

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**MÉTODO PARA ESTUDO  
DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA  
NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA E  
SEU REVESTIMENTO EM AMBIENTES  
SANITÁRIOS**

Autor: Ronaldo Sérgio de Araújo Coêlho  
Orientador: Prof. Olívio Novaski, Dr.

São Luís

2003

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**MÉTODO PARA ESTUDO  
DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA  
NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA E  
SEU REVESTIMENTO EM AMBIENTES  
SANITÁRIOS**

Autor: Ronaldo Sérgio de Araújo Coêlho  
Orientador: Prof. Olívio Novaski, Dr.

Curso: Engenharia Mecânica – Mestrado Profissional  
Área de Concentração: Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura

Trabalho Final de Mestrado Profissional apresentado à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para obtenção do título de Mestre profissional em Engenharia Mecânica/ Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura.

São Luís, 2003  
MA. – Brasil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Trabalho Final de Mestrado Profissional**

**MÉTODO PARA ESTUDO  
DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA  
NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA E  
SEU REVESTIMENTO EM AMBIENTES  
SANITÁRIOS**

Autor: Ronaldo Sérgio de Araújo Coêlho

Orientador: Prof. Olívio Novaski, Dr.

---

**Prof. Dr. Kamal Abdel Radi Ismail, Presidente**  
**UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Waldemir Silva de Lima**  
**UEMA**

---

**Prof. Dr. Waldemar da Silva Leal**  
**UEMA**

São Luís, 22 de julho de 2003.

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Coelho, Ronaldo Sérgio de Araújo**

**Método para estudo da produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários. São Luís, 2003.**

**178 p.**

**Dissertação (Mestrado Profissional) -Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica.**

**1. Construção civil –Produtividade - mão-de-obra 2. Alvenaria 3. Placa cerâmica. I. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. II. t**

## **Dedicatória:**

**Carlos e Regina**, meu querido pai e mãe, agradeço pela minha vida, pela minha felicidade, por seus cuidados, pelas suas compreensões e pelo incentivo constante aos desafios que me são propostos.

**Enoy, Ronaldo Filho**, esposa e filho, pela família que somos.

## **Agradecimentos**

Ao **meu Senhor e meu Deus** – pelas bênçãos maravilhosas que me tem dado nesta longa caminhada aqui na terra. Obrigado Pai, por te ter conhecido e ser aceito nos momentos mais difíceis da minha vida.

A **Carlos e Regina**, meus pais, cujo amor às palavras não suportam. Criaram-me, proporcionaram minha educação, tanto escolar quanto moral e me ensinaram que para viver é preciso ser perseverante. Obrigado!

A **Carlos Filho e Luiz**, meus queridos irmãos, por me proporcionarem a alegria de uma vida digna, com união e respeito. Obrigado!

Ao Professor **Olívio Novaski**, meu amigo e orientador, a quem muito admiro como pessoa e como pesquisador. Obrigado por ter me acolhido como seu orientando e acreditado na realização deste trabalho, pela forma como conduziu a orientação, pela compreensão e dedicação nos momentos mais críticos, pelo extremo cuidado que sempre sustentou, ao analisar tal trabalho, passo a passo, etapa por etapa, zelando pela sua boa qualidade. Agradeço a ajuda em minha formação profissional e pessoal, mostrando-me este lado tão significativo para o desenvolvimento de uma nação: a pesquisa.

À Professora **Rossane Cardoso de Carvalho** pela sua aceitação imediata da leitura deste trabalho, quando convidada, e pelas considerações para a etapa de qualificação.

Ao Professor **Joel Manoel Alves Filho** pelas constantes leituras, observações e recomendações para a melhoria deste trabalho. Obrigado também, por seu companheirismo e paciência.

Ao Engenheiro **Lindemberg Alex Pereira Trindade**, meu amigo e ex-aluno, pela importante contribuição nos assuntos computacionais.

Ao Professor **Kamal Abdel Radi Ismail**, nosso padrinho da pós-graduação, pelo incentivo e ajuda incondicionais durante o desenvolvimento de todo o Mestrado. Maior responsável pela existência desta dissertação. O meu agradecimento especial não somente pela coordenação do Mestrado, mas também pela dedicação, apoio, amizade e confiança indispensáveis, com os quais ele me presenteou não só ao longo deste trabalho, mas desde que o conheci.

Aos Professores **Antônio Batocchio e Paulo Correa Lima**, pelo conhecimento transmitido. Saibam que, com toda certeza, estes ensinamentos, fruto das disciplinas ministradas pelos ilustres professores, abnegados à produção científica, refletirão de forma substancial nas minhas longas caminhadas que por ventura possa dar doravante.

Ao Professor **Waldemir Silva de Lima**, pela condução exemplar na coordenação do Mestrado. Um amigo que encontrei e que sempre agradecerei seu grande apoio e entusiasmo pela melhoria da qualificação dos nossos professores.

À Secretária da pós-graduação **Maria de Lourdes Oliveira de Lima** e à estagiária **Luana Regina Pinheiro Farai**, pelo excelente serviço prestado durante todos estes meses. Sou muito grato por ter encontrado amigas como vocês.

Aos companheiros do “**Auditório I**”, pela convivência feliz e prazerosa e todos os demais colegas da pós-graduação. Meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Professor **José Bello Salgado Neto**, pelo companheirismo e amizade que proporcionou a formação de um grupo de estudo, pelas críticas durante o desenvolvimento de vários trabalhos e pela paciência no decorrer de nossas reuniões. Obrigado pela paciência e pelo amigável convívio.

Ao Professor **César Henrique dos Santos Pires**, pela sua dedicação e incentivo dado, para que este Mestrado fosse viável, e pelos recursos adquiridos junto ao Governo do Estado do Maranhão, que possibilitaram a consecução deste e de muitos outros trabalhos, tornando possível a continuidade da pesquisa científica no Brasil.

Ao Professor **Waldir Maranhão Cardoso**, atual reitor da Universidade Estadual do Maranhão, pela sua dedicação irrestrita por dias melhores da instituição.

Às empresas construtoras de São Luís (MA.), pela participação na coleta dos dados.

Finalmente, a todos que, de uma forma direta ou indireta, contribuíram para a feitura deste estudo.

“A fé sobe pelas escadas que o amor concluiu e olha pelas janelas que a esperança abriu. Uma pequena fé levará a vossa alma aos céus, mas uma grande fé trará os céus à vossa alma”.

Charles H. Spurgeon

## **Resumo**

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. Método para Estudo da Produtividade da Mão-de-Obra na Execução de Alvenaria e seu Revestimento em Ambientes Sanitários. São Luís: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 185 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

A concorrência no mercado da construção civil tem aumentado bastante nestas últimas décadas, trazendo enorme preocupação com respeito aos resultados financeiros advindos da melhoria da produtividade. Muitas são as estratégias utilizadas nesse sentido, dentre elas a racionalização dos processos construtivos, na busca constante de redução de custos, melhoria da qualidade e aumento da produtividade. Muitas pesquisas sobre produtividade da mão-de-obra têm sido desenvolvidas, porém de forma bastante concentrada, dando maior ênfase nos processos de alvenaria e seu revestimento como um todo numa edificação. Nesse sentido, são poucas as pesquisas, especificamente, em áreas sanitárias, observando-se que seus custos são bem elevados, face sua concepção construtiva. Neste trabalho, inicialmente são apresentados os conceitos sobre indicadores de produtividade da mão-de-obra, espelhados no cálculo das Razões Unitárias de Produção –RUPs. Em seguida, são discutidas as diretrizes básicas para o seu desenvolvimento e, com base na estruturação dessa metodologia, buscou-se sua validação em um canteiro de obra, onde foi implantado um edifício residencial multifamiliar na cidade de São Luís, MA, identificando os pontos mais críticos e menos críticos.

Palavras Chave: Construção Civil, Produtividade, Mão-de-Obra, Alvenaria, Placa Cerâmica.

## **Abstract**

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo, Method for Study of the Productivity of the Labor in the Execution of Masonry and your Coating in Sanitary Atmospheres, São Luís: Mechanical Engineering, Faculty, State University of Campinas, 2003. 185p. Work Final of Professional Master's degree

The competition in the market of the building site has been increasing enough on these last decades, bringing enormous concern with regard to the results financial advindos of the improvement of the productivity. Many are the strategies used in that sense, among them the rationalization of the constructive processes, in the constant search of reduction of costs, improvement of the quality and increase of the productivity. Many researches about productivity of the labor have been developed, however in a concentrated plenty way, giving larger emphasis in the masonry processes and your coating as a whole in a construction. In that sense, they are little the researches, specifically in sanitary areas, being observed that your costs are very your high face constructive conception. In this work, initially the concepts are presented on indicators of productivity of the labor, mirrored in the calculation of Production -RUPs Unitary Reasons. Soon after, the basic guidelines are discussed for your development and, with base in the structuring of that methodology, it was looked for he/she sweats validation in a work stonemason, where a building residential multifamiliar was implanted in the city of São Luís, MA, identifying the most critical and less critical points.

**Key Words:** Civil Building, Productivity, Labor, Masonry, Ceramic Plate.

## **Sumário**

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Sumário

I

Lista de Figuras

VI

Lista de Tabelas

VIII

Glossário

X

Nomenclatura

XI

Capítulo 1

Introdução

1

1.1 Tema e problema de pesquisa

1

1.2 Justificativa da pesquisa

5

1.3 Objetivos e hipóteses do trabalho

10

1.3.1 Objetivos específicos

10

1.3.2 Hipótese principal

11

1.3.3 Hipóteses secundárias

11

1.4 Limitação do trabalho

11

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

13

2.1 Introdução

13

2.2 Produção x Produtividade

13

2.3 Indicadores de Produtividade

18

2.4 Histórico da Qualidade

22

2.4.1	O referencial de Novaski	22
2.4.2	Inspeção da Qualidade	22
2.4.3	Controle Estatístico da Qualidade	24
2.4.4	Garantia da Qualidade	26
2.4.5	Gestão estratégica da Qualidade	28
2.5	Histórico da Qualidade	33
2.6	A Construção Civil na Economia	43
2.7	A Construção Civil no contexto Social	44
2.8	A Qualidade nos Canteiros de Obras	45
2.9	Treinamento da Mão-de-Obra	46
2.10	Análise da Produtividade da Mão-de-Obra	49
2.11	Simulação da Redução de Custo pela Qualificação da Mão-de-Obra	50
2.12	Comparativo entre Produtividade de Equipes	51
2.12.1	Equipes já capacitadas	51
2.12.2	Equipes novas	52
2.13	Modelo de Fatores	52
2.13.1	Processamento	53
Capítulo 3		
	Metodologia	54
3.1	Considerações preliminares	54
3.2	Plano de trabalho	65
3.2.1	Escolha do método de pesquisa	55
3.3	Descrição da Metodologia	56
3.3.1	Passo 1: Identificação das funções administrativas	58
	a) Fase 1: Reuniões	58
	b) Fase 2: Organograma	58
	c) Fase 3: Rotinas	59
3.3.2	Passo 2: Identificação das Unidades	59
	a) Fase 1: Definição do Fluxograma dos Processos	59
	b) Fase 2: Definição do Mapofluxograma dos Processos	60
3.3.3	Passo 3: Processo de Melhoria	60

a) Fase 1: Identificação dos Problemas	61
a.1) Diagrama de Ishikawa	61
b) Fase 2: Coleta de Dados	62
b.1) Lista de Checagem(Check List)	62
b.2) Gráficos (Visão das RUPs)	63
c) Fase 3: Análise de Dados	64
c.1) Diagrama de Pareto	64
d) Fase 4: Plano de Ação	65
d.1) Ferramenta: 5W + 2H	65
e) Fase 5: Implementação	66
3.3.4 Passo 4: Controle Contínuo dos Processos	66
a) Fase 1: Sistema de Análise do Desempenho	66
a.1) Produtividade	66
a.2) Controle de Produção	66
a.2.1) Ficha de Controle de Produção	66
a.3) Critérios Técnicos	70
a.3.1) Cálculo do fator número de peças	70
a.3.1.1) Cálculo da quantidade de blocos	70
a.4) Modulação	71
a.4.1) Alvenaria de vedação	71
a.4.1.1) Cálculo do número de elementos	71
a.4.2) Revestimento cerâmico	72
a.4.2.1) Cálculo da quantidade de placas cerâmicas	72
b) Fase 2: Melhoria Contínua	76
Capítulo 4	
Aplicação do Modelo: Um Estudo de Caso	78
4.1 Considerações Iniciais	78
4.2 Análise da Empresa	79
4.2.1 Caracterização da Empresa	79
4.3 Estudo de Caso	81
4.3.1 Caracterização do Estudo de Caso	81

4.3.2	A Obra Estudada	81
4.3.3	Descrição da Situação de Trabalho	84
4.4	Aplicação da Metodologia	85
4.4.1	Passo 1: Identificação das funções administrativas	86
	a) Fase 1: Reuniões	86
	b) Fase 2: Organograma	87
	c) Fase 3: Rotinas	88
4.4.2	Passo 2: Identificação das unidades (componente x habitacional)	89
	a) Fase 1: Definição do fluxograma do processo	89
	b) Fase 2: Definição do mapofluxograma dos processos	90
4.4.3	Passo 3: Processo de melhoria	91
	a) Fase 1: Identificação dos problemas	91
	a.1) Diagrama de Ishikawa	92
	b) Fase 2: Coleta de dados	94
	b.1) Lista de checagem (check list)	94
	b.2) Gráficos(Visão das RUPs)	95
	c) Fase 3: Análise de dados	95
	c.1) Diagrama de Pareto	95
	d) Fase 4: Plano de ação	98
	d.1) Ferramentas: 5W+2H	98
	e) fase 5: Implementação	99
4.4.4	Passo 4: Controle contínuo do processo	99
	a) Fase 1: Sistema de análise de desempenho	99
	a.1) Produtividade	99
	a1.1) Alvenaria de Vedação	99
	a1.2) Revestimento Cerâmico	104
	a.1.3) Rejuntamento	107
	a.2) Controle de Produção	114
	a.2.1) Ficha de Controle de Produção	116
	a.3) Critérios Técnicos	116
	a.3.1) Cálculo do fator número de peças	116

b) Fase 2: Melhoria Contínua	117
4.5    Considerações Finais	117
Capítulo 5	
Discussão dos Resultados	118
5.1    Introdução	118
5.2    Análise de Produtividade	119
5.2.1    Alvenaria	119
5.2.2    Revestimento Cerâmico	121
5.2.3    Rejuntamento	123
Capítulo 6	
Conclusões	124
6.1    Proposição de Novos Trabalhos	127
Referências Bibliográficas	128
Anexos	150

## Lista de Figuras

Figura 2.1	Processo de transformação dos recursos em produtos	19
Figura 2.2	Representação simplificada de um sistema de produção	20
Figura 2.3	Ciclo PDCA do TQC	38
Figura 2.4	Plano de ação: 5W + 2H	40
Figura 2.5	Modelo de Diagrama de Causa - Efeito	42
Figura 2.6	Diagrama de Ishikawa	42
Figura 2.7	Possibilidade de treinamento dos trabalhadores	44
Figura 2.8	Hiato de produtividade da mão-de-obra: Brasil x EUA-Processo de produção	45
Figura 2.9	Demonstração da intervenção no canteiro de obra	48
Figura 2.10	Acompanhamento de duas equipes na produtividade de alvenaria com blocos cerâmicos	52
Figura 2.11	Acompanhamento de uma equipe em processo de capacitação	52
Figura 3.1	Resumo da metodologia aplicada	55
Figura 3.2	Fluxograma seqüencial de aplicação da metodologia	57
Figura 3.3	Diagrama de Ishikawa	61
Figura 3.4	Detalhe do bloco cerâmico e espessura da junta	71
Figura 3.5	Elevação de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	71
Figura 3.6	Detalhes construtivos. Peças cerâmicas (inteiras e cortadas)	72
Figura 3.7	Paginação com peças cerâmicas para o revestimento, por área, de paredes	73
Figura 3.8	Paginação do revestimento com placas cerâmicas	73
Figura 3.9	Detalhes construtivos	74
Figura 3.10	Pano de parede provido de faixas(rodamão) e odaforro(sanca)	75

Figura 3.11	Pano de parede provido de faixas(rodamão)	75
Figura 4.1	Organograma-Visão funcional da empresa estudada	80
Figura 4.2	Organograma da central de componentes	88
Figura 4.3	Fluxograma do processo da unidade de componentes	89
Figura 4.4	Mapofluxograma da unidade de produção de componentes	90
Figura 4.5	Diagrama causa-efeito, detalhando os itens de verificação e controle ocasionado pelo deslocamento de placas cerâmicas das paredes da cozinha do apartamento 801(Obra-Estudo de Caso)	93
Figura 4.6	Diagrama de Pareto (Frequência das ocorrências observadas)	96
Figura 4.7	Diagrama de Pareto (Frequência das ocorrências observadas)	97
Figura 4.8	Visão das RUPs(Alvenaria de vedação)	104
Figura 4.9	Visão das RUPs(Assentamento de placas cerâmicas)	110
Figura 4.10	Visão das RUPs(Rejuntamento)	111
Figura 4.11	Visão das RUPs(Assentamento de placas cerâmicas)	113
Figura 4.12	Visão das RUPs(Assentamento de placas cerâmicas)	114

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Evolução histórica da qualidade	31
Tabela 2.2	Comparação entre as recomendações para implantação de Programas de Melhoria da Qualidade de: Ishikawa, Juran e Gryna, Deming e Crosby	32
Tabela 2.3	Passos do Modelo de gerenciamento da Qualidade proposto pelo NORWEGIAN BUILDING RESEARCH INSTITUTE	33
Tabela 2.4	Fatores básicos para o ciclo de manutenção do controle da qualidade	39
Tabela 2.5	Exemplo de plano de ação	40
Tabela 2.6	Produtividade das alvenarias para aplicação na orçamentação	51
Tabela 3.1	Ficha para checagem de defeitos construtivos	63
Tabela 3.2	Ferramenta: 5W + 2H. Plano de ação	65
Tabela 3.3	Ficha de Controle de Produção: oficial	67
Tabela 3.4	Ficha de Controle de Produção: servente	67
Tabela 4.1	Características dos ambientes (alvenaria)	82
Tabela 4.2	Características dos ambientes (revestimento cerâmico)	82
Tabela 4.3	Periodicidade de coleta de homem-hora (Hh)	82
Tabela 4.4	Periodicidade de coleta de quantidade de serviço	83
Tabela 4.5	Características da obra estudada	83
Tabela 4.6	Perfil dos trabalhadores da obra selecionada	84
Tabela 4.7	Características dos serviços apropriados na obra	85
Tabela 4.8	Check list de defeitos construtivos	95
Tabela 4.9	Percentual de problemas detectados com a lista de checagem	96
Tabela 4.10	Percentual de problemas detectados com a lista de checagem	97
Tabela 4.11	Plano de ação (5W+2H)	98
Tabela 4.12	Cálculo do fator de correção para as alvenarias	101

Tabela 4.13	Dados sobre a marcação da alvenaria	101
Tabela 4.14	Dados sobre a elevação da alvenaria	102
Tabela 4.15	Dados sobre a fixação da alvenaria	102
Tabela 4.16	Dados sobre a elevação, marcação, fixação e alvenaria	103
Tabela 4.17	Resultados para o assentamento em paredes localizadas em ambientes sanitários	105
Tabela 4.18	Resultados para o assentamento em paredes localizadas em ambientes sanitários	106
Tabela 4.19	Resultados para o assentamento em paredes localizadas em ambientes sanitários	106
Tabela 4.20	Resultados para o assentamento em paredes localizadas em ambientes sanitários	106
Tabela 4.21	Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários	107
Tabela 4.22	Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários	108
Tabela 4.23	Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários	108
Tabela 4.24	Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários	108
Tabela 4.25	Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários	112
Tabela 4.26	Ficha de controle de produção: oficial	115
Tabela 4.27	Ficha de controle de produção: servente	115
Tabela 4.28	Quantificação das placas cerâmicas inteiras e cortadas	116
Tabela 4.29	Quantificação dos cortes	116
Tabela 5.1	Produtividade com blocos cerâmicos	120
Tabela 5.2	Demonstrativo das RUPs(elevação, marcação e fixação)	120
Tabela 5.3	Demonstrativo das RUPs(elevação, marcação e fixação)	120
Tabela 5.4	Valores das RUPs para o revestimento de paredes com placas cerâmicas	121
Tabela 5.5	Comparativo de valores de produtividade	121
Tabela 5.6	Assentamento de placas cerâmicas com argamassa colante e variações de produtividade	122
Tabela 5.7	Revestimento: dados comparativos entre placas grandes e pequenas	122
Tabela 5.8	Valores das RUP para o rejuntamento	123
Tabela 5.9	Rejuntamento: dados comparativos entre placas grandes e pequenas	123

## Glossário

Foram utilizados no trabalho os seguintes conceitos:

Produtividade	Eficiência na modificação de esforço humano em produtos de construção
RUP (Razão Unitária de Produção)	Razão entre as entradas e saídas da obra. Divisão de homens – hora pela quantidade de serviço de um determinado período de tempo.
RUPof.(RUP do Oficial)	Considera apenas as horas despendidas pelos oficiais.
RUPglobal ( RUP Global):	Considera todos os operários envolvidos no serviço, incluindo apoio à mão-de-obra direta.
RUPcum.(RUP Cumulativa)	Cumulativa: cálculo de todas as RUPs desde o primeiro dia até o dia em questão.
RUPpot.(RUP Potencial)	RUP Potencial, diária potencialmente atingível na realização do serviço. É a RUP com maior possibilidade de ocorrência, dentre os dias considerados normais.
$\Delta$ RUP	Diferença entre a RUP Potencial e a RUP Cumulativa que indica as anormalidades presentes no serviço.

