo as marcas das placas	
3	Acabamento	Visual	Bem acabado	
4	Destaques / Sancas	Visual	Sem defeitos aparentes	

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.16 – FORRO DE MADEIRA

Serviço: Forro de Madeira			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Nivelamento do tarugamento	Trena	Nivelado
2	Encaixe do forro	Visual	Devidamente encaixados
3	Fixação de meia cana	Visual	Fixado

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.17 – IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ALFÁLTICA

Serviço: Impermeabilização com Manta Asfáltica			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Arredondamento dos cantos	Visual	sem cantos vivos
2	Sobreposição dos panos	Trena	entre 15 e 20cm
3	Solda entre os panos	Teste hidrostático	sem vazamentos

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.18 – COBERTURA DE TELHADO EM FIBROCIMENTO

Serviço: Cobertura de Telhado em Fibrocimento			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Telhas com trincas e quebras	Visual	Sem trincas e quebras
2	Especificação de material	Conforme projeto	De acordo com o especificado
3	Inclinação	Conforme projeto	De acordo com o especificado
4	Fixação das telhas	Conforme projeto	De acordo com o especificado

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.19 – CAIXILHO E PORTAS DE MADEIRA

Serviço: Caixilho e Portas de Madeira			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Prumo e alinhamento	Visual	Sem distorções aparentes
2	Largura das portas	Trena	Conferir com o projeto
3	Sentido de abertura das portas	Visual	Conferir com o projeto
4	Precisão no fechamento	Manual	Não existência de folgas maiores que 7mm
5	Tipo de Fechadura	Visual	Conforme especificação
6	Colocação das vistas	Visual	Bem colocadas e com bom aspecto

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.20 – COLOCAÇÃO DE JANELAS

Serviço: Colocação de Janelas			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Prumo e alinhamento	Visual	Sem distorções aparentes
2	Dimensões da janela	Trena	Conferir com o projeto
3	Forma de abertura	Visual	Conferir com o projeto
4	Precisão no fechamento	Manual	Sem obstruções
5	Tipo de Fecho	Visual	Conforme especificação
6	Requadros	Esquadro de mão	Sem deformidades

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.21 – PINTURA INTERNA

Serviço: Pintura Interna			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Cantos e arestas	Visual	Sem distorções aparentes
2	Regularidade da superfície	Visual	Sem distorções aparentes
3	Cores e tons	Visual	de acordo com o especificado

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.22 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Serviço: Instalações Elétricas			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Obstrução de eletrodutos	Passagem de guias	Sem obstruções
2	Fiação	De acordo com projeto	De acordo com o especificado
3	Quadros e disjuntores	De acordo com projeto	De acordo com o especificado
4	Acabamentos	De acordo com projeto	De acordo com o especificado

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.23 – TUBULAÇÕES ÁGUA FRIA

Serviço: Instalações Hidráulicas - Tubulações			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Falta de estanqueidade	Visual	sem vazamentos

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.24 – TUBULAÇÕES DE ESGOTO

Serviço: Tubulação de Esgoto			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Declividade da tubulação	uso da tubulação	escoamento regular

2	Falta de estanqueidade	Visual	sem vazamentos	
---	------------------------	--------	----------------	--

QUADRO 4.25 – LOUÇAS SANITÁRIAS

Serviço: Colocação de Louças Sanitárias				
Itens a serem inspecionados		Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Firmeza na fixação	Manual	Sem folgas	
2	Trincas e rachaduras	Visual	Sem trincas e rachaduras	
3	Cores e modelos	De acordo com o projeto	Conforme o especificado	
4	Rejunte	Visual	Não deve haver falhas por falta / excesso de rejuntas	
5	Engates e conexões	Visual	Sem ausências	
6	Falta de estanqueidade	Visual	Sem vazamentos	

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 4.26 – METAIS SANITÁRIOS

Serviço: Colocação de Metais Sanitários				
Itens a serem inspecionados		Método de avaliação	Critérios de aceitação	Pesos
1	Firmeza na fixação	Manual	Sem folgas	
2	Defeitos aparentes	Visual	Sem defeitos	
3	Cores e modelos	De acordo com o projeto	Conforme o especificado	
4	Engates e conexões	Visual	Sem ausências	
5	Falta de estanqueidade	Visual	Sem vazamentos	
6	Funcionamento	Manual	Funcionamento adequado	

(FONTE: O AUTOR)

Utilizando-se os critérios anteriormente descritos, o lote de amostras do andar pode ser refutado, ou não. Do lote de amostras do andar examinado, tira-se a média dos

itens analisados em cada serviço, obtendo-se, dessa forma, a fração defeituosa do andar (1 - média das amostras).

Segue-se a seguir as quatro etapas indicadas na (Figura 4.2) para a implantação do indicador de retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade.

4.5.1. Primeira etapa: coleta de dados

A coleta de dados é efetuada com a ajuda de uma planilha eletrônica inserida no computador de mão. Na referida planilha constam os itens a serem inspecionados, a avaliação, os critérios de aceitação e os pesos.

Deve-se determinar um percentual mínimo para aprovar ou reprovar o serviço executado.

Todos os andares são inspecionados, selecionando-se a quantidade de amostras segundo os critérios apresentados no capítulo 3.6.3.. A (Tabela 4.2), é preenchida colocando-se 1 se o item avaliado está conforme, e 0 se está em não conformidade. Sendo esta a única tarefa executada pela pessoa que está fazendo a coleta de dados no canteiro de obras da empresa.

Em seguida a planilha calcula a média da somatória de pesos das amostras para aprovar ou não o serviço do andar. Caso haja reprovação todo o andar deverá ser completamente revisto.

TABELA 4.2 – PLANILHA DE COLETA DE DADOS

Verificação - Portas

percentual para a aprovação

0%

Quantidade da amostra

4

Percentual para refutar individualmente

0%

dados base	Avaliação	Critério de aceitação	Pesos
Prumo e alinhamento	Visual	Sem distorções aparentes	
Largura das portas	Trena	Conferir com o projeto	
Sentido de abertura das portas	Visual	Conferir com o projeto	
Precisão no fechamento	Manual	Não existência de folgas maiores que 7 mm	
Tipo de Fechadura	Visual	Conforme especificação	
Colocação das vistas	Visual	Bem colocadas e com bom aspecto	

andar 1 (amostras)

1

2

3

4

Prumo e alinhamento				
Largura das portas				
Sentido de abertura das portas				
Precisão no fechamento				
Tipo de Fechadura				
Colocação das vistas				

% aprovação

0%

0%

0%

0%

aprovada (1 = sim/ 0 = não)

0

0

0

0

quantidade portas aprovadas

0

quantidade portas reprovadas

0

APROVADO

0%

(FONTE: O AUTOR)

4.5.2. Segunda etapa: porcentagem estimada de retrabalho

Após a coleta os dados obtidos são enviados automaticamente para uma outra planilha

Neste trabalho, optou-se por apurar a fração defeituosa por andar (Tabela 4.3). Desta forma quando o lote de amostras do andar são refutadas todo o andar precisa ser vistoriado novamente. Gerando-se ainda a estimativa de retrabalho.

TABELA 4.3 – SERVIÇOS EXECUTADOS POR ANDAR

		quantidade	medida	amostra	lote reprovado?	Estimativa de retrabalho	Problemas	% rejeitada
andar 1	portas	16	unidade	4	não	0%		
	forro de gesso	4	unidade	2	sim	21%		
	forro de madeira	2	unidade	2	não	0%		
	piso ceramico	12	peça	2	não	0%		
	azulejo	16	parede	4	não	0%		
	pintura latex	50	parede	8	não	0%		
	contrapiso	22	peça	4	não	0%		

(FONTE: O AUTOR)

Somando-se todas as frações defeituosas do prédio e dividindo-se pelo número de andares, determina-se a porcentagem estimada de retrabalho do serviço analisado (Tabela 4.4).

TABELA 4.4 – PORCENTAGEM ESTIMADA DE RETRABALHO

Retrabalho portas	0,00%
Retrabalho forro de gesso	0,00%
Retrabalho forro de madeira	0,00%
Retrabalho piso cerâmico	0,00%
Retrabalho azulejo	0,00%
Retrabalho pintura	0,00%
Retrabalho contrapiso	0,00%

(FONTE: O AUTOR)

Gerada a porcentagem de retrabalho estimada, pode-se determinar em valores monetários o quanto o retrabalho está custando para o empreendimento. Para tanto, utiliza-se a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO, 2003) como base para

se levantar a composição do serviço executado, multiplicado pela porcentagem de retrabalho e a quantidade total do serviço na obra.

4.5.3. Terceira etapa: controle estatístico de processo

Para se calcular o Controle Estatístico de Processo (CEP), utiliza-se uma metodologia diferente da adotada para se determinar a estimativa de retrabalho. Ao invés de adotar a média por andar, avaliam-se individualmente os serviços que compõem a amostra, refutando ou não os mesmos, (Tabela 4.3.) % rejeitada.

Adotou-se para tanto o mesmo critério da estimativa de retrabalho, ou seja, somatória das médias de pesos dos elementos da amostra deve atingir o mesmo mínimo pré-determinado. Soma-se todas as amostras refutadas e tira-se a média dividindo por todos os pavimentos do prédio (Tabela 4.5), desta forma chega-se a porcentagem média de rejeição, que é adotada como linha média para o cálculo do CEP (Tabela 4.6) onde o gráfico do CEP é traçado. Pode-se desta forma comparar os resultados apresentados no CEP com a estimativa de retrabalho, gerando indicativos para a ação decisória e conseqüente ação corretiva.

TABELA 4.5 - % MÉDIA REJEITADA

% média rejeitada de portas	0%
% média rejeitada de forro de gesso	0%
% média rejeitada de forro de madeira	0%
% média rejeitada de piso cerâmico	0%
% média rejeitada de azulejo	0%
% média rejeitada de pintura	0%
% média rejeitada de contrapiso	0%

(FONTE: O AUTOR)

TABELA 4.6 – DADOS DO CEP

Portas					
andares	1	2	3	4	5
% rejeitada	0%	0%	0%	0%	0%
linha média	0%	0%	0%	0%	0%
lim superior	0	0	0	0	0
lim inferior	0	0	0	0	0

(FONTE: O AUTOR)

O Controle Estatístico de Processo que, segundo Novaes *et al* (1999), “envolve técnicas que permitem a avaliação das alterações no processo produtivo determinando sua natureza e frequência com que ocorrem”. Essencialmente, o controle estatístico de processos procura determinar o comportamento normal de um processo operando em estado de controle estatístico, evitando-se procedimentos baseados em métodos de ensaio-erro ou mera intuição do gestor.

A % média de rejeição é enviada para a (Tabela 4.6) onde são calculados a linha média, o limite superior e inferior. O gráfico utilizado para o CEP é o Gráfico p, que registra as frações defeituosas ou percentuais de defeitos em amostras de tamanho n . Essa é informação útil para acompanhar a evolução dos trabalhos executados em um canteiro de obras, mostrando de forma gráfica e de fácil exame visual os desvios no processo produtivo. Podendo-se ainda comparar com os resultados da estimativa de retrabalho para detectar problemas no processo produtivo.

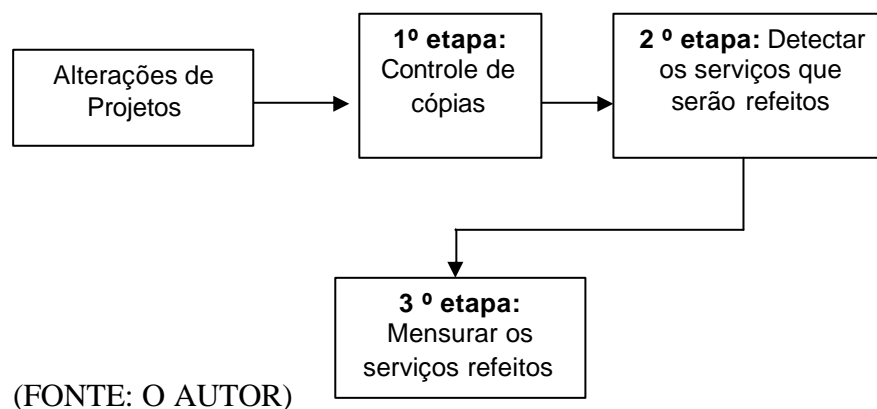
4.5.4. Quarta etapa: análise e interpretação dos dados

Após a coleta de dados que resultam na estimativa de retrabalho e % média de rejeição de onde se calcula o CEP, parte-se para a análise e interpretação dos dados.

Referenciando-se na interpretação das falhas do processo produtivo pode-se completar o ciclo do PDCA, onde atua-se para melhorar ou corrigir as falhas detectadas. Contribui-se desta forma com o processo do Sistema de Gestão da Qualidade e conseqüente melhoria contínua da empresa.

4.6. Retrabalho por alteração no projeto

FIGURA 4.3 – FLUXOGRAMA DE RETRABALHO POR ALTERAÇÃO DE PROJETOS



O quarto indicador é o retrabalho por alteração de projetos (Figura 4.3), que exige acompanhamento das modificações de projeto verificadas ao longo de todo o tempo de execução da obra. Essas modificações ocorrem por diversos motivos, dentre eles:

- a) Falta de planejamento.
- b) Falta de compatibilização entre os diversos projetos (arquitetônico, hidráulico, estrutural, elétrico e outros).
- c) Falta de projeto em tempo oportuno.
- d) Falta de detalhamento do projeto.
- e) Indefinições ou falhas de projetos.
- f) Alteração do projeto durante o andamento da obra.

Todos os problemas listados geram aumento dos trabalhos executados, para tanto, o indicador evidencia e quantifica o retrabalho, ajudando o engenheiro responsável a tomar ou cobrar providências.

O retrabalho, em função dos problemas e alterações de projetos, é significativo, pois pode ocorrer problema agravante que, com prévio planejamento em escritório, não ocorreria, ou pelo menos, seria drasticamente reduzido.

O ideal é que todos os projetos estivessem disponíveis antes do início da obra, de modo que o engenheiro pudesse analisá-los, questioná-los e compatibilizá-los, reduzindo possíveis erros e incompatibilidades, podendo até efetuar um planejamento de execução da obra com qualidade superior e ser cobrado em função do mesmo.

As cópias de projetos devem ser controladas, sendo carimbadas e assinadas por responsável habilitado. As pessoas indicadas para documentar e acompanhar as alterações em projetos podem ser o engenheiro, o técnico ou o estagiário de engenharia, por estarem familiarizados com as rotinas administrativas do escritório da obra e, também, por saberem da importância desse registro. Não se recomenda que o mestre de obras fique encarregado da tarefa de documentar as alterações, por, geralmente, terem baixa escolaridade e formação

empírica, ou seja, voltada para a prática, sendo, inclusive, avessos à "burocracia" gerada pela administração da obra.

Esse indicador exige contínuo acompanhamento das alterações ocorridas nos projetos, utilizando-se tabelas para documentá-las. As empresas que têm implantado um programa de qualidade, necessariamente, registram as alterações de projetos, cabendo somente quantificar o retrabalho executado em virtude das alterações.

O indicador de retrabalho por alteração de projeto deve ser corrigido toda vez que houver alterações nos projetos enviados ao canteiro de obras.

4.7. Perdas de materiais

Na construção civil, as perdas de materiais são amplamente divulgadas. Há centenas de insumos diferentes absorvidos em uma obra de construção civil. Controlar o desperdício de todos não é economicamente viável, por isso, selecionaram-se alguns insumos para serem acompanhados. Medir a quantidade de material desperdiçado ajuda a detectar problemas no processo produtivo, na mão-de-obra e na qualidade dos insumos utilizados, permitindo dessa forma que o engenheiro responsável possa, após detectar, agir para minimizar os danos financeiros acarretados pelo desperdício de materiais.

O indicador pode ser empregado para medir as perdas de materiais, tendo sido selecionados para essa medição: aço; concreto pré-misturado; cimento; areia; argamassa pré-misturada (cal) e tijolo furado. Foram selecionados esses materiais porque, segundo Formoso *et al* (1993), somados “representam aproximadamente 20% do custo total de obras

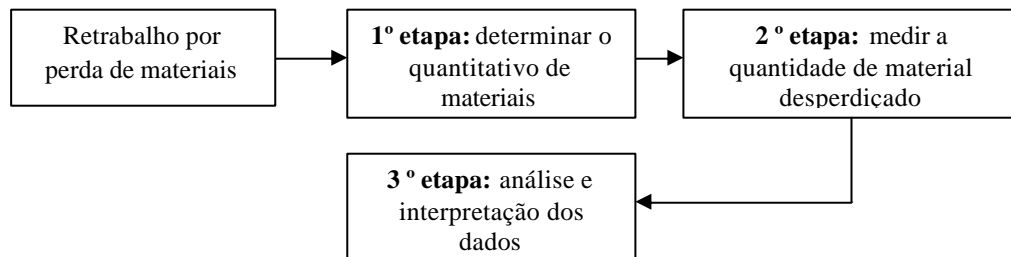
construídas por processos construtivos tradicionais como os insumos mais representativos em termos de custo na construção”.

Foram eliminados os materiais com baixa probabilidade de ocorrência de perda, apesar de sua grande representatividade em termos de custos, tais como: elevadores, janelas, portas, fechaduras e outros.

Pode-se fazer o acompanhamento, selecionando-se amostras e iniciando-se o levantamento dos dados, durante a etapa de serviço em que se utilizará o material. Entretanto para se chegar a conclusões sem distorções a respeito do desperdício efetuado, sugere-se acompanhar o consumo de materiais durante toda a etapa de serviço analisado.

O controle é feito com base no quantitativo do consumo de material constante do projeto comparando com o que realmente foi consumido na execução do serviço analisado (Figura 4.4).

FIGURA 4.4 – FLUXOGRAMA DE PERDA DE MATERIAIS



(FONTE: O AUTOR)

O controle das perdas de materiais será implantado em três etapas. Na primeira, será feita pelo engenheiro ou técnico habilitado levantando-se o quantitativo dos materiais no projeto.

A segunda etapa inicia-se pelo almoxarife da obra, que preencherá fichas de acompanhamento do consumo de materiais, por ser a pessoa mais indicada para a tarefa, pois recebe todos os insumos empregados no empreendimento e promove a conseqüente distribuição dos mesmos.

Na terceira etapa, alguma pessoa do administrativo da obra (engenheiro, técnico, estagiário) deverá recolher as fichas de acompanhamento, semanalmente, inserindo-as no computador de mão, que fará a comparação com o quantitativo do material, determinando-se, assim, o desperdício do material controlado.

4.8. Compatibilização dos indicadores com a TI

A proposta do trabalho consiste em implementar ferramenta gerencial para a tomada de decisão, baseada em fatos e dados e não na intuição ou experiência do gerente da obra. Para tanto, a TI (tecnologia da informação) constitui-se poderoso recurso para auxiliar nesse processo.

Com a queda no preço dos computadores, eles se popularizaram pelo território brasileiro e pelo mundo. O custo acessível promoveu a informatização das empresas construtoras, mas ainda restrito ao escritório central.

Entretanto, poucas são as empresas que investem e instalam computadores no local de execução da obra. Alguns fatores contribuem para isso:

- a) Trata-se de ambiente hostil com muita poeira e oscilações na energia elétrica (em função da sua entrada provisória).
- b) Há problemas de segurança, ocorrendo furtos e assaltos, com frequência, no empreendimento.
- c) Problemas de custo de aquisição e manutenção do equipamento, somados aos custos de *softwares*.

- d) Necessidade de treinamento de pessoal para utilização e manuseio do equipamento e programas do computador.
- e) Falta de preparo nos níveis superiores da companhia para avaliar os benefícios da utilização da TI.

Uma forma de contornar esses problemas pode ser a utilização de microcomputadores portáteis, "de mão" (*handheld computers*), abrindo novas possibilidades nesse quadro. Suas principais características são: pequenas dimensões e baixo peso; transporte no bolso de uma camisa; *softwares* compatíveis com os programas *Excel* e *Word* da *Microsoft* (padrão do mercado); possibilidade de sincronização de dados com computador de mesa (*desktop*) e preços acessíveis.

Dentre os mais populares *handheld computers*, estão os *Palm Tops* da *PalmOne* e os *Ipaqs* da *HP*, ambos com navegação intuitiva ativados por toques de caneta em ícones e símbolos gráficos, destacando-se, também, pela tela gráfica colorida. Destacam-se ainda por possuírem recursos de sincronização de planilhas eletrônicas com *desktops*.

De acordo com reportagem "Pioneiro Palm tem mais programas" publicada no (JORNAL ESTADO DE SÃO PAULO, 20/12/2004), a *PalmOne* detem 91% de participação no mercado doméstico. Desta forma se constitui na alternativa mais popular entre os computadores de mão.

As demais marcas existentes no mercado como a *Axim* da *Dell Computers* ou os *Diamonds* não possuem planilhas eletrônicas capazes de sincronizar com *desktops*. A exceção seria o *Mio* da pouco conhecida *ICC*, porém o mesmo tem pouca penetração no mercado.

4.8.1. Planejamento

Alguns parâmetros devem ser levados em conta ao se elaborar um planejamento. A estratégia da empresa dita o modo como irá competir, as metas almejadas e as políticas necessárias para se alcançá-las, de que o planejamento não pode ser destoante.

Outro parâmetro refere-se às limitações a que o planejamento está sujeito, sejam elas:

- a) Limitações de custos / orçamento, com os serviços sendo executados dentro de custos determinados, respeitando-se o cronograma de desembolso para que o fluxo de caixa da empresa permaneça saudável.
- b) Limitações da capacidade de produção da equipe, demandando prévio conhecimento dessa situação, para correto planejamento.
- c) Limitações de tempo em que a obra deve ser concluída levando-se em conta seus valores para o consumidor.
- d) Limitações de qualidade, devendo a construção estar em conformidade com os limites de tolerância projetados e especificados.

Um orçamento com quantitativos de serviços é vital para o seu acompanhamento, ao serem executados. É um balizador para analisar o consumo de materiais e o conseqüente desperdício, servindo, também, para comparar o executado "*in loco*" (no local) com o planejado e trazer *feedback* para quem executa os projetos.

Para que os indicadores de desempenho sejam implementados, é necessário um planejamento da obra bem elaborado, de que devem constar o cronograma físico

indicando a evolução do empreendimento; o detalhamento dos serviços a serem executados, com as datas de início e de término; a indicação do responsável por serviço que, embora, importante, não é essencial. O acompanhamento dos materiais utilizados e alterações de projetos também são necessários e podem ser feitos na própria obra.

Com o planejamento montado, alimenta-se um sistema com base em planilhas feitas com o programa *Excel* da *Microsoft*.

4.8.2. Produção

Elaborado o planejamento, utilizando-se o gráfico de Gantt em uma planilha *Excel*, o passo seguinte é transferir os arquivos para o *handheld computer*, processo bastante fácil, que exige simples conexão de um cabo sincronizador com as planilhas.

Dadas as particularidades de execução de edificações convencionais, a simplicidade na coleta de dados é essencial para que o acompanhamento da obra seja implantado. Nesse sentido, foi elaborada uma lista de verificação para ser usada no *handheld computer*, podendo-se simplesmente, "ticar" na tela com o auxílio da caneta e, dessa forma, alimentar com dados a planilha eletrônica.

Todos os dados inseridos no *handheld computer* estarão, no mesmo instante, disponíveis para o operador do equipamento, com exceção dos gráficos, que só poderão ser visualizadas no computador de mesa (*desktop*).

Feita a alimentação de dados na obra, leva-se de volta o *handheld computer* e faz-se a sincronização dos dados com o computador de mesa para que a máquina os processe, transformando-os em informação por meio de relatórios e gráficos. O objetivo é

tornar o problema evidente para que a gerência possa analisar os resultados; planejar como resolvê-los; implementar as correções; e, finalmente, verificar se o problema foi sanado, o que nada mais seria do que o ciclo PDCA.

4.9. Resumo

Neste capítulo, portanto, foram apresentados os indicadores selecionados para compor o modelo de acompanhamento de obra, que preenchem os requisitos de simplicidade e utilidade para serem implantados em canteiros de obras de construção civil.

Abordaram-se as perdas de materiais, os retrabalhos e o cronograma físico da construção. A integração não total, mas parcial, dos indicadores de retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade, cronograma físico e desperdício de materiais com o computador de mão é proposta no último subcapítulo.

CAPÍTULO 5. APLICAÇÃO DO MODELO DE ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

5.1. Introdução

O estudo de caso foi conduzido em uma pequena empresa de Curitiba focada no mercado de edifícios residenciais. Trata-se de um empreendimento com duas torres (Torre2 e Torre3) de 26 andares cada, com 2 apartamentos por andar, totalizando 104 apartamentos e 12.000 m². O acompanhamento dos serviços foi efetuado na torre 2, cujo empreendimento estava na fase de acabamento.

A construção foi certificada pelo Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) com a Qualificação de Empresas Construtoras do PBQP-H (SIQ Construtoras) nível A. Para conseguir a certificação, a empresa deve se adequar a todos os quesitos do PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat).

Como a construtora desenvolve um programa de qualidade, já executa uma série de tarefas que ajudam no gerenciamento do empreendimento. Entretanto, a única pessoa do administrativo é o almoxarife, além do engenheiro, que, por isso, fica sobrecarregado com as tarefas do dia-a-dia, somadas às exigências do programa de qualidade em andamento. O restante do pessoal é terceirizado, sendo que 90% dos serviços foram acordados com um único empreiteiro, de quem o mestre de obras é funcionário.