## Abreviaturas

Foram utilizadas no trabalho as seguintes abreviaturas:

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQL	Acceptable Quality Levels
ASQC	Sociedade Americana de Controle da Qualidade
CEQ	Controle Estatístico da Qualidade
EP	Equipes de Produção
EUA	Estados Unidos da América
FDE	Federação para o Desenvolvimento da Educação
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira Registrada
NMGQ	Núcleo de Manufatura e Gestão da Qualidade
NPR	Número de Prioridade do Risco
NR	Norma Regulamentadora
PAR	Programa de Arrendamento Residencial da caixa Econômica Federal
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional
PDCA	Plan-Do-Check-Action
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
RUP	Razão Unitária de Produção
SINDUSCON	Sindicato das Indústrias da Construção Civil
TCPO	Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos
TCR	Tecnologias Construtivas Racionalizadas
TQC	Controle de Qualidade Total
TWI	Training Within Industry
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

# **Capítulo 1**

## **Introdução**

### **1.1 Tema e problema de pesquisa**

Na construção civil, como em outros setores da economia brasileira, tem-se presenciado uma preocupação quanto à renovação constante das metodologias utilizadas pelas empresas, em busca de uma melhor eficiência dos recursos utilizados. A melhoria da qualidade dos serviços e produtos tem sido uma das alternativas utilizadas pelas empresas, procurando a racionalização do processo produtivo, bem como uma resposta à competitividade. Uma das expressões mais difundidas atualmente é a de Qualidade e Produtividade.

No atual contexto comercial de tantas pressões impostas pelo mercado de livre negociação, as empresas tentam a qualquer custo se organizar, buscando a melhoria de sua produtividade, aprimorando sua eficiência através da implantação de Programas de Gestão da Qualidade. Esses são posicionamentos necessários, tendo em vista as ameaças que as rodeiam, no tocante à sobrevivência devido à crescente concorrência.

Um Programa de Gestão da Qualidade mostra a necessidade do setor da construção civil almejar cada vez mais produtividade e qualidade para toda a cadeia construtiva. O aumento da competitividade, a necessidade de melhorar a eficiência e diminuir desperdícios vem exigir das empreendedoras da construção civil renovação em seus métodos gerenciais, visando melhoria da qualidade e produtividade. Assim, as empresas certificadas com a ISO 9002 são priorizadas, visto que são possuidoras de uma ferramenta imprescindível: são conhecedoras da necessidade de uma racionalização e controle dos processos de produção.

O Brasil possui um enorme déficit habitacional, com uma produtividade no Subsetor de Edificações da Indústria da Construção Civil menor que um quinto da produtividade média dos países industrializados e com uma estimativa de perdas de materiais na ordem de 30% do custo total das obras, excluindo-se a perda de tempo do operário e a baixa produtividade, segundo Barros Neto (1994).

O subsetor edificações refere-se à construção de edifícios residenciais, comerciais e industriais, públicos ou privados, realizada por empresas de grande, médio e pequeno porte. A Construção Civil é classificada como indústria, com características específicas, uma vez que cada produto é possuidor de alto valor unitário, pois cada projeto é totalmente diferente do outro e é dotada de alta rotatividade de mão-de-obra. Contudo, por apresentar um conjunto de peculiaridades, distingue-se das demais, especialmente da Indústria da Transformação.

O subsetor edificações da construção civil pode ser assim dividido:

- residenciais;
- comerciais;
- institucionais;
- industriais;
- parte das edificações;
- serviços complementares à edificação.

Sobre algumas peculiaridades, ressalta Meseguer (1991):

- a construção civil é uma indústria de caráter nômade;
- gera produtos únicos e não produtos seriados;
- na vida do usuário, o produto é único, ou quase único;
- a indústria da construção civil é bastante clássica;
- a produção em cadeia não é possível ser realizada (produtos passando por operários fixos), mas sim a produção centralizada (operários em redor de um produto fixo);
- a mão-de-obra é intensiva e pouco qualificada e desmotivada;

Hoje, vários são os programas existentes e mantidos por órgãos e setores governamentais bastante exigentes, quanto aos níveis de certificação das empresas que atuam na área da

construção civil como prestadoras de serviços. Dentre esses, citam-se: o Qualihab (Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo); PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional); PAR (Programa de Arrendamento Residencial da Caixa Econômica Federal); e o Crédito Associativo e Prodecar (Programa de Demanda Caracterizada).

Há uma preocupação dos empreendedores brasileiros em buscar sistemas de construção com tecnologias construtivas alternativas que conciliem custos competitivos com a implantação de novos empreendimentos. A competitividade do País esbarra em custos elevados dos projetos, quase todos mal planejados. A empresa tem que saber escolher os melhores processos técnicos e gerenciais para produzir dentro dos custos e prazos fixados.

Algumas empresas sentem dificuldades quanto à implantação de novas tecnologias nos seus canteiros de obra. A racionalização do processo produtivo exige dos empreendedores conhecimento dos processos administrativos e produtivos. É de extrema importância que as empresas da construção civil sejam modernizadas e possam tornar seus processos construtivos mais eficazes e eficientes, com total integração, no sistema de construção, de todos os participantes.

A estrutura tradicional das construtoras é baseada ainda nos informes da pirâmide hierárquica. No ápice encontra-se posicionado o comando central com as regras ditatoriais do poder, enquanto o planejamento e as normas são enumerados de cima para baixo. Na realidade, há necessidade de o modelo ser melhorado no tocante à cadeia produtiva neste fluxo para baixo. As empresas devem rever os valores e conceitos de seus modelos de gestão, tendo em vista os mesmos não estarem mais alinhados com a atual situação econômica do setor e menos ainda com os condicionantes socioeconômicos atuais. A implantação dos procedimentos racionalizados, sem a implantação do sistema de Gestão da Qualidade, é algo totalmente inexecutável, pois é um sistema facilitador.

Uma empresa que se preocupa com o arranjo físico, que estuda o posicionamento relativo dos recursos produtivos (homens, máquinas e materiais) no espaço, que apresenta um mínimo de transportes internos e estoques intermediários de materiais, oferecerá melhores condições ambientais e de segurança para os trabalhadores, melhorando a auto-estima e a motivação dos

operários. Estoques de materiais em locais impróprios, estudos quanto ao fluxo de insumos não delineados, inexistência de logística e organização, são sérios concorrentes para a improdutividade.

O aumento acentuado da competitividade no subsetor edificações tem levado as empresas construtoras a uma agilização mais eficaz, quanto ao modo de gerenciamento em seus canteiros de obras, como forma de alcançar uma redução de perdas e um diferencial competitivo na função produção. A organização racionalizada do canteiro de obras deve receber um planejamento e coordenação de um especialista, uma vez que, sob a orientação deste serão agilizadas linhas de abordagem do sistema construtivo, alicerçadas em metodologias que possam estabelecer intervenções quanto ao controle e produção.

Segundo Lima (Apud OLIVEIRA, 1998), a indústria da construção civil apresenta vários aspectos que diferem das outras indústrias de transformação. As empresas construtoras absorvem mão-de-obra totalmente desqualificada, oriunda do êxodo rural, sem qualquer exigência em termos de qualificação profissional, que, associadas ao absenteísmo e à rotatividade, afetam a qualidade e produtividade da construção civil em nosso país.

Segundo Picchi (1993), a indústria da construção civil apresenta um atraso, se comparada com outros ramos de indústria, como por exemplo a indústria metal mecânica e a indústria têxtil, no que diz respeito ao gerenciamento, em particular, à racionalização e incremento de produtividade dos processos produtivos.

De modo particular, o que apresenta maiores índices deste atraso, oriundos da falta de uma padronização, é o subsetor de construção de edificações, em todos os seus aspectos. Os processos construtivos apresentam grandes perdas de materiais, excessivo número de retrabalho, além da baixa produtividade. Tem sido, por outro lado, feitas várias pesquisas, com altos investimentos, treinamentos por universidades e instituições governamentais, sem, no entanto, haver nenhum interesse por parte dos proprietários das empresas construtoras em tentarem assimilar tão importantes estudos, em busca de informações que só as beneficiam, ao poderem repassar melhores condições para a habilidade profissional.

A indústria da construção civil, nos dias atuais, tem dificultado todo um procedimento, em

busca de melhorias na qualidade e produtividade da mão-de-obra, contudo é necessário que esse quadro seja imediatamente revertido. É preciso que haja uma conscientização, não dá mais para esperar o comodismo empresarial. Essas características têm dificultado os avanços tecnológicos, ensejando os atrasos que são bastante conhecidos no setor.

O setor da construção civil possui baixo grau de mecanização, mão-de-obra desqualificada, alto grau de insatisfação dos clientes, alto índice de desperdício e perdas, com produto final caro e inacessível ao poder aquisitivo da grande maioria da população que tanto aguarda que seja cumprido o seu sonho, o da casa própria. Por sua vez, possui alta incidência de patologias, baixa produtividade e fatores arraigados nos profissionais que desejam apenas o cumprimento de prazos e custos.

Os empresários preocupam-se com prazos, garantias de seus produtos e treinamento de suas equipes de trabalho, para atender às exigências que assegurem a satisfação de seus clientes.

Assim, é de suma importância que sejam promovidos contínuos treinamentos como forma de aprendizagem, preferencialmente no ambiente de trabalho, para tornar a mão-de-obra qualitativamente capacitada e, portanto, mais eficiente. São providências capazes de fornecer instrumentos de melhorias contínuas de qualidade e produtividade. Todo trabalhador tem que aprimorar suas habilidades, aumentar os seus conhecimentos e se tornar muito mais eficiente na execução de suas tarefas diárias a que é submetido e, por sua vez, criar maior interesse sempre pela possibilidade de uma nova reciclagem diante de tantas tecnologias inovadoras apresentadas constantemente no mercado da construção civil.

Entretanto é importante verificar a melhor maneira para esse treinamento aos operários, tendo em vista o seu grau de conhecimento escolar, considerando-se a maneira habitual como se tem ministrado o ensino em nosso meio acadêmico, notadamente em se tratando de formação profissional, cuja base do assunto já está enlatada, reprodutiva, transmissora e “bancária”.

## **1.2 Justificativa da pesquisa**

Racionalizar significa utilizar forma otimizada de recursos disponíveis com o objetivo de se conseguir um produto de boa qualidade, isto é, não desperdiçar materiais, mão-de-obra e recursos

financeiros. A otimização do processo produtivo na construção civil exige que sejam estabelecidas estratégias de operações. Para tal, serão rompidos muitos paradigmas. Essa ação, por sua vez, possibilita a construção de maior quantidade de área física com uma melhor qualidade, utilizando melhor os recursos.

A racionalização é uma atividade bastante complexa e, por conseguinte, diversos parâmetros podem ser engajados, na busca de seu objetivo; a normalização, o conceito de produtividade, o controle da qualidade são alguns deles.

Para Rosso (1976), quanto mais complexo for o produto, tanto mais difícil será a tarefa de tomar decisão quando várias opções são possíveis. A construção de uma edificação, quer seja residencial unifamiliar, multifamiliar, comercial quer seja industrial, é um dos produtos mais complexos e que apresenta a maior variedade possível de opções.

Saber onde e como são aplicados os conhecimentos requer, sobretudo o entendimento de dois conceitos básicos que se integram: eficácia e eficiência. Por outro lado, na construção civil, os trabalhadores e o local de produção variam a cada execução de um projeto.

Barros Neto (1997) confirma em suas pesquisas que em média o custo total de uma obra, via de regra, é algo em torno de 60%, no que diz respeito ao custo com materiais e cerca de 40% com mão-de-obra. De acordo com Lantelme (1994), levantamentos realizados nos Estados Unidos apontam que os materiais representam cerca de 60% do custo total de uma obra. No Brasil, a participação dos materiais no custo total encontra-se também em torno deste valor, podendo atingir valores ainda maiores, em torno de 65%, segundo Picchi, (1993).

E, ainda, segundo Lantelme (1994), os materiais têm significativa representatividade nos custos totais de um empreendimento predial e é, portanto, comum se apontar um desperdício da ordem de 30%, em custos da não qualidade. Eles não agregam valor ao serviço, encarecem o produto, geram desgastes e, por conseguinte, são capazes de levar à inviabilidade de um empreendimento.

Assim, baseando-se numa fonte de alerta dessa natureza, a redução do material e o desperdício têm sido constantemente estudados pelos gerenciadores dos projetos e o custo da

obra só pode ser reduzido com a racionalização da mão-de-obra, tendo em vista o aumento da produtividade.

O aumento da produtividade, inicialmente, conduz a uma redução de empregos. Contudo, com o passar do tempo, a produção aumenta gerando, por conseguinte, novos postos de trabalho. É perfeitamente justificável todo o esforço, visto ser de suma importância para a sobrevivência das empresas.

Abordando o assunto, comenta Crosby (1992) que “Qualidade é Investimento”. É portanto, com esta convicção que as empresas bem sucedidas baseiam-se na estratégia de competição, tomando como ponto inicial que o valor empregado na melhoria da produção é revertido em benefício do produto final.

O empenho pela qualidade obriga os sistemas organizacionais de produção a se capacitarem com modelos de execução otimizadores, identificando desde o princípio os desperdícios, através da correta execução.

Segundo Juran (Apud ROCHA FILHO, 2000), “o ouro de mina” nada mais é que os custos desnecessários, que oneram qualquer empreendimento, no tocante à má qualidade de produção.

Historicamente, segundo Ishikawa (1993), o processo de melhoria contínua de qualidade no Japão teve como base a propagação em massa dos princípios de qualidade anunciados através dos meios de comunicação da época, assim como a adoção, pela comunidade, de efetiva comprovação de qualidade em produtos, visto a existência de uma entidade certificadora, avalizada pela União Japonesa de Cientistas e Engenheiros.

Segundo Oliveira et al. (1993), a mensuração da produtividade de uma construtora é essencial para a gestão da qualidade, visto que são dados importantes para os gerenciadores tomarem decisões, bem como ações de melhoria da qualidade e produtividade da construtora.

Ainda segundo Oliveira et al. (1993), a formação de indicadores setoriais é providencial, objetivando com isso a possibilidade de cada empresa poder comparar seu desempenho com outras empresas da mesma área de atuação, no intuito de uma melhor análise do seu nível de competitividade e, por conseguinte, estabelecer suas metas para melhoria contínua.

Sink e Tuttle (1993), tendo em vista suas experiências com desenvolvimento de sistemas de medição, ratificam que há um obstáculo quanto à implantação dessas medições de desempenho, face ao comportamento gerencial das obras. Conforme os autores, a maioria dos gerenciadores age empiricamente, ao invés de trabalhar para melhorar seus sistemas de informação.

Segundo Formoso et al. (Apud LANTELME, 1994), em estudos feitos junto às micro e pequenas empresas da construção civil, constatou-se uma resistência da parte dos gerenciadores de obras civis no uso de Ferramentas da Qualidade utilizada para a coleta de dados e fatos, tais como, os Fluxogramas, os Diagramas Causa-Efeito, as Cartas de Controle, o Diagrama de Pareto, dentre outros.

O desenvolvimento da Indústria da Construção Civil, nos dias atuais, não pode ser feito sem um minucioso estudo no tocante a toda execução das tarefas, visando à produtividade da mão-de-obra. É perfeitamente demonstrável essa premissa, pois a mão-de-obra evidencia-se como um dos elementos essenciais para a construção de edificações. Com uma mão-de-obra especializada, a produtividade aumenta e não serão registradas enormes perdas de material resultantes da falta de mau uso do pessoal e, por conseguinte, há uma definição quanto aos prazos estipulados.

Essa questão de mão-de-obra, na realidade, sempre foi um dos pontos fracos do setor da engenharia civil, qualquer que seja a área de atuação. E há um constante crescimento, haja vista ser o maior empregador. Diante desse crescimento desordenado, tornando o processo altamente dispendioso, caracteriza-se, sem dúvida alguma, a necessidade da racionalização.

A produtividade da mão-de-obra brasileira na construção residencial é de apenas 35% da norte-americana, segundo o relatório do Instituto McKinsey (1999). Conforme dados levantados por esse mesmo Instituto, 70% dos empregos na construção predial são informais. De cada mil horas trabalhadas, o operariado brasileiro produz 35 m<sup>2</sup>, contra 100 m<sup>2</sup> do norte-americano.

Segundo Souza (1996), a mão-de-obra é importante para a execução de várias tarefas da construção, visto que dela depende muitas vezes seu ritmo. Por outro lado, a utilização de equipamentos modernos, adequados às tarefas e à proteção do trabalhador, dá uma maior confiabilidade e segurança aos operários. A mão-de-obra é um dos recursos mais importantes quanto aos custos de uma edificação, contudo é de difícil controle. A mão-de-obra da construção

é pouco qualificada, os empregos dos operários normalmente são transitórios, ocasionando uma baixa motivação e perdas na qualidade do produto final.

De acordo com Meseguer (1991), o que na realidade ocorre na construção é que suas características próprias dificultam a implantação, na prática, das teorias modernas de controle da qualidade e produtividade. As baixas capacitações tecnológicas e empresariais são sensíveis aos ciclos econômicos de recessão e expansão que rondam a todo instante neste país de forma aviltante.

Controlar produção, segundo Cardoso (1993), significa acompanhar para garantir que todas as providências requeridas estejam em perfeita execução dentro dos prazos e quantidades previstas. A ação do controle da produção está muito ligada à correção de desvios.

Conforme colocações de Novaski (2002), com menos tempo de retrabalho, é possível ter mais tempo alocado à fabricação de produtos aceitáveis, uma vez que o desperdício torna-se menor e a produtividade, maior. Com uma mão-de-obra habilitada, e periodicamente existindo incentivos financeiros, os trabalhos são executados com maior eficiência e motivação.

Há necessidade constante de reciclagem do operariado brasileiro, tendo em vista as constantes exigências do mercado, face aos novos produtos lançados periodicamente no comércio. Muitos ainda estão acostumados com o jeito de trabalhar como iniciaram na vida profissional, com métodos totalmente obsoletos e sem nenhum conhecimento atualizado e não percebem que com o tempo seus poucos conhecimentos foram ultrapassados. Diante dessa visão, torna-se adequada a metodologia aqui proposta, para melhoria contínua do processo construtivo.

Por outro lado, a inexistência de dados e informações confiáveis que possam nortear a tomada de decisão é um fato comprovado que as empresas de construção civil têm enfrentado nos programas de melhoria. Diante de uma análise mais profunda, observou-se um desconhecimento, falta de experiência e de interesse de toda uma equipe de trabalho para a efetivação dessas informações, através de coletas de dados, ou seja, falta de envolvimento dos profissionais. Algumas empresas, aquelas realmente interessadas, que se engajaram sentindo a necessidade de estabelecimento de programas de desenvolvimento, constataram que os programas de desenvolvimento eram tidos como a abordagem mais forte para melhoria da Qualidade.

Esta questão despertou interesse na investigação desse problema, objetivando conduzir um estudo sobre a aplicação de uma metodologia capaz de avaliar a produtividade da mão-de-obra, na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários, elegendo dessa forma um conjunto de indicadores a serem utilizados na mensuração do desempenho das empresas construtoras, tendo como resultado básico a qualidade e produtividade das equipes de trabalho. Objetiva, ainda, bem como produzir material técnico-científico a ser tido como referência para trabalhos futuros junto às instituições públicas e privadas, universidades e construtoras que expressem interesse em apreciar os resultados obtidos.