A construtora não comercializa os imóveis antes da conclusão do empreendimento, característica bastante peculiar em um mercado em que as edificações começam a ser negociadas ainda na planta. Encontram-se algumas vantagens, nesse sistema, e a mais marcante é não haver alterações nas características do apartamento, sendo todos

exatamente iguais. Se um cliente quiser fazer alguma modificação, terá de agir por conta própria, após ter fechado o contrato de aquisição.

A construtora só inicia um empreendimento no momento em que todos os projetos necessários para a conclusão total da edificação estiverem compatibilizados.

5.2. Aplicação do Modelo

Para o estudo de caso, foi adquirido um *handheld computer* da PalmOne, escolhendo-se o modelo *PalmTop Tungsten E*, ao serem considerados, especificamente, alguns fatores. O *PalmTop (palm)* é o modelo mais popular entre os *handheld computer*; é de custo bastante acessível; opera planilhas no formato *Excel*; dispõe de tela colorida e permite sincronizar a planilha *Excel* do *palm* com um computador de mesa ou *notebook* (computador portátil).

Nesse empreendimento, encontram-se apenas três pessoas trabalhando na administração: o engenheiro, o almoxarife e o mestre de obras. Dadas as características da obra, como a ausência de estagiários e técnicos (cargos que requerem mais especialização), optou-se por deixar o *palm* com o engenheiro, principalmente, pelo fato de o mestre de obras não ter qualquer familiaridade com a manipulação de programas computacionais, apesar de saber ler, escrever e ter o primeiro grau completo.

5.2.1. Aplicação do Cronograma Físico

Foram elaborados dois cronogramas, um geral, que comporta os vinte e cinco principais serviços a serem executados durante todo o período produtivo; o outro, mensal (Tabela 5.1), que acompanha somente os serviços no momento de execução, conseguindo, assim, um acompanhamento detalhado.

TABELA 5.1 – CRONOGRAMA MENSAL

		Cronograma Físico - Mensal								
SERVIÇOS	NÚM. PAVTOS.	jun/05			jul/05			Total		
		2 semana	3 semana	4 semana	1 semana	2 semana	3 semana			
1. AZULEIJOS	10	planejado	2	2	2	2	2	0	10	100%
		executado	2	2	3	3			10	100%
		saldo	0	0	1	1	0	0		
		% execução planejada			50%	50%				
2. PISOS CERÂMICOS	18	planejado	3	3	3	3	3	3	18	100%
		executado	2	2	2	2	2	2	12	67%
		saldo	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
		% execução planejada	-33%	-33%	-33%	-33%	-33%	-33%		
3. CAIXILHOS / PORTAS	21	planejado	3	3	3	4	4	4	21	100%
		executado	4	4	4	4	4	4	24	114%
		saldo	1	1	1	0	0	0		
		% execução planejada	33%	33%	33%					
4. FORRO MADEIRA	26	planejado	4	4	4	4	5	5	26	100%
		executado	2	3	3	3	3	5	19	73%
		saldo	-2	-1	-1	-1	-2	0		
		% execução planejada	-50%	-25%	-25%	-25%	-40%			
5. FORRO GESSO	18	planejado	3	3	3	3	3	3	18	100%
		executado	2	1	1	2	0	0	6	33%
		saldo	-1	-2	-2	-1	-3	-3		
		% execução planejada	-33%	-67%	-67%	-33%	-100%	-100%		
6. CONTRAPISO	19	planejado	3	3	3	5	5	0	19	100%
		executado	2	3	3	6	3	2	19	100%
		saldo	-1	0	0	1	-2	2		
		% execução planejada	-33%			20%	-40%			
7. PINTURA INTERNA	23	planejado	3	4	4	4	4	4	23	100%
		executado	3	2	2	3	4	2	16	70%
		saldo	0	-2	-2	-1	0	-2		
		% execução planejada		-50%	-50%	-25%		-50%		

(FONTE: O AUTOR)

Nessa tabela, preenche-se na obra o que foi executado, ficando evidenciado, em vermelho, os atrasos (negativo); em azul, quando se está adiantado (positivo) e em branco, quando o planejado foi igual ao executado.

Esse cronograma é bastante prático de se acompanhar, distinguindo-se os desvios havidos na programação. Para a planilha funcionar, é necessário um planejamento prévio, não havendo como prescindir disso, pois, quanto melhor o planejamento, melhor o acompanhamento posterior dos serviços.

O desvio na programação pode representar tanto um atraso quanto um adiantamento dos trabalhos que estão sendo executados, merecendo, ambos os casos, serem analisados.

Quando acontece um atraso (desvio negativo da programação), procura-se descobrir suas causas, caso do forro de gesso em que somente 33%, do planejado foi executado, detectando-se que uma troca da equipe responsável pelo serviço acarretou o grande atraso verificado.

Quando acontece um adiantamento da programação, as causas também devem ser verificadas. Pode ter sido causado por problema na própria programação, que pode ser corrigida futuramente, ou por algum fator originário da mão-de-obra que possibilitou o incremento na produção. O fato de a execução ter adiantado o cronograma planejado pode trazer diversos problemas como: gerando um desembolso, no fluxo de caixa da empresa, para pagar a mão-de-obra antes do previsto, ou ainda, problemas de gerenciamento de materiais no canteiro, dado o consumo superior de insumos, acarretando desabastecimento, entre outros. Com as portas e caixilhos, quase ocorreu tal desabastecimento, pois, a equipe responsável produziu 14% além do previsto. Nesse caso, o consumo superior de insumos foi detectado a tempo, impedindo a descontinuidade do trabalho por falta do referido material.

A principal dificuldade nesse tipo de planilha constitui-se na atualização dos desvios ocorridos, surgindo a necessidade de se refazer, parcial ou inteiramente, o planejamento. Diferente, portanto, de alguns programas de gerenciamento, cujo cronograma se atualiza automaticamente.

Quanto a atrasos, sua principal causa residiu na mão-de-obra utilizada, de forma geral, pois, houve muita rotatividade entre o pessoal atuante na produção. Somente no caso do forro de madeira, ocorreu atraso no recebimento do material.

Como o engenheiro já estava familiarizado com o cronograma, utilizando o gráfico de Gantt, não houve maiores dificuldades para manipular e compreender a planilha.

5.2.2. Aplicação do indicador de Retrabalho por baixa qualidade ou não conformidade

O objetivo desse indicador é avaliar a quantidade de retrabalho do serviço executado, por não conformidade ou baixa qualidade, salientando-se que não estava sendo avaliada com esse indicador a quantidade de material desperdiçado. Para facilitar e agilizar o processo, foi elaborada uma planilha eletrônica com base no programa *Excel*, que foi transferida para o *Palmtop*.

O programa foi elaborado de tal forma que o responsável pela coleta de dados preencha um único campo para cada serviço dentro da planilha do *Palmtop*. Toda a informação necessária fica inserida no equipamento, não havendo necessidade de nenhum material auxiliar, bastando preencher 1, se tudo estiver correto, e 0, se houver alguma não conformidade (Tabela 5.2). A simplicidade é fundamental para a efetiva implantação do indicador.

Os itens a serem inspecionados, foram dotados de pesos com graus de importância diferenciados, a fim de viabilizarem a aceitação ou não do serviço analisado. Para tanto se efetuou uma pequena pesquisa com engenheiros de obras que tinham no mínimo cinco anos de experiência. Estes pesos estão retratados nos quadros 5.1 a 5.26, sendo sugestões para se aprovar ou refutar um serviço executado. Cabendo ao engenheiro responsável adota-los ou não, podendo ainda ser alterados.

QUADRO 5.1 – FORMAS PARA CONCRETO ARMADO

Serviço: Formas para concreto armado				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Desnívelamento da laje	Nível de mangueira	Menor do que 5mm	25%
2	Dimensões das vigas	Trena	Menor do que 5mm	25%
3	Prumo dos pilares	Prumo de face	Menor do que 3mm	25%
4	Dimensões dos pilares	trena	Menor do que 3mm	25%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.2 – MONTAGEM DE ARMADURAS

Serviço: Montagem de armaduras				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Espaçamento da armadura	Trena	Menor do que 1cm	27%
2	Bitola	Especificado em projeto	Sem inconformidade	73%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.3 – CONCRETAGEM

Serviço: Concretagem				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Desnívelamento da laje	Nível de mangueira	Menor do que 5mm	25%
2	Conferência dos laudos do concreto	Especificado em projeto	FCK maior que o especificado	38%
3	Descontinuidade da concretagem	Visual	Sem descontinuidade	37%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.4 – ALVENARIA ESTRUTURAL

Serviço: Alvenaria Estrutural				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Desaprumo	Prumo de face	Sem desaprumo	35%
2	Locação	Especificado em projeto	Menor do que 1cm	38%
3	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções	27%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.5 – ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Serviço: Alvenaria de Vedação				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Desaprumo	Prumo de face	Menor do que 5mm	32%
2	Locação	Especificado em projeto	Menor do que 1cm	40%
3	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções	28%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.6 – DIVISÓRIAS DE GESSO ACARTONADO

Serviço: Divisórias de Gesso Acartonado				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Defeitos aparentes na colocação da fita	Visual	3 a cada 100m ²	13%
2	Desaprumo	Prumo de face	Sem desaprumo	28%
3	Locação	Especificado em projeto	Menor do que 1cm	32%
4	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções	27%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.7 – EMBOÇO

Serviço: Execução de Emboço				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Espessura da camada	Trena	Menor do que 2cm	23%
2	Desaprumo	Prumo de face	Sem desaprumo	32%
3	Esquadreamento	Esquadro de ferro	Sem distorções	32%
4	Aspecto da superfície	Visual	Superfície bem desempenada e sem falhas	13%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.8 – REVESTIMENTO CERÂMICO INTERNO

Serviço: Execução de Revestimento Cerâmico Interno				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Nivelamento entre as peças	Visual	Nivelado	26%
2	Planeza do revestimento	Régua	Sem dentes / saliências	24%
3	Alinhamento das espessuras das juntas	Visual	Juntas alinhadas	21%
4	Homogeneidade no preenchimento das juntas	Visual	Não deve haver falhas por falta / excesso de rejuntas	19%
5	Limpeza após o rejuntamento	Visual	Sem manchas de argamassa de assentamento e rejunte	10%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.9 – REVESTIMENTO EXTERNO EM ACRÍLICO

Serviço: Revestimento Externo em Acrílico				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Irregularidade no encontro entre panos	Visual	3 a cada 100m ²	38%
2	Diferença de tonalidade	Visual	Sem diferenças	37%
3	Limpeza	Visual	Local de trabalho limpo	25%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.10 – REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERNO

Serviço: Revestimento Cerâmico Externo				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Nivelamento entre as peças	Visual	Nivelado	22%
2	Planeza do revestimento	Visual	Sem dentes/saliências	23%
3	Alinhamento das espessuras das juntas	Visual	Juntas alinhadas	18%
4	Homogeneidade no preenchimento das juntas	Visual	Não deve haver falhas por falta / excesso de rejuntas	22%
5	Limpeza após o rejuntamento	Visual	Sem manchas de argamassa de assentamento e rejunte	15%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.11 – CONTRAPISO

Serviço: Execução de Contrapiso				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Superfície	Visual	Superfície bem desempenada e sem falhas	20%
2	Nível	Nível de mangueira	Conformidade com projeto	30%
3	Desnível	Água	Não criar poças	30%
4	Acabamento	Visual	Queimado ou desempenado	20%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.16 – FORRO DE MADEIRA

Serviço: Forro de Madeira				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Nivelamento do tarugamento	Trena	Nivelado	35%
2	Encaixe do forro	Visual	Devidamente encaixados	30%
3	Fixação de meia cana	Visual	Fixado	35%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.17 – IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ALFÁLTICA

Serviço: Impermeabilização com Manta Asfáltica				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Arredondamento dos cantos	Visual	sem cantos vivos	23%
2	Sobreposição dos panos	Trena	entre 15 e 20cm	30%
3	Solda entre os panos	Teste hidrostático	sem vazamentos	47%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.18 – COBERTURA DE TELHADO EM FIBROCIMENTO

Serviço: Cobertura de Telhado em Fibrocimento				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Telhas com trincas e quebras	Visual	Sem trincas e quebras	30%
2	Especificação de material	Conforme projeto	De acordo com o especificado	22%
3	Inclinação	Conforme projeto	De acordo com o especificado	28%
4	Fixação das telhas	Conforme projeto	De acordo com o especificado	20%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.19 – CAIXILHO E PORTAS DE MADEIRA

Serviço: Caixilho e Portas de Madeira				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Prumo e alinhamento	Visual	Sem distorções aparentes	17%
2	Largura das portas	Trena	Conferir com o projeto	22%
3	Sentido de abertura das portas	Visual	Conferir com o projeto	18%
4	Precisão no fechamento	Manual	Não existência de folgas maiores que 7mm	18%
5	Tipo de Fechadura	Visual	Conforme especificação	15%
6	Colocação das vistas	Visual	Bem colocadas e com bom aspecto	10%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.20 – COLOCAÇÃO DE JANELAS

Serviço: Colocação de Janelas				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Prumo e alinhamento	Visual	Sem distorções aparentes	17%
2	Dimensões da janela	Trena	Conferir com o projeto	18%
3	Forma de abertura	Visual	Conferir com o projeto	20%
4	Precisão no fechamento	Manual	Sem obstruções	17%
5	Tipo de Fecho	Visual	Conforme especificação	15%
6	Requadros	Esquadro de mão	Sem deformidades	13%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.21 – PINTURA INTERNA

Serviço: Pintura Interna				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Cantos e arestas	Visual	Sem distorções aparentes	23%
2	Regularidade da superfície	Visual	Sem distorções aparentes	30%
3	Cores e tons	Visual	de acordo com o especificado	30%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.22 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Serviço: Instalações Elétricas				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Obstrução de eletrodutos	Passagem de guias	Sem obstruções	23%
2	Fiação	De acordo com projeto	De acordo com o especificado	28%
3	Quadros e disjuntores	De acordo com projeto	De acordo com o especificado	27%
4	Acabamentos	De acordo com projeto	De acordo com o especificado	22%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.23 – TUBULAÇÕES ÁGUA FRIA

Serviço: Instalações Hidráulicas - Tubulações				
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso	
1	Falta de estanqueidade	Visual	sem vazamentos	100%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.24 – TUBULAÇÕES DE ESGOTO

Serviço: Tubulação de Esgoto			
Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso

1	Declividade da tubulação	uso da tubulação	escoamento regular	47%
2	Falta de estanqueidade	Visual	sem vazamentos	53%

QUADRO 5.25 – LOUÇAS SANITÁRIAS

Serviço: Colocação de Louças Sanitárias				
	Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso
1	Firmeza na fixação	Manual	Sem folgas	17%
2	Trincas e rachaduras	Visual	Sem trincas e rachaduras	17%
3	Cores e modelos	De acordo com o projeto	Conforme o especificado	20%
4	Rejunte	Visual	Não deve haver falhas por falta / excesso de rejuntas	10%
5	Engates e conexões	Visual	Sem ausências	15%
6	Falta de estanqueidade	Visual	Sem vazamentos	21%

(FONTE: O AUTOR)

QUADRO 5.26 – METAIS SANITÁRIOS

Serviço: Colocação de Metais Sanitários				
	Itens a serem inspecionados	Método de avaliação	Critérios de aceitação	Peso
1	Firmeza na fixação	Manual	Sem folgas	15%
2	Defeitos aparentes	Visual	Sem defeitos	17%
3	Cores e modelos	De acordo com o projeto	Conforme o especificado	20%
4	Engates e conexões	Visual	Sem ausências	15%
5	Falta de estanqueidade	Visual	Sem vazamentos	18%
6	Funcionamento	Manual	Funcionamento adequado	15%

(FONTE: O AUTOR)

Como regra geral para se aprovar o serviço executado, é necessário que a média da somatória de pesos dos elementos da amostra atinja no mínimo 85%. Quando se atinge menos de 85% , o serviço está não conforme, sendo necessária sua correção parcial, ou total. O mínimo de 85% foi determinado, de forma empírica, no estudo de caso. Inicialmente, havia-se adotado 90%. Entretanto, com este parâmetro, a quantidade estimada de retrabalho não foi condizente com os dados levantados na obra. Reduzindo-se de 90% para 85% conseguiu-se estabelecer avaliação mais realista.

Como a construtora é certificada em um programa de qualidade, deve preencher fichas de verificação de serviços, que auxiliam a gerência no acompanhamento dos serviços executados, controlam a qualidade (parâmetros), documentam as inspeções e indicam os serviços não conformes. Tudo isso feito com a ajuda de tabelas impressas em papel, que a pessoa responsável deve levar até o andar especificado e preencher.

Com a ajuda do *Palmtop*, essa tarefa fica automatizada (Tabela 5.2), eliminando-se a necessidade do preenchimento em papel, uma vez que a informação estará disponível em meio computacional, tanto no *Palmtop* quanto em qualquer outro computador da empresa, podendo, eventualmente, até ser impressa.

Para cada andar, indica-se a quantidade certa de amostras a serem vistoriadas, segundo os critérios apresentados no capítulo 3.6.3, procedendo-se, em seguida, à checagem dos serviços. Quando se completa o preenchimento, a planilha faz o cálculo e especifica se o lote foi aprovado ou reprovado.

TABELA 5.2 – COLETA DE DADOS COM O USO DO PALM TOP

Verificação - Portas

percentual para a aprovação
85%

Quantidade da amostra
4

dados base	peso	Avaliação	Critério de aceitação
Prumo e alinhamento	17%	Visual	Sem distorções aparentes
Largura das portas	22%	Trena	Conferir com o projeto
Sentido de abertura das portas	18%	Visual	Conferir com o projeto
Precisão no fechamento	18%	Visual	Não existência de folgas maiores que 7 mm
Tipo de Fechadura	15%	Visual	Conforme especificação
Colocação das vistas	10%	Visual	Bem colocadas e com bom aspecto

andar 1 (amostras)	1	2	3	4
Prumo e alinhamento	1	1	1	1
Largura das portas	1	1	1	1
Sentido de abertura das portas	1	1	1	1
Precisão no fechamento	1	1	1	1
Tipo de Fechadura	1	1	1	0
Colocação das vistas	1	1	0	1
% aprovação	100%	100%	90%	85%
aprovada (1 = sim/ 0 = não)	1	1	1	1
quantidade portas aprovadas	4			
quantidade portas reprovadas	0			
APROVADO	94%			

andar 2 (amostras)	1	2	3	4
Prumo e alinhamento	1	1	1	0
Largura das portas	1	1	0	0
Sentido de abertura das portas	1	1	1	1
Precisão no fechamento	1	1	1	1
Tipo de Fechadura	1	1	1	1
Colocação das vistas	1	1	1	0
% aprovação	100%	100%	78%	51%
aprovada (1 = sim/ 0 = não)	1	1	0	0
quantidade portas aprovadas	2			
quantidade portas reprovadas	2			
REPROVADO	82%			

(FONTE: O AUTOR)

O indicador de retrabalho é baseado na fração defeituosa das amostras de cada andar, portanto, a informação necessária, absorvida da Tabela 5.2, demonstra as quantidades reprovadas, que, no exemplo das portas do segundo andar, indica uma reprovação. A informação de reprovação alimenta outra planilha (Tabela 5.3), contendo todos os serviços que estão sendo executados por andar e onde será calculada a quantidade de retrabalho baseada na média da fração defeituosa.

TABELA 5.3 – SERVIÇOS EXECUTADOS POR ANDAR

		quantidade	medida	amostra	lote reprovado?	Estimativa de retrabalho	Problemas	% rejeitada
andar 1	portas	16	unidade	4	não	0%	0	0%
	forro de gesso	4	unidade	2	sim	21%	1	50%
	forro de madeira	2	unidade	2	não	0%	0	0%
	piso ceramico	12	peça	2	não	0%	0	0%
	azulejo	16	parede	4	não	0%	0	0%
	pintura latex	50	parede	8	não	0%	0	0%
	contrapiso	22	peça	4	não	0%	0	0%
		quantidade	medida	amostra	lote reprovado?	Estimativa de retrabalho	Problema	% rejeitada
andar 2	portas	16	unidade	4	sim	18%	2	50%
	forro de gesso	4	unidade	2	não	0%	0	0%
	forro de madeira	2	unidade	2	não	0%	0	0%
	piso ceramico	12	peça	2	não	0%	0	0%
	azulejo	16	parede	4	sim	18%	1	25%
	pintura latex	50	parede	8	não	0%	1	13%
	contrapiso	22	peça	4	não	0%	1	25%

(FONTE: O AUTOR)

A meta do indicador de retrabalho é atingida a partir do momento em que se determinou a quantidade estimada de retrabalho do serviço apresentado (Tabela 5.4). De posse da quantidade de retrabalho detectada no empreendimento, o gerente pode tomar decisões baseadas em fatos. A planilha calcula em valores monetários o quanto o retrabalho está custando à construção, ressaltando-se que esses valores monetários são referentes somente à mão-de-obra.

TABELA 5.4 – PORCENTAGEM ESTIMADA DE RETRABALHO

		Quantidades Gerais (unidades)		Estimativa retrabalho	Valor estimado do retrabalho
Retrabalho portas	2,71%	368	unidades	9,98	R\$ 418,35
Retrabalho forro de gesso	5,08%	331	m2	16,80	R\$ 56,11
Retrabalho forro de madeira	0,00%	224	m2	-	R\$ -
Retrabalho piso cerâmico	2,17%	1.214	m2	26,38	R\$ 99,25
Retrabalho azulejo	6,40%	5.463	m2	414,95	R\$ 1.108,22
Retrabalho pintura	0,65%	9.123	m2	57,02	R\$ 423,16
Retrabalho contrapiso	6,06%	1.003	m2	60,78	R\$ 262,57
				Total	R\$ 2.367,65

(FONTE: O AUTOR)

Observando-se os resultados da Tabela 5.4, constata-se uma elevada porcentagem para o retrabalho dos azulejos. Houve no último andar uma desconformidade do processo construtivo, deve-se observar as regras para o processo de execução de cada serviço. A desatenção ou negligência para com essas regras, muito provavelmente, implicará quantidades elevadas de retrabalho.

Outro resultado negativo ocorreu com relação ao contrapiso e ao forro de gesso, ensejando elevadas taxa de retrabalho. Nesses dois casos, os problemas encontravam-se na desqualificada mão-de-obra contratada.

No CEP avaliam-se individualmente os serviços que compõem a amostra, refutando ou não os mesmos, na (Tabela 5.2) está indicado pela quantidade de portas aprovadas e reprovadas. Na (Tabela 5.3) a coluna 'problemas' indica quantas amostras foram rejeitas por andar e a coluna '% rejeitada' indica a porcentagem da amostra rejeitada em

comparação ao tamanho total da amostra. Tiram-se então a média do prédio e determina-se a porcentagem média rejeitada (Tabela 5.5)

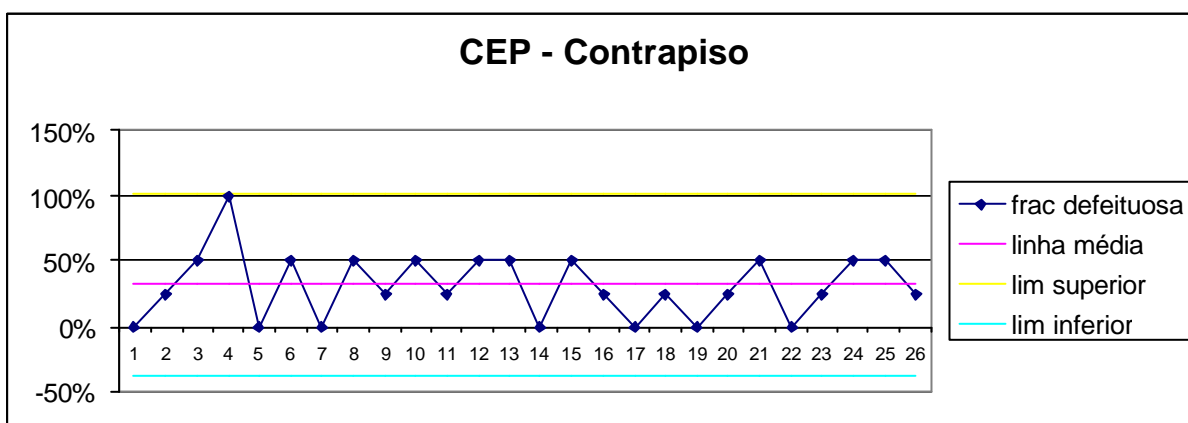
TABELA 5.5 – PORCENTAGEM MÉDIA REJEITADA

% média rejeitada de portas	15,38%
% média rejeitada de forro de gesso	9,62%
% média rejeitada de forro de madeira	3,85%
% média rejeitada de piso cerâmico	11,54%
% média rejeitada de azulejo	27,88%
% média rejeitada de pintura	3,85%
% média rejeitada de contrapiso	32,14%

(FONTE: O AUTOR)

A porcentagem média rejeitada da tabela 5.5 é utilizada então como a linha média para se traçar os gráficos do CEP (Figura 5.1).

FIGURA 5.1 – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO DO CONTRAPISO



(FONTE: O AUTOR)

Nota-se quando se estabelece uma análise comparativa da Tabela 5.4 com a Tabela 5.5 que existem grandes discrepâncias. O contrapiso que teve uma estimativa de retrabalho de 6,06%, salta para 32,14% pelo critério para se calcular o CEP, esta é uma variação que carece ser investigada. A análise comparativa entre os dois processos gera um

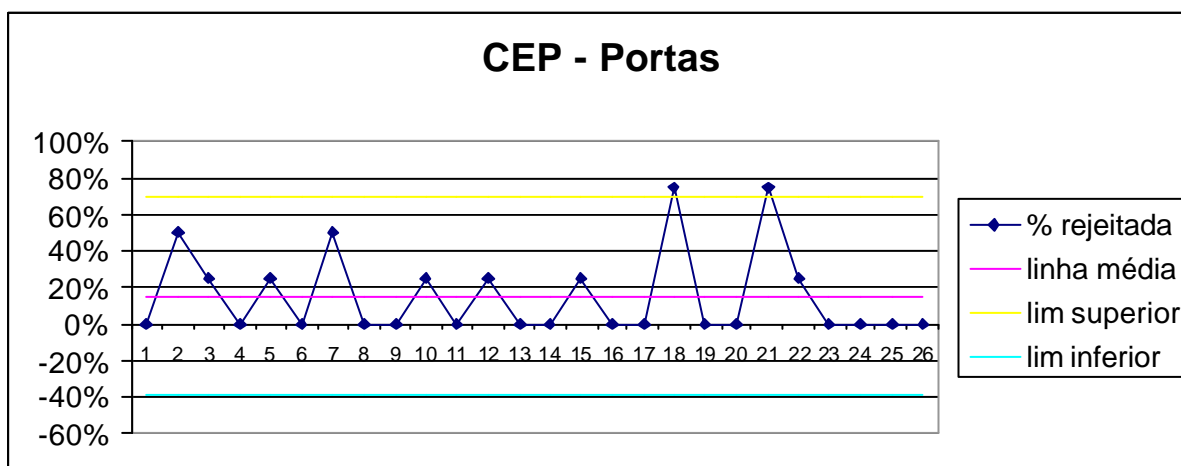
indicativo para a ação decisória, desta forma o engenheiro tem uma ferramenta para levá-lo a uma aprimoramento do processo decisório.

Recomenda-se quando a variação for superior a 5% que parta-se para uma checagem em toda a obra do serviço analisado em questão, visando detectar quais foram os problemas que levaram a esta grande variação. Dos sete serviços analisados quatro tem uma variação superior a 5% que são as portas, piso cerâmico, azulejo e contrapiso, portanto neste estudo de caso aconselha-se a checagem individual de todos os andares para estes referidos serviços.

De posse da análise implementar uma ação corretiva visando minimizar ou sanar as causas detectadas, desta forma contribui-se para um processo de melhoria contínua, que é uma das bases do TQC.

O gráfico de CEP indica se o processo construtivo está sob controle. No caso da (Figura 5.1), todas as frações defeituosas se encontram dentro do limite superior e inferior calculado, entretanto, provavelmente o processo construtivo tenha deficiências em virtude da elevada porcentagem média de rejeição, necessitando de uma avaliação mais detalhada.

FIGURA 5.2 – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO DAS PORTAS



(FONTE: O AUTOR)

Com o CEP das portas (Figura 5.2), dois andares situam-se fora da média superior, indicando um problema recorrente no processo construtivo. Nesse caso, verificaram-se sucessivos problemas com a mão-de-obra, principalmente, no prumo, colocação das vistas e precisão de fechamento.

A planilha foi elaborada com o intuito de facilitar a coleta de dados dentro da obra, incorporando a necessidade da gerência de criar fichas de verificação de serviços, portanto, o engenheiro não teve dificuldades em utilizar o *Palmtop*. Como o empreendimento já produz fichas de verificação de controle, já encontram disponíveis os dados necessários para saber a quantidade de retrabalho de cada serviço. Entretanto, embora necessário que alguma pessoa transformasse esses dados em informação, por causa das limitações de tempo da gerência, isto não foi feito. O engenheiro considerou úteis as informações sobre retrabalho e CEP, por auxiliarem na tomada de decisão, uma vez que são extraídas das fichas de verificação de serviços feitas pela própria empresa, oriundas do programa de qualidade.

5.2.3. Aplicação do indicador de retrabalho por alteração de projeto

A construtora compatibilizou todos os projetos necessários para a conclusão total da edificação antes de iniciar o empreendimento.

Como consequência dessa compatibilização, surgiram algumas vantagens em adotar uma política dessa natureza. A mais evidente é a drástica diminuição da incompatibilidade entre os diversos projetos, reduzindo, dessa forma, o desperdício de recursos, materiais e humanos. Como a análise dos projetos é feita antes da execução, as falhas sofrem um

decrécimo. Com esse sistema, não ocorrem alterações de projetos, tão comum em outras empresas do ramo.

Como já mencionado nas considerações gerais, a construtora só comercializa os apartamentos após o término da execução do prédio, todos os apartamentos são iguais e não se aceitam modificações por parte dos clientes.

Dadas essas características da empresa, não foi possível implantar o indicador de retrabalho por alteração de projetos, o que, se possível, teria sido feito com facilidade.

Uma das características da construção civil é a terceirização da mão-de-obra, como se verifica por esse estudo de caso, cuja construtora conta somente com dois funcionários, o engenheiro e o almoxarife. Quando um serviço deve ser refeito por alteração de projeto, o empreiteiro irá cobrar pela mão-de-obra, pois está refazendo o serviço, e não por baixa qualidade ou não conformidade. Dessa forma, quando houver a medição mensal para pagamento pelo trabalho executado, ficará explicitado, em valores monetários, o quanto de mão-de-obra foi desperdiçado com a alteração do projeto, bastando, portanto, acompanhar e documentar as alterações feitas.

5.2.4. Aplicação do indicador de perda de materiais

Foram selecionados para a medição de perdas de materiais, os aços, concreto pré-misturado, cimento, areia, argamassa pré-misturada (cal) e o tijolo furado.

O aço e o concreto pré-misturado são empregados na etapa de execução da estrutura, portanto, na primeira metade da construção. O restante dos materiais, o cimento, a areia, a argamassa de cal e o tijolo furado, são empregados, principalmente, no início da fase

de acabamento da obra, tendo sido, portanto, empregados em etapas anteriores ao estudo de caso em referência.

O controle de perda dos materiais é feito com base no levantamento quantitativo elaborado com base no projeto, comparando-se com o consumo real executado na construção, andar por andar. É necessário que o almoxarife acompanhe a distribuição de materiais para cada andar, documentando as quantidades consumidas para posterior comparação.

5.3. Resumo

Apresentou-se neste capítulo o modelo de acompanhamento de obras com os requisitos necessários a sua implantação.

Ressaltou-se a contribuição que a análise conjunta, do retrabalho e do CEP podem dar para a identificação de problemas do processo produtivo dos serviços analisados. Possibilitando um aprimoramento da tomada de decisão e conseqüente contribuição para o processo de melhoria contínua.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1. Conclusão

Este trabalho analisou a implantação de indicadores para analisar o processo produtivo de obras de construção civil dentro de um contexto do SGQ visando a melhoria contínua.

Os resultados obtidos com os indicadores forneceram informações referentes aos serviços analisados, desta forma torna-se útil ao aperfeiçoamento dos processos construtivos no canteiro de obras, sendo importante agente para promover a melhoria contínua, contribuindo ainda para com o Sistema de Gestão da Qualidade da empresa. Dessa forma, há forte evidência de que o objetivo principal seja confirmado.

A coleta de dados para gerar informações gerenciais ficou bastante simplificada com a utilização dos meios computacionais. Com novos equipamentos como os computadores de mão e programas disponíveis no mercado, a utilização de indicadores de desempenho torna-se mais simples resultantes da evolução da tecnologia da informação.

Os indicadores fornecem informações para a identificação dos problemas de falta de qualidade nos serviços e processos da construtora, permitem a realimentação,

feedback e a tomada de decisões nas intervenções mais eficazes para a melhoria do desempenho. Corroborando assim para salientar a confirmação dos objetivos específicos.

O indicador de retrabalho analisado em conjunto com o CEP, ressalta eventuais desvios do processo produtivo dos serviços examinados. Aprimorando a tomada de decisão do engenheiro responsável quanto às deficiências apontadas.

Os pesos utilizados para dotar os itens inspecionados de graus de importância diferenciados, precisaram ser submetidos a uma pesquisa ampla como forma de validá-los a serem usados por uma ampla gama de empresas.

Apesar dos indicadores serem simples, há necessidade de treinamento para a correta coleta e manuseio da planilha e dos dados, uma vez que a baixa qualificação das pessoas do administrativo (mestre de obras e almoxarife) da obra ainda é um obstáculo. Algumas dificuldades foram apontadas referentes, principalmente, à disponibilidade de tempo por parte do engenheiro para verificar os serviços executados, pois, não dispunha de auxiliares como estagiários e técnicos.

O engenheiro é uma pessoa qualificada e com familiaridade em manipular programas de computador como o *Excel*, base para este trabalho, não tendo ocorrido, portanto, maiores dificuldades para se colocar em funcionamento o *Palmtop*. Provavelmente, se pessoas menos qualificadas manipularem o equipamento, poderão encontrar mais dificuldade nesse manuseio, o que, neste estudo de caso, não foi possível averiguar.

O baixo custo para obtenção dos dados é ponto positivo, não requerendo grandes investimentos em material e treinamento. A utilização de um programa difundido como o *Excel* é outro facilitador para a implantação.

O estudo de caso mostrou a viabilidade da utilização dos computadores de mão (*handheld computers*), como instrumento auxiliar na coleta de dados e na interpretação de resultados, podendo ser aprimoradas as interfaces gráficas para gerar programa mais

intuitivo ao operador do equipamento. Pode, ainda, ser futuramente adaptado para ser utilizado com outros indicadores.

Como o estudo de caso se concentra em uma única construção, os dados fornecidos não permitem a obtenção de valores de referência para diferentes tipologias de edificações e processos construtivos. De maneira geral, acredita-se que os indicadores possam ser implantados por um conjunto amplo de empresas, verificando-se, no entanto, a necessidade de uma pesquisa mais extensa para confirmar a viabilidade ou não de tais indicadores.

Cabe ressaltar que os indicadores propostos neste trabalho têm por objetivo principal auxiliar a gerência da obra na tomada de decisão baseada em fatos e selecionando indicadores nos problemas mais frequentes de falta de qualidade na construção civil, contribuindo desta forma com o processo de melhoria contínua do SGQ. No entanto, as empresas devem ser incentivadas a definir os próprios indicadores, segundo suas necessidades de informação.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

Dos resultados obtidos, pode-se fazer algumas sugestões para outras pesquisas nesta área:

- a) realização de uma ampla pesquisa acerca do retrabalho para identificar valores de referência para o setor;

- b) desenvolver critérios para avaliar se os indicadores de desempenho utilizados são adequados para controlar e monitorar os processos construtivos.
- c) realização de estudos comparativos em obras que utilizem o SGQ e obras em que não os utilizem, de modo a verificar quais as melhorias obtidas em relação a administração, produtividade, qualidade e cumprimento dos prazos;
- d) desenvolvimento de uma interface entre computadores de mão e softwares de programação da produção, tornando esta tarefa automatizada;
- e) estudo e padronização de critérios para obtenção de indicadores de desempenho do planejamento, da programação e da produção, que possam ser usados pelas empresas de um modo geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIO, R.J. *The Practical Strategist: Business and Corporate Strategy for the 1990s*. Cambridge : Ballinger Publishing Co, 212P, 1988.

ALVES, A.C.N. **A implantação de sistemas de gestão da qualidade na indústria da construção civil segundo os critérios da ISO 9001:2000: Adaptação em relação a ISO 9001:1994**. Niterói RJ, 2001. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense. 137p.

AMORIM, Sérgio R. Leusin de. **O sistema de indicadores de qualidade e produtividade do clube da construção do Rio de Janeiro: novas ferramentas para a gerência do canteiro**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Qualidade no Processo Construtivo, Florianópolis, SC – 27 a 30 de abril de 1998.

ANDERSON, J.C., CLEVELAND, G. and SCHROEDER, R.G. *Operations strategy: a literature review*. Journal of Operations Management, v. 8, n 2, p. 133-58, 1989.

ANDRESEN, J. et al. *A Framework for measuring IT innovation benefits*. Itcon – Eletronic Journal of Information Technology in Construction, v.5, 2000. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2000/4/paper.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2005.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Gestão da Qualidade na Construção Pública: a qualidade na execução de obras públicas**. Curitiba: SENAI/PR: PBQP-H, 2001.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Sistema de Qualidade: programa brasileiro de qualidade e produtividade no habitat**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem

Industrial. Departamento Regional do Paraná, 2003a. 322p.: il.; (Qualidade na Indústria da Construção).

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **SIQ-C: metodologia de implantação: procedimentos, serviços e materiais**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional do Paraná, 2003b. 732p.: il.; (Qualidade na Indústria da Construção).

AOUAD, G. *Managing construction information effectively using integrated databases*. In: Proceeding of CIB W65 International Symposium for The Organization and Management of Construction. London, 1996. Anais ... London, CIB, v.III, p.14-22.

BARAKAT, F.R. et al. *Field Mangement Control, Efficiency and Productivity*. University of Waterloo, 1994.

BAÚ, Norley e MENDES JÚNIOR, Ricardo. **Avaliação da eficiência do planejamento durante a construção – estudo de caso em empreendimentos de edifícios populares de 4 andares**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu – Paraná. 7 a 10 de maio de 2002.

BENNIS, Waren. (2001) - **Uma força irresistível**. HSM Management. maio / junho.

BIRREL, G. *Construction planning – beyond the critical path*. Journal of the Construction Division, New York, ASCE, 106 (3): set. 1980, p.389-407.

BOBROFF, J. *The Project Management: a new profile for the actors in the building industry*. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 17 a 19 de novembro, 1993. Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações: anais / coord. A.K. Abiko, V.M. John. EPUSP/ANTAC, São Paulo, 1993. 2v. p 41-51.

BRUEL, A., SANTOS, A. & MOSER, L. **Análise do Foco e Coerência da Estratégia de uma Empresa de Construção Civil**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção UFSCar, São Carlos, SP - 16 a 19 de setembro de 2003.

BULHOES, Iamara Rossi. FORMOSO, Carlos Torres. AVELLAN, Tâmara Villagra. **Gestão de fluxos físicos e sua integração com o planejamento e controle da produção: caso de uma empresa de Salvador – BA**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção UFSCar, São Carlos, SP - 16 a 19 de setembro de 2003.

CAMPOS, V. Falconi. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 2º ed. Rio de Janeiro: Block Ed., 1992. 220 p.

CAMPOS, José Antônio. (1998) - **Cenário Balanceado: painel de indicadores para a gestão estratégica dos negócios**. Ed. Aquariana . 1ª Edição - São Paulo.

CARDOSO, Francisco Ferreira. **Novos enfoques sobre a gestão da produção: como melhorar o desempenho das empresas de construção civil**. São Paulo, SP. 1993. p. 557-569. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1º.

CARMO, G. **Proposição de sistemas de indicadores de desempenho que auxilie os processos decisórios das empresas da construção civil, setor edificações, à luz do PBQP-H**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CONTADOR, José Celso. & Professores do departamento de engenharia de produção da escola politécnica da USP e da Fundação Carlos Alberto Vanzolini. (2001) - **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. Ed. Edgard Blücher. 2ª Edição - São Paulo.

COUTINHO, Luciano G. e FERRAZ, João Carlos (Coord). **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas / Papyrus, 1994.

COSTA, Felicíssimo G. Sady. **Levantamento das mudanças técnicas e gerenciais introduzidas em empresas de construção de edifícios do recife para melhoria da qualidade**. São Paulo (2001). Dissertação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

COZZA, Eric. **Nas ondas do rádio**. In: *Téchne Revista de Tecnologia da Construção*, v.7 n.37, p.34-35. 1998.

CUNHA, C.A.; ROSSETTO, C.R. et al. **Elementos para o estudo das mudanças estratégicas nas empresas da construção civil**. In: ENTAC, 1995, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro, vol. I, p. 73-84.

DAVIS, M.M., AQUILANO, N.J. & CHASE, R.B. **Fundamentos da administração da produção**, Editora McGraw-Hill, 2001.

FARAH, Marta Ferreira dos Santos. **Estado e habitação no Brasil**: o caso dos institutos de previdência. In: Tecnologia de Edificações. São Paulo, PINI / IPT, 1988.

FRANCHI, Cláudia C.; SOILBELMAN, Lúcio; FORMOSO, Carlos T.. **As perdas de materiais na indústria da construção civil**. In: Seminário Qualidade na Construção Civil (Gestão e Tecnologia), 2. 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: CPGEC/NORIE/UFRGS, 1993. 198 p. p 133-198.

FORHOOMAND, A.; DRURY, D. *Managerial information overload*. Communications of the ACM, New York, v.45, n.10, p.127-131, Oct. 2002.

FORMOSO, Carlos T.; FRANCHI, Cláudia C.; SOIBELMAN, Lucio. **Um estudo sobre as perdas de materiais na indústria da construção civil e suas principais causas**. São Paulo, SP. 1993. v.2, p. 571-580. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1993, São Paulo. Artigo técnico.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3º edição. São Paulo. Editora Atlas, 1991.

GRILO, Leonardo Melhorato; MELHADO, Silvio Burrattino. **Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na indústria da construção de edifícios**. Belo Horizonte, MG. 2003. 8p. III WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., 2003, Belo Horizonte. Anais...

HASSELL, S.; BERNSTEIN, M.; BOWER, A. *The Role of Information Technology in Housing Design and Construction*. RAND Science and Technology Policy Institute, CF-156-OSTP, 2000. <<http://www.rand.org/publications/CF/CF156/CF156.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2005.

HENDERSON, B. *Understanding the forces of strategic and natural competition*. The Journal of Business Strategy. 1980.

HAYES, R.H. & WHEELWRIGHT, S.C. *Link Manufacturing Process and Product Life Cycles*. Harvard Business Review. January - February, pp. 133 – 140, 1979.

HRADESKY, John L.. **Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade: guia prático para a implementação do CEP: controle estatístico de processos**. Tradução Maria Cláudia

de Oliveira Santos; revisão técnica José Carlos de Castro Waeny. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

JORNAL ESTADO DE SÃO PAULO (10/12/2004). **Pioneiro Palm tem mais programas**. Disponível em <http://www.link.estadão.com.br/index.cfm?id_conteudo=2040>. Acesso em 02/09/2005.

KANJI, Gopal K. & MOURA E SÁ, Patrícia. (2002) - **Kanji's Business Scorecard**. Total Quality Management. v13, n.1, January, p.13-17

KAPLAN, Robert S.& NORTON, David P. (2004) – **Balanced Scorecard: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis**; tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004 – 4º Reimpressão.

KAPLAN, Robert S.& NORTON, David P. (2000) - **Having Trouble with Your Strategy? Then Map It..** Harvard Business Review, sep.- out., p. 167-176.

KAPLAN, Robert. (1998) - **Balanced Scorecard**. HSM Management. v2, n.11, novembro / dezembro, p. 120 - 126.

KAPLAN, Robert S.& NORTON, David P. (1997) - **A Estratégia em Ação: balanced scorecard**. Ed. Campus - Rio de Janeiro.

KAPLAN, Robert S.& NORTON, David P. (1996) - **Using the Balanced Scorecard as Strategic Management System**. Harvard Business Review, jan.-fev., p. 75-85.

KAPLAN, Robert S.& NORTON, David P. (1993) - **Putting the Balanced Scorecard to Work**. Harvard Business Review, sep.-oct., p. 134-147.

KAPLAN, Robert S.& NORTON, David P. (1992) - **The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance**. Harvard Business Review, jan.-fev., p. 71-79.

KIYTIRO, Izaíra; ALBUQUERQUE, Antonio Roberto; SACOMANO, José; TONETTO, Isabel Satie. **Um estudo de caso de implementação de um sistema de administração de produção na construção civil**. Salvador, BA. 2001. 9p. Encontro Nacional de Engenharia de Produção/International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Salvador, 2001. Artigo técnico

KOSKELA, L. *Na exploration towards a production theory and its application in construction*. Espoo, Finlândia, VTT, 2000. VTT Publications 488.

KUTUCUOGLU, K.Y. *et al.* **A framework for managing maintenance using performance measurement systems**. International Journal of Operations & Production Management, v. 21, n. 1/2, 2001, p. 173-194.

LANTELME, Elvira Maria Veira. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. Porto Alegre (1994). Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LANTELME, Elvira M.; OLIVEIRA, Mírian; FORMOSO, Carlos T.. **Análise da implantação de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil**. Rio de Janeiro, RJ. 1995. p. 119-124. ENTAC 95, Rio de Janeiro, 1995. Artigo técnico.

LAUFER, A.; TUCKER, R.L.. *Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process*. Construction Management and Economics, London, n.5, p.243-266, 1987.

LAWTON, Robin. (2002) - *Balance Your Balanced Scorecard*. Quality Progress, v 35 n°3, march p. 66-71

LEITE, Felipe Augusto Saad. **Adaptação do medelo de gestão de projetos do PMI aos empreendimentos da construção civil no Brasil: subsector edificações**. Niterói – RJ, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção Civil) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense.

LIMA, A.C.. **Gerenciamento de processo na execução do macroprocesso construtivo: um estudo de caso aplicado no processo estrutural**. Florianópolis, 1998. 144p.. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

LIMA, Luciana Falcão Correia; JORGE, Paulo Roberto Lagoeiro. **A influência do fator humano na implantação de novos procedimentos no gerenciamento de obras públicas**. Recife, PE. 1999. 9p., il. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. Artigo técnico.

LOURENÇO, Jorge T. V. & MACHADO, Ana Claudia M. (2002) - **O Balanced Scorecard como Ferramenta Gerencial para o Aprendizado Organizacional**. Congresso Nacional de Excelência em Gestão - 22 e 23 de novembro - Niterói, RJ.

MACIEL, L.L.; MELHADO, S.B. **Qualidade na construção civil: fundamentos**. São Paulo, 1995. Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/15. 23p.

MELLO, Rodrigo; ROGLIO, Karina; CUNHA, Cristiano. **As implicações de uma gestão orientada para o processo na indústria da construção civil : subsector edificações**. Florianópolis, SC. 1996. p. 149-160. Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil, Florianópolis, 1996. Artigo técnico.

MENDES JUNIOR, Ricardo. **Programa da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. Florianópolis (1999). Tese em Engenharia da Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

MILLER, J.G. & ROTH, A.V. *A taxonomy of manufacturing strategies*. Management Science, v. 40, 1994.

MILLS J. F., PLATS K.W. & GREGORY, M.J. *A Framework For The Design Of Manufacturing Strategy Processes: Toward a Contingency Approach*. International Journal Of Operations And Production Management, v 15, n. 4, pp. 17-49, 1995.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de estratégia : um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2000. 299 p.

MOREIRA, S. **A implantação de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia - Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 1996.

NASCIMENTO, Luiz Antônio; YAMAMOTO, Marco Antônio; CHENG, Liang Yee; SANTOS, Eduardo Toledo. **Análise da utilização de sistemas de gestão empresarial em empresas do setor de construção civil**. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 18 a 21 de julho de 2004.

NASCIMENTO, Luiz Antônio; LAURINDO, Fernando José Barbin; SANTOS, Eduardo Toledo. **A Eficácia da TI na Indústria da Construção Civil**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. UFSCar, São Carlos, SP – 16 a 19 de setembro de 2003.

NASCIMENTO, L. A; SANTOS, E. T. **A indústria da construção na era da informação.** In: Ambiente Construído, Revista da Antac. Porto Alegre, v.3, n.1, p.69-81, jan./mar. 2003.

NASCIMENTO, L. A; SANTOS, E. T. **Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil** In. Anais do II Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Porto Alegre: PUC-RS, 2002.

NEELY, A. *et al.* **Designing performance measures: a structured approach** International Journal of Operations & Production Management, v. 17, n. 11/12, 1997, p. 1131-52.

NEVES, Renato Martins das. **Algumas estratégias de produção adotadas pelas empresas de produção adotadas pelas empresas de construção civil.** Niterói, RJ. 1998. 8p.. In: Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Niterói, 1998. Artigo técnico.

NOVAES, Celso Carlos. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais.** São Paulo, 1996. Tese em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

NOVAIS, Sandra Gaspar; OLIVEIRA, Paulo Vinícios Harada de; JUNGLES, Antônio Edésio. **Controle estatístico como indicador de qualidade de serviços na indústria da construção civil.** Recife, PE. 1999. 10p., il. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. Artigo técnico.

O'BRIEN, M.; AL-SOUFI, A. *Electronic data interchange and the structure of the UK construction industry.* Construction Management and Economics. UK, v.11, p.443-453, 1993.

OHASHI, Eduardo Augusto Maués; MELHADO Silvio Burrattino. **A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001:2000.** I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 18-21 julho 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia)–Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

OLIVEIRA, Mírian; LANTELME, Elvira M.; FORMOSO, Carlos T. **Análise da implantação de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil.** Rio de Janeiro, RJ. 1995. p. 119-124. ENTAC 95, Rio de Janeiro, 1995. Artigo técnico.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. São Paulo: Atlas, 1995.

PAULA, Alexandre Taveira de. **Avaliação do impacto potencial da versão 2000 das normas ISO 9000 na gestão e certificação da qualidade: o caso das empresas construtoras**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. 144p.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 462p.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência**. Tradução de Elisabeth Maria de Pinho Braga. Rio de Janeiro: Editora Campus, 5a edição, 1985.

RIVARD, H. *A Survey on the Impact of Information Technology on the Canadian Architecture, Engineering and Construction Industry*. Electronic Journal of Information Technology in Construction, v.5, 2000. Disponível em <<http://www.itcon.org/2000/3/>>. Acesso em 23 abr. 2005.

REIS, P.F. **Análise dos efeitos da implantação de sistemas de gestão da qualidade nos processos de produção de pequenas e médias empresas de construção de edifícios**. São Paulo, 1998. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 254p.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. São Paulo, Reimpressão, 1990 – FAU/USP.