Para tanto, no seu desenvolvimento, utilizar-se-á uma sistemática que permitirá a quantificação dos índices de produtividade com uma precisão satisfatória. Esses índices podem demonstrar o desempenho de uma estrutura funcional empresarial, denotando seus pontos fortes e fracos, permitindo o estabelecimento de prioridades em programas de melhoria da qualidade, indicando quais os setores são merecedores de intervenções mais rapidamente.

Uma intervenção se faz urgente quanto às práticas de garantia da qualidade e produtividade, no que tange ao subsetor edificações dentro das indústrias da construção civil, pois, caso não haja, não será possível superar os problemas advindos da falta de qualidade na implantação de edificações.

### **1.3 Objetivos e hipóteses do trabalho**

O estabelecimento de indicadores de produtividade para a construção civil, especialmente no subsetor de edificações, que apresentem informações seguras no que diz respeito ao desempenho dos trabalhadores das empresas construtoras, bem como avaliar a sua viabilidade de mensuração.

#### **1.3.1 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- conceber um método para determinação da produtividade da mão-de-obra que proporcione um fácil entendimento por parte de todos os setores das empresas interessadas;

- aplicar e validar o método proposto no processo de execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários, analisando como tais procedimentos podem ser inseridos na implantação de programas de melhoria.

### **1.3.2 Hipótese principal**

A hipótese principal deste trabalho é compreender como funciona a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários, estabelecendo os principais fatores responsáveis pelas possíveis variabilidades.

### **1.3.3 Hipóteses secundárias**

As hipóteses secundárias são as seguintes:

- estabelecer bancos de informações com dados da cidade de São Luís, sobre a produtividade de mão-de-obra, no serviço de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários, tendo como fonte um canteiro de obra de uma empresa atuante nesta região;
- os indicadores de produtividade são essenciais para a efetiva implantação das medições, visando auxiliar empresas na feitura de orçamentos com valores mais reais.

### **1.4 Limitação do trabalho**

As principais limitações deste trabalho são:

- indicadores de produtividade dos recursos humanos, que consistem na determinação dos tempos produtivos, improdutivos e auxiliares dos operários;
- os indicadores coletados para estudo tiveram como base os trabalhos executados somente nas áreas ditas sanitárias da edificação;
- os indicadores coletados para estudo foram baseados única e exclusivamente em referência aos materiais comuns a todas as áreas ditas sanitárias da obra pesquisada, tais como: blocos cerâmicos de seis furos aplicados em panos de paredes de vedação, placas cerâmicas com dimensões de 30 cm x 40 cm, assentadas com juntas a prumo, utilizando-se argamassa colante industrializada. O revestimento abrange, também, o rejuntamento;
- a sistemática é aplicada no serviço realizado pela empresa construtora, não sendo,

portanto, considerados os realizados por empreiteiros;

- por não ter acesso a dados relativos de obras de outras empresas, as informações aqui lançadas são alusivas a uma obra residencial multifamiliar de uma empresa construtora desta cidade, São Luís (MA).

## **Capítulo 2**

### **Revisão Bibliográfica**

#### **2.1 Introdução**

Diante da necessidade da existência de uma ferramenta adequada que identifique onde, como e quando se modernizar, foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema abordado.

Serão apresentadas, neste capítulo, algumas metodologias de diagnóstico, além de teorias sobre planejamento estratégico, qualidade total e produtividade da mão-de-obra, considerada referencial.

#### **2.2 Produção x Produtividade**

Produção, de acordo com o dicionário de Aurélio (2001), traduz-se na quantidade de unidades feitas, enquanto produtividade expressa a rapidez que pode atingir o ser humano na realização de uma determinada tarefa sem defeitos. A produção de bens e serviços se faz por um processo de transformação, isto é, a utilização de um conjunto de recursos iniciais para transformar algo ou serem transformados, proporcionando bens e serviços. Produtividade significa a capacidade de se ter uma boa eficiência, aí contabilizada a qualidade. O estudo de produtividade envolve normalmente conceituação, medição, análise e interpretação. Produtividade é interpretada de diversas maneiras, entretanto, na prática, os autores, normalmente, se referem à relação entre fatores ou recursos aplicados na entrada de um sistema de produção e as respectivas saídas de bens ou serviços. Nessa relação, as saídas variam mais em função da eficácia, enquanto que as entradas variam mais em função da eficiência, de acordo com Sumanth (1984). É conhecida a afirmação: “Eficiência é fazer certo, eficácia é fazer o que deve

ser feito, e produtivo é fazer certo o que deve ser feito”, ressalta Drucker (1980).

Freqüentemente, no ambiente da engenharia civil, são colocadas relações errôneas entre os termos produção e produtividade, imaginando-se que uma produção ótima seria o mesmo que se dizer produtividade ótima, o que não é verdade.

Existe um problema crônico quando se trata de produtividade: os índices de medição. A comparação entre índices iguais em realidades diferentes constitui um problema. Tal comportamento mede a eficiência do sistema construtivo ou da metodologia de racionalização utilizada. Um índice que se proponha apurar a produtividade da mão-de-obra deve considerar processos idênticos, objetivando ter-se idéia da eficiência do operário, segundo Cordeiro (1994).

Assim, fez-se necessária a implantação de indicadores de produtividade dos recursos humanos, visando à determinação desses índices de forma precisa, levando-se em consideração todas as particularidades dos diversos processos pertinentes à Construção Civil. Nesta proposta de pesquisa, fez-se a seleção dos serviços cujas características atendessem a um mesmo denominador comum, para que não houvesse diversidade de resultados entre os empreendimentos.

Os índices de produtividade normalmente utilizados na Construção Civil são dados em homens-hora por metro quadrado (Hh/m<sup>2</sup>) ou em homens-hora por metro cúbico (Hh/m<sup>3</sup>). São resultantes da divisão de toda a mão-de-obra empregada na construção de uma edificação, desde seu início até sua conclusão, pela área ou volume da etapa de serviço em que se estiver mensurando. O retrabalho e o acréscimo de tempo de execução decorrem de erros de etapas precedentes.

Os estudos feitos ultimamente e publicados pelo Jornal do Comércio, do Recife, em 25.08.1999 sobre alocação de tempo com atividades improdutivas, revelaram um desperdício de 20% do tempo levado para construir uma edificação. Isso porque dos 50% do tempo gasto com atividades improdutivas, 30% são consideradas normais. Tal desequilíbrio na alocação de tempo representa perda em torno de 10% no custo da obra. As atividades produtivas ficaram com índices de 34% de alocação de tempo e as tarefas auxiliares, que são produtivas porém não agregam valor, representam 26%. Segundo a pesquisa, esses percentuais refletem falta de

otimização e racionalização de recursos, inadequação da logística de canteiro e despreparo da equipe de produção.

Assim se expressaram sobre a Qualidade e Produtividade, conforme Cartilha (2002):

“Qualidade começa com EDUCAÇÃO e termina com EDUCAÇÃO”.

(Kaoru Ishikawa)

“É hora de aprender de novo. Ainda não defini o que, porém será em algum lugar, em alguma ocasião, mas tem de ser logo”.

(Lord Beaverbrook)

“Nunca deixe que seus padrões caiam abaixo do excelente”.

(Irving Thalberg)

Nunca se falou tanto em qualidade e produtividade como nos tempos de hoje. Há de se afirmar que tanto a qualidade como a produtividade sempre existiram, com maior ou menor interesse dentro das empresas. O mundo moderno, no entanto, as exige, face ao desenvolvimento exacerbado da tecnologia inovadora. O cliente passou a participar mais assiduamente das informações que lhe são dadas, através dos canais de informações e as empresas passaram a perceber mais rapidamente o que o mercado está fazendo de melhor. Diante disso, a busca é contínua de uma melhor qualidade, maior produtividade e menores custos, para alcançar a Competitividade.

Segundo Souza (1996), um baixo índice de tempo produtivo, por exemplo, de execução de alvenaria, necessariamente não significa que a equipe seja péssima, ou vice-versa. O número puro não clarifica nada sem a descrição do tipo de material utilizado (qualidade do bloco, argamassa de assentamento), tipo de tecnologia e equipamentos empregados, aspectos gerenciais da obra, dentre tantos outros. A comparação entre índices de produtividade igual em situações totalmente opostas não deixa de ser um grande problema. Assim é que um índice de produtividade proposto para mensurar a produtividade da mão-de-obra deve considerar processos idênticos, de forma que se possa ter verdadeiramente a concepção da eficiência do operário.

Nesse aspecto, pode-se dar um exemplo bem típico dentro dos canteiros de obra. Considerem-se dois profissionais com categoria funcional de azulejista, cada qual com a missão de assentar 12 m<sup>2</sup> em um dia de jornada de trabalho de 8 horas. No final do expediente, porém,

constatado pela fiscalização, o segundo estava ainda por terminar e, portanto, somente no decorrer de 10 horas de trabalho foi concluída sua tarefa.

Uma vez que ambos trabalharam com o mesmo material, pode-se afirmar que o primeiro foi mais eficiente visto que, conforme o processamento de execução do trabalho proposto, Lassentou 1,5 m<sup>2</sup>/h, enquanto que o segundo 1,2 m<sup>2</sup>/h, ou seja, na ordem de 25% o primeiro foi mais eficiente que o segundo.

Esse diagnóstico, na verdade, traz, em última análise, dados muito importantes, tendo em vista a feitura de um mapeamento da produtividade da força de trabalho com a qual se trabalha e que reflete, obviamente, no planejamento das atividades de um empreendimento.

Aplicando-se, pois, essa linha de raciocínio, elegem-se, dentro dos canteiros de obra, equipes que demonstram produtividade satisfatória, para os diversos tipos de tarefas, uma vez que, através de um monitoramento, se pode identificar aqueles que na realidade desempenham suas atividades a contento.

Por outro lado, de acordo com o descrito, pode-se concluir que esses coeficientes são o inverso da produtividade. No caso de pintura a óleo em madeiramento, para o pintor, especifica-se um coeficiente de 0,20 Hh/m<sup>2</sup>, conforme exemplificado na Ficha 54, segundo Coêlho (2001). Logo, a produtividade é de 5 m<sup>2</sup>/h.

Assim, pode-se constatar facilmente se uma determinada empreitada em uma obra está ou não seguindo fielmente aquilo que fora planejado. Seja uma empreitada de 235 m<sup>2</sup> de área de pintura a óleo em madeiramento, em uma semana de 44 horas. Pode-se afirmar que o referido trabalho está atendendo perfeitamente ao planejado, pois a produtividade seria:  $(235 \text{ m}^2) / (44 \text{ h}) = 5,34 \text{ m}^2/\text{h}$ , ou seja, 0,19 Hh/m<sup>2</sup> que é menor do que o planejado.

Se, ao invés da produção citada, apenas 210 m<sup>2</sup> fosse concluído, resultaria:  $(210 \text{ m}^2)/(44 \text{ h}) = 4,77 \text{ m}^2/\text{h}$ . Neste caso, o planejado estaria em desacordo com o executado, tendo em vista apresentar um índice de 0,21 Hh/m<sup>2</sup>.

Diante disso, querendo mensurar a produtividade de um servente no tocante a um traço de argamassa composta de cimento, cal e areia, conforme demonstrado na Ficha 28, por Coêlho

(2001), encontra-se 6,80 Hh/m<sup>3</sup>, isto é, 0,147 m<sup>3</sup>/h(0,15 m<sup>3</sup>/h). Naturalmente, para uma jornada de trabalho de 8 horas, necessitando-se de 1,10 m<sup>3</sup> diários, tem-se uma produtividade de (1,10 m<sup>3</sup>)/(8 h)= 0,137 m<sup>3</sup>/h, ou ainda: 7,27 Hh/m<sup>3</sup>, significando que o operário, em condições normais de trabalho, não está atendendo àquilo que fora planejado.

De igual forma, considerando-se os valores constantes da Ficha 45, segundo Coêlho (2001), especificamente para o pedreiro, tem-se: 4 Hh/m<sup>2</sup>, ou seja, 0,25 m<sup>2</sup>/h. Assim, para um revestimento de laje com argamassa cuja área de projeto corresponde a 80 m<sup>2</sup>, numa jornada semanal de 44 horas, tem-se: 1,82 m<sup>2</sup>/h. Conclui-se que o planejado está muito aquém do efetivamente executado, ou seja: 0,55 Hh/m<sup>2</sup>.

Seguindo-se a mesma linha de raciocínio, pode-se, obviamente fazer um bom planejamento para todas as etapas de uma obra e, conforme pode ser constatado, facilmente tem-se um espelho que mostra o planejamento de sorte a atingir os seus reais objetivos.

Um encarregado anota, diariamente, as horas de trabalho e a produção de cada operário. Contabilizando isso, controlam-se a produção e a produtividade para poder corrigir possíveis erros que porventura possam ocorrer na execução das tarefas.

Deve-se periodicamente analisar o desempenho das equipes de trabalho. Não resta dúvida de que um dos elementos a ser avaliado é a produtividade.

Seja um profissional especialista em assentamento de azulejos trabalhando em um apartamento do 7º andar de uma edificação multifamiliar, numa jornada de trabalho de 8 horas diárias, de 2ª feira à 6ª feira, admitindo-se que no mês em referência este tenha trabalhado 22 dias e apontadas 151 horas, ou seja, realmente as produtivas. Assim tem-se: 8 x 22 = 176 horas/mês. Então, sendo: 151/176 = 0,8579, ocorrerá um índice de produtividade correspondente a 85,79%. De posse desse resultado, constata-se que, sendo o percentual de produtividade superior a 85%, é perfeitamente aceitável sua classificação como satisfatória. No entanto, aconselha-se, nos casos de um percentual de produtividade inferior a 85%, que seja feita uma pesquisa objetivando verificar a razão pela qual foi encontrado aquele índice.

Produtividade é a redução do tempo utilizado para o exercício de uma tarefa, ou o aumento

da qualidade de produtos elaborados, com a manutenção dos níveis de qualidade, sem o acréscimo da mão-de-obra ou aumento dos recursos necessários. Portanto, produtividade não é somente aquela idéia de grandeza, isto é, de maior quantidade e sim ter a necessidade de precisar a qualidade do serviço.

### **2.3 Indicadores de Produtividade**

Segundo Librais (2001), os indicadores de produtividade são utilizados com o objetivo de que seja feita comparação entre empresas do mesmo setor, na busca pela melhoria da produtividade ou de verificar a melhoria de desempenho da empresa em determinado setor quanto à meta a ser alcançada pelo setor ou pela própria empresa. Para Librais (2001), o termo produtividade pode apresentar interpretações diversas, em função obviamente do objetivo desejado.

De acordo com Muscat (Apud CARRARO, 1998), o conceito de produtividade foi originário da definição de eficiência utilizada na Física. A medição da eficiência de um determinado sistema é uma relação entre a energia fornecida para este sistema e o trabalho realizado por ele (energia útil), conforme mostra a Equação 2.1.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Energia Útil}}{\text{Energia Fornecida}} \quad (2.1)$$

O conceito de produtividade, segundo ainda Muscat (1993), Equação 2.2, diz respeito ao tratamento da relação entre o valor das saídas e o custo dos recursos utilizados para a obtenção das mesmas.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Valor das Saídas}}{\text{Custo dos Recursos}} \quad (2.2)$$

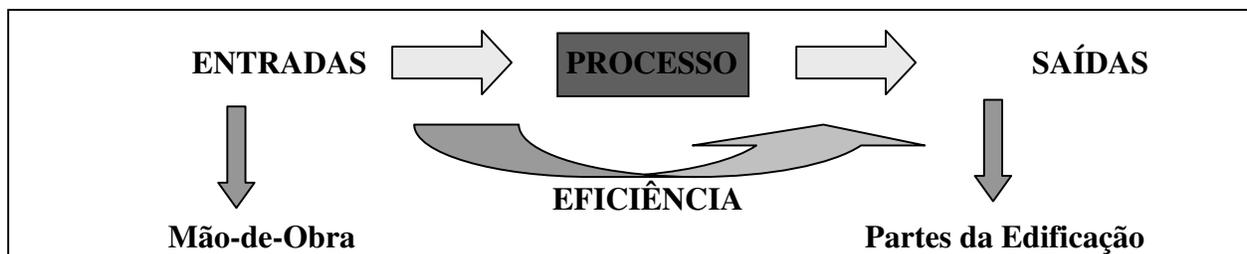
Segundo Campos (1992), produtividade pode ser caracterizada como o quociente entre o que a empresa produz (OUTPUT) e o que ela consome (INPUT), conforme mostra a Equação 2.3. Para tanto, existem informações básicas que servem de input e output para a sua concretização. Com efeito, através de modelos de fichas de acompanhamento de produção, os gerenciadores elaboram o controle físico das tarefas de suas obras.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{OUTPUT}}{\text{INPUT}} \quad (2.3)$$

Por outro lado, Rodríguez (1992) conceitua produtividade como a relação entre a produção e um ou vários fatores de produção, constatando que a produtividade pode assumir diferente significado, bastando para tal identificar as variáveis envolvidas. Ele destaca, ainda, que o uso mais corrente de produtividade está referido ao trabalho humano, sendo utilizado como fator de produção o tempo que dura a execução de uma determinada tarefa ou um conjunto destas.

Produtividade na construção civil, na realidade, deve ser conceituada como um paradigma econômico conglomerando todo o setor da engenharia das construções, subsector edificações, tanto do ponto de vista dos projetos específicos, quanto no que diz respeito ao consumo de mão-de-obra, exercitada no canteiro de obra.

A produtividade, segundo Souza (1996), é a medida da eficiência do processo produtivo na transformação de recursos físicos (entradas) em quantidade de serviço executado (saídas), conforme mostrado na Figura 2.1. As primeiras podem ser representadas pelos materiais, mão-de-obra e energia, enquanto que a última pode ser representada por custo total, metro quadrado de revestimento com placas cerâmicas, metro quadrado de alvenaria, metro quadrado de divisória com gesso acartonado.

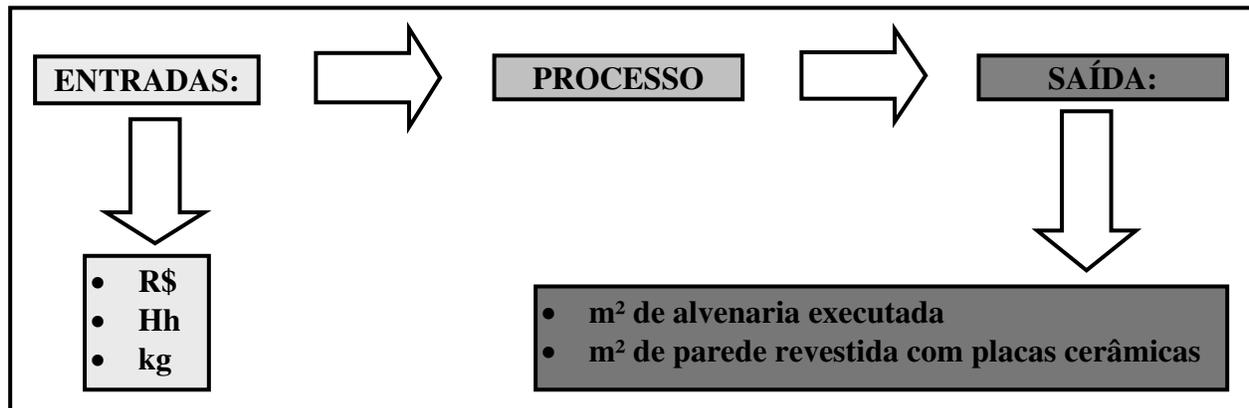


**Figura 2.1 - Processo de transformação dos recursos em produtos, Librais (2001).**

Neste estudo, elege-se a conceituação de produtividade estudada por Souza (1996), tendo em vista ir de encontro com o foco principal do trabalho, ou seja, recurso físico, mão-de-obra relacionada aos processos produtivos de construção. Estuda-se sua produtividade, conforme caracterizada pela eficiência com que um processo produtivo transforma os recursos em produtos.

De igual forma, um sistema de produção pode ser representado por um processo que transforma entradas (recursos) em saídas (produtos), conforme mostrado na Figura 2.2. Trata-se, pois, de um sistema simplificado, em que facilmente se concebe o significado de produtividade. Assim, tendo em vista o exposto, pode-se conceituar produtividade como sendo a relação entre

resultados obtidos e esforço despendido para executar um produto ou serviço.



**Figura 2.2 - Representação simplificada de um sistema de produção, Librais (2001).**

As informações de entrada podem ser padronizadas da seguinte forma:

1. mão-de-obra de oficial: considera efetivamente apenas as horas despendidas por eles na execução do serviço;
2. mão-de-obra direta: considera as horas realmente utilizadas pelos oficiais, meio oficiais e serventes diretamente envolvidos na tarefa;
3. mão-de-obra global: considera as horas utilizadas por toda a equipe produtiva, efetivamente envolvidas com o serviço programado, agregando o apoio à mão-de-obra direta.

Admitem-se como membros das equipes os pedreiros e os serventes que diretamente são envolvidos no serviço, ou seja, os pedreiros executando suas tarefas como, por exemplo, alvenaria e seu revestimento com placas cerâmicas nas áreas previstas por este trabalho, enquanto os serventes, aqueles que realmente estão envolvidos no auxílio dessas tarefas. Por outro lado, podem existir horas de outros participantes, mas somente poderão ser inclusos, caso estejam realmente envolvidos; no caso específico deste trabalho, podem-se elencar os preparadores da argamassa para a alvenaria feita no próprio canteiro da obra.

No Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil, Construção Pesada, Artefatos de Cimento e Obras de Arte de São Luís (MA), são as seguintes as categorias funcionais dos trabalhadores: oficial, meio oficial e servente. Observa-se que a TCPO 2000 (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) da Editora PINI não clarifica a diferença entre estas categorias em função do tipo de atividade que cada uma desempenha. No banco de

dados da TCPO (2000) só existe a categoria de oficial e servente. O que é usual no mercado é a publicação de preços diferentes para a hora de cada categoria, ou seja, oficial, meio oficial e servente. Tais preços são obtidos do SINDUSCON (Sindicato das Indústrias da Construção Civil) de cada cidade, o qual faz uma pesquisa de mercado entre as construtoras e depois publica um número médio (R\$/h) para a hora da categoria, sem que haja um documento dos sindicatos definindo o que cada categoria faz.

A construção civil no Brasil apresenta baixos índices de produtividade em relação a outros países. A produtividade nos canteiros brasileiros encontra-se em 45 Hh/m<sup>2</sup>, enquanto em países europeu, como a Dinamarca, é de 22 Hh/m<sup>2</sup> Rosso, (1990). Ainda de acordo com este autor, no domínio da edificação, pode-se passar de uma produtividade de 80 Hh/m<sup>2</sup>, em um processo artesanal primitivo, a uma de 10 Hh/m<sup>2</sup> em um processo industrializado. Corroborando com essas informações, Picchi (1993) afirma que a produtividade no Brasil é menor que um quinto da produtividade dos países industrializados. Segundo ele,

É comum a citação do índice de 45Hh/m<sup>2</sup> como representativo da média brasileira – vide, por exemplo, Rosso (1980), enquanto que em outros países a utilização da construção racionalizada leva a índices entre 20 e 30Hh/m<sup>2</sup>, o uso de pré-fabricação de 14 a 18Hh/m<sup>2</sup> e os sistemas construtivos de maior grau de industrialização de 8 a 12 Hh/m<sup>2</sup> “ Mascaró (1981); Rosso (1980); Salas Serrano (1987)”.

Observa-se ainda que o valor de 45Hh/m<sup>2</sup>, para o Brasil, é bastante otimista, pois é o valor obtido em orçamentos; existem poucos dados sobre a produtividade efetiva obtida nos canteiros de obras brasileiros, que certamente é pior que a orçada, devido ao alto índice de retrabalho, podendo chegar a valores entre 70 e 80Hh/m<sup>2</sup>(Picchi, 1993).

As empresas, na realidade, buscam resolver o problema da baixa produtividade e conseqüentemente aumentar a qualidade dos seus serviços e produtos, uma vez que estes determinantes passaram a ser cruciais para a existência das referidas empresas no mercado altamente competitivo.

A necessidade do aumento da produtividade é fundamental, como vantagem competitiva nos serviços, sem, no entanto, trazer prejuízos à qualidade desses. Em face disso, torna-se imperiosa a busca dos fatores determinantes que atuam de modo positivo nesse aspecto. Para tanto, há necessidade de estudos que possibilitem de forma clara a mensuração dessas

produtividades nos serviços executados nos canteiros de obra, através de uma sistematização de aferição e coleta de dados alusivos à produtividade. A ausência de dados não deixa de ser um dos maiores problemas a um gerenciamento. Daí ser um setor que predomina a baixa produtividade e o atraso tecnológico, deixando de investir maciçamente na melhoria de seus processos produtivos, preocupando-se principalmente com altos lucros garantidos pela especulação imobiliária, através dos financiamentos obtidos junto às instituições financeiras, com a existência dos programas estimulados pelo governo federal.

## **2.4 Histórico da Qualidade**

### **2.4.1 O referencial de Novaski**

No primeiro semestre de 2002, o Professor Doutor Olívio Novaski, em forma de apostila, publicou com o apoio do NMQ (Núcleo de Manufatura e Gestão da Qualidade) assunto pertinente à disciplina Engenharia da Qualidade, ministrada nos cursos de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Campinas, composto em 12 módulos, que materializam uma visão geral da história do processo, até os dias atuais, de implantação da qualidade e produtividade nas empresas construtoras.

Nesses módulos, é feita uma referência à evolução da qualidade, caracterizada pelas eras:

- Inspeção da Qualidade;
- Controle Estatístico de Qualidade;
- Garantia da Qualidade;
- Gestão Estratégica da Qualidade.

### **2.4.2 Inspeção da Qualidade**

Até o início da 2ª Guerra Mundial, qualidade era representada pela inspeção final de produtos ou serviços. Tratava-se de um processo interno de separação de itens bons ou maus. O gerenciamento da qualidade não era estratégico, visando ao todo social, simplesmente tático.

O mundo vivia a Era da Inspeção, o sistema da Qualidade era predominantemente técnico. O artesanato se fazia presente. Tudo que era produzido era vendido. Existiam artesãos, artífices

habilidosos, trabalhadores experientes, aprendizes sob supervisão dos mestres de ofícios. A produção era em pequenas quantidades de cada produto. As peças eram ajustadas umas às outras manualmente. A inspeção dos produtos prontos era informal e nem sempre feita, sendo realizada a Inspeção formal somente para produção em massa e necessidade de peças intercambiáveis.

Com o aumento dos volumes de produção, as peças não podiam ser mais encaixadas umas nas outras manualmente. O processo exigia mão-de-obra qualificada, alto custo e era demorado. Por conseguinte, os preços eram quase sempre superiores ao poder aquisitivo do consumidor médio.

Por outro lado, no século XIX, Frederick Taylor organizou o sistema de produção em massa, dividindo as tarefas fabris, surgindo a figura do inspetor. A função do inspetor era tão somente para dizer o que estava em condições de uso adequado. Os equipamentos eram específicos no tocante à produção de peças, objetivando permitir a troca dessas peças, ou seja, umas pelas outras. Na época não existia uma normalização de medição. Além do mais, havia uma seqüência pré-estabelecida de operações e o uso de mão-de-obra não especializada. Taylor dividia o trabalho em várias tarefas, oportunizando emprego para todos os operários. Surgia então, naquela época, formalização da inspeção de produtos prontos e criação de um sistema racional de gabaritos e medidas. As idéias de Frederick Taylor, iniciadas no término desse século, corresponderam justamente à escassez real do segundo estágio da Revolução Industrial, uma vez que esta começou por volta de 1880, quando era crescente a industrialização e a competência do parque fabril de produzir artigos manufaturados. Dera início a predominar a capacidade do mercado em absorvê-los a preços lucrativos para os produtores. Vale ressaltar ainda que o primeiro estágio caracterizou-se pelo empenho dos empresários arrojados em busca constante de capitais, expansão de parques fabris e assentamento de um maior número de equipamentos. O desenvolvimento industrial caracterizou-se por dois estágios distintos: Revolução do carvão e ferro (1780 – 1860) e Revolução do aço e da eletricidade (1860 – 1914).

Em 1922, a publicação da obra de G.S. Radford “The Control of Quality Manufacturing” causou grande impacto, haja vista seu enfoque principal na inspeção. A referida obra tratava de assuntos tais como: finalidade da inspeção (hoje medir é muito fácil, porém naquela época era uma atribuição muito específica daqueles que de fato se especializavam), técnicas de medição e

organização do departamento de inspeção. O livro enfatizava como atender a conformidade com as especificações. Houve, no entanto, um grande avanço da inspeção, no tocante às observações visuais para as verificações dimensionais, e os tipos de inspeção eram: materiais, ferramentas e processos.

No que diz respeito à amostragem, era 100% ou aleatória, em que se pegava qualquer peça e fazia então uma inferência, sem nenhuma estatística. O controle, hoje feito passo a passo, naquele tempo não havia. O controle de qualidade objetivava simplesmente a contagem de peças defeituosas, classificação pela qualidade e reparos, quando pertinentes.

### **2.4.3 Controle Estatístico de Qualidade**

Em 1931, a publicação da obra “Economic Control of Quality of Manufactured Product” trouxe proposição de diversas maneiras para a melhoria da qualidade, no que diz respeito à definição precisa e mensurável do controle de fabricação, bem como sobre as técnicas de acompanhamento e avaliação da produção diária.

Na era do Controle Estatístico da Qualidade (CEQ), três fatores concorreram: Controle do Processo, Amostragem e Impacto da 2ª Guerra.

Em 1924, através da “Western Electric”, foi criado um departamento de engenharia de inspeção-departamento de garantia de qualidade. Com a criação, desse departamento, foi contratado um grupo de estatísticos, formados por Sheward (era o gerente do grupo), Harold Dodge, Harry Roming, C.D. Edwards e Joseph Juran, com o propósito de obter um maior número de dados com um menor número de inspeção. Vale ser ressaltado que todos trabalhavam no grupo da Bell Laboratories e eram reconhecidos como os maiores estatísticos da época. No controle de processo, foi o primeiro grupo a conhecer a variabilidade. Com toda certeza, a variabilidade existe. Pode ter variação na matéria-prima, na mão-de-obra e nos equipamentos, podendo-se citar, como exemplo, que duas peças fabricadas jamais serão exatamente iguais e ainda, um carro nunca será igual a outro, na montagem.

Foram então estabelecidas regras de possibilidades de se prever, através do histórico do passado, o comportamento do processo do futuro, com formulação de técnicas estatísticas para a determinação dos limites do processo, separação das causas anormais (assimiláveis) das normais

(aleatórias). As retiradas de amostras de produtos são realizadas durante e não após a produção e formulação de gráficos de controle. No Brasil há bem pouco tempo, ou mais precisamente depois de 1980, houve formulação de gráficos de controle.

No tocante ao 2º fator, a amostragem, Harold Dodge e Harry Roming foram os pioneiros. A amostragem envolve riscos; as amostras não são 100% representativas; por outro lado, podem se aceitar tanto lotes de produção, com inúmeros produtos com defeitos, quanto rejeitar lotes de produção com qualidade aceitável. Eles reconheceram estes riscos: risco do consumidor e do produtor, elaboração de planos para lidar com os riscos sistematicamente. Dodge e Roming formularam planos de amostragem e tabelas de amostragem.

Como consequência da nova abordagem, os custos de inspeção baixaram, houve melhoria da qualidade (embora duvidosa) e aumento da produtividade.

Finalmente, o 3º fator. Com o impacto da 2ª Guerra, o departamento de material bélico do exército dos EUA possuía muitos fornecedores de armamentos e munições com qualidades inaceitáveis. Como alternativa, foram feitos treinamentos junto aos fornecedores para utilização dos gráficos de controle Shewart, além do sistema de procedimento de amostragem.

Em 1942, uma seção de controle da qualidade, no departamento de guerra, foi criada, com a contratação de alguns estatísticos da Bell, assim como a criação de um conjunto de tabelas de amostragem AQL (Acceptable Quality Levels), ocasionando um impacto positivo, após aplicação, pelos fornecedores, de material bélico.

Foram criados programas de treinamento nas técnicas propostas e os que aplicaram seus conhecimentos nas empresas obtiveram ganhos e destes nasceram grupos de discussão e sociedades locais de controle de qualidade, ocorrendo, assim, em 1945, a criação da Sociedade dos Engenheiros de Qualidade e, um ano após, a criação da Sociedade Americana de Controle da Qualidade (ASQC).

Durante a 2ª Guerra, entrou-se na produção em massa. Ficou difícil separar os bons dos maus, pois, as quantidades eram cada vez maiores.

Foi a partir daí que os especialistas recorreram à matemática e a estatística passou a ser

ferramenta básica, isto é, fundamental. Surgiu, assim, o Controle Estatístico de Qualidade, como instrumento para verificar e distinguir o bom do ruim, isto é, o aceitável e o não aceitável. Surgiram as expressões conformidade e não conformidade.

Esta fase não trata somente de separar itens bons dos maus. A devolução de mercadorias não conformes despertou, nos técnicos e dirigentes empresariais, a necessidade de mais estratégias visando à qualidade. Com isto, nasceram políticas da Qualidade e nasceram as auditorias dos programas de Qualidade. Alguns criavam Sistemas da Qualidade, procurando envolver a todos, com o objetivo de adequar o produto ao mercado. O problema deixou de ser somente técnico e um outro componente passou a fazer parte do sistema-o Político-envolvendo, principalmente, a alta direção.

O conceito de Qualidade passou a integrar o social onde quer que o homem estivesse. E assim, a Qualidade de vida também começou ser questionada.

#### **2.4.4 Garantia da Qualidade**

Tratava-se de processo interno onde os itens ruins não eram mais reprovados, e sim, lotes não conformes. A estratégia era operacional, não havia ainda planejamento da Qualidade. A técnica era predominante. Tal situação criou problema de ordem prática. Quem recebia a mercadoria defeituosa, reclamava a quem a vendeu. O vendedor culpava o fabricante, iniciando-se, assim, um processo complexo, muito longo e de difícil solução. Nasceu um novo conceito: Garantia da Qualidade. Feigenbaum, consciente das alterações mercadológicas, desenvolveu uma nova teoria: O TQC (Total Quality Control).

Não se tratava de inspeção nem de controle estatístico, mas de uma política cujo objetivo era a qualidade total onde todos os envolvidos na produção de um bem são responsáveis pela garantia de sua qualidade. Os objetivos principais eram: quantificação dos custos de qualidade, controle total da qualidade, engenharia da confiabilidade e zero defeito.

Na era da garantia da Qualidade, ou seja, até a década de 1950, não se sabia quanto eram os custos dos defeitos. Em 1951, Joseph Juran abordou os custos da qualidade na obra “Quality Control Handbook”. Basicamente, há dois tipos de custos para se atingir um nível de qualidade:

custos evitáveis e inevitáveis (através da prevenção/inspeção, amostragem e classificação. Os custos evitáveis são defeitos/falhas dos produtos, materiais sucateados, horas necessárias para se refazer e reparar os produtos, processamento das reclamações, prejuízos financeiros resultantes de fregueses insatisfeitos. Os custos da qualidade, segundo Juran, estimaram que os prejuízos evitáveis equivaliam de 500 a 1000 dólares, por operador na operação anual).

As atividades da qualidade eram divididas em três grupos, a saber: controle dos novos projetos, controle do material recebido e controle dos produtos ou local de produção. No tocante ao controle de novos projetos: avaliações, antes da produção, da fabricabilidade de um projeto, depuração de novas técnicas de fabricação e produções piloto. Contudo, essas três atividades, para o seu pleno êxito, são necessitam da participação de grupos distintos, como: Marketing, Engenharia, Compras, Fabricação, Expedição e Atendimento ao Cliente. Há ainda de se acrescentar a necessidade de elaboração de uma matriz interfuncional onde, evidentemente, são espelhadas as responsabilidades de toda a equipe.

Ainda, segundo Feigenbaun e Juran, a qualidade exigia mais que métodos estatísticos. Ademais, na filosofia da engenharia do controle da qualidade, a coordenação das atividades de outros departamentos envolve o planejamento da qualidade em alto nível, estabelecimento de padrões da qualidade e determinação de medidas da qualidade. No tocante à engenharia da confiabilidade, esta é calcada fortemente em estatística. No passado, por exemplo, precisamente em 1950, foi criado, pelo departamento de defesa do exército dos EUA, o grupo de confiabilidade dos equipamentos eletrônicos que, em 1957, publicou um grande relatório sobre o tema.

A engenharia da confiabilidade tem como principal objetivo garantir um desempenho aceitável do produto ao longo do tempo. A confiabilidade envolve testes de protótipo que, em função dos resultados, obtidos estabelecem uma fórmula matemática. Várias fórmulas foram desenvolvidas, objetivando determinar a taxa de ocorrência, isto é, para sabermos onde esse material vai falhar.

As fórmulas matemáticas utilizadas eram do tipo função exponencial: o índice das falhas de um produto permanece relativamente inalterado durante toda a vida útil. Dera, portanto, origem ao cálculo da vida útil do produto. Daí não haver a necessidade de grandes estoques de produtos, uma vez que é possível ser feito o monitoramento, o que não ocorria, pois, com os equipamentos

eletrônicos do exército dos EUA que, na realidade, mantinham consideráveis estoques, visto que não dava para saber, por exemplo, quando um determinado tubo de válvula iria falhar.

Weibull foi o estatístico que propôs a distribuição, através da curva da banheira. Existe um tempo de adaptação, onde as taxas das falhas são altas; um período de operação normal, onde a taxa das falhas é constante e relativamente baixa; uma fase de desgastes, onde as falhas aumentam sempre e o produto se deteriora. A engenharia da qualidade exige gerenciamento. Tem como objetivo estimar níveis de confiabilidade, mesmo antes dos produtos atingirem uma produção plena. Sua filosofia principal é a prevenção dos defeitos e das falhas.

Em 1949, surgiu a técnica FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – análise do modo e efeito das falhas, usado em processos, serviços e em projetos alternativos. Durante muitos anos, ficou atrelada à indústria aeroespacial. Hoje, no entanto, qualquer empresa automobilística exige que seus fornecedores tenham o FMEA. Para sua utilização, é montada uma planilha de valor bastante prático, que, em função de uma escala de valores atribuídos, como severidade, ocorrência e detecção, são determinados os números de prioridade do risco (NPR).

Um dos objetivos da Garantia da Qualidade - o zero defeito - apareceu no período de 1961 a 1962. Philip B. Crosby, autor do livro “Quality is Free”, trabalhava na Martin Company que produzia armamento bélico, exatamente na área da qualidade. O zero defeito tinha e tem como filosofia promover uma vontade constante e consciente, de se fazer qualquer trabalho certo, da primeira vez. Não trabalha tanto na área técnica, mas ressalta com bastante propriedade a filosofia. O zero defeito aponta as causas mais comuns dos erros: falta de conhecimento dos funcionários, falta de instalações adequadas e falta de atenção dos funcionários. O zero defeito procura identificar os problemas na sua origem, delineando as providências corretivas (remoção devido à causa do erro) e propõe treinamento, estabelecimento de metas e eventos especiais, relacionados à qualidade.

#### **2.4.5 Gestão Estratégica da Qualidade**

A exigência não ficou concentrada somente nos objetos adquiridos. O homem quer qualidade em tudo: nos bens que compra, nos serviços públicos e privados, nas entidades, na vida como um todo. O paradigma volta-se para onde está a Qualidade Total. É a era da Gestão

Estratégica da Qualidade; não se fala mais em qualidade, mas passou-se a encará-la como um sistema. A expressão DE QUALIDADE, pode-se dizer, foi ultrapassada. Refere-se agora a Controle da Qualidade, Garantia da Qualidade e Sistema da Qualidade, no sentido amplo, total, holístico.

O sistema da Qualidade não é só técnico e político, mas, principalmente, cultural. É absolutamente necessária a integração das pessoas ao grupo, para haver interação em torno do objetivo comum.

A Gestão Estratégica da Qualidade alcançará sua eficácia, quando todos os componentes da Empresa, em todos os níveis, do presidente ao faxineiro, estiverem perfeitamente integrados e conscientes de sua responsabilidade no Sistema de Qualidade. De nada adiantará o sistema, sem a interação de todos.

Era sem precisão de data ou época. Entretanto, em relação à era da garantia da qualidade, por exemplo, uma diretoria executiva da empresa expressa interesse pela qualidade, associando-se à lucratividade, inclusão e visão da qualidade, como ponto de vista do cliente, no processo do planejamento estratégico. Muitas empresas começaram a perder mercado por conta da concorrência. Os produtos japoneses, por sua vez, devido à qualidade e à confiabilidade superiores dos mesmos, afetaram de modo considerável o mercado.