SANTOS, A. et. al. **Em busca melhor prática na construção: aumentar a transparência do processo**. disponível na internet. <http://solar.cesec.ufpr.br/newweek/artigos/santos13.htm> . Acesso em 20 agosto 2000.

SCARDOELLI, Liziane; SILVA, Maria de Fátima; FORMOSO, Carlos T.; HEINECK, Luis F.. **Melhorias de Qualidade e Produtividade: Iniciativas das empresas de construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1994.

SILVA, Márcio Fernandes de Andrade da; LAPOLLI, Edis Mafra. **Aplicação do gerenciamento de processos na construção civil**. Salvador, BA. 2001. 8p. Encontro Nacional de Engenharia de Produção/ International Conference on Industrial Engineering and Operations Management , Salvador, 2001. Artigo técnico.

SILVA, Maria Angélica Covelo. **Racionalização da construção: a evolução tecnológica e gerencial no Brasil**. Porto Alegre, RS. 1991. p177-189. Simpósio de Pesquisa em Construção no Sul do Brasil: balanço e tendências. Porto Alegre, 1991. Artigo técnico.

SILVA, Maria Angelica Covelo. **Estratégias competitivas na indústria da construção civil**. Rio de Janeiro, RJ. 1995. 5p. ENTAC 95, Rio de Janeiro, 1995. Artigo técnico.

SIQUEIRA, Luiz Gustavo Primo; Equipe Grifo. **Controle estatístico de processo**. São Paulo: Pioneira, 1997. (Biblioteca Pioneira de administração e negócios. Série qualidade Brasil)

SLACK, Nigel. Et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SOARES, Carlos A. P.; COSENZA, Orlando N.. **O sistema de gestão como fator de produtividade para a construção civil**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Florianópolis, 1998.

SOUTO, Marcos Juruena Villela. **Licitações e Contratos Administrativos**. Rio de Janeiro, Ed. Esplanada, 1994. 273p.

SOUZA, Jano Moreira de; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **SIGMO: Sistema Integrado de Gerenciamento Móvel em Obras**. Porto Alegre, RS. 2003. p. 175-189, il. Formoso, Carlos Torres; INO, Akemi (Ed.). Inovação, gestão da qualidade e produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2003. Cap. 7

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 335p.

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

STALK, G. *“Time – The Next Source of Competitive Advantage”*. Harvard Business Review, Jul-Aug 1988, p.41-51.

TAKASHINA, N.; FLORES, M. **Indicadores da qualidade e do desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

TANIGUTI, Eliana. MASSETTO, Leonardo. BARROS, Mercia M. B. **A indústria de materiais, componentes e equipamentos e a inovação tecnológica no processo de produção de edifícios**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e Qualidade no Processo Construído. 27 a 30 de Abril de 1998. Florianópolis – SC.

TCPO 2003. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**. São Paulo: Pini, 2003.

ZEGARRA, S. L. V.; FRIGIERI Jr., V; CARDOSO, F. F. **A tecnologia da informação e a indústria da construção de edifícios**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1. Recife, 1999. A competitividade da construção civil no novo milênio: anais I SIBRAGEQ, Recife : GEQUACIL/UPE, 1999.v. 1, p. 71-80.

WALKER, Anthony. *Project management in construction*. London: Collins, 1984.

YIN, Robert K.. **Estudo de caso: planejamento e métodos** / trad. Daniel Grassi – 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO A – PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Processo construtivo 1 - Execução de aterro e compactação

Executado em: Florianópolis/SC.

1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

1.1. Transporte e espalhamento do material

- Transportar o material a ser compactado até o local.
- Realizar o espalhamento do material em camada de no máximo 20 cm.

1.1.1. Compactação de aterro

- Compactar a camada nas proximidades dos elementos rígidos, tais como: blocos, pilares e vigas utilizando o socador manual.
- Se necessário, aplicar água sobre a camada para atingir o grau de compactação especificado.
- Executar na sequência a compactação da camada na área restante utilizando compactador mecânico.
- Repetir o processo até o nível do aterro estabelecido em projeto.

1.2. INDICADORES

1.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,12 Hh/m³.

Valor médio: 0,24 Hh/m³.

Valor máximo: 0,36 Hh/m³.

Mão-de-obra: Servente.

1.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Calcular a cubagem do material do aterro, levando em conta o índice de empolamento.
- Verificar a necessidade de drenagem e os equipamentos necessários.
- Controlar a taxa de umidade ideal para a compactação de cada tipo de solo.
- Verificar a compactação na densidade recomendada em projeto.

1.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Transporte do material do aterro até o local.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- O indicador é obtido pela divisão das horas totais gastas no serviço pelo número de m³ de material finalmente compactado.
- O indicador deve ser calculado ao final do serviço ou a cada 200 m³ compactados.

1.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 01, sugere-se o acompanhamento da espessura da camada compactada – quesito 04.

Definição: Espessura média de Compactação = espessura total de compactação N° de camadas de compactação

Valor de Referência: espessura média < 20 cm

1.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Mapear a área a ser compactada, determinando as espessuras de aterro e com base nas espessuras máximas, buscar inicialmente o nivelamento do fundo da compactação.
- Garantir o controle visual da altura das camadas a serem compactadas de acordo com recomendações técnicas (máximo 20 cm).
- Fazer o acerto final de nível na última camada, permitindo ser esta a de menor espessura entre todas as camadas compactadas.

1.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- A espessura máxima de compactação é dada pela diferença entre o nível final desejado e o ponto de maior profundidade no fundo da área de compactação, desde que a área de máxima profundidade seja maior do que 1 m².
- Cada camada de compactação refere-se ao nível inferior e superior abrangido ao longo de toda a área de compactação. Assim, se a compactação for dividida em duas etapas, junto aos elementos de fundação e posteriormente na área livre central, apenas uma camada é considerada, desde que estas etapas refiram-se ao preenchimento dos mesmos níveis – inferior e superior – de compactação.

Processo construtivo 2 - Locação de obra

Executado: Salvador / BA.

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

2.1. Execução do Gabarito

- Analisar o terreno para definir o local do ponto de partida.
- Locar o referencial de nível (RN) em ponto fixo e permanente, e os piquetes de limite do lote.
- Definir o alinhamento predial e locar os cantos da edificação a partir dos piquetes de limite do lote.
- Cravar pontaletes de madeira espaçados de no mínimo 1,5 m, alinhados e aprumados, afastados do contorno da edificação em aproximadamente 3,0 m.
- Pregiar os gabaritos de ripa nos pontaletes devidamente alinhados e aprumados. Os gabaritos devem ter alturas diferentes para eixos diferentes.
- Verificar o esquadro do gabarito com o método de triangulação 3 4 5 marcando-se os pontos e definindo estes como alinhamentos iniciais.

2.1.2. Locação de blocos e pilares

- Locar o ponto zero no gabarito para, a partir deste, demarcar os demais pontos.
- Marcar os eixos dos pilares no gabarito anotando o número do pilar e evidenciando-o com um prego.
- Cruzar arames nos dois sentidos do pilar, localizando-o com um prumo de centro, e cravando um piquete de madeira destacado com areia.
- Tendo como base a marcação dos pilares, fazer a marcação do bloco com um gabarito de madeira, verificando seu prumo em dois pontos por eixo.

2.2. INDICADORES

2.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,10 Hh/m².

Valor médio: 0,20 Hh/m².

Valor máximo 0,30 Hh/m².

Mão-de-Obra: Carpinteiro.

Servente.

2.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar a escritura com a especificação das dimensões do terreno.
- Conferir medidas estipuladas no projeto arquitetônico, certificando-se dos recuos da edificação.
- Vistoriar o terreno para definir a posição do gabarito, conforme condições locais e a posição da edificação.
- Elaborar tabela de coordenadas para locação dos elementos de fundações, caso esta não exista no projeto.
- Verificar se a origem do projeto de fundações coincide com a origem do gabarito. Caso não haja coincidência, refazer a tabela de coordenadas no projeto de fundações.
- Utilizar pontaletes para os montantes verticais do gabarito, chumbando suas bases com concreto.
- Transferir a origem do gabarito para o solo com uso do prumo de centro e um piquete, caracterizando um testemunho que permita a sua conferência a qualquer momento.

2.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Operações de manutenção de rigidez do gabarito ao longo de toda sua vida útil.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, inclusive horas de assistência de mestre de obra e engenheiro na definição das medidas a serem transferidas para o gabarito.
- O indicador é obtido pela divisão das horas totais gastas no serviço pela área de projeção horizontal pela área de projeção horizontal da edificação.
- Transporte de materiais até o local.

2.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 02, sugere-se o acompanhamento do travamento do gabarito – quesito 07.

Definição: Retravamento do Gabarito = N° de intervenções no gabarito ao longo da sua vida útil.

Valor de Referência: Retravamento do Gabarito = 0

2.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Definir as áreas de acesso ao gabarito, reforçando os pontaletes na sua vizinhança de forma a evitar o seu deslocamento.
- Sempre que possível fixar as guias (travessas horizontais) do gabarito a muros e estruturas sólidas de prédios vizinhos.
- Garantir a existência de bermas junto aos pontaletes próximos a escavações, evitando o desmoronamento do terreno em volta deste;

2.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- São considerados retravamentos todos os serviços com duração superior a ½ hora relativos à conferência de medidas, recravamento de pontaletes ou guias relativos a regiões onde suspeita-se que tenha havido movimentação do gabarito.
- Considerar o n° de retravamentos ao longo do período em que o gabarito foi utilizado.
- Desconsiderar a remoção e posterior colocação no local de guias do gabarito que garantam o acesso à obra, desde que esta região do gabarito esteja suficientemente rígida e não haja dúvidas quanto ao restabelecimento das medidas originais de cada remoção/restabelecimento.

Processo construtivo 3 - Fundações – Cravação de estacas pré-moldadas em concreto

Executado em: Florianópolis / SC.

3.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

Cravação de estacas pré-moldadas:

- Fazer locação da estaca a ser cravada de acordo com o projeto e providenciar deslocamento do bate-estacas (com peso adequado à seção da estaca a ser cravada) até o local de cravação.
- Posicionar o bate-estacas no local da cravação e aprumar a torre.
- Colocar o coxim de madeira no local de contato entre o martelo hidráulico e a estaca (capacete) para a absorção do impacto.
- Içar a estaca até a torre colocando-a na posição vertical a ser cravada.
- Acoplar o conjunto martelo-capacete na cabeça da estaca.
- Proceder ao início da cravação lançando os seguintes dados no equipamento de monitoração eletrônica da cravação ou processo similar localizado dentro da cabine do bate-estaca: número da estaca, comprimento, peso do martelo e seção da estaca.
- Fazer o controle da cravação das estacas pelas negas e repiques, colocando o papel de “controle de cravação” na estaca e marcando-o com o auxílio de um cavalete metálico.
- Cravar a estaca até obter as negas e repiques previstos no boletim.
- Realizar controle de pressão do martelo no manômetro de pressão no sistema da cabine.
- Controlar o número de golpes a cada 0,5 m e cravar a estaca até obter a nega e repiques previstos no boletim.
- Repetir o mesmo processo para as demais estacas.
- Caso a cota de arrasamento estiver abaixo da cota do plano de cravação, pode se utilizar um complemento adicional denominado **suplemento**.

NOTA

- As estacas pré-moldadas podem ser emendadas, desde que resistam a todas as solicitações que nelas ocorram durante o manuseio, a cravação e a utilização da estaca. A emenda deverá ser feita através de solda. (O processo de solda deve ser validado – Validação de Processos Especiais). Neste caso, o Plano de Qualidade da Obra deverá contemplar, na relação de projetos o detalhamento da emenda e os procedimentos específicos, com aval do projetista para sua execução.
- Documentos e especificações do projeto – devem estar disponíveis na obra:

- relatórios de sondagem;
- características das estacas;
- capacidade de carga das estacas como elemento de fundação;
- previsão de comprimento das estacas.

3.2. INDICADORES

3.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,10 Hh/m.

Valor médio: 0,20 Hh/m.

Valor máximo: 0,40 Hh/m.

Mão-de-Obra: Servente.

3.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Vistoriar as edificações vizinhas, certificando-se das condições de sua estabilidade quando houver proximidade com as estacas de divisa.
- Vistoriar o terreno, observando as condições de acesso do equipamento de cravação.
- Verificar a produtividade de cravação, confrontando com o prazo do cronograma e, então determinar a quantidade adequada de equipamentos (preferencialmente fazer esta verificação na época do orçamento, uma vez que tem repercussão no custo de mobilização/desmobilização do equipamento).
- Verificar a necessidade de carga elétrica do equipamento para solicitação junto à concessionária.
- Elaborar um plano de cravação das estacas de modo a otimizar o deslocamento do equipamento

3.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Operações executadas pelo servente (posicionamento da estaca).
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas dos operadores da máquina de cravação e do mestre de obra. O operador da máquina tem seu custo incluído no aluguel deste ou no preço do serviço empreitado.
- O indicador é obtido pela divisão das horas totais gastas no serviço pelo comprimento total de estacas, sendo que este refere-se ao comprimento de estacas compradas e não àquele efetivamente cravado (esta orientação visa simplificar o cálculo do indicador).
- O indicador deve ser calculado para o serviço como um todo ou a cada 15 dias.

3.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 03, sugere-se o acompanhamento do quesito 04 relativo à precisão da locação após o arrazamento da estaca.

Definição: Precisão da Locação = Maior distância entre o eixo projetado da estaca e o eixo real, considerando as duas direções ortogonais.

Valor de Referência: Precisão na locação < 1 cm

3.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Conferir permanentemente os eixos de cravação de cada estaca a partir da marcação no gabarito, verificando possíveis deslocamentos dos piquetes de marcação deixados inicialmente no solo antes do início do trabalho de estaqueamento.

- Não determinar a posição de cravação em função de outros elementos de fundação, mas sim em função das medidas originais do gabarito, evitando, assim, o acúmulo do erro.

3.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Efetuar o cálculo do indicador para cada estaca isolada ou para uma estaca em cada bloco de fundação.
- Fazer a aferição preliminarmente para cada estaca antes do seu arrazamento, substituindo a medida depois da mesma estar arrazada .

Processo construtivo 4 – Execução de forma para concreto armado

Executado em: Belo Horizonte / MG.

4.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

4.1.1. Fabricação de formas na obra

- Montar uma bancada para que as partes das formas sejam confeccionadas e posteriormente levadas ao local definido pelo projeto.
- Dimensionar os painéis de formas em função do seu tamanho e peso.
- Cortar e estruturar os painéis.
- Identificar os painéis com a numeração prevista no projeto.
- Estocar os painéis em área limpa, arejada e protegida da ação do sol e da chuva.
- A estocagem deve ser feita empilhando-se as peças na posição horizontal sobre vigotas de madeira, separada em painéis de pilares, vigas e lajes.
- Manter a central de produção constantemente limpa e organizada.

4.1.2. Processo de montagem das formas

4.1.2.1 Pilar

- A montagem das formas dos pilares será feita no local de aplicação; serão aprumadas e travadas através de ripas de madeira que serão pregadas aos tarugos fixados às lajes na concretagem.
- Passar desmoldante nas faces internas das formas com rolo ou similar.
- Montar as faces laterais menores e a de fundo dos pilares, pregando-as no pontalete-guia.
- Nivelar e verificar o prumo do conjunto.
- Deve-se verificar a perfeita imobilidade do conjunto.
- Posicionar a armadura, conferindo espaçadores e posicionando a transposição das armaduras.
- Posicionar os tubos de PVC, travando todas as laterais com tensores e castanhas por meio de amarris.
- O aço (amarril) utilizado para travamento das laterais do pilar deve ser embutido em tubos de PVC de 3/4”, com chupetas plásticas nas extremidades.

4.1.2.2. Vigas

- Lançar os fundos de viga entre as cabeças dos pilares e pregá-los.
- Colocar e pregar as escoras embaixo do fundo da viga, ajustando sua altura conforme necessário.
- Todas as escoras posicionadas no vão devem estar aprumadas e alinhadas.
- Montar as laterais das formas sobre o fundo da viga.
- Travar as laterais das vigas com cunhas duplas pressionadas contra um dos dentes dos garfos.

4.1.2.3 Laje

- Lançar o assoalho da laje do andar superior sobre os barrotes.
- Pregar o assoalho nos sarrafos laterais das formas de vigas. Este encontro de peças deve ser perfeito, sem folga.
- Pregar o restante do assoalho nos barrotes.
- Nivelar os panos de laje ajustando-se a altura das escoras de apoio da forma.
- No caso de laje, prever proteção na periferia das formas contra a queda de materiais e de pessoas.

4.1.3. Processo de desforma

- A desforma será feita obedecendo a seqüência e o tempo especificado (mínimo três dias após concretagem).
- Utilizar cunhas de madeira e pé-de-cabra para a desforma dos painéis.
- Retirar fundo de vigas e lajes após setes dias, reescorando pelo menos 2/3 do escoramento original até 21 dias.
- Limpar os painéis, deixando-os prontos para o próximo ciclo de produção.

4.2. INDICADORES

4.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 1,60 Hh/m².

Valor médio: 2,20 Hh/m².

Valor máximo: 2,70 Hh/m².

Mão-de-Obra: Carpinteiro.

Servente.

4.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Determinar local para armazenagem dos painéis de formas vindos da central de fabricação.
- Trabalhar com sistema de eixos fixos (referencial único) e atentar para a transferência de eixos nos pavimentos, evitando efetuarla em dias com ventos fortes.
- Marcar o eixo fixo na maior extensão da laje, no ponto mais centralizado possível, evitando passar dentro de pilares e paredes, aberturas de escadas e poços de elevadores.
- Marcar a posição dos pilares (gastalhos), adotando dimensões acumuladas a partir do eixo fixo, não utilizando trena de fibra.
- Adotar tolerância de erro de 0 mm na posição do eixo fixo.
- Evitar que as peças desformadas caiam em queda livre na laje, colocando-as junto aos respectivos elementos de modo a facilitar o transporte para o local correto.
- Programar com antecedência compatível com a frequência de reprogramação da obra a reforma das formas, evitando paralisação dos serviços.

4.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Confecção e montagem da forma.

- Desforma.
- Separação do material e transporte do material desformado até o pavimento.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, inclusive contramestres, que participem efetivamente na execução das formas, excluindo as horas de mestres de obra.
- O indicador é obtido pela divisão das horas totais gastas no serviço pela área de formas em contato com o concreto.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra, adicionando-se estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

4.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 04, sugere-se o acompanhamento do quesito 03 relativo ao nivelamento da laje.

Definição: Desnivelamento da forma da laje = Diferença entre o nível da superfície da forma de madeira e o nível da superfície de projeto.

Valor de Referência: Desnivelamento da forma da laje < 5mm

4.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Conferir continuamente o nível de fundo de vigas e assoalho da laje, utilizando referências de nível únicas para cada pavimento.
- Reconferir medidas após períodos de chuva ou movimentações da forma.
- Definir pontos de controle nas lajes de maiores dimensões.

4.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Fazer a medição em pelo ao menos 3 pontos da laje, expressando o valor pela média dos valores obtidos. Executar a medição dos 3 pontos a cada 50 m² de laje, pelo menos.
- Descontar diferenças de nível na laje ocasionadas por contra-flechas de projeto.
- Executar as medições no centro geométrico da laje e junto a pontos de descontinuidade tais como, rebaixos, encontro com vigas e pilares.

Processo construtivo 5 – Montagem armaduras.

Executado em: São Paulo / SP.

5.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

5.1.1. Aço comprado cortado e dobrado

- Mandar projeto completo de armação para uma empresa que presta serviço de corte e dobra de aço.
- Providenciar local apropriado e com espaço para o recebimento da material.
- Conferir sempre o aço que foi entregue.

5.1.2. Montagem das armaduras de pilares e vigas

- Providenciar local com cavaletes para a montagem das peças.
- Montar as armaduras conforme projeto e identificá-las.
- A amarração deve ser feita com arame recozido e estar firme o suficiente para impedir a movimentação do conjunto quando do transporte e da concretagem.
- Manter a central de produção constantemente limpa e organizada.
- Colocar a armadura dos pilares, observando que as esperas do nível inferior fiquem na parte interna da armação.
- Na seqüência, iniciar a colocação da armadura das vigas, observando para que, onde haja cruzamento entre vigas, exista uma amarração e montagem correta.
- Colocar espaçadores em quantidade suficiente para que a armação não tenha contato com a forma, considerando o cobrimento mínimo especificado.

5.1.3. Montagem das armaduras de lajes

- Para o início da armação das lajes, é necessário que as armaduras das vigas que fazem contorno do pano a ser executado estejam no lugar.
- Posicionar as barras da armadura principal e secundária que fazem parte da armadura positiva, amarrando-as com arame recozido.
- Posicionar as barras da armadura negativa, amarrando-as à armadura das vigas.
- Fazer o uso de “caranguejos” para manter a posição das armaduras positivas e negativas.
- Colocar espaçadores em quantidade suficiente para que a armação não tenha contato com a forma.

5.2. INDICADORES

5.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,12 Hh/kg.

Valor médio: 0,15 Hh/kg.

Valor máximo: 0,18 Hh/kg.

Mão-de-Obra: Armador.

Servente.

5.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar o sistema de transporte da armadura. No caso de uso do elevador de carga (guincho), prever altura necessária da torre para o recebimento das peças no pavimento de trabalho.
- Separar as peças montadas de modo a facilitar a seqüência de colocação nas formas.
- Utilizar caranguejos (calços de aço) sob a armadura negativa, dando especial atenção aos balanços e locais onde a armadura negativa é notoriamente importante.

5.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Corte, dobra e montagem da armadura.
- Transporte da armadura até o local da montagem, com exceção das horas de operadores de equipamentos (gruas, elevadores de carga etc.).
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres de obra e operadores de equipamentos de transporte.
- O indicador é obtido pela divisão das horas totais gastas no serviço pela quantidade em kg de armadura executada, sendo esta a efetivamente comprada e não a efetivamente aplicada nos serviços.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), adicionando-se estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

5.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 05, sugere-se o acompanhamento do quesito 08 relativo ao espaçamento das armaduras de pilares e vigas.

Definição: Diferença de espaçamento da armadura de pilares e vigas = diferença entre o espaçamento projetado e o executado.

Valor de Referência: Diferença de espaçamento < 1 cm

5.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar sempre gabaritos para a determinação de espaçamentos.
- Conferir o espaçamento após afrouxamento das armaduras por motivos construtivos, por exemplo, permitir a montagem de armaduras nos trechos de arranques.
- Caso os valores de espaçamentos não confirmam com aqueles estipulados em projeto, distribuir a diferença de maneira uniforme, evitando a concentração do ajuste de medidas.

5.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Fazer a medição em pelo ao menos um ponto a cada 100 kg de armadura executada, preferencialmente junto aos arranques de pilares e vigas.
- Apurar a média obtida por etapa de execução, por exemplo, para a estrutura de concreto de um pavimento.

- Utilizar um indicador cumulativo para a obra como um todo, englobando todos os serviços aferidos por etapa da obra, como o apurado no item anterior.

Processo construtivo 6 – Concretagem de peça estrutural

Executado em: São Paulo/ SP.

6.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

6.1.1. Preparação da peça ou área a ser concretada

- No caso de laje, prever proteção na periferia das formas contra queda de materiais e pessoas.
- Providenciar a limpeza geral das formas.
- Molhar as formas abundantemente antes da concretagem tomando cuidado para não deixar água empoçada.
- Os gabaritos metálicos ou de madeira para rebaixo de lajes devem estar posicionados e conferidos, assim como os gabaritos para locação de furos para as instalações hidráulicas e elétricas,

6.1.2. Concretagem

- Programar onde serão o início e o final da área a ser concretada.
- Alocar de dois a quatro homens para segurar a extremidade da tubulação de bombeamento.
- Travar as curvas da tubulação em razão dos problemas decorrentes do grande empuxo envolvido.
- Lançar o concreto tomando o cuidado de não formar grandes acúmulos de material num ponto isolado da forma.
- Identificar no mapa de concretagem número do caminhão/nota fiscal, tempo de lançamento e *slump*. No caso de lajes, mapear aproximadamente a região de concreto de um dado caminhão.
- Programar para que a velocidade de enchimento das peças seja proporcional à velocidade de quem está vibrando.
- Espalhar o concreto com o auxílio de pás e enxadas.
- O enchimento da peça deverá ser acompanhado da vibração, que deverá ser feita por profissionais qualificados, sempre de baixo para cima, com ângulo adequado, procurando não encostar na ferragem e na forma.
- No caso de laje, conferir a espessura da camada de concreto pelo nível a laser ou similar.
- Para lajes, sarrafear o concreto com uma régua de alumínio tomando o nível das mestras como referência.

- O desempenho deve ser feito com desempenadeira, atentando para o acabamento junto a interferências e gabaritos.
- Para concretagem de “laje zero” utilizar o “helicóptero” para dar acabamento à superfície.
- Limpar todos os equipamentos no final da atividade.
- Durante a cura do concreto devem-se molhar as peças concretadas. (período mínimo de sete dias). A cura deve ser iniciada no máximo uma hora após o início da concretagem do trecho que está sendo concretado, observando para este tempo as condições climáticas, pois o mesmo poderá ser inferior a uma hora, quando houver vento excessivo e incidência direta de Sol forte.