Um relatório da Sociedade Americana de Controle da Qualidade (ASQC), conhecida também como as 4 Máximas da ASQC, contém a essência da abordagem estratégica. Citaremos algumas observações:

“Não são os fornecedores do produto, mas aqueles para quem eles servem, os clientes, que têm a última palavra quanto a até que ponto um produto atende às suas necessidades e satisfaz suas expectativas”;

“A satisfação está relacionada com o que a concorrência oferece”;

“A satisfação, relacionada com o que a concorrência oferece, é conseguida durante a vida útil do produto e não apenas na ocasião da compra”;

“É preciso um conjunto de atributos, para proporcionar o máximo de satisfação a quem o

produto atende”.

E finalmente:

“Métodos para se detectar o que os clientes querem dizer, quando afirmam que um produto é de melhor qualidade do que outro”;

“A atenção do cliente não se volta somente aos preços iniciais (momento da compra), mas também aos custos do ciclo de vida (atendimento, manutenção, entre outros)”;

“As reclamações dos consumidores assumem um significativo papel para a melhoria do produto”.

Na era da Gestão Estratégica da Qualidade, surge a filosofia da melhoria contínua (sempre poder fazer o melhor). Por que não ultrapassar a qualidade dos concorrentes para ganhar o mercado. A seriedade de propósito e a dedicação, em longo prazo à qualidade, exige um comprometimento da alta direção e de toda a organização. A qualidade vem de fora para dentro. O estabelecimento de metas anuais específicas e viáveis para a melhoria da qualidade leva em conta a perspectiva dos clientes, e são comparadas com o desempenho dos concorrentes.

A abordagem estratégica da qualidade incorpora os elementos dos movimentos que a precederam: o controle estatístico da qualidade continua sendo um instrumento importante; ainda se empregam equipes interfuncionais; e triagem dos projetos (engenharia da confiabilidade) antes de les entrarem em produção. Ela é mais ampla que suas antecessoras, ou seja, é uma extensão mais intimamente ligada a lucratividade e aos objetivos empresariais.

Embora esteja associada ao desenvolvimento industrial, a evolução da qualidade mostra um longo e extenso caminho, conduzindo uma fundamental importância econômica e social inserida nos nossos dias, conforme Silva (2000).

A Tabela 2.1 explicita a evolução histórica das tarefas destinadas a assegurar a qualidade dos produtos, desde o século anterior até o presente.

**Tabela 2.1 - Evolução histórica da qualidade, Silva (2000).**

<b>EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA QUALIDADE</b>	
Operador (Fim do século XIX)	Execução e inspeção do produto por completo (artesanato)
↓	
Encarregado (Início do século XX)	Fabricação por grupos de trabalho. Inspeção pelo encarregado geral.
↓	
Inspetor (Fim da I Guerra Mundial)	Operação seletiva por inspetores independentes (década de 20)
↓	
Controle Estatístico (Fim da II Guerra Mundial)	Técnica de prevenção do defeito (aplicação da estatística)
↓	
Controle Total da Qualidade (Aeronáutica Espacial)	Funcionalidade no tempo –fiabilidade (início com a II Guerra e Guerra da Coréia)
↓	
Garantia da Qualidade (Centrais Nucleares)	Divulgação das primeiras normas de sistemas da qualidade

De acordo com Barros (Apud PICCHI, 1993), os autores Juran, Deming, Ishikawa e Gryna sistematizaram o processo de implantação de um Programa de Melhoria da Qualidade em etapas, fases ou pontos, sendo que os principais estão apresentados na Tabela 2.2. Essas recomendações, no entanto, servem apenas como balizamento para a elaboração do programa, visto que, em determinados aspectos, umas diferem das outras.

**Tabela 2.2 - Comparação entre as recomendações para implantação de Programas de Melhoria da Qualidade de: Ishikawa, Juran e Gryna, Deming e Crosby.**

<b>Ishikawa (1989)</b>	<b>Juran; Gryna (1988)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Liderança da alta direção;</li> <li>2. Educação e treinamento;</li> <li>3. Estrutura;</li> <li>4. Consolidar a Garantia da Qualidade;</li> <li>5. Respeito às pessoas;</li> <li>6. Eliminação do seccionalismo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Conscientização;</li> <li>8. Estabelecimento de metas;</li> <li>9. Organização–Conselho de melhoria, da Qualidade;</li> <li>10. Liderança da alta administração;</li> <li>11. Treinamento;</li> <li>12. Projetos;</li> <li>13. Relatórios de progresso;</li> <li>14. Reconhecimento;</li> <li>15. Comunicação;</li> <li>16. Medidas da Qualidade;</li> <li>17. Institucionalização do processo de Melhoria da Qualidade.</li> </ol>
<b>Deming (1990)</b>	<b>Crosby (1988)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crie constância de propósitos para melhoria do produto e do serviço;</li> <li>2. Adote a nova filosofia;</li> <li>3. Cesse a dependência da inspeção em massa;</li> <li>4. Acabe com a prática de aprovar propostas apenas com base no preço;</li> <li>5. Melhore constantemente o sistema de produção e serviço;</li> <li>6. Institua o treinamento;</li> <li>7. Adote e institua a liderança;</li> <li>8. Afaste o medo;</li> <li>9. Rompa as barreiras entre os diversos setores;</li> <li>10. Elimine slogans, exortações e metas para a mão-de-obra;</li> <li>11. Suprima as quotas numéricas para o pessoal de produção e objetivos numéricos para pessoal de administração;</li> <li>12. Remova as barreiras que privam as pessoas do justo orgulho pelo trabalho executado;</li> <li>13. Estimule a formação de auto-aprimoração de todos;</li> <li>14. Tome iniciativa para realizar a transformação/crie estrutura que propicie a prática diária desses 13 pontos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprometimento da gerência;</li> <li>2. Equipe de melhoria da qualidade;</li> <li>3. Cálculo da qualidade;</li> <li>4. Avaliação do custo da qualidade;</li> <li>5. Conscientização;</li> <li>6. Ação corretiva;</li> <li>7. Comitê Especial para programa zero defeitos;</li> <li>8. Treinamento de supervisores;</li> <li>9. Dia Zero Defeitos;</li> <li>10. Estabelecimento de metas;</li> <li>11. Retirada de causas de erros;</li> <li>12. Reconhecimento;</li> <li>13. Conselhos da qualidade;</li> <li>14. Fazer tudo de novo.</li> </ol>

O programa elaborado em 1989 pelo NORWEGIAN BUILDING RESEARCH INSTITUTE (Apud PICCHI, 1993), fundamentado no acompanhamento da experiência de 50 empresas norueguesas, nos ramos de construção, execução de instalações e pré-fabricação, propôs um cronograma de realização dos cinco passos em 30 meses, conforme podem ser

visualizados na Tabela 2.3.

**Tabela 2.3 - Passos do Modelo de Gerenciamento da Qualidade proposto pelo NORWEGIAN BUILDING RESEARCH INSTITUTE, Picchi (1993).**

<b>1. IMPLANTE UM PROGRAMA DA QUALIDADE:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Determine objetivo e políticas;</li><li>• Decida sobre prioridades;</li><li>• Delegue as atividades e combine cronograma;</li><li>• Acompanhe os planos combinados.</li></ul>
<b>2. INICIE MELHORIAS:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Relacione possíveis melhorias;</li><li>• Dê prioridades a certas atividades e execute-as rapidamente;</li><li>• Informe todos quanto aos resultados.</li></ul>
<b>3. ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS ATUAIS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reúna todos os procedimentos e formulários existentes;</li><li>• Analise o conteúdo;</li><li>• Discuta alterações e novas adições.</li></ul>
<b>4. DESENVOLVA O SISTEMA DA QUALIDADE:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Decida sobre a estrutura do Sistema da Qualidade;</li><li>• Decida sobre quais aspectos do sistema devem ter prioridade e sobre cronograma de redução: supervisione o desenvolvimento.</li></ul>
<b>5. SUPERVISE O SISTEMA DA QUALIDADE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Informe os funcionários sobre o Sistema da Qualidade constantemente atualizado;</li><li>• Garanta que todos entendam e usem o sistema corretamente;</li><li>• Reúna a experiência prática obtida.</li></ul>

## **2.5 Histórico da Produtividade**

Após a Segunda Grande Guerra (1939-1945), todos os países que dela participaram se empenharam na obra de reconstrução de seu patrimônio. Somente através de uma grande campanha de unidade nacional seria possível novamente completar os sonhos de seus habitantes. O conflito dera demonstração de que o êxito depende de um gerenciamento ágil e eficaz, onde, sobretudo o planejamento e gerenciamento são essenciais, obviamente com contingentes humanos interessados e devidamente treinados. Esse fato levou os administradores a repensarem o treinamento da mão-de-obra, o que, na realidade, se tratava de uma nova filosofia de trabalho, preparada então para as tomadas de decisões.

Assim, uma das medidas adotadas foi o treinamento em massa, através de um sistema de ensino conhecido por T.W.I. (Training Within Industry), utilizado com grande sucesso durante a

guerra. Tratava-se de um programa composto de três fases, a saber: como se relacionar no trabalho, como ensinar um trabalho e como simplificar um trabalho. Cada fase era demonstrada a um grupo de 10 pessoas durante 5 dias consecutivos, com 8 horas de atividades diárias, totalizando 40 horas de aprendizagem. Desse treinamento, participavam profissionais de todos os níveis hierárquicos.

No Brasil, porém, o programa teve apoio do Governo Federal, tendo como principal gestor o Ministério do Trabalho. Não resta dúvida quanto aos seus bons resultados, haja vista um grande despertamento por parte dos empresários para a preparação da mão-de-obra. Quando realizado, o referido treinamento mostrou que as pessoas motivavam-se e chegavam a propor idéias, de tal forma que daí nasceu uma técnica, hoje, mundialmente conhecida, denominada de “brainstorming” (tempestade de idéias), pela liberdade de expressar, consolidar idéias e de discuti-las.

Os trabalhadores livres, aqueles que dirigiam o trabalho pesado realizado pelos escravos, sendo detentores de ofícios ligados à construção, organizaram-se em corporações até o início do século XIX. Na tenda, o mestre ensinava os aprendizes e estes recebiam os ensinamentos da atividade de construção, em troca da prestação de serviços. Eram ensinamentos feitos empiricamente pelos artesãos que efetivamente dominavam a arte do ofício. Assim, contava-se com carpinteiros, pedreiros, ferreiros. Após um período de aprendizagem e de avaliação, o aprendiz passava a exercer suas atividades e recebia seus salários por um período de dois anos, quando então novamente era submetido a uma avaliação e, caso aprovado, passava a ser considerado mestre.

Segundo Lejeune (Apud FREITAS et al., 1999), a partir da metade do século XX, os revestimentos eram aplicados com argamassas à base de cal ou gesso, em várias camadas. Entre as duas grandes guerras, passou-se a utilizar os aglomerantes hidráulicos para melhoria da resistência de aderência e do endurecimento. Porém, não muito diferente, a mesma aplicação era feita quanto aos panos de paredes, tanto portantes como de vedação.

Picchi (1993), quanto ao processo de qualidade na construção civil, aborda vários temas, dentre eles a produtividade, que é uma avaliação da mão-de-obra pelo índice de homens-hora/metro quadrado executado.

Souza (1996) acrescenta que a medida de produtividade de mão-de-obra é realizada por meio de um índice parcial, denominado Razão Unitária de Produção (RUP), relacionando os homens-hora (Hh) com a quantidade de serviço executado.

Caso não haja desenvolvimento tecnológico, a produtividade não poderá ter avanço quanto ao controle de sua qualidade e forma de organização em Equipes de Produção (EP). O controle da qualidade é essencial para a produtividade. Não pode haver produtividade sem o controle da qualidade.

Segundo Barros (1996), para a implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas (TCR), é fator preponderante que haja o desenvolvimento dos recursos humanos. O trabalhador precisa ser educado.

Hoje, o conceito de medida de produtividade foi modificado, sendo dada maior abrangência à produtividade média mensal da equipe de produção como um todo e não à produtividade em uma atividade específica.

As tendências de modernização do setor da construção civil que vêm acontecendo nas últimas décadas têm sido executadas, inicialmente, a partir da industrialização e, em passado recente, da racionalização do processo de fabricação. Nota-se, contudo, que muito pouco tem sido dado preferência à filosofia e aos princípios que alicerçam o modelo industrial daqueles setores fabris, tendo em vista os trabalhos de Taylor, Gilbreth e Ford, dentre tantos outros. Naquela época, as fábricas dedicavam-se à produção de um único produto, o referido modelo não respondeu às alterações tecnológicas e mercados. O aumento passou, evidentemente, a exigir competitividade, como é o caso da velocidade de produção e atendimento aos clientes, de acordo com Isatto (1998).

A construção civil não deixa de ter características que são próprias da atividade industrial. Um canteiro, na realidade, nada mais é do que uma fábrica de obras. Concluído o produto edificação, essa fábrica deixa imediatamente o ambiente onde por muitos meses produziu, na certeza de oportunizar, em um outro local previamente planejado, uma outra fábrica de obras. Assim é o lema das empresas de engenharia civil, a cada término de seus produtos.

Esses produtos, muitas vezes, no que diz respeito a pequenas modificações, ou quando não

são literalmente desprezados e apresentado um novo produto no mercado, com novos designers, materiais e mão-de-obra, na maioria das vezes são totalmente renovados.

São imprescindíveis a criação e implementação de métodos específicos, que possam mensurar o real desempenho dos processos produtivos na Indústria da Construção Civil, desvencilhando-se, então, da exclusiva utilização de ferramentas usadas na Indústria Seriada tão discutida por Taylor e outros autores, conforme Librais (2001).

Ainda segundo Librais (2001), os métodos recebem incrementos de peças e componentes em momentos específicos, permitindo a cronometragem dos tempos despendidos pelas atividades e, finalmente, o produto deixa a indústria chegar ao consumidor. Essa Indústria Seriada tão discutida possui imensas plantas horizontais e um caminho bem determinado de produção. Por outro lado, o Subsetor de Edificações, como não poderia deixar de ser, possui também uma planta industrial, entretanto os processos produtivos exigem gerenciamentos diferentes na formatação da organização e produção. Tratando-se de uma planta industrial, esta é agregada ao produto acabado e os processos produtivos variam em função do tempo. Naturalmente isso significa dizer que, para um determinado processo, podem-se apresentar variações significativas entre o tempo de início e de término de sua realização.

O estudo da produtividade da mão-de-obra na construção civil foi idealizado pelo casal Gilbreth, no final do século XIX, através do estudo de tempos e movimentos. Esse estudo foi alicerçado à época na execução por operários da atividade de assentamento de blocos, sendo assim observados os movimentos dos referidos operários, no início e fim da tarefa, além da feitura de uma documentação fotográfica.

Impressiona o fato de que foi a construção civil a dar os primeiros passos. A defasagem entre os estudos de produtividade entre as duas indústrias é explicada pelo fato de a indústria da construção civil ser proveniente da forma artesanal de execução, ficando por isso mesmo alheia a essa preocupação, ao passo que a indústria seriada se engajou rapidamente no processo de melhoria da produtividade.

Hoje, a indústria da construção civil no Brasil é um dos segmentos industriais com expressivos índices de baixa qualidade, que refletem diretamente nos processos construtivos, haja

vista a baixa eficiência dos processos produtivos, além do que resulta de uma mão-de-obra despreparada. Isso tudo somado gera altos índices de perdas de materiais e conseqüentemente de serviços.

Segundo dados pesquisados, a relação entre operários especializados e não especializados é de quase um terço. A forma predominante de qualificação continua ocorrendo no próprio ambiente de trabalho, o tempo mínimo de aprendizado é de 5 a 7 anos, tomando como base a média das idades dos trabalhadores, no ingresso nas diferentes categorias Características (2002).

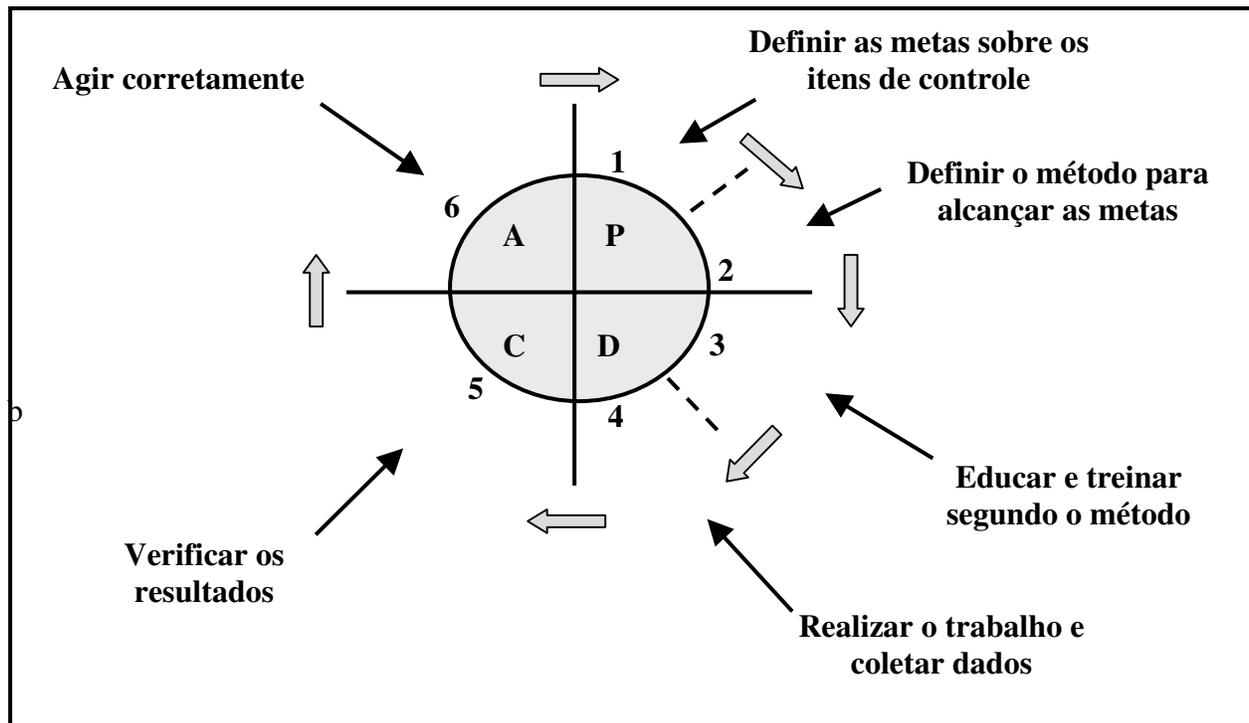
Observa-se que, apesar de um longo período de aprendizado, nem sempre atende a todos aqueles que se interessam, tendo em vista nem todos conseguem qualificação para atender à demanda das construções, visualizando-se, portanto, que os qualificados aprenderam de fato o ofício e então permanecem na obra, mas os que não aprenderam, continuam desqualificados, ou quando não, simplesmente abandonam a atividade.

A qualidade da mão-de-obra sofre decadência. Observando-se os oficiais, os verdadeiros artesãos, se distanciam do mercado de trabalho dando preferência a ocupações mais rendosas que outras indústrias oferecem. Os que ficam nas obras são os deslocados, os analfabetos, os nômades, os migrantes, as vítimas do fenômeno urbano, em grande maioria constituída de camponeses marginalizados. Com isso, tem-se como resultado um aumento exagerado do desperdício de materiais e queda de produtividade da mão-de-obra, o que evidentemente não poderia deixar de ocorrer.

O princípio básico que gerencia o incremento da produtividade e que permite formular uma metodologia aceitável para uma construção é o da continuidade.

Uma frase do filósofo macedônio, Aristóteles, revelada quatro séculos antes de Cristo é: “Há sempre uma maneira melhor de se fazer as coisas”. No Brasil, no entanto, não há a cultura de que deve haver melhoramento interminável. É necessário criar a cultura do melhoramento contínuo para em seguida treinar todos nas técnicas básicas da administração moderna. Elas, no entanto, são representadas por algumas siglas, como: PDCA= PLAN, DO, CHECK, ACTION (Planejar, Executar, Controlar e Agir). Trata-se, pois, do ciclo de Deming, um instrumento de trabalho que visa ao melhoramento contínuo a ser utilizado pelos trabalhadores que estão

dispostos a buscar a melhoria do seu trabalho. Segundo Deming (1982), “Para obter qualidade, é preciso treinar, treinar, treinar, e continuar treinando”. E Ishikawa (1993), referindo-se à qualidade, assim se expressou: “Qualidade começa e termina com a educação”. O método é composto de quatro etapas básicas seqüenciais, formando um ciclo fechado, conforme ilustra a Figura 2.3.