NOTA:

- A concretagem com bombeamento será utilizada em situações em que se julgar necessário, em função de altura, prazo e facilidade de transporte.
- Em caso de concreto virado em obra, deverão ser evidenciados a qualificação dos materiais componentes do concreto, a documentação do traço conforme ABNT 12655 e o traço em volume com quantidade máxima de água a ser adicionado (limite máximo do *slump*) afixado em locais visíveis próximos da betoneira. (Tabela de traço é documento controlado).
- Em caso de falhas de concretagem que, pela avaliação do Engenheiro Responsável, não impliquem danos estruturais, o reparo poderá ser executado na obra e registrado o procedimento adotado. Caso haja implicações estruturais o calculista deverá ser consultado, e parecer por escrito referente à solução a ser adotada deverá constar da documentação da obra.
- Receber o concreto verificando/conferindo os dados da nota fiscal com o pedido.
- Atentar para todos os dados, principalmente o horário de início da mistura. Lembrar que o tempo máximo de utilização do concreto é de 2,5 horas para cimentos de alta resistência e de 3 horas para os demais cimentos;
- Deve-se ter em obra a fotocópia reduzida do projeto estrutural para mapeamento do concreto utilizado (ter rastreabilidade do concreto estrutural).

6.2. INDICADORES

6.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 1,10 Hh/m³.

Valor médio: 2,20 Hh/m³.

Valor máximo: 3,30 Hh/m³.

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Carpinteiro.

Ajudante.

Eletricista.

Servente.

6.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Certificar-se do abastecimento de água e energia no local.
- Elaborar um plano de concretagem, definindo caminhos de concretagem, necessidade ou não de juntas de concretagem, equipe de concretagem.
- Garantir a disponibilidade e o funcionamento dos meios e equipamentos de transporte e de adensamento (guincho ou guias, gericas, vibrador etc.), levando em consideração a utilização destes pelos demais serviços em andamento.
- Controlar o recebimento do concreto usinado, observando quantidade e especificação do material solicitado.

- Verificar o posicionamento dos ganchos para fixação de bandejas de proteção, amarração das torres de guincho ou grua e goleiras para transferência do eixo fixo.
- Assegurar-se da capacidade de resistência dos pavimentos inferiores antes da liberação da concretagem (resultados dos testes de resistência, reescoramentos na laje inferior).
- Verificar no projeto a necessidade de efetuar desníveis entre as áreas secas e molhadas já na fase de concretagem da laje. Em caso afirmativo, estudar a alternativa a ser adotada (exemplo: uso de gabaritos).

6.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Validade dos valores propostos somente para concreto usinado.
- Transporte do concreto até o bcal da concretagem com uso do elevador de carga (altura média de oito pavimentos).
- Cura do concreto.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres de obra e operadores do caminhão betoneira e bomba de concreto.
- O indicador é obtido pela divisão das horas totais gastas no serviço pela quantidade de concreto adquirida para o serviço e não a efetivamente aplicada.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), adicionando-se estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

6.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 06.1, sugere-se o acompanhamento do quesito 11 relativo ao nível da laje acabada.

Definição: Desnívelamento da laje = diferença entre o nível da superfície da laje acabada e o nível projetado.

Valor de Referência: Desnívelamento da laje < 5 mm

6.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Adotar como critério fundamental de desempenho do processo de lançamento do concreto o atendimento aos requisitos geométricos da estrutura e a cura do concreto em detrimento à velocidade de execução.
- Garantir o consumo de concreto na laje através da obediência dos níveis inferiores e superiores, evitando eventual diminuição de espessura da laje devido ao sarrafeamento excessivo entre as mestras.
- Garantir rigidez das mestras junto a rebaixos ou mudança de nível da superfície de concreto.

6.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Fazer a medição em pelo ao menos 3 pontos da laje, expressando o valor pela média dos valores obtidos. Executar a medição dos 3 pontos a cada 50 m² de laje, pelo menos.
- Se a medida for efetuada com a laje ainda escorada, descontar diferenças de nível na laje ocasionadas por contra- flechas de projeto.
- Executar as medições no centro geométrico da laje e junto a pontos de descontinuidade tais como, rebaixos, encontro com vigas e pilares.

Processo construtivo 7 - Execução de alvenaria estrutural – Bloco de concreto

Executado em: São Paulo / SP.

7.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

7.1.1. Marcação

- Marcar os eixos principais ortogonais.
- Marcar as paredes, verificando o alinhamento e o esquadro conforme projeto de paginação.
- Ajustar os dutos de elétrica e hidráulica, embutidos na laje, de modo que se situem dentro da parede.

7.1.2. Assentamento dos blocos

- Os blocos nos quais serão fixadas as caixas de passagens de elétrica deverão ser cortados com serra de bancada com disco refratário, em uma central de produção antes do assentamento.
- Assentar a primeira fiada corrigindo com argamassa eventuais desnivelamentos da laje, observando limites de espessura da argamassa no projeto estrutural.
- Assentar as fiadas esticando a linha entre as marcações das duas extremidades do vão, conferindo o prumo a cada fiada, e alinhando a altura das fiadas com escantilhão.
- Assentar os blocos de concreto aplicando dois filetes de argamassa na face e entre o topo e o fundo do bloco;
- Nas amarrações entre paredes, a cada duas ou três fiadas, travar a alvenaria aos pilares usando tela tipo galvanizada (ou processos similares).
- O restante dos blocos deve ser assentado com argamassa na consistência adequada com a utilização de uma bisnaga;
- Adotar cinta feita com blocos-canaletas preenchidos com graute ou argamassa com armadura específica na altura do peitoril dos caixilhos, ou conforme determinado em projeto.
- Vergas e contravergas podem ser pré-moldados ou feitas com blocos canaletas.
- Caso previsto em projeto, as instalações embutidas para hidráulica, elétrica e outras serão executadas simultaneamente às alvenarias, sendo vetada a quebra posterior das paredes.
- Nas últimas fiadas dos blocos de paredes externas são utilizados blocos do tipo “J”, e nas paredes internas os blocos tipo “U” (canaletas), sendo todos grauteados e armados formando uma cinta. (Observar no projeto se existe armadura de ligação entre esta cinta e a laje posicionando-a corretamente).

- Adotar os pilaretes e as cintas conforme projeto, utilizando os tipos de blocos apropriados, a armação e o grauteamento especificado.
- Ao final dos serviços, limpar a área de entulhos e sobra de argamassa.

NOTA

Os traços de argamassa e graute, caso não sejam industrializados, devem ser oriundos de laboratório de controle tecnológico (dosagem experimental com materiais qualificados e resultados previstos, inclusive ensaio de prisma e tabela orientando o operador de betoneira, aprovada e fixada em local visível.

7.2. INDICADORES

7.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 1,20 Hh/m².

Valor médio: 1,50 Hh/m².

Valor máximo: 1,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

7.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar a disponibilidade de todos os projetos necessários (marcação de 1^a e 2^a fiadas, paginação de paredes, detalhamentos, instalações etc.).
- Definir o tamanho de pallets em função das dimensões de aberturas de portas.
- Disponibilizar material no pavimento em local pré-definido, garantindo a quantidade necessária de cada tipo de bloco, de modo a evitar sobrecarga na laje e permitir o fluxo de pessoas e materiais.
- Utilizar suporte de argamasseira com rodas, facilitando o transporte e uso da argamassa.
- Elaborar plano de marcação de 1^a e 2^a fiada, estabelecendo os pontos de instalação e o número de escantilhões necessários.
- Adotar elementos pré-moldados para vergas e contravergas, visando a agilizar o levantamento da alvenaria.

7.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Transporte dos blocos do local de armazenagem até o posto de trabalho (distância média de até 150m na horizontal e até 30m na vertical – com uso do elevador de carga).
- Confecção e transporte da argamassa e graute.
- Transporte e colocação da armadura executiva.
- Marcação da primeira fiada.
- Deslocamento e instalação de andaimes para serviços acima de 1,60 m.
- Limpeza da laje.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres de obra.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento) ou até 600m² de alvenaria executada, adicionando-se estas medidas parciais, criando assim um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.
- Medidas de quantidade executada de alvenaria sem o desconto de vãos referentes a portas e aberturas.

7.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 07, sugere-se o acompanhamento do quesito 07 relativo ao prumo.

Definição: Desaprumo da Alvenaria = distância entre o prumo de face e a superfície da parede.

Valor de Referência: Desaprumo da Alvenaria = 0 mm

7.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar escantilhão para definição do prumo das paredes.
- Conferir o prumo a cada, pelo menos, três fiadas.

7.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Fazer a verificação de prumo em todas as paredes executadas, no meio de sua extensão ou a cada 5m de parede, no caso de grandes extensões.
- Fazer a verificação na face da parede com o revestimento mais exigente, o que geralmente ocorre nas faces internas e naquelas a serem revestidas com material cerâmico ou pinturas texturizadas.
- Efetuar o cálculo da média do indicador de Desaprumo ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), adicionando-se as medidas parciais, criando um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 8 – Execução de alvenaria paginada – Bloco cerâmico

Executado em: São Paulo / SP.

8.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

8.1.1. Marcação e elevação da alvenaria

- Fazer limpeza do piso (remoção de pregos da estrutura, aços de amarração dos pilares e vigas, poeira e materiais soltos).
- Transferir os eixos do edifício, conforme projeto.
- Fazer a transferência das cotas de nível para o pilar com a mangueira de nível.
- Abastecer o pavimento e os locais onde serão executadas as alvenarias com a quantidade e os tipos de blocos necessários à execução do serviço.
- Aplicar argamassa no pilar com a utilização de uma desempenadeira.
- Marcar no pilar os lugares de fixação das telas.
- Fixar as telas galvanizadas com a utilização de um sistema de fixação à pólvora.
- Após fixadas as telas, fazer a remoção de poeira e jogar água na fiada de marcação.
- Para a marcação da primeira fiada utilizar argamassa de cimento com traço adequado para poder ajustar a espessura das juntas do prumo e do nível.
- Assentar os blocos de extremidade e averiguar a planicidade e o nivelamento da alvenaria.
- Esticar duas linhas de nylon na posição definida para a parede, servindo de referência para alinhamento e nível da fiada de marcação, quando necessário.
- Assentar os blocos intermediários entre os de extremidade, verificando a aplicação da argamassa nas duas laterais dos blocos, quando especificado em projeto.
- Averiguar a planicidade da alvenaria e o nivelamento da fiada de marcação com auxílio de uma régua metálica com nível de bolha acoplado.
- Distribuir e assentar os blocos conforme o projeto de alvenaria, amarrando-os com o pilar através da tela galvanizada.
- No caso de alvenarias junto a pilares, a espessura da argamassa de assentamento deve ser conferida por intermédio de uma régua de alumínio conhecida como escantilhão.
- O restante dos blocos deve ser assentado com argamassa de cimento e areia na consistência adequada;
- Os vãos para a colocação das portas deverão possuir folga compatível com o projeto.
- Para as contravergas são utilizados os blocos-canaletas, que são enchidos de concreto na altura do peitoril.

- As vergas e contravergas podem ser também pré-moldadas em uma central de produção e depois assentadas sobre a alvenaria.
- Depois do levantamento da alvenaria, limpar as juntas de argamassa com a utilização de uma esponja umedecida.
- Os blocos nos quais serão fixadas as caixas de passagens de elétrica deverão ser cortados com serra circular manual, em uma central de produção antes do assentamento.

8.1.2. Execução do encunhamento

- O espaço entre a alvenaria e a viga/laje deve ser preenchido com argamassa de encunhamento através da encunhadeira.
- A espessura do vão para encunhamento deve seguir o projeto.

8.2. INDICADORES

8.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 1,00 Hh/m².

Valor médio: 1,40 Hh/m².

Valor máximo: 1,70 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

8.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar a disponibilidade de todos os projetos necessários (marcação de 1ª e 2ª fiadas, paginação de paredes, detalhamentos, instalações etc.).
- Verificar a disponibilidade de equipamento e materiais para fixação das telas ou ferro cabelo à estrutura.
- Adotar elementos pré-moldados para vergas e contravergas, visando agilizar o levantamento da alvenaria.
- Definir o tamanho de pallets em função das dimensões de aberturas de portas.
- Disponibilizar material no pavimento em local pré-definido, garantindo a quantidade necessária de cada tipo de bloco, de modo a evitar sobrecarga na laje e permitir o fluxo de pessoas e materiais.
- Utilizar suporte de argamassa com rodas, facilitando o transporte e uso da argamassa.
- Elaborar plano de marcação de 1ª e 2ª fiadas, estabelecendo os pontos de instalação e o número de escantilhões necessários.

8.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Transporte dos blocos do local de armazenagem até o posto de trabalho (distância média de até 150 m na horizontal e de até 30 m na vertical – com uso do elevador de carga).
- Confeção e transporte da argamassa.
- Marcação da primeira fiada.
- Deslocamento e instalação de andaimes para serviços acima de 1,60 m.
- Fixação da última fiada à estrutura.
- Limpeza da laje.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres de obra.

- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento) ou até 600 m² de alvenaria executada, adicionando-se estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.
- Medidas de quantidade executada de alvenaria sem o desconto de vãos referentes a portas, aberturas e elementos estruturais.

8.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 08.A, sugere-se o acompanhamento do quesito 06 relativo ao prumo.

Definição: Desaprumo da Alvenaria = distância entre o prumo de face e a superfície da parede.

Valor de Referência: Desaprumo da Alvenaria < 5 mm

8.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar escantilhão para definição do prumo das paredes.
- Efetuar a pré-marcação da alvenaria (com giz), baseando-se no mesmo sistema de eixos adotado na estrutura, no projeto executivo de alvenaria e na posição de pilares e vigas (projetadas na laje com auxílio do fio de prumo), buscando garantir as dimensões dos ambientes e reduzir espessuras de reboco.
- Conferir o prumo a cada, pelo ao menos, três fiadas.
- Escolher a face da parede de referência para a qual vai se exigir melhor desempenho em termos de prumo.

8.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Fazer a verificação de prumo no centro de todas as paredes pela face para a qual se quer o melhor desempenho geométrico. Em paredes extensas, efetuar a verificação a cada 5m.
- Efetuar o cálculo da média do indicador de Desaprumo ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), adicionando-se as medidas parciais, criando um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 9 – Execução de divisória leve – Gesso acartonado

Executado em: Florianópolis / SC.

9.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

9.1.1. Marcação e fixação das guias

- Marcar primeiramente no piso e, posteriormente, no teto, a localização das guias e os pontos de referência dos vãos de portas e dos locais de fixação de cargas pesadas, previamente definidos em projeto, com o auxílio do fio de marcação e nível laser.
- Reservar um espaçamento entre as guias na junção das paredes em L e T para colocação das chapas de gesso acartonado.
- As guias devem ser fixadas no piso e no teto a cada 60 cm, preferencialmente com parafuso e bucha ou rebite. (Parafusos no máximo a cada 30 cm um do outro, ao longo dos montantes e guias).

9.1.2. Colocação dos montantes

- Os montantes devem ter a altura do pé-direito, com 1 cm a menos.
- Quando os montantes são duplos, eles devem ser solidarizados entre si, com parafusos espaçados de no máximo 40 cm.
- Fixar os montantes de partida nas paredes laterais e nas guias. Os demais são montados e prumados verticalmente no interior das guias a cada 40 cm ou 60 cm.

9.1.3. Colocação das chapas de gesso

- Com a tubulação flexível da elétrica instalada, fazer a colocação das placas.
- O comprimento das chapas de gesso deve ser a altura do pé-direito menos 2 cm.
- A fixação das placas deve ser feita com parafusos “tpc 25”, espaçados de 30 cm, com fixação nas laterais, meio, parte inferior e superior das placas.

9.1.4. Tratamento das juntas entre chapas

- Fazer uma inspeção nos parafusos e cobri-los com massa à base de gesso e adesivo.
- No encontro das juntas entre placas paralelas, deve ser colocada uma fita de papel específica (microperfurada), juntamente com argamassa recomendada pelo fabricante.

- No encontro das juntas entre placas perpendiculares deve ser colocada uma fita metálica específica, juntamente com argamassa recomendada pelo fabricante.

NOTA

- **Fixação de marcos de portas:** pode ser executada com fixação mecânica (parafusos) ou química (poliuretano expandido).
- **Paredes em ambientes molháveis:** devem ser empregadas placas especiais cimentíceas.
- As chapas de gesso acartonado devem ser controladas na origem, ou seja, na fábrica.
- Nas paredes prontas são permitidos os seguintes desvios:
 - desvio de prumo inferior à altura da parede/600;
 - irregularidades superficiais inferiores a 3mm em relação a uma régua com 2 m de comprimento;
 - irregularidades abruptas inferiores a 1mm, em relação a uma régua com 20 cm de comprimento.
- Fiscalização especial deve ser exercida na execução de paredes em ambientes molháveis ou de paredes especiais com reforços.

9.2. INDICADORES

9.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,60 Hh/m².

Valor médio: 0,80 Hh/m².

Valor máximo: 1,00 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

9.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar os projetos das paredes, otimizando o corte das divisórias.
- Verificar os projetos de instalações para passagem e fixação nos perfis metálicos, conforme detalhamento.
- Utilizar os componentes do sistema de gesso acartonado (caixinhas para tomadas e interruptores etc.), evitando adaptações que prejudiquem a qualidade do serviço.
- Verificar o posicionamento dos suportes para as peças que serão fixadas na parede. Garantir precisão geométrica dos planos horizontais e verticais da estrutura.
- Executar a regularização de piso com antecedência.
- Trabalhar com mão-de-obra especializada.

9.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Transporte dos materiais (placas de gesso, perfis metálicos, gesso, fita, ferramentas etc.) do local de armazenagem até o posto de trabalho (distância média de até 150 m na horizontal e de até 30 m na vertical – com uso do elevador de carga).
- Locação das guias horizontais.
- Deslocamento e instalação de andaimes para serviços acima de 1,60 m.
- Fixação dos perfis (guias horizontais e montantes verticais).
- Fixação das placas aos perfis.
- Acabamento das juntas (fita e argamassa de gesso).
- Limpeza da laje.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres de obra, porém, incluindo as horas do encarregado do serviço.

- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), ou até cerca de 1.200 m² de divisória executada, adicionando-se estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.
- Medidas de quantidade executada de divisória sem o desconto de vãos referentes a portas, aberturas e elementos estruturais.

9.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 08.B, sugere-se o acompanhamento do quesito 10 relativo à colocação da fita na junção entre painéis.

Definição: Defeitos Aparentes na Colocação da Fita = N° de Defeitos a cada 100 m² de divisória.

Valor de Referência: Defeitos Aparentes na Colocação da Fita = 0

9.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Buscar o máximo ajuste dimensional entre as placas a serem colocadas lado a lado, diminuindo a largura das juntas.
- Atentar para colocação das fitas junto ao teto e ao piso, geralmente locais com maior incidência de falhas.
- Garantir plenas condições de iluminação nos locais de trabalho, principalmente em locais de pequenas dimensões.

9.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Percorrer visualmente cada uma das juntas verticais e horizontais, procurando por irregularidades na posição das fitas, empolamento de sua superfície e penetração nas juntas dos painéis (deixando vincos ou interrupções).
- Marcar cada defeito encontrado com giz de cera ou lápis de carpinteiro para permitir sua posterior correção.
- Avaliar o n° de defeitos encontrados para cada 100 m² de divisórias colocadas, contabilizando os defeitos pelos 2 lados do painel.

Processo construtivo 10 – Execução de revestimento interno de reboco de parede com argamassa

Executado em: Rio de Janeiro / RJ e Curitiba / PR.

10.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

10.1.1. Chapisco, taliscamento e preparo da base

- O chapisco poderá ser feito somente em vigas e pilares, não sendo necessário na alvenaria.
- O assentamento das taliscas deve ser iniciado pelas taliscas superiores, com auxílio de um prumo, para as taliscas inferiores.
- O espaçamento entre as taliscas não deve ser superior a 1,80 m.
- Conferir o alinhamento das taliscas posicionando uma régua metálica nas portas e aberturas de janelas, considerando o alinhamento das paredes.
- Conferir o esquadro entre cantos de paredes com o auxílio de um esquadro metálico.
- Executar as mestras (faixas) no sentido vertical com argamassa de cimento e areia com cerca de 10 cm de largura, tendo como base o alinhamento das taliscas.

10.1.2. Preparação da argamassa de revestimento

- Misturar a argamassa industrializada obedecendo ao traço proporcional definido pelo engenheiro responsável para a produção de argamassa de revestimento.
- Colocar na betoneira primeiro a água, a argamassa industrializada e depois o cimento.

10.1.3. Reboco interno

- Molhar a superfície a ser rebocada.
- Aplicar e comprimir argamassa na alvenaria respeitando a espessura das mestras.
- Recolher o excesso de argamassa do piso durante a execução.
- Sarrafear a argamassa com uma régua de alumínio, apoiada sobre as mestras, de baixo para cima.
- Retirar as taliscas logo após o sarrafeamento.
- Desempenar a argamassa com desempenadeira de madeira, assim que esta apresentar o ponto de desempenho.
- Verificar eventual ocorrência de fissuras para corrigir no ponto de desempenho.
- Dar planicidade da superfície com desempenadeira de aço.

- Ao final dos serviços limpar a área de entulhos e a sobra de argamassa.

NOTA

- Colocar madeirite no chão para recolher o excesso de argamassa que se desprende durante o sarrafeamento.
- Verificar a prumada da superfície a revestir. Sempre que a espessura de argamassa necessária para eliminar irregularidades ou para atingir determinado posicionamento for superior a 2 cm, é indispensável a execução de outra camada de regularização. A espessura de uma camada não deve exceder 2,0 cm.
- A quantidade de argamassa a preparar será tal que sua aplicação e acabamento estejam concluídos antes do início de pega do cimento (2,5 a 3,0 horas, dependendo do tipo de cimento utilizado).
- Caso não seja adotada a argamassa industrializada, o traço para emboço (reboco, dependendo a região) deve ser ensaiado em laboratório de controle tecnológico.
- Os traços das argamassas utilizadas (em volume) devem estar fixados em locais próximos/visíveis junto às betoneiras. Tabelas de traços são consideradas como documentos controlados e devem estar aprovadas. Nesta tabela deverá constar, inclusive, o traço para o chapisco.

10.2. INDICADORES

10.2.1. Indicadores de Produtividade.

Produtividade: Valor mínimo: 0,50 Hh/m².

Valor médio: 1,00 Hh/m².

Valor máximo: 1,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

10.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Iniciar o revestimento com estrutura concluída há, pelo menos, 120 dias, e os três últimos pavimentos há pelo menos 60 dias.
- Iniciar o revestimento com alvenaria concluída há, pelo menos, 30 dias, e sua fixação há, pelo menos 15 dias.
- Assegurar o fornecimento de argamassa nas primeiras horas do dia, evitando ociosidade dos operários envolvidos no serviço.
- Preparar andaimes.
- Certificar-se de que as caixas de tomadas e os interruptores estejam protegidos contra entrada de argamassa.
- Atentar para a qualidade da cal fornecida.
- Utilizar argamasseiras plásticas, evitando a absorção da água de amassamento.
- Iniciar o taliscamento pela parede que possui janela em fachada e, na ausência desta, pela parede de maior dimensão.
- Atentar para o tempo adequado de sarrafeamento e desempenho do revestimento, de modo a evitar fissuração.

10.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Confeção e transporte da argamassa.
- Deslocamento e instalação de andaimes para serviços acima de 1,60 m.
- Taliscamento, emboço (sarrafeamento) e reboco (desempeno).
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.

- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), ou até 1.000 m² de revestimento executado; posteriormente, adiciona-se estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.
- Medidas de quantidade executada de revestimento sem o desconto de vãos referentes a portas, janelas e sem acréscimos referentes a requadros.

10.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 09. A, sugere-se o acompanhamento do quesito 07, relativo à espessura das camadas de revestimento.

Definição: Espessura da Camada = Espessura Final do Revestimento.

Nº de camadas

Valor de Referência: Espessura da Camada < 2 cm

10.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar escantilhão na execução da alvenaria para garantir a planicidade das paredes.
- Determinar a compatibilização da alvenaria e elementos estruturais, evitando enchimentos com argamassa.
- Executar o taliscamento com antecedência para que decisões relativas a possíveis alterações na espessura final do revestimento possam ser tomadas.

10.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Avaliar a espessura final do revestimento pela medição da diferença entre a superfície de taliscamento e a parede em osso em pelo menos 3 pontos a cada 40 m² de revestimentos. Obter o indicador a partir da divisão desta espessura pelo número de camadas, gerencialmente determinadas.
- Efetuar o cálculo da média do indicador de espessura ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), adicionando-se estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 11 – Execução de revestimento interno de parede em cerâmica
Executado em: Curitiba / PR.

11.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

11.1.1. Preparação da superfície

- Distribuir a quantidade de caixas de peças cerâmicas por ambiente para evitar perdas e fazer o aproveitamento de todos os recortes.
- Verificar a planicidade, prumo e esquadro da parede com auxílio da régua metálica, esquadro e nível de bolha respectivamente.
- Limpar a parede, removendo qualquer agente de contaminação, eliminando todas as partes soltas ou mal aderidas com desempenadeira de aço e lixa.
- Nivelar a parede marcando o início da primeira fiada.

11.1.2. Assentamento de peças cerâmicas

- Preparar argamassa colante conforme as instruções do fabricante.
- Aplicar a argamassa em panos compatíveis com as condições climáticas locais comprimindo-a contra a parede, com o lado liso da desempenadeira, e na seqüência, o lado dentado. Espalhar a argamassa em faixas compatíveis com as condições locais de Sol e vento.
- No assentamento, pressionar todas as peças contra a argamassa, batendo com martelo de borracha para total aderência.
- Assentar as peças cerâmicas seqüencialmente, ajustando o posicionamento das peças com o auxílio dos espaçadores de plástico tipo +, conforme a junta especificada (ver nota).
- Os cortes das peças devem ser executados antes da aplicação da argamassa colante.
- Descontar o espaço no assentamento na 1ª fiada para o posterior assentamento do piso.

11.1.3. Rejuntamento

- Após um período mínimo de 72 horas do assentamento, iniciar o rejuntamento das peças, procedendo da seguinte maneira: limpar as juntas com uma escova para eliminar toda a sujeira, como poeira e restos de argamassa colante.
- Umedecer as juntas entre as peças.
- Espalhar a argamassa de rejunte com uma desempenadeira de borracha e, em seguida, limpar as juntas com uma esponja.

NOTA

- Não é necessário umedecer o emboço (reboco), porém, em locais ensolarados e ventilados, convém umedecê-lo.
- Nunca bater com o cabo da colher de pedreiro para não danificar o esmalte da peça.
- As juntas devem ser projetadas antes do assentamento:
 - Juntas de assentamento: obrigatórias entre as peças, com espaçamento mínimo de 2mm para revestimentos internos. Juntas mais largas são em função de peças e aspectos que se pretendem alcançar;
 - Juntas estruturas: são as da estrutura de suporte e devem ser respeitadas em posição e largura;
 - Juntas de expansão/contração: depende da destinação e exposição a variações térmicas e umidade.
- Outros processos de assentamento que não utilizem argamassa colante industrializada deverão ser validados como processos especiais.

11.2. INDICADORES

11.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,60 Hh/m².

Valor médio: 1,00 Hh/m².

Valor máximo: 1,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

11.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Consultar no projeto de paginação a partida para assentamento das peças.
- Verificar se o material está armazenado no posto de trabalho na quantidade e no tipo especificados (forma e coloração).
- Cumprir fielmente as recomendações do fabricante de argamassa colante.
- Utilizar desempenadeira adequada para o tamanho da peça, verificando periodicamente se os seus dentes não se encontram excessivamente gastos.
- Utilizar os equipamentos adequados para execução de cortes e furos nas peças.
- Dispor os equipamentos para corte das peças em bancadas, garantindo organização do posto de trabalho, qualidade na execução do corte e postura adequada do operário.

11.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Uso de argamassa industrializada (colante).
- Transporte das caixas de azulejos, sacos de argamassa para assentamento e bancadas e ferramentas para corte das peças cerâmicas.
- Confecção da argamassa (no local).
- Base emboçada.
- Deslocamento e instalação de andaimes para serviços acima de 1,60 m.
- Corte de peças cerâmicas quando necessário.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), ou até 200 m² de paredes revestidas, adicionando-se, posteriormente, estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

- Medidas de quantidade executada de revestimento sem o desconto de vãos referentes a portas, janelas e sem acréscimo, devido a faixas ou requadros.

11.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 10, sugere se o acompanhamento do quesito 10 ,relativo à planicidade da parede.

Definição: Planicidade = Distância Máxima da superfície da parede revestida a uma régua de alumínio de 2 metros.

Valor de Referência: Planicidade < 2 mm

11.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar com frequência a régua de alumínio durante o assentamento da cerâmica.
- Avaliar antes de iniciar o revestimento o esquadro entre planos verticais e entre planos verticais e horizontais.
- Manter o paralelismo e a ortogonalidade de pequenas superfícies a revestir, criando prolongamentos artificiais dos seus planos com o uso de régua de alumínio.

11.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Colocar a régua de 2 metros na diagonal de uma parede revestida de azulejo a cada 30 m² de revestimentos. Medir a distância entre a régua e a parede revestida utilizando espaçadores milimétricos.
- Efetuar o cálculo da média do indicador de Planicidade ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), adicionando-se estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 12 – Execução de revestimento externo em acrílico tipo grafiato
Executado em: Curitiba / PR.

12.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

12.1.1. Preparação da superfície

- Limpar a base, removendo qualquer agente de contaminação, eliminando todas as partes soltas ou mal aderidas com desempenadeira de aço ou similar.
- Corrigir imperfeições profundas do substrato com o mesmo tipo de argamassa utilizada na execução do revestimento.

12.1.2. Execução do revestimento

- Depois de corrigir as imperfeições, aplicar o fundo com selador acrílico, recobrindo toda a superfície;
- É obrigatória a execução de faixas horizontais dividindo a parede em panos menores que 1,80m para evitar a sobreposição de grafiato entre as camadas. Fazer a colocação da fita crepe que deve ser nivelada.
- Aplicar então o grafiato, espalhando por toda a região de maneira uniforme, com o auxílio da desempenadeira de aço, que também será utilizada para obtenção das ranhuras na massa.
- Fazer as ranhuras na massa com desempenadeira plástica.
- Retirar a fita-crepe fazendo retoques com a própria massa de grafiato com um pincel.

12.2. INDICADORES

12.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,30 Hh/m².

Valor médio: 0,60 Hh/m².

Valor máximo: 0,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Ajudante.

12.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Estudar o projeto de fachada, observando presença de juntas e mudanças dos tipos e coloração do revestimento.
- Verificar a disponibilidade e o posicionamento dos andaimes.
- Isolar áreas de trabalho de outros materiais.
- Verificar quantidade e tipo de material a ser aplicado.

12.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Transporte de sacos da textura para o posto de trabalho.
- Confeção da argamassa (no local).
- Base emboçada.
- Deslocamento e instalação de andaimes fixos para serviços acima de 1,60 m. Não inclusa a instalação de balancins para serviços em fachadas de edifícios altos.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pano de revestimento), ou até 100 m² de revestimento executado, adicionando-se, posteriormente, estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.
- Medidas de quantidade executada de revestimento sem o desconto de vãos referentes a portas, janelas e sem acréscimos referentes a faixas ou requadros.

12.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 11A, sugere-se o acompanhamento do quesito 07.

Definição: Irregularidades na Sobreposição de Camadas = nº de irregularidades por pano.

Valor de Referência: Irregularidades na Sobreposição de Camadas = 0.

12.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Atentar para utilização da fita crepe ao iniciar uma nova camada, segundo instruções no procedimento de execução.
- No projeto de fachada, adotar frisos a cada 3m, evitando a sobreposição de camadas.
- Evitar o uso de baldes de revestimento tipo grafiato diferentes para um mesmo pano.

12.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Considerar irregularidades as diferenças de tonalidades e as saliências nas superfícies revestidas.
- Considerar panos de 50 m² ao contabilizar as irregularidades.
- Efetuar o cálculo da média do indicador de Irregularidades a cada pano de fachada da obra, adicionando-se estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 13 – Execução de revestimento externo em pastilha cerâmica
Executado em: Florianópolis / SC

13.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

13.1.1. Preparação da argamassa

- Aplicar pastilha, no mínimo, 28 dias após a aplicação do reboco
- A argamassa colante de fachada deverá ser do tipo II – flexível (obrigatoriamente).
- Preparar a argamassa e deixar descansar no caixote de 10 a 15 min, remisturando antes de iniciar a aplicação sobre a base (emboço). Utilizar a argamassa colante num prazo máximo de duas horas após seu preparo, sendo proibida a redosagem de água no caixote.
- Determinar o nível da 1ª fiada e marcar no reboco, estendendo a linha de nylon para orientação.
- Com o auxílio de uma régua de alumínio e um martelo dede borracha, alinhar e reforçar a fixação das pastilhas.

13.1.2. Aplicação da argamassa colante sobre o reboco

- Molhar levemente a superfície do reboco a receber a argamassa de assentamento utilizando uma trincha.
- Espalhar a argamassa utilizando desempenadeira dentada, com dentes de no mínimo de 6 x 6 mm. A quantidade de argamassa deve ser suficiente para preencher irregularidades no prumo ou emboço.
- Utilizar a argamassa colante num prazo máximo de 2 horas após seu preparo, sendo proibida a redosagem de água no caixote.
- Manter as juntas e as superfícies da cerâmica limpas durante o assentamento.
- Espalhar em faixas compatíveis com as condições de vento e Sol para evitar formação de película (falsa aderência).
- Assentar a 1ª fiada definindo a modulação horizontal; respeitar a espessura das juntas.
- Com o auxílio de uma régua de alumínio e um martelo de borracha alinhar e reforçar a fixação das pastilhas.
- Executar modulação e juntas de dilatação, conforme detalhadas em projeto (ver nota: juntas).
- Em caso de revestimento especial, seguir orientação do fabricante.

13.1.3. Rejuntamento

- A cerâmica deverá ter, no mínimo, 72 horas de assentada.

- Limpar e umedecer as superfícies das juntas.
- Aplicar a argamassa de rejuntamento sobre as juntas (levemente umedecidas), comprimindo-a de modo a preencher totalmente os vazios com o auxílio de uma desempenadeira de borracha (utilizar argamassa de rejunte flexível).
- Remover excesso de pasta e frisar o rejuntamento.
- Limpar a superfície no mínimo 15 minutos após a aplicação do rejunte com o auxílio de uma espuma umedecida.

NOTA

- Verificar todas as condições de preparo na embalagem. Argamassas para uso externo são atualmente aditivadas. Para conferir flexibilidade e impermeabilização, dosagens de água/tempo de descanso fora do especificado poderão comprometer estas características.
- As juntas devem ser projetadas antes do assentamento:
 - Juntas de assentamento: obrigatórias entre as peças com espaçamento mínimo de 2 mm para revestimentos internos. Juntas mais largas são em função de peças e aspectos que se pretende alcançar;
 - Juntas de estruturas: são as da estrutura de suporte e devem ser respeitadas em posição e largura;
 - Juntas de expansão/contração: dependem da destinação e exposição a variações térmicas e umidade.
- Outros processos de assentamento que não utilizem argamassa colante industrializada deverão ser validados como processos especiais.

13.2. INDICADORES

13.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,80 Hh/m².

Valor médio: 1,40 Hh/m².

Valor máximo: 2,50 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

13.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Efetuar o levantamento de cerâmica considerando viradas de vigas e de aberturas para janelas, sacadas etc., evitando falta de material para o término do pano.
- Providenciar a quantidade de andaimes necessária de acordo com o plano de execução dos panos de fachada, tendo em vista o cronograma da obra.
- Verificar se a quantidade de material é suficiente para o pano a ser executado, certificando-se do tipo especificado (forma e coloração).
- Depositar no andaime uma quantidade de caixas de cerâmicas e de argamassa compatível com a capacidade de carga do andaime e que não prejudique a movimentação do operário.
- Estudar o projeto de fachada, observando presença de juntas e tipos de revestimento.
- Definir uma galga de aproximadamente 1,50 m que corresponda a um número inteiro de peças assentadas, incluindo a espessura das juntas. O operário deve assentar as peças dentro da galga, evitando assim movimentação excessiva e, portanto, melhorando a produtividade. Serão executadas tantas galgas quanto necessárias de acordo com o tamanho do pano.

13.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Uso de argamassa colante industrializada.

- Transporte das caixas de cerâmicas, sacos de argamassa para assentamento, bancadas e ferramentas para corte das peças cerâmicas.
- Confeção da argamassa (no local).
- Base emboçada.
- Deslocamento e instalação de andaimes fixos para serviços acima de 1,60 m. Não inclusa a instalação de balancins para serviços em fachadas de edifícios altos.
- Corte de peças cerâmicas quando necessário.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres.
- Medidas de quantidade executada de revestimento sem o desconto de vãos referentes a portas, janelas e sem a inclusão de acréscimos para fazer frente ao trabalho em faixas ou requadros.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, prumadas), ou até 100 m² de paredes revestidas, adicionando-se estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

13.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 11.B, sugere-se o acompanhamento do quesito 05.1 relativo ao preenchimento de juntas.

Definição: Regularidade no Preenchimento das Juntas = N° de Falhas por painel de 1 m² revestido.

Valor de Referência: Regularidade no Preenchimento das Juntas < 2.

13.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Pagar e controlar a execução do rejuntamento da pastilha cerâmica em etapa independente da execução do assentamento.
- Criar uma operação independente de verificação do rejuntamento quando da operação final de limpeza final e remoção de restos de argamassa da superfície revestida.
- Controlar o consumo de materiais no rejuntamento, avaliando as razões para o uso de quantidades inferiores às especificadas.

13.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Determinar panos de 1 m² na fachada revestida a cada 30 m² de parede.
- Inspeccionar visualmente as juntas verticais e horizontais neste pano e contar o número de falhas no preenchimento ou profundidade menor que a especificada.
- Contabilizar o número de não-conformidades para todos os panos de 1 m² tomados amostralmente ao longo de toda a obra.
- Efetuar o cálculo do indicador de Regularidade das Juntas ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, prumada), adicionando-se estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 14 – Processo: Execução de contrapiso

Executado em: Vitória / ES.

14.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO**14.1.1. Limpeza da laje**

- Executar a limpeza da laje antes da execução do contrapiso, removendo as sujeiras, inclusive restos de argamassa ou outros materiais.
- Varrer o local onde será executado o contrapiso, com vassourão para tirar o grosso e vassourinha para o mais fino.

14.1.2. Nivelamento

- Definir o nível do piso fazendo o nivelamento a partir dos cantos das paredes ou batentes das portas.
- Marcar os pontos de nível nos locais onde será executado o contrapiso, usando mangueira de nível apoiada sobre uma régua de alumínio.
- Colocar as mestras no piso afastadas umas das outras, a uma distância máxima correspondente ao tamanho da régua de alumínio utilizada menos 20 cm.
- Para demarcar a área do banheiro, colocar no mínimo seis mestras no seu contorno, para que não ocorra erro de caimento para o ralo.
- Identificar os desníveis entre cômodos e definir os caimentos do piso através de uma régua digital sobre uma régua de alumínio.
- Colocar as mestras niveladas no restante do apartamento.

14.1.3. Contrapiso

- Preparar uma mistura de adesivo para argamassa e água em um balde, adicionando um pouco de cimento para obter uma consistência mais grossa e espalhá-la com auxílio de uma vassoura, à medida que for executando o contrapiso.
- Começar a execução do contrapiso pelos cômodos em direção à saída do apartamento.
- Utilizar a argamassa para contrapiso com consistência seca em sua aplicação.
- Espalhar a argamassa de modo que esta fique um pouco mais alta do que o nível das mestras.
- Usar socador manual para compactar a argamassa.
- Sarrafear a argamassa, respeitando o nível das mestras.
- Recolher o excesso de argamassa nos encontros com as paredes e usar uma desempenadeira para dar acabamento.
- Curar o contrapiso, molhando-o com água.

14.2. INDICADORES

14.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,30 hH/m².

Valor médio: 0,50 hH/m².

Valor máximo: 0,80 hH/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

14.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Definir plano de partida para execução do contrapiso.
- Programar movimentação de mão-de-obra e materiais na área de trabalho, principalmente em escadas, saídas de elevadores de carga e corredores.
- Utilizar o procedimento de execução adequado para a consistência da argamassa a ser aplicada (exemplo: adotar socador manual para argamassa).
- Verificar no projeto a necessidade de efetuar desníveis entre as áreas secas e molhadas por intermédio do contrapiso.

14.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Confecção e transporte da argamassa até o posto de trabalho.
- Taliscamento da laje, sarrafeamento e desempenho.
- Limpeza da laje.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida no serviço, exceto as horas de mestres.
- Medidas da área de contrapiso somente pela área de projeção horizontal da laje, não sendo considerados eventuais espelhos de mudanças de nível (exceto em escadas).
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento) ou até 300m² de laje revestida, adicionando-se, posteriormente, estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

14.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 12, sugere-se o acompanhamento do quesito 07 relativo à espessura do contrapiso.
- **Definição:** Sobreesspessura do contrapiso = Diferença entre a Espessura Média de Contrapiso e a Espessura de Projeto
- **Valor de Referência:** Sobreesspessura de Contrapiso < 1 cm

14.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Executar o taliscamento com antecedência para permitir a tomada de decisões relativas a sobreesspessuras que são antecipadas.
- Definir em projeto o uso de soleiras entre ambientes, possibilitando a individualização do nível final de contrapiso.
- Avaliar os rebaixos necessários para receber a impermeabilização e sua proteção.
- Definir com antecedências os caimentos em pisos molhados em direção aos ralos.

14.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Calcular a espessura nominal de contrapiso pela altura das taliscas em relação à laje no osso, efetuando a média de, pelo menos, 3 taliscas 20 m².

- Efetuar o cálculo do indicador de sobreespessura ao final da execução a cada etapa da obra (por exemplo, pavimento), ou até 300 m² de piso, adicionandose, posteriormente, estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 15 – Execução de piso interno em mármore

Executado em: Belo Horizonte /MG.

15.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

15.1.1. Tratamento do mármore (antes do assentamento)

- Posicionar as peças de mármore em posição inclinada a 45° com a parede.
- Passar uma demão de selante e impermeabilizante para mármore com rolo de lã.
- Posicionar as peças de modo que fiquem face tratada com face tratada.
- Esperar secar e passar a segunda demão.

15.1.2. Assentamento do Mármore

Neste processo executivo, o contrapiso e o assentamento acontecem simultaneamente;

- Limpar a superfície, retirando restos de argamassa e sujeiras.
- Colocar mestras (tacos) para orientar a colocação do mármore.
- Colocar uma peça de mármore em cada extremidade da fileira a ser assentada, para servir como referência, e esticar uma primeira linha de nylon entre elas para alinhamento.
- Definir uma segunda fileira perpendicular à primeira e esticar uma linha paraterminação do esquadro.
- Com o auxílio de um balde, espalhar uma mistura de água e branco no piso. E espalhar com o auxílio de uma vassoura.
- Marcar o nível da peça após assentada na parede e retirar a mestra feita anteriormente.
- Espalhar a argamassa para assentamento do mármore e conferir o nível do piso pronto.
- Assentar a primeira peça, tendo como base as linhas de marcação.
- Com o auxílio de régua metálica, trena e martelo de borracha, verificar a planicidade e o nível da peça.
- Depois de verificar o nível, retirar as peças de mármore, colocar pó de cimento e molhar no local de assentamento, com uma trincha, uma mistura de água e branco, com espessura mínima que garanta o contato da peça inteira no seu tardo.
- Recolocar as peças verificando sua planicidade.
- Assentar as demais peças verificando a planicidade e o nível.

15.1.3. Rejuntamento

- Varrer a superfície e as juntas a serem rejuntadas com uma vassoura e uma trincha, respectivamente.
- Aplicar massa plástica (material flexível e impermeável) nas juntas com o auxílio de uma espátula de aço, e esperar secar.

- Retirar o excesso de massa plástica com a espátula e passar, sobre a junta, palha de aço para dar perfeito acabamento.

15.2.INDICADORES

15.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,80 Hh/m².

Valor médio: 1,50 Hh/m².

Valor máximo: 2,50 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro.

Servente.

15.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Programar movimentação de mão-de-obra e materiais na área de trabalho, principalmente em halls e corredores.
- Verificar se o material está armazenado no posto de trabalho na quantidade e no tipo especificados (forma e coloração).
- Consultar no projeto de paginação a partida para assentamento das peças.
- Utilizar os equipamentos adequados para execução de cortes e fixação das peças.
- Dispor os equipamentos para corte das peças em bancadas, garantindo organização do posto de trabalho, qualidade na execução do corte e postura adequada do operário.
- Proteger o local após o assentamento das peças.

15.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Uso de argamassa mista confeccionada no canteiro.
- Confeção e transporte da argamassa até o posto de trabalho.
- Corte de peças (mármore) quando necessário.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, no serviço, exceto as horas de mestres.
- Medidas de quantidade executada de piso pela área útil revestida, sem descontos de eventuais vãos ou soleiras.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, apartamento) ou até 100 m² de piso, adicionando-se, posteriormente, estas medidas parciais, criando assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

15.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 13.1 e 13.2, sugere-se o acompanhamento do quesito 06 (RIP 13.2) relativo à planicidade do piso.

Definição: Planicidade = Distância Máxima da superfície do piso revestido a uma régua de alumínio de 2 metros.

Valor de Referência: Planicidade < 2 mm

15.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar com frequência a régua de alumínio durante o assentamento da cerâmica para acompanhar a planicidade do piso.
- Verificar e controlar a espessura das peças, classificando-as por esta característica.
- Verificar o empenamento das bordas das peças de mármore.

15.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Colocar a régua de 2 metros na diagonal do piso revestido em todos os ambientes ou a cada 30 m² da edificação. Medir a distância entre a régua e o piso revestido, utilizando espaçadores milimétricos.
- Efetuar o cálculo da média do indicador de Planicidade ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, apartamento), adicionando-se, posteriormente, estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

Processo construtivo 16 – Execução de piso cerâmico interno de área úmida

Executado em: Salvador /BA e Vitória /ES.

16.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

16.1.1. Limpeza do contrapiso

- Antes da colocação das peças cerâmicas, varrer o contrapiso, molhando-o com uma trincha para não levantar poeira.

16.1.2. Assentamento do piso

- Preparar argamassa colante conforme indicado pelo fabricante.
- Colocar uma peça cerâmica em cada extremidade da fileira a ser assentada para servir como referência e esticar uma primeira linha de nylon para alinhamento conforme projeto.
- Esticar uma segunda fileira perpendicular à primeira para determinar o esquadro.
- Após definir o esquadro, deixar apenas a linha de partida;
- Misturar argamassa colante conforme especificação do fabricante.
- Molhar com uma trincha o contrapiso, antes de assentar o piso cerâmico e esperar que ele absorva um pouco de água.
- Limpar com uma espuma a superfície do piso cerâmico a receber a argamassa.
- Espalhar a argamassa colante com o lado liso da desempenadeira de aço, apertando-a de encontro à superfície do contrapiso. Aplicar mais argamassa com o lado dentado da desempenadeira, de modo a formar cordões em uma única direção.
- Aplicar cada peça sobre a argamassa colante e bater com martelo de borracha para conseguir boa aderência, até a argamassa fluir nas bordas da peça.
- Fazer a limpeza das juntas durante o assentamento.
- Durante o assentamento das peças, utilizar a régua metálica em todas as direções para obter um bom nivelamento entre as peças.

NOTA

- Os procedimentos que não utilizam argamassa colante industrializada deverão ser validados como processos especiais.

16.2. INDICADORES

16.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,70 Hh/m².

Valor médio: 1,10 Hh/m².

Valor máximo: 2,00 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

16.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Testar a impermeabilização antes do início do assentamento, caso ela seja adotada.
- Verificar se o material está armazenado no posto de trabalho na quantidade e no tipo especificados (forma e coloração).
- Consultar no projeto de paginação a partida para assentamento das peças.
- Utilizar os equipamentos adequados para execução de cortes e fixação das peças.
- Dispor os equipamentos para corte das peças em bancadas, garantindo organização do posto de trabalho, qualidade na execução do corte e postura adequada do operário.

16.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Uso de argamassa industrializada (colante).
- Transporte das caixas de cerâmicas, sacos de argamassa para assentamento e bancadas e ferramentas para corte das peças cerâmicas.
- Corte de peças cerâmicas quando necessário.
- Limpeza do local após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, no serviço, exceto as horas de mestres.
- Medidas de quantidade executada de piso pela área útil revestida, sem descontos de eventuais vãos ou soleiras.
- O indicador deve ser calculado ao final da execução de cada etapa da obra (por exemplo, apartamento), ou até 100 m² de piso, adicionando-se, posteriormente, estas medidas parciais, criando, assim, um indicador cumulativo ao longo da execução de toda a obra.

16.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados no Registro de Inspeção de Processos, RIP 14.A.1 e 14.A.2, sugere-se o acompanhamento do quesito 03 (RIP 14.A.2) relativo ao nivelamento do piso junto aos rodapés e encontro com paredes.

Definição: Desnivelamento do piso = máxima distância de uma régua horizontal de 2m colocado junto à parede no nível do piso acabado.

Valor de Referência: Desnivelamento < 2mm.

16.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Marcar o nível do piso pronto nas paredes de maior visibilidade do compartimento para orientar a colocação das peças cerâmicas.
- Usar constantemente a régua de alumínio na colocação das cerâmicas junto as paredes.
- Desconsiderar a eventual inexistência de rodapé, ou seja, admitir que, posteriormente, poderão ser colocados rodapés que denunciariam a falta de nivelamento do revestimento cerâmico.

16.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Em cada compartimento da edificação escolher a parede de maior visibilidade e acompanhar o nível do revestimento do piso cerâmico com uma régua de alumínio de 2m perfeitamente nivelada.
- Verificar a máxima distância da régua a superfície revestida.

- Criar uma medida global para a obra como um todo, pelo acompanhamento de todos os compartimentos revestidos com piso cerâmico.

Processo construtivo 17 – Execução de piso externo

Executado em: Florianópolis /SC.

17.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

17.1.1. Marcação

- Medir e marcar panos de 1,0 m de largura para posterior marcação do alinhamento.
- Fincar pedaços de ferro para servir de base para o alinhamento.
- Esticar uma primeira linha de nylon e uma segunda linha perpendicular – a primeira para o alinhamento das peças a serem assentadas.

17.1.2. Assentamento do piso

- Observar o sentido do caimento do piso conforme projeto.
- Distribuir em cada pano de 1,0m as peças necessárias para o assentamento do piso.
- Assentar o piso sobre o aterro pronto respeitando o alinhamento feito anteriormente.
- Após o assentamento de cada peça, bater com uma marreta para o perfeito assentamento.
- Nos cantos, onde há necessidade de recortes, cortar a peça com a própria marreta para posterior assentamento.
- Após o assentamento do piso, espalhar areia para o preenchimento das juntas.

NOTA:

- As juntas devem ser projetadas antes do assentamento:
 - Juntas de assentamento: obrigatórias entre as peças com espaçamento mínimo de 2 mm para revestimentos internos. Juntas mais largas são em função de peças e aspectos que se pretende alcançar;
 - Juntas de estruturas: são as da estrutura de suporte e devem ser respeitadas em posição e largura;
 - Juntas de expansão/contração: dependem da destinação e exposição a variações térmicas e umidade.
- Outros processos de assentamento que não utilizem argamassa colante industrializada deverão ser validados como processos especiais.