**Figura 2.3 - Ciclo PDCA do TQC, Tubino (2000).**

O ciclo do PDCA é uma ferramenta em que os processos devem ser executados de acordo com os padrões estabelecidos e controlados, permitindo assim verificação dos resultados obtidos e de sua conformidade aos referidos padrões. A checagem da aplicação desses padrões é feita através de itens de controle do processo (listas de verificação). Em caso de identificação de não-conformidade, são implementadas ações corretivas, visando, em primeira mão, reparar a falha e, segundo, identificar as causas das não-conformidades ao longo do processo, para tomar medidas de prevenção de repetições, ressalta Silva (2000).

De acordo com Campos (1992), o controle da qualidade pode ser abordado da seguinte forma:

- identificar o cliente, saber de suas reais necessidades, traduzir as mesmas e mensurar suas características, de forma tal que seja possível gerenciar o processo;

- manter a qualidade desejada pelo cliente, cumprindo padrões e atuando na causa dos desvios. O processo para manter a qualidade desejada pelo cliente está mostrado na Tabela 2.4. Neste caso, o controle PDCA é exercido para manutenção dos resultados;

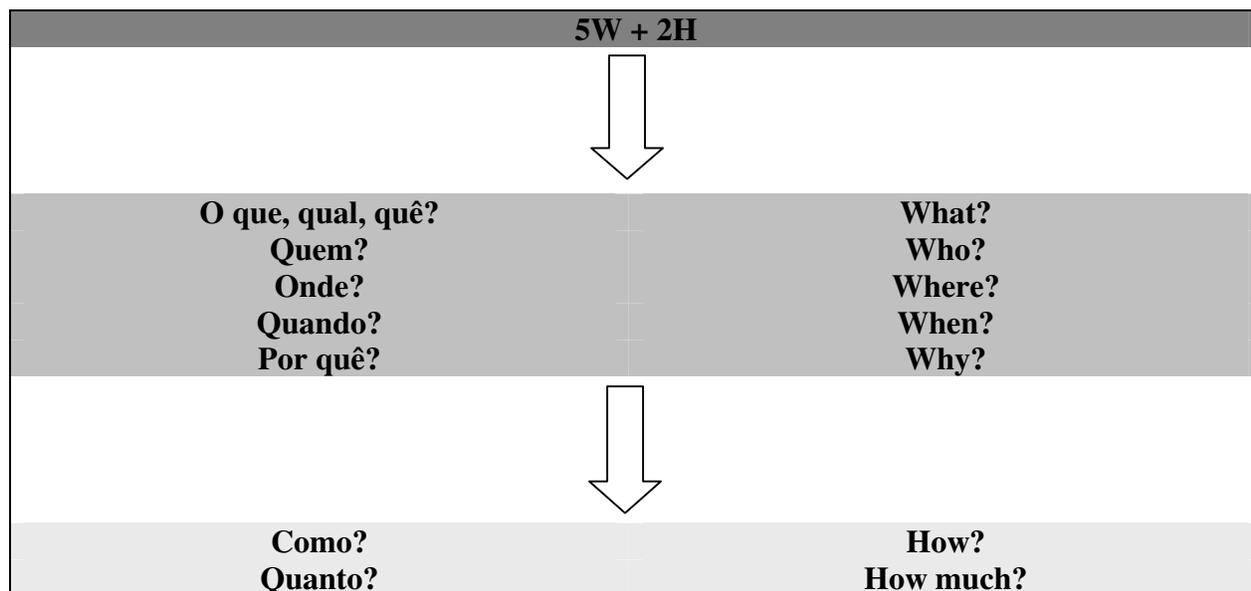
**Tabela 2.4 - Fatores básicos para o ciclo de manutenção do controle da qualidade, Silva (2000).**

Pdca	Etapa	Atividade de manutenção no controle da qualidade	Objetivo
P	1	Estabelecimento do padrão de qualidade	Estudar as necessidades de seu cliente (interno e externo). Constatar a possibilidade de seu processo atendendo ou não.
	2	Estabelecimento dos procedimentos padrão	Estabelecer o seu processo em conformidade com suas necessidades e priorizar os fatores importantes do seu processo (causas) que devem ser padronizadas.
D	3	Análise do trabalho de acordo com os padrões	As pessoas devem estar treinadas em manter os valores-padrão dos fatores importantes assim determinados.
C	4	Ação	Definir as medidas a serem feitas: m <sup>2</sup> de elevação de alvenaria de bloco cerâmico; m <sup>2</sup> de revestimento com placas cerâmicas etc.
	5	Padrões de verificação	Definir os padrões de verificação (inspeção). Tais padrões são normalmente de nível superior aos padrões de qualidade.
	6	Verificação	Verificar a existência de não-conformidades em relação aos padrões de verificação
A	7	Eliminação das não-conformidades	Prevenir contra o reaparecimento do problema. Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

- melhorar a qualidade desejada pelo cliente, identificar os resultados insatisfatórios (problemas) e utilizar o método de solução de problema para sua melhoria.

Observa-se, no entanto, que 5W+2H é a ferramenta indispensável para aplicação do PDCA. São as seis perguntas básicas que devem fazer parte do dia-a-dia de todo gerenciador, conforme

ilustra a Figura 2.4.



**Figura 2.4 - Plano de ação: 5W+2H, Novaski(2002).**

Os gerenciadores dos empreendimentos construtivos envolvidos nas atividades de execução de alvenaria e seu revestimento com placas cerâmicas requerem que seja feito uso do PDCA, articulado com os questionamentos, conforme mostrado na Tabela 2.5: O quê?, Onde?, Por quê?, Quem?, Quando?, Como?, e Quanto? Este processo permite que o gerenciador responsável pela realização da melhoria da produtividade da mão-de-obra tenha condição de promover o referido estudo.

**Tabela 2.5 - Exemplo de plano de ação.**

<b>1. O quê?</b>	Eliminar fatores que não agregam valor à qualidade, uso e desempenho, através do correto planejamento das atividades, para obtenção de um meio sistematizado para coleta de informações, objetivando a obtenção de dados para uma análise da metodologia proposta.
<b>2. Onde?</b>	No canteiro da construtora, será feito um estudo de caso, visando abranger o pessoal envolvido com o processo (alvenaria e revestimento).
<b>3. Por quê?</b>	A aplicabilidade do método proposto permite medir o desempenho das atividades na empresa escolhida, dados fundamentais sobre a produtividade da mão-de-obra, básicos, portanto, para a formação de um banco de dados.

**Tabela 2.5.- Exemplo de plano de ação (continuação).**

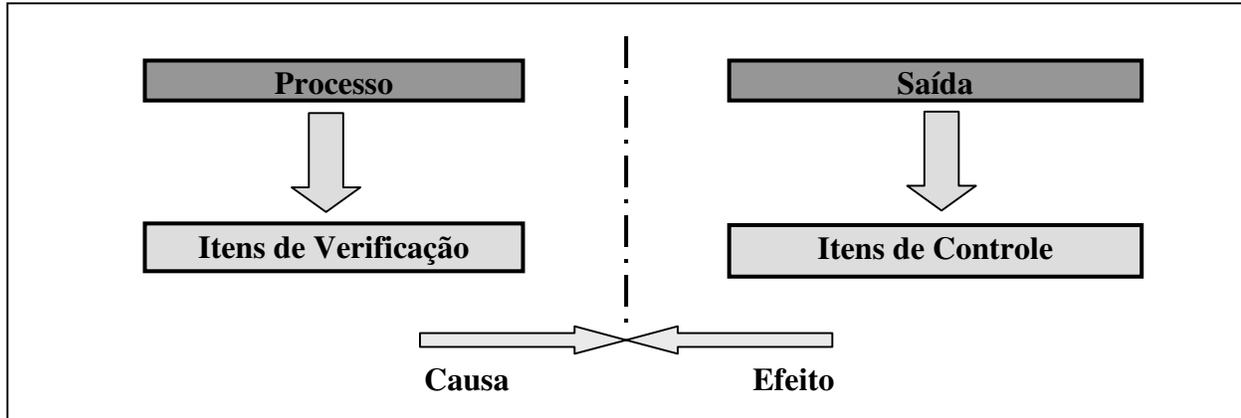
<b>4.Quem?</b>	As informações são coletadas pelo pessoal leigo para o envolvimento com o estudo, obviamente com a participação assistencial do pesquisador.
<b>5.Quando?</b>	Diariamente, de preferência, no decorrer da execução das tarefas, os dados deverão ser coletados, de conformidade com os princípios básicos a serem obedecidos e prescritos nas leis trabalhistas.
<b>6.Como?</b>	<p>Mediante as seguintes fases: preparação, informação, análise, criatividade, julgamento e decisão. É primordial que haja de início uma reunião com o engenheiro responsável pelo empreendimento, a fim de que sejam a ele passadas todas as idéias necessárias sobre a realização do estudo piloto. Este, no entanto, de posse de todas as informações transmitidas pelo pesquisador, informa aos seus comandados especificamente àqueles pré-escolhidos para o envolvimento com a execução das tarefas. A aplicação do modelo por sua vez só surtirá efeito, caso haja total participação do responsável técnico, uma vez que dele sairão todas as informações alusivas ao projeto executivo.</p> <p>Deverá ser, por outro lado, mostrada a importância do trabalho de campo a todos os participantes e fundamentalmente explicar a delimitação dos dados pretendidos, assim como expressar a cada um deles que sem o envolvimento deles e alertando que são bastante experientes e criativos, fator decisivo para sua motivação, nada será feito e que a eles caberá detectar possíveis falhas, na aplicabilidade da metodologia.</p> <p>Deverá ser esclarecido ainda a todos que seu envolvimento será vital e que, mediante os resultados, será feita uma análise e, quando feito o julgamento final, será aprovado imediatamente o que, por conseguinte, haverá a decisão para que sejam divulgados para serem aplicados.</p>
<b>7.Quanto?</b>	Quantificação dos valores econômicos. Valorar os impactos significativos atinentes à área. Avaliar os valores e sua importância no nível de uso, na esfera pública e privada.

Ishikawa (Apud NOVASKI, 2002) classificou as técnicas de controle estatístico em três grupos: um deles, no entanto, o primeiro, diz que todos na empresa devem conhecer as sete ferramentas estatísticas e que, se bem aplicadas, muitas dificuldades serão sanadas. Estas ferramentas podem ser usadas em 90% dos casos:

- análise de Pareto;
- diagrama causa-efeito;
- histograma;
- gráfico de dispersão;

- lista de checagem (Check List);
- folhas de verificação;
- fluxograma.

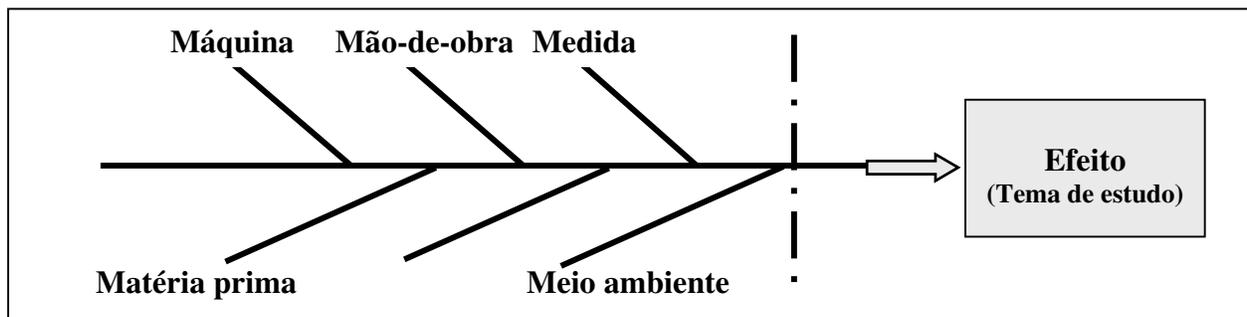
A Figura 2.5 ilustra Modelo de Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa).



**Figura 2.5 - Modelo de Diagrama de Causa Efeito (Ishikawa), Tubino (2000).**

As etapas de elaboração do diagrama concebido por Ishikawa são as conforme descritas a seguir:

- analisar alguns problemas previamente escolhidos, acompanhados de uma descrição, onde e quando ocorre e qual a sua magnitude;
- encontrar o maior número possível de causas que possam contribuir para gerar o problema;
- para facilitar a identificação e a análise, agrupar as causas em seis categorias, conforme mostrado na Figura 2.6, também conhecido como “espinha de peixe”, devido a seu formato:



**Figura 2.6 - Diagrama de Ishikawa, Tubino (2000).**

1. máquina;

2. mão-de-obra;
3. medida;
4. matéria- prima;
5. método;
6. meio ambiente.

No próximo capítulo, será apresentado como é feita a aplicação da metodologia do PDCA, no processo construtivo, tendo em vista a busca constante pela melhoria contínua de qualidade e produtividade.

## **2.6 A Construção Civil na Economia**

Do ponto de vista econômico, a indústria da construção civil sempre assumiu papel preponderante no desenvolvimento da nação. Essa importância econômica é representada por sua participação no Produto Interno Bruto-PIB. A construção civil concorre com um percentual aproximadamente igual 16% no total das indústrias.

Sua participação na População Economicamente Ativa (PEA) é bastante expressiva. Em 1980, a construção civil foi a principal responsável pela fatia de 7,3% e, neste mesmo período, o total das indústrias absorveu aproximadamente 25%. No entanto, em 1986, representou quase 7% da PE, conforme registro em Características (2002).

Feita uma comparação, pode-se chegar a conclusões tais como: a construção somente é superada por itens como vestuários, calçados e artefatos de tecidos e pode ser equiparada à indústria madeireira.

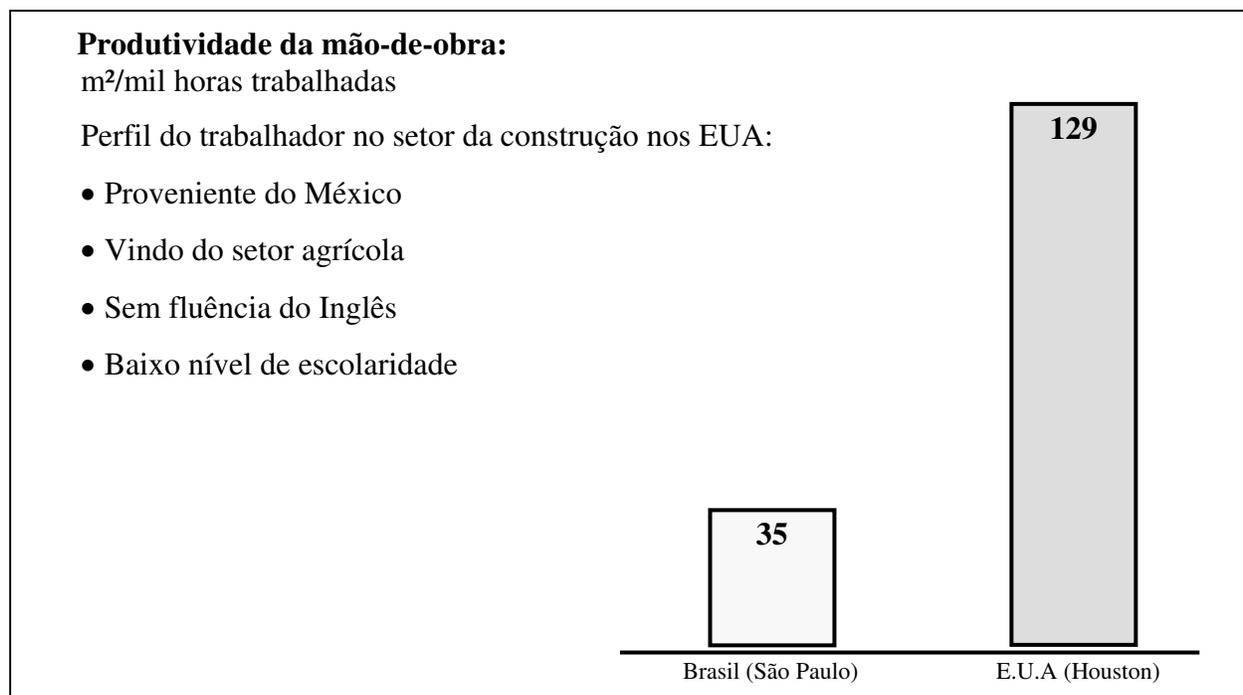
A construção civil é considerada por muitos economistas como o pulmão da economia, visto ser um dos setores mais sensíveis às mudanças. Sua participação na economia brasileira decresce nos momentos recessivos, ao passo que o seu crescimento é maior que a média do país, em épocas de expansão, segundo Picchi (1993).

## 2.7 A Construção Civil no Contexto Social

A importância social da construção civil decorre em grande parte da absorção da mão-de-obra do setor e do poder de reprodução de empregos diretos e indiretos. Essa reprodução de trabalho, no entanto, não é realizada por meio de seleção ou qualquer treinamento formal, assim sendo, as empresas se submetem aos hábitos advindos da cultura de seus operários, ainda ligados à sua origem social. É um setor em que a cultura operária está sempre presente na socialização da força de trabalho e na estrutura de ofício difundida nos diversos canteiros. Portanto, dentro dessa estrutura, é que as empresas têm procurado estabelecer a sua lógica empresarial.

Vargas (1984) ratifica esta afirmação, apesar de os trabalhadores serem habilitados no local de trabalho, isto é, nos canteiros de obra, a empresa interfere muito pouco nesta formação, somente dando sua aquiescência a essa estrutura, com a admissão dos trabalhadores que se submetem à disciplina e às condições de trabalhos subjacentes.

A Figura 2.7 mostra uma comparação do perfil do operário americano com o do operário brasileiro. É oportuno lembrar que o perfil não determina a produtividade e, por conseguinte, não justifica o atraso da indústria, como se justificou durante anos.



**Figura 2.7 - Possibilidade de treinamento dos trabalhadores, ABCP.**

No diagrama da Figura 2.8, mostram-se os degraus a serem seguidos para vencer o déficit

de produtividade entre Brasil e Estados Unidos. Os blocos apresentam o acréscimo de m<sup>2</sup>/mil horas trabalhadas para cada fator implementado. Os últimos blocos representam acréscimo de produtividade, em função da adaptação ao sistema no decorrer do tempo. Enfatiza-se, ainda, que o valor “100”, utilizado nessa figura, é representado por um número simbólico, aproximado ao dos EUA, de 129.

M <sup>2</sup> /Mil Horas Trabalhadas			
			5
			5
		10	
	10	Disponibilidade de subempreiteira	
	10	Administração do projeto/tarefas	
	10	Padronização de materiais e modularidade	
	15	Planejamento do projeto	
35			
			100

**Figura 2.8 - Hiato de produtividade da mão-de-obra: Brasil x EUA-processo de produção, ABCP (2002).**

## 2.8 A Qualidade nos Canteiros de Obras

Atualmente, as empresas lutam pela implantação de sistemas de gestão da qualidade, em que um acompanhamento constante deve ser mantido dentro da estrutura empresarial, a fim de que os objetivos sejam atingidos. Na realidade, quando se fala de Qualidade, refere-se à entrega de produtos de maior Qualidade a um preço bem menor aos clientes.

Dentro da construção civil, principalmente, a verdadeira fábrica de obras, defronta-se com equipes mal treinadas e a mão-de-obra é pouco qualificada, além do mais, temporária, o que prejudica sensivelmente um bom planejamento e controle, ensejando com isso produtos não-conformes, tendo em vista uma desmotivação e, com isso, dificultando consideravelmente o treinamento, objetivando uma equipe preparada.

Atentos, no entanto, devem estar aqueles que gerenciam os canteiros de obras de tal forma a proporcionarem a competitividade das empresas no setor. É fator preponderante, portanto, o rumo à qualidade.

As inovações tecnológicas surgiram como alternativa para aumentar o lucro. Estas

possibilitaram uma ampla reestruturação da base produtiva e o surgimento do que se denomina atualmente de globalização. Obriga-se a fazer obras de qualidade, com um menor custo e conseqüentemente um menor tempo de execução. Caso contrário, estaremos fora do mercado de trabalho. A qualidade deve ser implantada, objetivando a sensível melhoria da empresa construtora.

## **2.9 Treinamento da Mão-de-Obra**

Adotou-se, neste trabalho, o exercício do treinamento que, alicerçado aos dados especificados pelos projetistas, terá como forma de enriquecimento do aprendizado o operariado participante das tarefas planejadas que envolvem este estudo.

O treinamento visa acabar com a necessidade de inspeção por parte dos gerenciadores da obra. O próprio operário fica responsável por identificar a qualidade de cada passo de suas tarefas. A proposta tem como vantagem a permanência do operário no próprio ambiente de trabalho sem prejudicar a sua produtividade. Com isso, o trabalhador não somente desenvolve sua habilidade operacional, mas, sobretudo, aprenderá a avaliar o produto executado, segundo Silva (2000).