17.2. INDICADORES

17.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,40 Hh/m².

Valor médio: 0,60 Hh/m².

Valor máximo: 0,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

17.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Programar movimentação de mão-de-obra e materiais na área de trabalho.
- Preparar a base de assentamento com o nivelamento do terreno e estabilização de acordo com o tipo de solicitação.
- Efetuar o nivelamento do terreno e os caimentos necessários na fase de preparação da base.
- Dispor as peças em lotes segundo os panos de trabalho, evitando o manuseio excessivo das peças.
- Certificar-se de que o operário permaneça posicionado de forma cuidadosa sobre os blocos já assentados, evitando o deslocamento desses e o desnivelamento da base de areia.
- Observar que as peças cortadas próximas do meio fio ou de outras interrupções do pavimento (bueiros e caixas de inspeção etc.) tenham a dimensão mínima de um terço da peça inteira.

17.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte dos blocos de concreto e da areia para rejuntamento dos blocos do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte das ferramentas de assentamento dos blocos do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Colocação das linhas de nylon para as referências geométricas.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da quantidade executada pela projeção horizontal das áreas revestidas, sem desconto para vãos, meio-fios ou tampas de caixas de inspeção.
- Cálculo do indicador para cada etapa de execução (por exemplo, cada área do estacionamento), ou em áreas menores do que 300 m².
- Cálculo do indicador cumulativo pelo somatório das quantidades parciais levantadas no item anterior.

17.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados nas RIPs 15.1 e 15.2 sugere-se o acompanhamento do quesito 06 (RIP 15.2), relativo ao nivelamento do piso e ao acompanhamento dos caimentos conforme o planejado.

Definição: Adequação dos Caimentos = diferença entre o caimento real e o específico.

Valor de referência: Adequação dos Caimentos < 10%.

17.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Dividir e marcar as áreas de pisos e seus divisores de água.
- Definir o nível dos pontos de escoamento como ralos ou bocas de lobo, garantindo que entre divisores de águas exista o caimento projetado.
- Colocar pelo menos 3 linhas de nylon esticadas entre o contorno do divisor de águas e o ponto de escoamento.
- Executar o piso permanentemente, fazendo o controle de níveis e caimentos.

17.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Escolher um pano de execução de piso externo e verificar a diferença de altura entre o divisor de água e o ponto de escoamento para as três linhas esticadas. Não exceder 300m2 para cada área de contribuição avaliada.
- Calcular o indicador para esta região pela diferença percentual entre o caimento real e o especificado.
- Calcular indicador de forma cumulativa pela média dos caimentos em cada plano amostral.

Processo construtivo 18 – Execução de forro de gesso

Executado em: Manaus /AM.

18.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

18.1.1. Marcação e fixação dos pinos

- Marcar o tamanho das placas nas paredes com metro ou trena começando pelos cantos da parede, conforme projeto.
- Fixar os “pinos” nas paredes para apoio das placas de gesso nesta fase do processo.
- Esticar uma linha de nylon para o alinhamento da primeira fileira, amarrando-a nos pinos da parede.
- Fixar os pinos no teto com a pistola de fixação nos locais previamente demarcados e amarrar o arame de suporte.

18.1.2. Colocação das placas de gesso

- Localizar os ganchos de fixação nas placas de gesso com um serrote.
- Montar as placas começando pelos cantos, apoiando-as nos pinos previamente fixados e amarrando-as nos arames.
- Fazer o chumbamento aplicando uma mistura de massa de gesso e fios de juta na parte de cima das placas entre a placa e a parede.
- Retirar os pinos da parede após a secagem da massa de gesso.
- Aplicar massa de gesso entre as placas para dar o acabamento.

18.2. INDICADORES

18.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,80 Hh/m².

Valor médio: 1,60 Hh/m².

Valor máximo: 2,40 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

18.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Programar movimentação de mão-de-obra e materiais na área de trabalho.
- Preparar andaimes.
- Efetuar o corte das placas em função do projeto do forro, levando em consideração a necessidade de juntas, luminárias, rebaixos e saídas de ar-condicionado.
- Verificar a conclusão e o funcionamento das instalações que serão embutidas.
- Proteger o piso cerâmico, caso este já esteja assentado.

- Proteger previamente os componentes metálicos (janelas etc.), que poderão ser atingidos por pasta de gesso de rejuntamento.

18.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Transporte das placas de gesso, da massa de gesso e dos fios de malva do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos para marcação e fixação das placas de gesso do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação da pasta de gesso.
- Preparação do teto da laje para receber os suportes de fixação das placas de gesso.
- Colocação das linhas de nylon para as referências geométricas.
- Montagem de bancos ou andaimes para posicionamento dos operários.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição pela projeção de área útil horizontal dos compartimentos, sem acréscimos para sancas, acabamentos, colocação de luminárias, rodapés ou negativos.
- Cálculo do indicador para cada etapa de execução (apartamento, por exemplo) ou em áreas menores do que 50 m².
- Cálculo do indicador cumulativo pelo somatório das quantidades parciais levantadas no item anterior.

18.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 16 sugere-se o acompanhamento do quesito 06, relativo à adequação dos níveis do forro.

Definição: Diferença do nível do forro = Diferença de altura de forro em relação à cota planejada.

Valor de Referência: Diferença de altura do forro = 0

18.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Determinar o nível dos forros com antecedência para que possam ser tomadas decisões quanto à adequação de seu nível final.
- Avaliar a inter-relação entre os níveis de forro e o espaço necessário para as instalações que ocupam o espaço entre este e a laje.
- Dividir grandes áreas de forro de gesso em panos, procurando colocar detalhes arquitetônicos, nestes ou nas suas paredes limítrofes, que tornem independentes as alturas dos vários panos.

18.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Identificar os panos de forro segundo etapas de execução (por exemplo, compartimentos da edificação como banheiros, cozinhas, salas, corredores e hall de entrada).
- Para cada 4 compartimentos avaliar a altura final de forro em relação ao planejado. Desconsiderar a diferença obtida no pior caso deste grupo de 4 forros.
- Acumular o indicador para toda obra, verificando a diferença média de altura para cada lote de 4 panos avaliados.

Processo construtivo 19 – Impermeabilização com manta asfáltica

Empresa: Belo Horizonte /MG.

19.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

19.1.1. Limpeza

- Conferir a execução dos cantos arredondados nos encontros de piso e parede.
- Limpar o bcal retirando restos de agregados ou outros materiais que dificultem a aderência da impermeabilização.

19.1.2. Aplicação do Primer

- Fazer a aplicação de primer com o auxílio de um rolo de lã na superfície que vai receber a manta asfáltica.
- Medir e cortar a manta asfáltica de acordo com o necessário.

19.1.3. Aplicação de manta asfáltica

- Vinte e quatro horas após a aplicação do primer, aplicar a manta asfáltica, esquentando-a com maçarico sob superfície desejada.
- Verificar se a manta está na altura mínima especificada do piso acabado.
- Nos casos de sobreposição (emenda), fazer uma sobreposição de medida conforme orientação do fabricante, entre mantas, arredondando o encontro de piso e parede.
- Realizar o teste de estanqueidade para a certificação da impermeabilização, lembrando de fechar as aberturas dos ralos, criando uma lâmina d'água sob a superfície, e aguardar o tempo previamente estabelecido.

19.2. INDICADORES

19.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,20 Hh/m2..

Valor médio: 0,40 Hh/m2..

Valor máximo: 0,60 Hh/m2..

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

19.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Adotar projeto de impermeabilização, contendo os materiais a serem utilizados, posicionamento de ralos, caimentos, espessuras de regularizações, detalhamento de ralos, rodapés, floreiras, juntas de dilatação, antenas e pára-raios, postes de iluminação etc.

- Contratar empresas especializadas para execução da impermeabilização ou treinar mão-de-obra própria sob a supervisão de engenheiro especializado.
- Efetuar o armazenamento da manta asfáltica segundo recomendações do fabricante.
- Testar a estanqueidade do sistema de impermeabilização.
- Isolar a área impermeabilizada até que seja executada a proteção mecânica.

19.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte da manta asfáltica e do material de aquecimento desta do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de limpeza e aplicação da manta asfáltica do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Isolamento da área do tráfego de pessoas antes da conclusão do serviço.
- Tempo de secagem do primer.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço para teste de estanqueidade.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição de área de impermeabilização, levando em conta os revestimentos horizontais e verticais executados.
- Medição do indicador para cada etapa da obra (por exemplo, pavimento e área externa de térreo), não excedendo 100 m² de execução.
- Criação de um indicador cumulativo pelo somatório dos valores parciais levantados no item anterior.

19.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 17.A sugere-se o acompanhamento do quesito 03 relativo ao arredondamento dos cantos de impermeabilização.

Definição: Diferença no arredondamento = Diferença no raio real de arredondamento e o raio especificado.

Valor de Referência: Diferença no arredondamento = 0

19.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Verificar previamente os planos de concordância, ainda em osso, dos paramentos verticais e horizontais a serem impermeabilizados, avaliando se há profundidade desses para ainda obedecer ao esquadro quando do acabamento com os revestimentos finais.
- Verificar o posicionamento de ralos, juntas e outras discontinuidades nos panos impermeabilizados, garantindo que haja espaço entre estes e o final das curvas de concordância entre panos a serem impermeabilizados.
- Preparar as superfícies arredondadas com antecedência como operação especial e independente em relação aos revestimentos argamassados de paredes e pisos, pagos e executados em metros quadrados.

19.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Escolher 3 pontos quaisquer de inspeção nos planos de concordância de cada etapa da obra (por exemplo, pavimento, área externa da obra), não excedendo 100 m².
- Avaliar a diferença de raio de concordância entre panos utilizando gabaritos com raio especificado no projeto de impermeabilização. Assinalar como não-conforme sempre que houver diferença.

- Calcular um indicador global para toda a obra pelo número de não-conformidades apresentadas.

Processo construtivo 20 – Cobertura de telhado – fibrocimento

Executado em: Manaus /AM.

20.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

20.1.1. Montagem de estrutura de telhado

- Serrar toda a madeira nas dimensões conforme projeto.
- Imunizar toda a madeira com solução imunizante.
- Definir as cotas e os caimentos do telhado, bem como a localização de calhas e rufos, de acordo com o projeto.
- Iniciar a montagem da estrutura de madeira do ponto mais baixo para o ponto mais alto do telhado, montando o primeiro e o último pontaltes, respectivamente.
- Continuar a montagem do madeiramento como previsto em projeto levando em conta seus caimentos e o tipo de telha a ser utilizado.
- A estrutura de madeira deverá ser travada e amarrada à laje.

20.1.2. Cobertura com telha

- Após a estrutura de madeira concluída, iniciar a colocação das telhas deixando a sobreposição, nos dois sentidos, indicada pelo fabricante.
- No encontro das telhas deve ser feito corte em duas chapas, para não haver a sobreposição de quatro telhas.
- Após a colocação das telhas e cumeeiras, fixá-las através de parafusos conforme especificação do fabricante.

20.2. INDICADORES

20.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 1,40 Hh/m².

Valor médio: 1,80 Hh/m².

Valor máximo: 2,20 Hh/m².

Mão-de-Obra: Carpinteiro; Pedreiro; Servente.

20.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Estudar a melhor seqüência executiva para os serviços de estrutura do telhado – colocação das telhas – pente do barrilete (tubulações que derivam do barrilete e alimentam as prumadas de AF e AQ).
- Definir a forma de transporte do madeiramento e das telhas.

- Elaborar projeto de montagem da estrutura do telhado, buscando trabalhar com peças pré-cortadas em centrais (externas ou no próprio canteiro) e numeradas, de modo a facilitar a montagem da estrutura.
- Avaliar a possibilidade de efetuar a pré-montagem das tesouras, tendo em vista o equipamento de transporte adotado.
- Providenciar o armazenamento das telhas em local arejado e coberto, no caso de utilização de telhas em aço galvanizado ou alumínio.
- Certificar-se da disponibilidade e do funcionamento de todas as ferramentas e equipamentos necessários.

20.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Montagem de estrutura de transporte das peças maiores do térreo ao telhado.
- Imunização das peças de madeira.
- Transporte das telhas de fibrocimento e das peças de madeira do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de proteção.
- Transporte das ferramentas de corte da telha e da madeira e de fixação das partes do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação de bancada para corte das peças.
- Marcação das cotas e dos caimentos do telhado.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da unidade de execução do telhado pela área de projeção horizontal da cobertura de acordo com as etapas da obra (pano de telhado fisicamente separado de eventuais outros panos).
- Desconsideração da existência de clarabóias, tubos de ventilação e, chaminés.
- Avaliação de produtividade para cada pano independente de telhado e cumulativamente, para a obra, pelo somatório dos valores parciais obtidos anteriormente.

20.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 18 sugere-se o acompanhamento do quesito 07 relativo a quebras ou trincas em telhas.

Definição: Número de telhas com trincas ou quebras

Valor de Referência: Número de telhas com trincas ou quebras = 0

20.2.2.1. Recomendações para a melhoria do Indicador de Qualidade

- Executar a cobertura no momento que não haja interferência com outros serviços que necessitem trânsito sobre o telhado, sua desmontagem e remontagem, ou a queda de objetos sobre a sua superfície.
- Executar os cortes e as perfurações nas telhas conforme recomendações do fabricante, evitando o aparecimento de tensões nos componentes.
- Evitar o trânsito ou o acesso a área do telhado após sua conclusão, controlando e identificando todos os funcionários que eventualmente necessitem ter acesso a esta região.

20.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Inspecionar visualmente todas as telhas com especial atenção para as fixações, emendas e beirais.
- Assinalar o número de rachaduras, cortes inapropriados e quebras de telhas.
- Substituir a avaliação feita após a conclusão do telhado por avaliação final no momento de entrega da obra.

Processo construtivo 21 – Execução de caixilho e porta de madeira

Executado em: Manaus /AM.

21.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

21.1.1. Colocação do caixilho

- Certificar o caixilho que será utilizado através da largura da parede e pela abertura de vão simplificado em projeto.
- Montar o caixilho, conferindo seu esquadro, de acordo com o tamanho do vão, descontando-se as folgas.
- Posicionar o caixilho no vão apoiando suas pernas sobre uma peça cerâmica (por exemplo) para o desconto da espessura do piso. Manter a folga entre o caixilho e a parede, igualmente espaçados em todos os lados.
- Fazer uma fixação provisória com uma cunha de madeira conferindo o prumo e as dimensões nas extremidades e no centro de vão.
- Preencher os vãos com espuma de poliuretano em toda a extensão e largura para fixação e vedação do caixilho.

21.1.2. Colocação de porta e das vistas laterais

- Após seco o poliuretano, assentado o piso e após revestida a parede procede-se à colocação da porta, verificando seu encaixe, ajustando possíveis imperfeições com uma plaina.
- Com o auxílio de um formão, fazer a abertura nos caixilhos e portas onde serão parafusadas as dobradiças.
- Colocar a porta, e posteriormente fixar as vistas laterais ou guarnições com prego ou parafuso.

21.2. INDICADORES

21.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 2,00 Hh/cj.

Valor médio: 3,00 Hh/cj.

Valor máximo: 6,00 Hh/cj.

Mão-de-Obra: Carpinteiro; Pedreiro; Servente.

21.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar eventuais empenamentos das peças que compõem os batentes e das portas.

- Observar o esquadro e dimensões do batente montado.
- Proteger os batentes quando eles forem assentados na fase de obra bruta.
- Estudar a possibilidade de adoção da porta pronta, tendo em vista os fatores custo, produtividade e acabamento final.

21.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte das partes componentes do batente da porta, da porta e das guarnições do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte das ferramentas de corte e fixação das peças em madeira do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Montagem dos componentes da porta.
- Montagem de cavalete ou de outro equipamento para apoio para corte e preparação das peças.
- Tempo de espera para secagem do poliuretano aplicado.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da unidade de execução pelo número de portas colocadas, independente mente do seu tamanho.
- Criação de um indicador para cada etapa da obra (como, por exemplo, o apartamento), não excedendo o total de 20 portas.
- Criação de um indicador cumulativo pelo somatório dos valores parciais do item anterior.

21.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 19, sugere-se o acompanhamento do quesito 09 relativo ao funcionamento das portas.

Definição: Inadequação do funcionamento das portas = Número de portas não funcionando adequadamente

Valor de Referência: Inadequação do funcionamento das portas = 0

21.2.2.1. Recomendações para a melhoria do Indicador de Qualidade

- Proteger o conjunto de portas da incidência de raios solares, choques e pesos excessivos antes de sua aplicação, para evitar enpenamentos.
- Verificar preliminarmente o prumo e o esquadro de todas os caixilhos. Reinstalar caixilhos com inadequação geométrica sem tentar fazer o ajuste da porta pela modificação da posição de dobradiças e fechaduras.
- Proteger as portas após sua colocação, evitando batidas da porta devido ao vento.
- Travar as portas mantidas abertas com calços.

21.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Verificar o funcionamento de cada porta em função de sua verticalidade, permanência entreaberta em qualquer posição que for assim deixada, encaixe da lingüeta do trinco no respectivo espelho sem esforço e possibilidade de girar, chavear e trancar a porta empregando apenas a ponta dos dedos.
- Inspeccionar visualmente a porta em relação a arranhões, desfolhamento do revestimento e falta de planicidade da folha.
- Anotar os itens anteriores como inadequação e contar seu número.

- Substituir a medição efetuada quando do término da execução do serviço pela medição efetuada na vistoria final de entrega da obra.

Processo construtivo 22 – Colocação de janelas

Executado em: Belo Horizonte (MG) e Curitiba (PR).

22.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

22.1.1. Assentamento do contramarco

- Marcar dois pontos de referência de nível para o peitoril da janela e esticar uma linha entre os pontos.
- Nivelar a travessa inferior da esquadria, pregando dois sarrafos.
- Alinhar o contramarco em relação às taliscas e em relação ao prumo da fachada.
- Nivelar a travessa e aprumar os montantes, observando o esquadro do conjunto.
- Posicionar os chumbadores na parede e conferir possível deformação dos montantes com uma régua de alumínio.
- Fazer o chumbamento com argamassa, preenchendo todos os espaços.

22.1.2. Colocação da janela

- Aplicar silicone em todo o perímetro do contramarco para o assentamento da estrutura da janela, que será feita através de rebites ou parafusos.
- Após a fixação da estrutura da janela, fazer a colocação dos vidros.

22.2. INDICADORES

22.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 2,00 Hh/m².

Valor médio: 2,50 Hh/m².

Valor máximo: 4,00 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

22.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Verificar se o material está armazenado no posto de trabalho, nas quantidades nos tipos e nas dimensões especificadas.
- Conferir as dimensões e condições de prumo, e a horizontalidade e angularidade do vão antes de assentar o contramarco.
- Verificar a existência de vigas e lajes ainda não descimbradas e que poderão gerar deflexões posteriores, prejudicando a integridade da janela e do vidro.
- Não usar fita adesiva para proteção do alumínio, pois a cola pode atacar e manchar sua superfície.

- Proteger as janelas de alumínio com filme plástico ou papel, pois o alumínio é atacado por vários produtos químicos de limpeza ou utilizados em outras etapas executivas.
- Verificar se as peças encontram-se sem empenas.
- Observar a aplicação correta de silicone nas juntas e interfaces com paredes ou outros elementos construtivos.

22.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Preparação da argamassa produzida em canteiro.
- Transporte do contramarco, da argamassa para chumbamento e da janela do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de assentamento do contramarco e de fixação da janela do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação do prumo na fachada para alinhamento do contramarco.
- Marcação dos pontos de referência de nível com linhas de nylon.
- Tempo de espera depois do chumbamento do contramarco.
- Limpeza do contramarco antes da fixação da janela.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da área das janelas pelo seu máximo vão, ou seja, a partir das medidas do vão revestido deixado para o encaixe da janela e seu caixilho.
- Criação do indicador para cada etapa da obra (por exemplo, o apartamento), não excedendo a 30 m² de janelas.
- Criação de indicador cumulativo para a obra pelo somatório dos valores parciais obtidos no item anterior.

22.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 20, sugere-se o acompanhamento do quesito 10, no que tange ao funcionamento das janelas

Definição: Inadequação do funcionamento mecânico das janelas = Número de janelas não funcionando adequadamente sob o ponto de vista mecânico

Valor de Referência: Inadequação de funcionamento mecânico das janelas = 0

22.2.2.1. Recomendações para a melhoria do Indicador de Qualidade

- Aferir rigorosamente o esquadro, o prumo e a planicidade dos contramarcos.
- Proteger os contramarcos e os caixilhos contra esforços mecânicos que possam resultar em seu empenamento.
- Colocar os caixilhos no local sem o uso de força ou ferramentas de impacto.
- Manter permanentemente limpos os trilhos e as dobradiças, protegendo contra a agressão de argamassas ou material de pintura.
- Manter as janelas fechadas e travadas após sua colocação.

22.2.2.2. Considerações para o Cálculo do Indicador de Qualidade

- Avalia cada janela quanto ao seu funcionamento fazendo-a abrir ou deslizar com a ponta dos dedos e promovendo o seu trancamento utilizando apenas uma das mãos.
- Inspeccionar visualmente os caixilhos quanto a arranhões, mossas e agressões por argamassa e/ou tinta.

- Anotar os itens anteriores como inadequação e contar seu número.
- Substituir a medição efetuada quando do término do serviço pela medição efetuada na vistoria final de entrega da obra.

Processo construtivo 23 – Processo: Execução de pintura interna

Executado em: Rio de Janeiro /RJ.

23.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

23.1.1. Emassamento de paredes

- Raspar e lixar a superfície para eliminar as incrustações e sujeiras.
- Proteger vãos de janelas e rodapés com fita-crepe para que não receba respingos.
- Aplicar uma demão de massa corrida para corrigir as imperfeições do substrato.
- Após secar, proceder ao lixamento para retirar o pó.

23.1.2. Pintura em parede

- Fazer o isolamento aplicando uma demão de selador conforme orientação do fabricante.
- Após a parede selada, iniciar a preparação da tinta conforme orientação do fabricante.
- Aplicar a 1ª demão de tinta com a utilização de rolo de lã, sobre a superfície, de maneira uniforme.
- Após a primeira demão, verificar as imperfeições e ondulações na parede, com o auxílio de uma lâmpada.
- Após secar a primeira demão, aplicar a segunda demão para obter uma cobertura perfeita.
- Fazer uma revisão para que não fiquem falhas.

23.1.3. Pintura em superfície de madeira

- Os metais e as ferragens devem ser protegidos com fita-crepe.
- Lixar toda a peça e retirar o pó.
- Aplicar a primeira demão de selador para o isolamento do substrato.
- Após a aplicação do selador, fazer o lixamento da superfície, deixando-a livre de sulcos e aspereza;
- Realizar a aplicação de massa de óleo na superfície e, após sua secagem, aplicar a tinta esmalte sintético.

23.2. INDICADORES

23.2.1. Indicadores de Produtividade

EMASSAMENTO

Produtividade: Valor mínimo: 0,15 Hh/m².

Valor mínimo: 0,30 Hh/m².

Valor máximo: 0,50 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

PINTURA

Produtividade: Valor mínimo: 0,30 Hh/m².

Valor médio: 0,50 Hh/m².

Valor máximo: 0,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

23.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Seguir as orientações do fabricante de massa PVA e da tinta PVA quanto aos intervalos para secagem de cada demão.
- Distribuir nas lajes as latas de massa PVA e de tintas em quantidades adequadas para cada ambiente, evitando transporte desnecessário e concentração excessiva de peso na estrutura.
- Preparar instalação de extensões com lâmpadas para verificar as condições de lixamento da massa PVA em condições adequadas de segurança.

23.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte do selador e da massa corrida PVA do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte da lona plástica de proteção e dos equipamentos de pintura do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação do local de trabalho com proteção de pisos, vãos e peças metálicas da aplicação do material.
- Tempo de secagem entre as demãos de tinta.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da área pintada sem desconto de vãos para aberturas ou inclusão de valores a mais para pintura em faixas.
- Criação de indicador para cada etapa da obra (por exemplo, o apartamento), não excedendo a 500 m² de pintura.
- Criação de indicador cumulativo pelo somatório dos valores individuais levantados anteriormente.

23.2.2. Indicador de Qualidade

• Dentre os itens assinalados na RIP 21, sugere-se o acompanhamento do quesito 02, relativo à preparação dos cantos e das arestas para receberem pintura.

Definição: Inadequação dos cantos e das arestas = Número de cantos e arestas não adequadamente preparados.

Volot de Referência: Inadequação dos cantos e das arestas = 0

23.2.2.1. Recomendações para a melhoria do Indicador de Qualidade

- Utilizar moldes e gabaritos para determinar a curvatura ou o esquadro de cantos e arestas quando da execução dos revestimentos argamassados.
- Cortar os revestimentos e a eventual aplicação de massa corrida com régua de grande dimensão, garantindo a linearidade dos cantos e das arestas.
- Proteger eventuais cantos e arestas contra choques antes e após sua pintura.

23.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Escolher em cada compartimento pintado uma aresta para avaliação, de preferência aquela de maior visibilidade após a colocação de decoração e mobiliário. Escolher no mínimo uma aresta a cada 10m² de piso.
- Avaliar a geometria da área quanto a sua linearidade, nível, prumo ou esquadro.
- Substituir o indicador efetuado na conclusão da etapa da obra pela medição ao final da entrega da obra.

Processo construtivo 24 – Execução de pintura externa com textura

Executado em: Manaus /AM.

24.1. PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

24.1.1. Preparação da superfície

- Corrigir imperfeições do substrato com o mesmo tipo de argamassa utilizado na execução do revestimento.
- Lixar e raspar a parede em toda a sua extensão retirando pó e o excesso de resíduos.
- Proteger os contramarcos com fita-crepe para que não recebam respingos.

24.1.2. Aplicação do selador

- Aplicar a primeira demão de selador em um sentido, observando a uniformidade na espessura.
- Após secar a primeira demão, aplicar a segunda demão no sentido transversal à primeira.
- Após seco o selador, lixar a peça a ser pintada eliminando sujeiras, e retirar o pó.

24.1.3. Pintura

- Aplicar a primeira demão de tinta, conforme especificado em projeto, em toda a superfície, aguardando a secagem para a aplicação da segunda demão.

24.2. INDICADORES

24.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,30 Hh/m².

Valor médio: 0,50 Hh/m².

Valor máximo: 0,80 Hh/m².

Mão-de-Obra: Pedreiro; Servente.

24.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Seguir as orientações do fabricante da tinta quanto aos intervalos para secagem de cada demão.
- Providenciar a quantidade de andaimes necessária de acordo com o plano de execução dos panos de fachada, tendo em vista o cronograma da obra.
- Armazenar no andaime uma quantidade de latas compatível com a capacidade de carga do andaime e que não prejudique a movimentação do operário.

24.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte do selador e da massa corrida PVA do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de pintura do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Montagem de jaú e dos equipamentos de proteção.
- Preparação do local de trabalho, proteção dos vãos de janelas e outras aberturas da aplicação do material.
- Preparação para o início do trabalho com divisão da fachada em panos e descida do prumo na fachada.
- Tempo de secagem entre as demãos de tinta.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da unidade de execução em m² de parede externa a pintar, sem desconto de vãos, aberturas e acréscimo por faixas.
- Criação de indicador por etapa de obra (por exemplo, a fachada ou o pano de fachada), não excedendo a 200 m² de parede pintada.
- Criação de indicador cumulativo para a obra pelo somatório dos valores obtidos no item anterior.

24.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 22, sugere-se o acompanhamento do quesito 05, relativo à proteção de superfícies contra o respingo de pinturas.

Definição: Respingo de pinturas em elementos externos de fachada = Número de zonas de respingos nos elementos externos da fachada

Valor de Referência: Respingos da pintura em elementos externos de fachada = 0

24.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Proteger janelas, peitoris, caixas de ar-condicionado, respiradores de banheiros, peitoris de sacadas e demais elementos da fachada contra a possibilidade de respingos.
- Dimensionar o jaú ou andaime de fachada de maneira a permitir que o pintor trabalhe em contato próximo e direto com cada superfície a ser pintada, sem precisar esticar-se ou usar extensores.
- Limpar imediatamente eventuais respingos, equipando o jaú com ferramentas e equipamentos para tal.

24.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Identificar elementos de fachada como janelas, peitoris, caixas de ar-condicionado e ventilação dentro de panos de 100 m² de revestimento externo.
- Escolher um pano de fachada a cada quatro, identificado nas condições anteriores, e inspecionando visualmente todos os elementos de composição da fachada, anotando manchas e respingos de tinta. A existência de respingos indica que aquela zona de trabalho está afetada.
- Utilizar o número de zonas afetada para o cálculo do indicador de qualidade.

Processo construtivo 25 –Instalações elétricas

Executado em: Curitiba /PR.

25.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

25.1.1. Tubulação em laje

- Fixar as caixas de passagem sob a fôrma com prego nos locais de acordo com o projeto.
- Distribuir as tubulações na laje de acordo com o projeto.
- A ponta das tubulações deverá ser travada dentro das caixas de passagem para evitar que escapem durante a concretagem.
- Todas as tubulações deverão ser presas à fôrma da laje através de arame para evitar que fiquem flutuando durante a concretagem.
- As caixas de passagem devem ser preenchidas com serragem molhada para evitar que fiquem cheias de concreto.
- Prever aberturas na laje para as prumadas de tubulações elétricas.
- Nas descidas dos quadros elétricos, onde se concentram tubulações de prumada, deverá ser prevista uma abertura na laje.

25.1.2. Tubulação em parede

- Marcar os pontos de tomadas e interruptores e outros que estejam definidos em projeto.
- Fazer corte na parede para instalação da tubulação.
- Para a fixação das caixas de passagem, prever a espessura do revestimento que será utilizada na parede, e mantê-las niveladas entre si.
- Após o chumbamento das caixas de passagem, proceder à colocação da tubulação, fixando-a com argamassa.
- As caixas de passagem devem ser preenchidas com serragem molhada para evitar que fiquem cheias de argamassa de reboco.

25.1.3. Fiação

- Fazer a limpeza em todas as caixas de passagem, retirando a serragem colocada anteriormente.
- Passar a fiação conforme definido em projeto, com o auxílio de um fio guia.

25.2. INDICADORES

25.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 3,00 Hh/pt.

Valor médio: 4,50 Hh/pt.

Valor máximo: 6,00 Hh/pt.

Mão-de-Obra: Eletricista; Servente.

25.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Efetuar o taliscamento de parede e piso antes de efetuar a instalação de caixas de tomadas, interruptores e quadros.
- Utilizar conexões adequadas, não aceitando em hipótese alguma o aquecimento da tubulação como alternativa para efetuar emendas e curvas.
- Efetuar a sondagem dos eletrodutos com arame guia antes de executar os revestimentos finais (massa PVA e pintura, azulejos etc.), evitando eventuais retrabalhos nestes ao detectar tubulações obstruídas no momento de executar a fiação.
- Efetuar a fiação, instalação de espelhos para tomadas e interruptores, disjuntores e luminárias após a instalação de portas e vidros (fechamento da obra) com o objetivo de evitar furtos.
- Prever alternativas para fixação de antenas, pára-raios, postes de iluminação etc., de modo a não perfurar mantas de impermeabilização.

25.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte de tubulações, fio guia, fios elétricos, caixas de passagem e argamassa do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos para preparação na laje, na parede e para passagem da fiação, do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação da argamassa produzida no canteiro.
- Deslocamento dos operários entre apartamentos ou pavimentos para passagem da fiação.
- Limpeza para passagem da fiação, com a retirada da serragem colocada nas caixas de passagem.
- Tempo de espera entre as etapas de montagem.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da unidade de medida, levantando o número de pontos elétricos, sendo estes tomadas, interruptores, tecla de campainha, sirene, tomada para ar-condicionado, chuveiro elétrico e alimentação de porteiros eletrônicos. Os interruptores simples, duplo e triplo, equivalem a um ponto, assim como cada interruptor tipo Hotel.
- Criação de indicador para cada etapa de execução (como, por exemplo, o apartamento), não excedendo uma área de piso de 100 m².
- Criação de indicadores para a obra, como um tanto pela agregação dos valores parciais obtidos no item anterior e a inclusão das horas gastas para montagem de prumadas, centro de distribuição e quadro geral.

25.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 23, sugere-se o acompanhamento do quesito 16, referente à desobstrução dos eletrodutos.

Definição: Obstrução do eletroduto = Número de eletrodutos obstruídos

Valor de Referência: Obstrução de eletrodutos = 0

25.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Adotar eletrodutos conforme especificação em projeto ou de diâmetros maiores em locais de difícil execução pela possibilidade de estrangulamento desses.
- Proteger eletrodutos durante as operações de montagem da fôrma e armadura na laje.
- Tamponar eficientemente caixas embutidas no concreto ou na alvenaria para evitar entrada de massa e respingo de argamassa.
- Manter raio mínimo de curvatura para os eletrodutos, buscando maior liberdade para o desenvolvimento de curvas dentro de *shafts* ou pelo aprofundamento dos rasgos na alvenaria.

25.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Sondar todos os eletrodutos em cada etapa da obra (pavimento, prumadas, por exemplo), não excedendo 100m² de piso.
- Assinalar os que estão interrompidos ou que necessitem da utilização da força dos dois braços passagem do fio guia.
- Criar indicadores globais pelo somatório das obstruções detectadas em cada etapa da obra.

Processo construtivo 26 – Instalações hidro-sanitárias – água fria

Executado em: Curitiba /PR.

26.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

26.1.1. Tubulação de água fria

- Fazer primeiro a colocação de todas as prumadas de água fria em local definido em projeto.
- Riscar a parede nos locais onde passarão os ramais de água conforme projeto.
- Fazer o corte da parede onde serão instalados os ramais de água.
- Fazer preparação das conexões com fita veda-rosca no caso de conexões rosqueáveis.
- Rosquear as conexões aos registros para posterior montagem com as tubulações.
- Fazer a colocação dos plugs nas conexões terminais para evitar que entre algum tipo de material e venham a entupir.
- Medir e serrar as tubulações de acordo com as medidas de projeto.
- Iniciar a montagem dos ramais, ligando-os com a prumada.
- As tubulações deverão ser lixadas, limpas com água e coladas com um adesivo plástico.
- Devem-se conectar todos os pontos de tubulações, registros e conexões de acordo com o projeto.
- As posições dos pontos de abastecimento de água, registros e tubulações deverão ser instaladas prevendo o revestimento e o acabamento da parede.

26.2. INDICADORES

26.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 2,60 Hh/pt.

Valor médio: 3,50 Hh/pt.

Valor máximo: 5,10 Hh/pt.

Mão-de-Obra: Eletricista; Servente.

26.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Efetuar o taliscamento de parede e do piso antes de efetuar a instalação dos ramais de distribuição, permitindo a checagem da altura e da profundidade dos pontos de utilização em relação ao revestimento acabado (face externa do azulejo).
- Utilizar conexões adequadas, não aceitando em hipótese alguma o aquecimento da tubulação como alternativa para efetuar emendas e curvas.
- Não envolver os tubos de PVC das instalações definitivas com concreto (envelopamento de concreto), pois a flexibilidade desses tubos é uma de suas vantagens.
- Efetuar a colocação de flanges após a execução da impermeabilização do reservatório.
- Seguir as recomendações dos fabricantes de tubos para execução das juntas, sejam elas soldáveis, sejam rosqueáveis ou elásticas.

- Efetuar o teste de estanqueidade após a conclusão do serviço de embutimento dos ramais de distribuição.
- Efetuar compatibilização entre as atividades de escavação-execução de caixas de inspeção e caixas de areia e as atividades relacionadas ao paisagismo.

26.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Preparação da argamassa produzida no canteiro.
- Transporte de tubulações, argamassa e materiais específicos para montagem dessas do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos para rasgo da parede e para execução da tubulação de água fria do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Rasgos na parede para passagem da tubulação.
- Montagem de bancada para corte da tubulação.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da quantidade de serviço executado pela contagem do número de pontos em cada etapa de trabalho (por exemplo, pavimento, apartamento ou prumada), não excedendo uma área de piso de 100 m². Considerar como ponto torneira, válvulas de descarga, registro do chuveiro, espera para chuveiro, bebedouro, espera para máquinas de lavar louça, roupa e para aquecedor de água.
- Criação de indicador para cada etapa da obra.
- Criação de indicadores globais pelo somatório dos valores obtidos nos indicadores individuais, acrescidos das horas gastas para execução das partes hidráulicas da caixa d'água, barrilete, ramais de distribuição, instalação de bomba e ramais de entrada do prédio.

26.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 24.A, sugere-se o acompanhamento do quesito 04, referente à estanqueidade das instalações.

Definição: Falta de estanqueidade = Número de pontos com vazamento

Valor de Referência: Falta de estanqueidade = 0

26.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Executar a prova de carga nas instalações o mais cedo possível, de acordo com a finalização de etapas da obra (pavimento, prumada).
- Realizar retenção de pagamento para serviços liberados somente após a execução da prova de carga.
- Dispensar especial cuidado na armazenagem, no transporte e no manuseio de conexões hidráulicas, assim como na limpeza do ambiente de trabalho.

26.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Verificar a estanqueidade de todos os pontos de suprimento de água em cada etapa de trabalho.
- Criar um indicador de estanqueidade pelo somatório dos valores apontados anteriormente, acrescentando-se os problemas decorrentes de instalações gerais, como caixa d'água, barrilete, prumadas e ramais de distribuição, montagem de bomba e entrada de água do prédio.

- Substituir o indicador obtido ao final do serviço pela avaliação do número de vazamentos após a entrega do prédio e no período inicial de garantia oferecido clientes.

Processo construtivo 27 – Instalação de esgoto

Executado em: Curitiba /PR.

27.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

27.1.1. Tubulação de Esgoto

- Instalar as prumadas da rede de esgoto de acordo com o projeto.
- Conectar as tubulações, lubrificando-as para melhor encaixe.
- Instalar os ramais aéreos de esgoto, obedecendo o espaçamento necessário previsto em projeto.
- Amarrar o ramal de esgoto à laje com fita metálica perfurada.
- As pontas das tubulações deverão ser tampadas para evitar que entre algum tipo de material e venham a entupir.

27.2. INDICADORES

27.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 1,60 Hh/pt.

Valor médio: 2,30 Hh/pt.

Valor máximo: 3,10 Hh/pt.

Mão-de-Obra: Eletricista; Servente.

27.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Efetuar o taliscamento de parede e do piso antes de efetuar a instalação dos ramais de distribuição, permitindo a checagem da altura e da profundidade dos pontos de utilização em relação ao revestimento acabado (face externa do azulejo).
- Utilizar conexões adequadas, não aceitando em hipótese alguma o aquecimento da tubulação como alternativa para efetuar emendas e curvas.
- Não envolver os tubos de PVC das instalações definitivas com concreto (envelopamento de concreto), pois a flexibilidade desses tubos é uma de suas vantagens.
- Efetuar a colocação de flanges após a execução da impermeabilização do reservatório.
- Seguir as recomendações dos fabricantes de tubos para execução das juntas, sejam elas soldáveis, sejam roscáveis ou elásticas.
- Efetuar o teste de estanqueidade após a conclusão do serviço de embutimento dos ramais de distribuição.
- Efetuar compatibilização entre as atividades de escavação-execução de caixas de inspeção e caixas de areia e as atividades relacionadas ao paisagismo.

27.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Preparação da argamassa produzida no canteiro.
- Transporte de tubulações, argamassa e materiais específicos para montagem dessas do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos para rasgo da parede e para execução da tubulação de água fria do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Montagem de bancada para corte da tubulação.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da quantidade de serviço executado pelo número de pontos de esgoto em cada etapa de obra (por exemplo, apartamento ou prumada de esgoto), não excedendo a 500 m² de piso. Cada ponto equivale a caixas sifonadas, ralos, tanques e banheiras, esperas para saída de máquinas de lavar e pingadeiras para aparelhos de ar-condicionado.
- Criação de indicadores para cada etapa de trabalho.
- Criação de indicador para a obra, acrescentando aos valores parciais obtidos no item anterior a mão-de-obra gasta na execução de prumadas, desvios, caixas coletoras e eventual estação de bombeamento do esgoto.

27.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 24.C, sugere-se o acompanhamento do quesito 03, relativo à declividade das canalizações de esgoto.

Definição: Não-conformidade com declividade de projeto = Diferença entre a declividade de projeto e a efetivamente executada

Valor de Referência: Não-conformidade de declividade de projeto = 0

27.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Assegurar com antecedência que as declividades de projeto são exequíveis em obra, mesmo diante de pequenas alterações nos níveis dos pontos a montante e a jusante. Avaliar a existência de obstáculos não antecipados como erros na dimensão de furos para passagem em vigas, mudança na altura de vigas por onde canalizações passam por baixo e erros de declividade de outras instalações que se interpenetram em forros e/ou pisos.
- Especificar junto ao projeto e nos condutores de maior diâmetro, com letras grandes, a declividade requerida em cada ramal.
- Definir a posição de forros e de pisos prontos somente após certificar-se da existência de espaço suficiente para garantir a declividade de projeto.

27.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Avaliar a declividade de todos os ramais principais de esgoto, comparando-os com o valor de projeto.
- Utilizar a diferença entre a declividade real e de projeto destes ramais principais com o indicador para cada etapa de obra.
- Agregar os indicadores para a obra pela média dos valores parciais obtidos no item anterior.

Processo construtivo 28 – Colocação de louça sanitária

Executado em: Brasília /DF.

28.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

28.1.1 Instalação de vaso sanitário

- Serrar a tubulação de esgoto deixado anteriormente.
- Marcar os pontos de fixação colocando o vaso para orientação.
- Aferir a distância entre o vaso e a parede.
- Retirá-lo e furar o piso.
- Colocar as buchas plásticas e os parafusos no furo do piso.
- Colocar o vaso para tirar a medida entre ele e a conexão da parede.
- Medir o tubo de ligação para passagem da água de acordo com o necessário, serrá-lo e lixá-lo para o perfeito acabamento.
- Retirar o vaso e colocar a bolsa cônica na saída do esgoto.
- Assentar o vaso encaixando-o nos parafusos.
- Aplicar uma pasta lubrificante na conexão da parede e no tubo de ligação para possibilitar um perfeito encaixe.
- Colocar e apertar o tubo de ligação, limpando o excesso de pasta lubrificante.
- Apertar o parafuso para perfeita fixação e vedação da louça.
- No caso de vaso sanitário com caixa acoplada, fazer a colocação da caixa acoplada.
- Fazer a fixação da caixa acoplada no vaso através de parafusos.
- Instalar e ajustar ao mesmo tempo o tubo de ligação.
- Executar o acabamento entre o vaso e o piso para perfeita vedação.

28.1.2. Instalação de tanque de lavanderia

- Marcar os pontos de furação no piso onde será fixada a base do tanque.
- Furar o piso e colocar as buchas plásticas.
- Colocar a base do tanque e apertá-la com parafusos.
- Marcar os pontos de furação na parede onde será fixado o suporte.
- Furar a parede, colocar as buchas plásticas e os suportes do tanque.
- Colocar o tanque sobre a base, fixando-o com os parafusos.
- Colocar o sifão, interligando a conexão da parede com o tanque.

28.2. INDICADORES

28.2.1. Indicadores de Produtividade

Para Instalação de vaso sanitário convencional:

Produtividade: Valor mínimo: 2,50 Hh/pç.

Valor médio: 3,50 Hh/pç.

Valor máximo: 5,00 Hh/pç.

Mão-de-Obra: Encanador; Servente.

Para instalação de vaso sanitário com caixa acoplada:

Produtividade: Valor mínimo: 2,50 Hh/pç.

Valor médio: 4,00 Hh/pç.

Valor máximo: 6,00 Hh/pç.

Mão-de-Obra: Encanador; Servente.

Para Instalação de Tanque de Lavanderia:

Produtividade: Valor mínimo: 2,50 Hh/pç.

Valor médio: 3,50 Hh/pç.

Valor máximo: 5,00 Hh/pç.

Mão-de-Obra: Encanador; Servente.

28.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Efetuar a instalação de louças após a execução de forros, evitando danos a elas.
- Efetuar a instalação de louças após a instalação de portas e vidros (fechamento da obra), com o objetivo de evitar furtos.

28.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

Bacia convencional

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte da bacia, convencional, do rejunte e dos materiais necessários para a colocação da bacia do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de marcação, preparo para fixação e fixação da louça, do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação do rejunte conforme orientação do fabricante.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.

Tanque

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte do tanque, do rejunte e dos materiais necessários para a colocação do tanque, do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de marcação, preparo para fixação e fixação do tanque, do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Preparação do rejunte conforme orientação do fabricante.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.

Caixa acoplada

- Trabalho de oficial e de servente.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Preparação da argamassa produzida em obra.
- Transporte da caixa acoplada, da argamassa e dos materiais necessários para a colocação da caixa, do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte dos equipamentos de marcação, preparo para fixação e fixação da caixa, do local de armazenagem ao posto de trabalho.

- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço.
- Operações normalmente executadas pelo servente.

Para todos itens anteriores devem ser ainda considerados:

- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição do número de bacias, tanques ou caixas acopladas por etapas da obra (por exemplo, apartamento ou pavimento), não devendo exceder 300 m² de piso.
- Criação de indicadores parciais para cada etapa da execução.
- Criação de indicador global para a obra pelo somatório dos itens parciais apurados anteriormente.

28.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 25.A, sugere-se o acompanhamento do quesito 03, relativo à fixação de bacias, tanques e caixas acopladas.

Definição: Falta de firmeza na fixação = Número de peças não firmemente fixadas

Valor de Referência: Falta de firmeza na fixação = 0

28.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Assegurar que a superfície horizontal ou vertical sobre a qual serão assentes as louças sanitárias seja plana, sem arestas de peças cerâmicas salientes. Avaliar cuidadosamente a planicidade destas regiões durante o assentamento cerâmico.
- Utilizar somente os dispositivos de fixação fornecidos pelo fabricante, mantendo-os na embalagem original junto à louça, até o momento de sua aplicação.
- Executar o aperto dos parafusos de fixação segundo o torque recomendado pelo fabricante.
- Realizar o aperto do parafuso e dos elementos de fixação de maneira gradual e alternada permitindo a acomodação de tensões.

28.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Examinar todas as louças sanitárias na etapa de trabalho (apartamento ou pavimento), verificando a possibilidade de deslocá-las com as mãos.
- Criar um indicador parcial levando em consideração o número de peças frouxas na etapa de trabalho.
- Criar indicador cumulativo para a obra pelo somatório dos valores encontrados nos levantamentos parciais.
- Substituir os levantamentos efetuados ao final dos serviços pelo indicador de problemas com fixação de louça sanitária, obtido ao final do período de garantia do prédio.

Processo construtivo 29 – Colocação de metais sanitários

Executado em: Brasília /DF.

29.1. PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO

29.1.1. Colocação de torneiras em registros

- Retirar a capa plástica protetora do registro.
- Colocar o conversor de registro, quando necessário.
- Instalar o acabamento colocando primeiramente a canopla, depois a borboleta ,e fixá-las com parafuso.
- Repetir os passos caso haja mais registros.

29.1.2. Colocação de acabamento para válvula de descarga

- Regular a altura do parafuso de ajustagem da válvula com a orientação da canopla e sua tecla.
- Rosquear os parafusos no corpo da válvula.
- Assentar a canopla sobre a válvula.

29.1.3. Colocação de torneira

- Aplicar massa de vedação ao redor da torneira, fazer sua fixação e retirar o excesso de massa.
- Colocar o bico da torneira.
- Aplicar massa de vidraceiro na válvula de pia; fazer sua colocação retirando o excesso de massa.
- Colocar o sifão, encaixando-o na válvula de pia e na conexão da parede.
- Colocar a mangueira flexível, interligando a saída de água da parede com a torneira.

29.2. INDICADORES

29.2.1. Indicadores de Produtividade

Produtividade: Valor mínimo: 0,60 Hh/pç.

Valor médio: 0,80 Hh/pç.

Valor máximo: 1,20 Hh/pç.

Mão-de-Obra: Encanador

29.2.1.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Produtividade

- Efetuar a conferência de todos os metais (tipo, referência comercial, acessórios tais como parafusos, porcas, arruelas etc.), separando-os de forma a facilitar o transporte para o local de instalação.

- Efetuar a instalação dos metais após a instalação de portas e vidros (fechamento da obra), com o objetivo de evitar furtos.

29.2.1.2. Considerações para cálculo do Indicador de Produtividade

Devem ser considerados no cálculo deste indicador:

- Trabalho de oficial.
- Limpeza da superfície antes do início do serviço.
- Transporte dos metais sanitários do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Transporte das ferramentas para instalação dos metais do local de armazenagem ao posto de trabalho.
- Limpeza do local de trabalho após o término do serviço
- Operações normalmente executadas pelo servente.
- Toda mão-de-obra envolvida, exceto horas de mestres e supervisores.
- Medição da quantidade produzida pela quantidade de metais instalados, cada torneira, registro, chuveiro, válvula de descarga, bateria misturadora e tampão com acabamento correspondente a uma peça.
- Criação de indicadores parciais para cada etapa de obra (apartamento ou pavimento), não excedendo 300 m² de área de piso.
- Criação de indicador global pelo somatório dos valores parciais obtidos no item anterior.

29.2.2. Indicador de Qualidade

- Dentre os itens assinalados na RIP 25.B, sugere-se o acompanhamento do quesito 08, referente ao funcionamento dos metais.

Definição: Mau funcionamento dos metas sanitários = Número de peças com mau funcionamento.

Valor de Referência: Mau funcionamento dos metas sanitários = 0

29.2.2.1. Recomendações para melhoria do Indicador de Qualidade

- Ter extremo cuidado com armazenagem, transporte e manuseio dos metais sanitários.
- Manter atmosfera de trabalho limpa, isenta de sujeiras, graxas e poeiras.
- Manter os metais nas suas embalagens originais até o momento de aplicação.
- Usar somente anéis, roscas de vedação e complementos originais, fornecidos pelo fabricante, dentro de embalagem original.
- Certificar-se da possibilidade de rosqueamento de todas as peças até o final de seu curso, antes da colocação de fitas veda-rosca ou outros complementos para garantir a estanqueidade.

29.2.2.2. Considerações para o cálculo do Indicador de Qualidade

- Testar todos os metais quanto ao seu funcionamento em pelo menos 5 ciclos de operação, com a canalização totalmente desobstruída de ar, sujeira ou outras impurezas.
- Operar os metais apenas com a ponta dos dedos.
- Assinalar os problemas de vazamento, fluxo insuficiente e esforço excessivo no acionamento.
- Registrar o número de problemas ocorridos em cada etapa da obra.
- Acumular ocorrências de mau funcionamento para a obra como um todo.
- Substituir o indicador pelo número de reclamações dos clientes quanto ao mau funcionamento dos metais até o término do período de garantia da obra.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)