O exercício da informação proposto é o treinamento operacional, aquele decorrente da execução das obras, através de um treinamento que é realizado em consonância com as relações de trabalho entre operários mais qualificados (mestre-de-obra, encarregados e técnicos) e os menos qualificados (montadores), procurando desta forma associar o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de todos os engajados nas obras.

Segundo Oliveira (1988), treinamento no trabalho é o treinamento realizado no local de trabalho para capacitar o colaborador a uma nova função. Pode ser realizado com um manual de treinamento, se disponível, que explica os objetivos da tarefa, equipamentos, matéria-prima, controles do processo, dentre tantos outros. Em se tratando do estudo aqui desenvolvido, escolhe-se um líder com as seguintes características:

- ser de confiança;
- ser trabalhador;
- ter vontade de aprender;

- ter espírito de cooperação;
- ter disposição para repassar o aprendizado;
- ser sensível aos problemas dos outros.

Segundo o mesmo autor, para que se tenha um bom treinamento no trabalho, o interventor, aquele que ministra o treinamento, deve avaliar os níveis de:

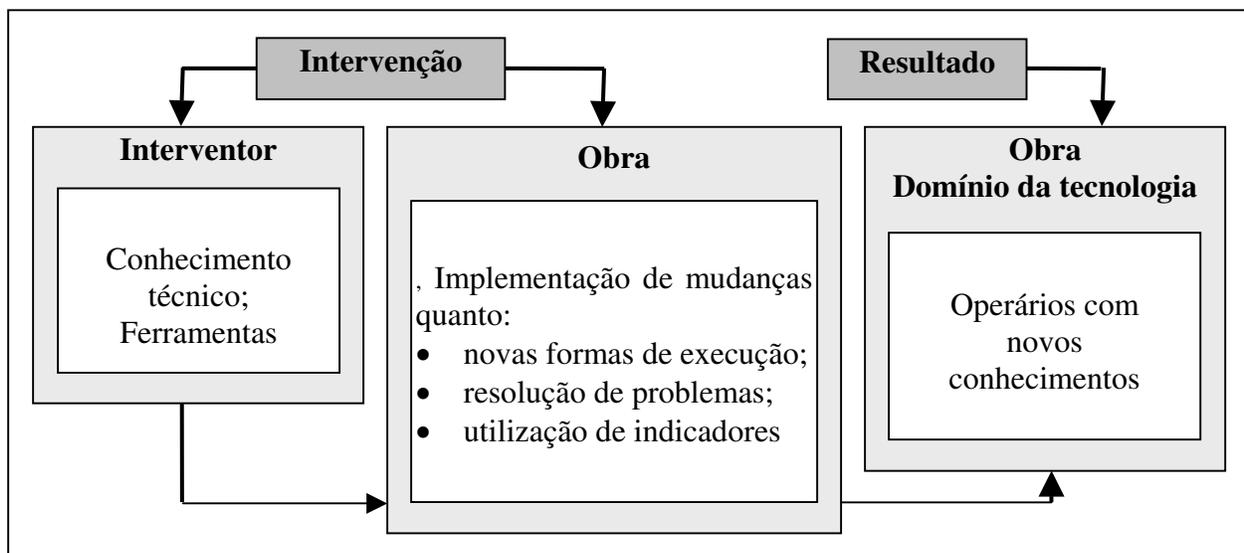
- conhecimento dos gerentes, que seriam o engenheiro e o mestre;
- habilidades dos gerentes para instruir e orientar os colaboradores (pedreiros e serventes encarregados de executar a alvenaria e seu revestimento);
- como orientar para motivar;
- como desenvolver a capacidade; e
- criação de um bom ambiente.

Elege-se, além desses pré-requisitos, uma pessoa específica com a responsabilidade de cumprir uma meta pré-estabelecida. Preferencialmente, indica-se o engenheiro responsável pela obra e o mestre, cabendo a este último a responsabilidade de ser multiplicador, ou seja, cabendo a ele a responsabilidade de ministrar aos operários executantes as tarefas planejadas nos canteiro de obra, de posse dos indicadores de produtividade obtidos através das coletas em outras obras por seus colegas de profissão. Todo e qualquer empreendimento dentro da área da construção civil depende da experiência do líder, de sua equipe técnica, qualidade dos projetos apresentados, especificações técnicas e dos sistemas construtivos alternativos de construção.

Segundo Neves (1995), a qualificação dos operários é tida como o maior obstáculo para a execução das edificações. A capacitação dos operários, através do exercício da prática dos serviços, normalmente não atende às necessidades dos investimentos imobiliários, quanto à qualidade construtiva e à implantação de inovações e melhorias tecnológicas. Os cursos de treinamento são exíguos e estes não investem na sua própria capacitação, sobressaindo-se por habilidades individuais “aprender a fazer”.

O treinamento, na realidade, requer que tudo seja feito às claras e de forma didática, numa linguagem bem acessível, de fácil implantação e com resultados práticos, tendo em vista os níveis de escolaridade dos participantes, onde cada qual possa experimentar juntamente com todos, a

técnica executiva de forma correta, assim como precisar os resultados obtidos, objetivando qualidade e eficiência. A eficácia do treinamento reside exatamente em antever os problemas existentes, assim como daqueles que irão aparecendo no decorrer dos serviços. Tudo deve ser discutido em todos os níveis, com os respectivos representantes de todos os serviços envolvidos. A maioria das vagas ocupadas, dentro deste setor da construção civil, é por operários basicamente sem qualificação profissional. Detectou-se, além disso, que são rudes e que trabalham em ambientes totalmente desumanos, sofrem riscos de saúde e, segurança. Com o treinamento proposto, melhoram não só as condições de trabalho como também a produtividade e qualidade. Em muitos casos, é fato real, aqueles dados a vícios deixaram-nos até de lado, passando, por conseguinte, até a cobrar sistematicamente da direção mais treinamentos, motivados pela satisfação do exercício da sua profissão. Para tanto, é exigida dos funcionários uma boa qualidade em seu desempenho. Nada penetra tão profundamente o espírito humano quanto o exemplo. De fato, a melhor e mais eficiente forma de ensinar alguma coisa a alguém é pelo exemplo, pela demonstração. Por tal razão, onde se exerce liderança, assume-se uma grande responsabilidade, ou seja: ser exemplo para os liderados. O fluxograma da Figura 2.9 ilustra a implantação para intervenção em um canteiro de obra.



**Figura 2.9 - Demonstração da intervenção no canteiro de obra, Silva (2000).**

De acordo com Lima (Apud SILVA, 2000), a indústria da construção civil, não se diferenciando das demais indústrias, compõe-se de vários setores produtivos, sendo que, destes, um dos mais utilizados e estudados é o setor de produção de edifícios. Ainda considera-se que,

por décadas, este setor preocupou-se apenas em gerenciar funções, deixando de lado o gerenciamento dos seus processos construtivos. Segundo o mesmo autor, no tocante a este assunto, as mudanças são processos normais numa organização e são respostas às ameaças e pressões internas.

Na indústria da construção civil, é praxe ter-se o acompanhamento das metas através da utilização de gráficos ou desenhos e, sobretudo, das especificações, mas o gerenciador precisa ser hábil para exercitar seus conhecimentos, através da comunicação a seus comandados, de forma clara e simples e ter certeza de que aos mesmos foram repassados os ensinamentos. Recomenda-se também a utilização de quadros posicionados no local das tarefas, de forma a ser mais um instrumento facilitador, e mediante uma simples leitura, possa ser possível uma mensuração dos trabalhos a serem executados. No afã de ilustrar cada vez melhor a boa prática encontrada nos canteiros de obra pesquisados, é sempre recomendável a exibição de documentação fotográfica, pois este tipo de documentação tem uma participação muito grande no aprendizado, como elemento informativo e disseminador de informações tão detalhadas. Pelo simples fato de ser visualizada pode ser feita uma análise generalizada, permitindo sugestões para adequação e ajustes. Recomenda-se ainda, para estes treinamentos, a apresentação de vídeos, slides ou o uso de transparências com exemplos, tanto da obra em questão como de outras obras. São na realidade ações interventoras com a finalidade de mostrar da melhor maneira possível aos participantes do treinamento.

## **2.10 Análise da Produtividade da Mão-de-Obra**

São ferramentas utilizadas no acompanhamento e controle de uma determinada atividade e dizem respeito à sua produtividade ou desempenho ao longo do período disponibilizado para a sua real realização. A cada dia, no término do turno de trabalho, é feita a medição e, de posse destes dados, é preparado um relatório e conseqüentemente migrado para um banco de dados, destacando a produtividade de cada trabalhador, em face de sua atividade dentro da programação de trabalho prevista pela empresa.

Freqüentemente, pela sua eficácia e simplicidade, os gerenciadores utilizam esse tipo de ferramenta, como forma de serem auxiliados na determinação do problema e poderem repassar aos demais participantes das equipes de trabalho as informações.

Não há, pois, uma padronização quanto à mensuração dos serviços, além do mais, os gerenciadores não admitem, em qualquer hipótese, que eles estejam errados ou omissos no processo. Dentro de uma empresa, é fator primordial um perfeito entrosamento entre seus participantes, uma cultura e clima para a medição.

Conforme Lantelme (1994), a implantação de programas de melhoria pode ser diferente para cada empresa segundo a cultura, o tipo de produto, o processo produtivo, o estilo gerencial, a estrutura organizacional, o que leva a enfatizar sem sombra de dúvida que os sistemas de medição tenderão a ser distintos para cada situação específica.

Nos tempos de globalização e concorrência acirrada entre os vários tipos de participantes, é preciso que a empresa se destaque e que seja feita periodicamente um programa de avaliação e motivação de seus funcionários. Uma equipe motivada está com toda certeza dando o melhor de si para atingir novas metas.

## **2.11 Simulação da Redução de Custo pela Qualificação da Mão-de-Obra**

Em média, conforme citado anteriormente, o custo da mão-de-obra representa 40% dos custos totais. Admitindo-se, portanto, que o custo estimado da aplicação de revestimentos com placas cerâmicas, em um determinado ambiente sanitário de uma edificação unifamiliar corresponda a R\$ 22,40/m<sup>2</sup>, tem-se: R\$ 22,40 x 40% = R\$ 8,96/m<sup>2</sup>. A produtividade no Brasil, pelos dados da pesquisa, é da ordem de 35m<sup>2</sup>/1000horasHomem ou 29horasHomem/m<sup>2</sup>(1000/35). Considerando-se um aumento de produtividade de 20%, devido à melhoria pela capacitação das equipes de produção, sem maiores investimentos, tem-se: 35m<sup>2</sup>/1000 Hh x 1,20 = 42m<sup>2</sup>/1000 Hh ou 23,81 Hh/m<sup>2</sup>(1000/42).

Transferindo-se esta redução de tempo, ou seja, o aumento da produtividade, para os custos, resulta: R\$ 8,96/m<sup>2</sup>/ 28,57 hH/m<sup>2</sup> = R\$ 0,31/Hh. E ainda: R\$ 0,31/Hh x 23,81 Hh/m<sup>2</sup> = R\$ 7,38/m<sup>2</sup>. Logo: R\$ 8,96/m<sup>2</sup> - R\$ 7,38/m<sup>2</sup> = R\$ 1,58/m<sup>2</sup>. Onde, considerando-se uma área correspondente a 100m<sup>2</sup> de revestimento com placas cerâmicas, tem-se uma economia estimada de: R\$ 1,58/m<sup>2</sup> x 100 m<sup>2</sup> = R\$ 158,00.

De igual forma, admitindo-se que o custo estimado da execução de alvenaria de vedação

com bloco de concreto 9 cm x 19 cm x 39 cm, em um determinado ambiente sanitário de uma edificação multifamiliar, corresponda a R\$ 12,26/m<sup>2</sup>, tem-se: R\$ 12,26 x 40%= R\$ 4,90/m<sup>2</sup>. Considerando-se um aumento de produtividade de 20%, devido à melhoria pela capacitação das equipes de produção, sem maiores investimentos, tem-se: 35m<sup>2</sup>/1000 Hh x 1,20 = 42m<sup>2</sup>/1000 Hh ou 23,81 Hh/m<sup>2</sup>(1000/42).

Transferindo-se esta redução de tempo, ou seja, o aumento da produtividade, para os custos, resulta: R\$ 4,90/m<sup>2</sup>/ 28,57 Hh/m<sup>2</sup> = R\$ 0,17/Hh. E ainda: R\$ 0,17/Hh x 23,81 Hh/m<sup>2</sup> = R\$ 4,05/m<sup>2</sup>. Logo: R\$ 4,90/m<sup>2</sup> - R\$ 4,05/m<sup>2</sup> = R\$ 0,85/m<sup>2</sup>. Onde, considerando-se uma área correspondente a 50m<sup>2</sup> de elevação de alvenaria de vedação, tem-se uma economia estimada de: R\$ 0,85/m<sup>2</sup> x 50 m<sup>2</sup> = R\$ 42,50.

## 2.12 Comparativo entre Produtividade de Equipes

A Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2002), tomando como exemplo para pesquisa, utilizou o Residencial Vila Nova – Bloco 2, na cidade de São Paulo, para a efetivação de um comparativo entre produtividade de equipes já capacitadas e novas, visando com isso obter a produtividade esperada da alvenaria em relação às alvenarias convencionais. Diante desse estudo, foi alcançada uma produtividade de alvenaria estrutural, para orçamento, de 15 m<sup>2</sup>/homem x dia. Por outro lado, Rosso (1990) publicou uma tabela definindo produtividade em diversas atividades de construção civil, dentre elas extraíram-se as alvenarias de bloco furado de 6 furos, blocos de concreto e bloco maciço. Este resultado está mostrado na Tabela 2.6.

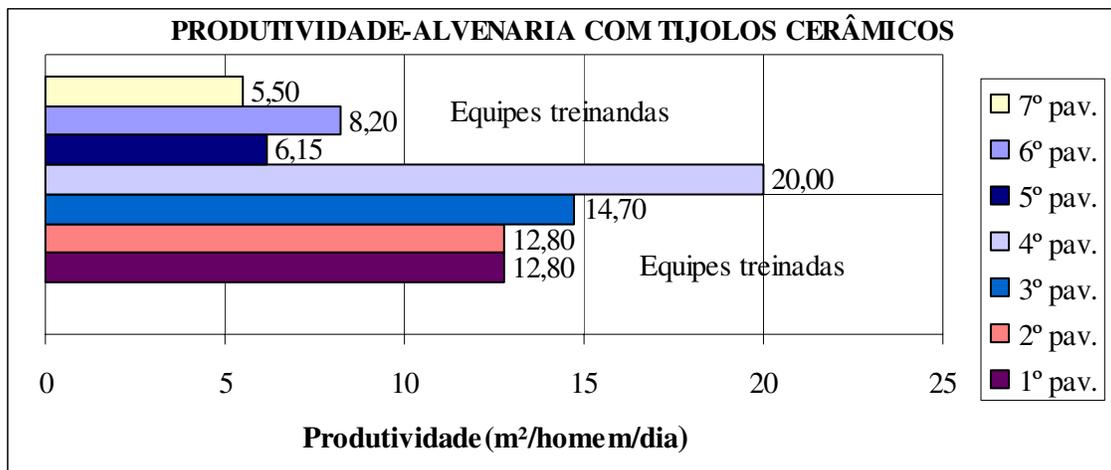
**Tabela 2.6 - Produtividade das alvenarias para aplicação na orçamentação, Rosso (1990).**

Descrição do material	Parede	Produção	Tipo	Equipe
Blocos de 6 furos	Interna	15 a 20 m <sup>2</sup> /dia	Espelho	2 pedreiros e 2 serventes
Blocos de concreto	Interna	25 a 25 m <sup>2</sup> /dia	Espelho	2 pedreiros e 1 servente
Maciço	Interna	15 a 20 m <sup>2</sup> /dia	Espelho	2 pedreiros e 2 serventes

### 2.12.1 Equipes já capacitadas

A praticidade de interpretação, mostrada através de um relatório ou de um gráfico, é essencial para o acompanhamento e controle de uma obra, haja vista poderem ser facilmente identificados, por exemplo, os operários com maiores habilidades em relação àqueles que não são

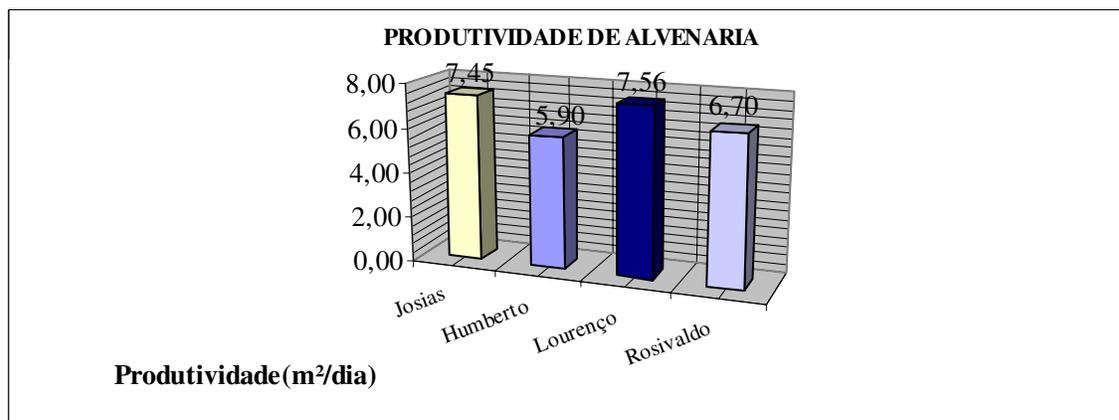
dotados das mesmas habilidades, assim como serem identificadas as variações de custo em função da alteração da produtividade. A Figura 2.10 ilustra o comparativo entre produtividade de equipes já capacitadas e novas.



**Figura 2.10 - Acompanhamento de duas equipes na produtividade de alvenaria com blocos cerâmicos, ABCP (2002).**

### 2.12.2 Equipes novas

Em 2002, a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP fez o acompanhamento de uma equipe em processo de capacitação tomando como exemplo o Residencial Nova Era, em São Paulo. Os dados alusivos à produtividade da execução da alvenaria completa para um pavimento por operário, tomando-se como base os dados coletados, possui o aspecto mostrado na Figura 2.11.



**Figura 2.11- Acompanhamento de uma equipe em processo de capacitação, ABCP (2002).**

### 2.13 Modelo dos Fatores

### 2.13.1 Processamento

Em 1987, Thomas apud Souza (1996), utilizando o conceito de sistema produtivo, propõe a utilização de um Modelo de Fatores, consistindo no pressuposto de que ocorrem variações na produtividade das mais diversas ao longo do tempo, visto a existência de vários fatores, dentre os quais são citados, por exemplo: método construtivo, tipo de gerenciamento, condições climáticas, tipo de trabalho, fase do trabalho, variáveis de projeto, equacionamento das equipes. Souza (1996) deu continuidade ao estudo, apresentando o embasamento genérico e simplificado do processo produtivo qual seja: o processo que transforma as entradas (recursos) em saídas (produtos).

A aplicabilidade do Modelo dos Fatores baseia-se na apropriação dos seguintes dados, ou seja:

- Entradas (mão-de-obra);
- Saídas (alvenaria e revestimento com placas cerâmicas);
- Ocorrências diárias

Pode-se mensurar a produtividade diária da mão-de-obra (RUPdiária) ou, quando não, ao longo de um determinado intervalo de tempo (RUPcumulativa), baseando-se no período de tempo em que são formuladas as entradas e saídas do processo. O método de coleta de dados para o cálculo da RUP baseia-se na observação contínua – homens-hora (Hh), em face da existência das folhas de pagamento, além de informações colhidas junto aos encarregados das tarefas e dos demais envolvidos na fiscalização.

O processo baseia-se no seguinte conjunto de planilhas:

- lançamento de dados;
- processamento de dados;
- resultados;
- fatores qualitativos.

## **Capítulo 3**

### **Metodologia**

#### **3.1 Considerações preliminares**

Apresenta-se neste capítulo um método para determinação da produtividade da mão-de-obra na construção civil, tendo como parâmetros os serviços de alvenaria com blocos cerâmicos e seu revestimento com placas cerâmicas, além da aplicação de rejuntamento sobre essas placas.

Quando se deseja implantar um método para previsão e controle da produtividade de mão-de-obra, para ser utilizado de modo sistêmico no dia-a-dia, quer no planejamento quer na execução na área da construção civil, é fundamental que este seja de fácil interpretação por aqueles que irão manuseá-lo.

Assim, apresentam-se as primeiras informações para a composição do método proposto, no que diz respeito ao estudo da produtividade da mão-de-obra, na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários, entendendo-se que essas áreas são aquelas rigorosamente dotadas de tubulações para instalações hidráulicas e sanitárias e que, por necessidade sanitária e de estética, as referidas áreas são revestidas com placas cerâmicas.

A amostra permite identificar apenas os percentuais de aplicação do tempo de mão-de-obra. Quando aplicada a ficha de controle de produção (para medição de produtividade), fornece subsídios para melhoria do processo. Tempo bem empregado está associado a uma eficiência produtiva.

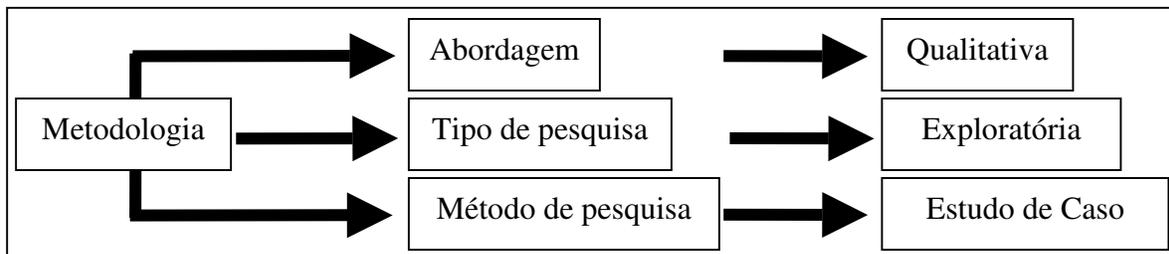
### 3.2 Plano de trabalho

Em busca dos objetivos delineados, foi utilizada a metodologia seguinte, tendo em vista serem arroladas para o estabelecimento da proposta as aplicações da metodologia.

#### 3.2.1 Escolha do método de pesquisa

Considerando os objetivos da pesquisa e os aspectos envolvidos com as abordagens descritas, conclui-se que a abordagem indicada às necessidades desta pesquisa é a abordagem qualitativa. Esta abordagem se justifica pela necessidade do envolvimento e presença do pesquisador ao objeto de estudo e à fonte dos dados, tendo em vista as variáveis abrangentes relacionadas ao tema da pesquisa e à necessidade de um envolvimento perceptivo sobre as ações gerenciais da organização e, também, pela necessidade de confiabilidade sobre os dados e informações a serem coletados.

Outras importantes características desta pesquisa são as que seguem, as quais estão contidas no fluxograma da Figura 3.1.



**Figura 3.1 - Resumo da metodologia aplicada**

**Pesquisa Bibliográfica (Revisão Bibliográfica):** desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Propiciou maior proximidade do autor com o tema, além de tornar possível a construção da revisão bibliográfica deste trabalho.

**Pesquisa Documental (Limitação das Unidades de Estudo):** assemelha-se em muito à pesquisa bibliográfica; a diferença está basicamente na natureza da fonte. Enquanto a pesquisa bibliográfica utiliza a contribuição dos autores, a pesquisa documental apóia-se em materiais que ainda não receberam análise e tratamento. Esse tipo de pesquisa também se faz necessário, na medida em que foram feitas incursões em relatórios e orçamentos das empresas estudadas.

**Pesquisa de Campo (Preparação dos Instrumentos de Pesquisa):** permite estudar um fenômeno natural numa situação natural. Esse estudo é feito em situação na qual as variáveis estão todas presentes.

**Estudo de Caso:** consiste em estimular novas descobertas. Face à flexibilidade do seu planejamento, o pesquisador mantém-se atento às novas descobertas, portanto, recomendada para estudos exploratórios. Com efeito, requer simplicidade nos procedimentos de coleta e análise de dados em relação a outros tipos de delineamento. Porém, como desvantagem, oferece dificuldade na generalização dos resultados obtidos. A coleta de dados foi realizada através de entrevista, tendo como roteiro um questionário semiestruturado.

A metodologia utilizada neste trabalho tem como objetivo proporcionar aos serviços de alvenaria e seu revestimento, em ambientes sanitários, sua estruturação física e operacional, visando aos tópicos relacionados a seguir:

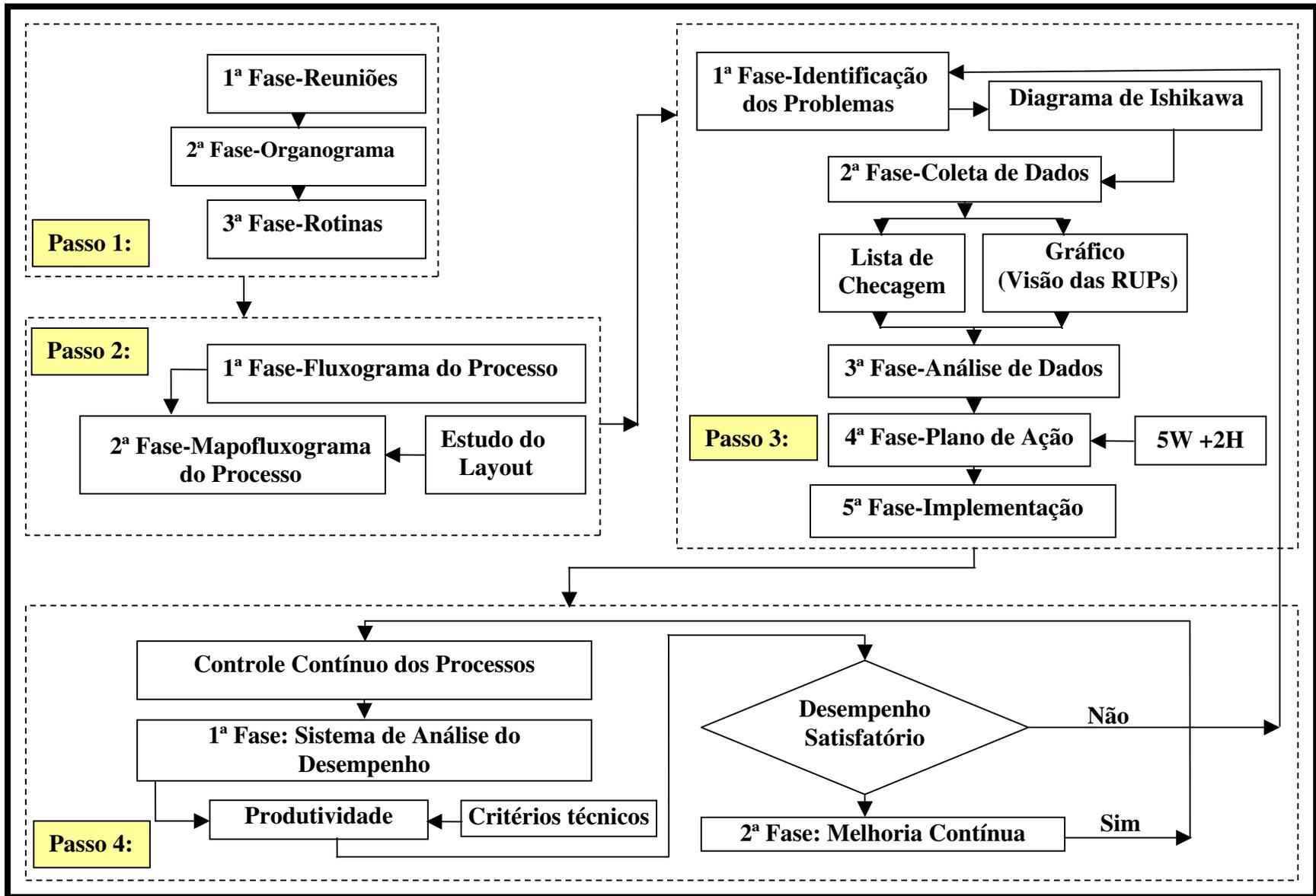
- elevação da produtividade e qualidade a patamares superiores;
- redução significativa de desperdícios (humanos e materiais);
- redução da variabilidade dos processos;
- elevação do grau de padronização;
- elevação do grau de mecanização; e
- melhoria significativa do ambiente de trabalho.

### **3.3 Descrição da Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido em uma seqüência de acordo com as etapas descritas a seguir:

**Passo 1** – Identificação das funções administrativas; **Passo 2** – Identificação das unidades de processo; **Passo 3** – Processo de melhoria e **Passo 4** – Controle contínuo do processo. Faz-se uma listagem de fundamental importância, objetivando a aplicação da metodologia, tendo como norteamento a Figura 3.2, que exhibe as diversas atividades que compõem os passos da mesma.

De posse dessa seqüência, chega-se aos detalhes apontados na figura retrocitada, onde é mostrado um fluxograma funcional da descrição da metodologia, contendo as etapas e suas fases, onde são visualizados todos os caminhos a seguir propostos, visando seu entendimento.



### **3.3.1 Passo 1: Identificação das funções administrativas**

Objetiva identificar as unidades autônomas constituintes do processo, assim como os funcionários envolvidos com a parte administrativa e suas respectivas funções.

#### **a) Fase 1: Reuniões**

A fase de reuniões durante o período de realização do trabalho teve a participação dos /funcionários da área administrativa, cujo objetivo foi dar início ao planejamento do organograma da estrutura funcional da empresa e da rotina de trabalho, bem como estabelecer prazos e metas a serem atingidos, além de criar uma ambiência motivacional e de cooperação, na realização dos diversos passos aqui propostos.

#### **b) Fase 2: Organograma**

O organograma tem como objetivo estabelecer com clareza, as funções, as responsabilidades, fluxo e rotina dos profissionais envolvidos. Desta forma, evita-se que providências deixem de ser tomadas por falta de clareza na indicação de quem ou que setor é o responsável pela mesma, assim como impedir que em determinadas situações ocorram a superposição de atribuições. A participação dos funcionários na elaboração do Organograma é essencial: estimula sua participação e estabelece suas funções e responsabilidades. O Organograma deve ser mantido relativamente estável ao longo do tempo e é aconselhável representar apenas as funções e não as pessoas envolvidas, de tal maneira a não ficar obsoleto, quando ocorrerem promoções, contratações ou demissões dos participantes. A seguir são propostas algumas recomendações na elaboração de um organograma:

- iniciar a definição do organograma com cada funcionário administrativo, delineando uma listagem de suas próprias atribuições;
- identificar as atividades que constam na relação de mais de uma pessoa ou que não tenham sido mencionadas;
- formar uma comissão para reorganizar e negociar as atribuições de cada um;
- elaborar o Organograma definitivo.

### **c) Fase 3: Rotinas**

São normas gerais de procedimentos para desenvolver as atividades diárias de cada função, objetivando descrever de forma estruturada as responsabilidades de cada setor, o que possibilita à empresa a documentação de todos os procedimentos operacionais.

#### **3.3.2 Passo 2: Identificação das Unidades**

Tem como objetivo mapear os processos operacionais de todos os setores, tais como:

##### **a) Fase 1: Definição do Fluxograma dos Processos**

Representam-se graficamente os principais passos de um processo. Um diagrama semelhante à espinha de peixe permite a visualização completa de um processo de trabalho e constitui-se numa excelente ferramenta de apoio, não só técnico como didático, muito utilizado, por sinal, na execução de qualquer tarefa. Serve para verificar como os vários passos do processo estão relacionados entre si, mostra os limites do processo, identifica problemas no processo, introduzindo melhorias e padronização. É versátil para identificar o fluxo ideal de avaliação de todo e qualquer produto ou serviço, visando indicar desvios. Através dos fluxogramas são feitas as descrições das tarefas, o fluxo de operação, indicando os caminhos alternativos como decisão. Para a feitura destes, são utilizadas figuras como, por exemplo, elipse, retângulo, setas, losango, dentre outros.. Neste trabalho, optou-se pela sua utilização por explicitarem de forma clara o funcionamento das operações propostas pelo método, facilitando a análise das etapas, a identificação de passos desnecessários e o entendimento da lógica de produção. Pode-se dizer que o fluxograma demonstra a seqüência operacional do desenvolvimento de um processo, o qual caracteriza o trabalho que está sendo realizado, o tempo necessário para sua realização, a distância percorrida, quem está realizando o trabalho e como ele flui entre os participantes deste processo. A montagem do Fluxograma deve priorizar uma seqüência pré-estabelecida:

- listar todas as atividades rotineiras realizadas para a execução do processo em estudo;
- identificar os diversos intervenientes do processo, denominados de cliente interno e externo;
- desenhar o diagrama com a simbologia padronizada, para uma melhor visualização e análise do processo como um todo.

## **b) Fase 2: Definição do Mapofluxograma dos Processos**

Procedem-se graficamente as operações que associam o fluxograma com a planta do local do canteiro da obra, devendo ser elaborado de acordo com as etapas preconizadas no processo. O mapofluxograma dá uma visão espacial do processo, assim como serve para comparação de diferentes layouts, estudos de redução da movimentação de materiais e pessoal, fluxo mais racional, melhores condições de trabalho e flexibilidade na produção. Deve ser elaborado de acordo com as etapas abaixo:

- desenhar o layout da unidade em estudo;
- identificar no layout o local onde ocorrem as operações; e
- traçar sobre o layout os trajetos seguidos pelas matérias-primas, peças ou produtos.

Ao se elaborar um estudo desta natureza, deve-se implantar a melhor disposição para máquinas, homens e as etapas do processo ou serviço. Nesse sentido, procura-se o máximo de rendimento dos fatores de produção, evidenciando a menor distância no menor espaço de tempo possível. Para o estudo do layout, diversos fatores devem ser estudados, tais como: o produto, o processo utilizado, as máquinas, a mão-de-obra, a movimentação interna, a estocagem, o espaço físico disponível e os serviços de apoio necessários. Portanto, recomendam-se as seguintes etapas:

- melhor aproveitamento do espaço disponível;
- redução da movimentação de materiais, produtos e pessoal;
- fluxo mais racional possível;
- melhores condições de trabalho;
- flexibilidade na produção.

### **3.3.3 Passo 3: Processo de Melhoria**

Tem como objetivo fazer um arrolamento dos possíveis problemas encontrados nas unidades autônomas, com a finalidade de realizar um levantamento de ações para melhorar o processo produtivo, assim como proporcionar ferramentas de controle, monitoramento do sistema de análise de desempenho, tendo em vista o que segue:

## a) Fase 1: Identificação dos Problemas

Tomando-se como base de que um processo sempre pode ser aperfeiçoado, faz-se necessária a realização de um monitoramento, visando à melhoria contínua dos processos.

### a.1) Diagrama de Ishikawa

Ishikawa (1993) propôs um Diagrama de Causa-Efeito, universalmente conhecido como “espinha de peixe” devido ao seu formato, onde são apreciados todos os itens de verificação (Processo) e itens de controle (Saída), conforme mostra a Figura 3.3.

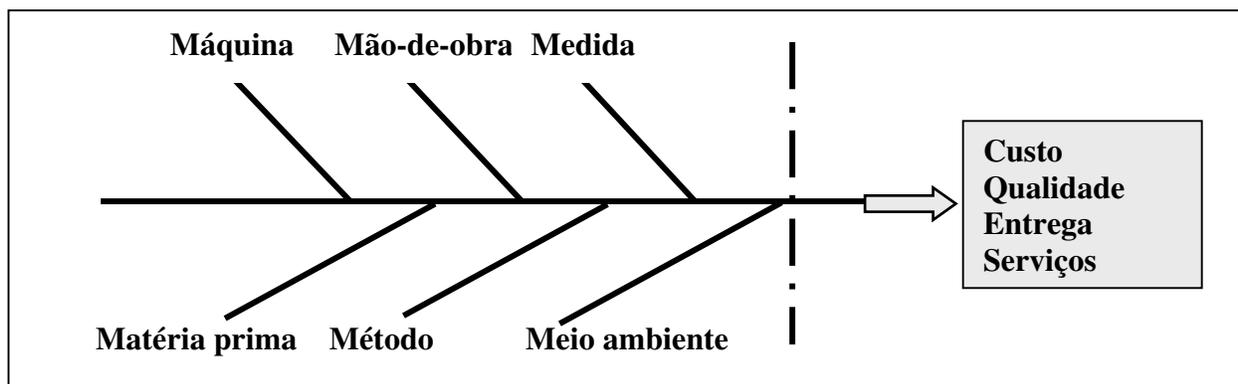


Figura 3.3 - Diagrama de Ishikawa, Tubino(2000).

Na referida proposição, os processos são representados por um conjunto de fatores, que se habilmente processados, resultam num efeito ou produto.

O Diagrama Causa-Efeito é utilizado no método para identificar causas dos defeitos priorizados através do Diagrama de Pareto. A finalidade é conhecer tais causas, o que possibilita a ação mais adequada na eliminação/correção destas causas.

O Diagrama Causa-Efeito permite a visualização da seqüência de tarefas para a execução de um serviço, desde as tarefas de preparação até a conclusão do serviço. É muito utilizado na fase de análise dos problemas levantados e identifica a relação entre uma característica da qualidade e os fatores que a determinam. As causas são classificadas de acordo com as categorias que atendam as características próprias da empresa e o diagrama começa a se configurar com a aparência de uma espinha-de-peixe. Efetivamente, constitui-se um diagrama de registro das diversas causas de um determinado problema, a partir da análise e da classificação das prováveis origens destas causas, motivo pelo qual é conhecido como diagrama de causa-efeito.

São as seguintes etapas para elaboração desse diagrama:

- analisar um problema previamente escolhido, acompanhado de uma descrição, onde e quando ocorre e qual a sua extensão;
- utilizar a técnica de Brainstorming para encontrar o maior número possível de causas que possam contribuir para gerar o defeito;
- facilitar a identificação e a análise, agrupando-se as causas em seis categorias: máquina, mão-de-obra, medida, matéria prima, método e meio ambiente;
- construir o diagrama na forma de espinha de peixe;
- exaurir todas as idéias sobre os possíveis problemas, para então identificarem-se as causas mais prováveis, inscrevendo um círculo no diagrama.

## **b) Fase 2: Coleta de Dados**

Utiliza-se com a finalidade de fornecer dados históricos, assim como realizar a coleta de dados durante um certo período de tempo, para que as informações possam servir de subsídios para análise dos problemas.

### **b.1) Lista de Checagem(Check List)**

Formulário de coleta de dados, simplificado, no qual o registro e a análise de dados são feitos de forma rápida e simples. Sua principal característica é facilitar a compilação de dados, permitindo rápida utilização e análise. Serve para verificar quais itens de um projeto de construção já foram executados. Pode-se, através deste instrumento de acompanhamento, elencar, na forma de planilha, todas as irregularidades, norteando, por conseguinte, os gerenciadores de projetos e toda sua equipe, de forma a facilitar, nas determinações às suas equipes, quanto as retificações dos serviços ou produtos a serem providenciados em caráter emergencial, tendo em vista o prazo de entrega conforme cláusula contratual.

Tal lista de checagem é composta por enfoques, a serem avaliados pelos gerentes e técnicos da empresa. Estes fazem uma análise crítica da situação que é a etapa que fornece informações que pesarão nas tomadas de decisão, adequação e implantação do sistema existente. A conclusão da empresa, tendo como base o diagnóstico e a abordagem da qualidade, faz com que seja possível a elaboração de um plano de ação, objetivando conter o estabelecimento, procedimentos



Destina-se propriamente à alta gerência, que terá oportunidade de avaliar se os investimentos feitos estão alcançando os resultados esperados. Estes poderão acompanhar os passos de um processo de melhoria contínua da qualidade, desde o instante anterior à sua implantação até os dias atuais, descrevendo numa curva de tendência e comparando-a com a curva estimada, com um objetivo a ser alcançado. É também chamado de Gráfico de Acompanhamento ou Gráfico Sequencial.

### **c) Fase 3: Análise de Dados**

Tem como finalidade analisar os dados coletados na fase anterior, para encontrar causas mais frequentes de problemas e atuar sobre as mesmas.

#### **c.1) Diagrama de Pareto**

Este diagrama é utilizado como uma ferramenta para análise de dados. Ele permite especificar prioridades entre as mais diversas causas detectadas. Ressalta a importância relativa entre vários problemas ou condições, com o propósito de eleger pontos de partida para a solução de um problema ou apreciar um progresso ou incorporar a causa de um problema, em especial. Para a elaboração do referido diagrama, que mostra o número de ocorrência de cada causa, são necessários os dados observados e catalogados, referentes a defeitos apresentados nos ambientes sanitários das obras.

O objetivo principal do diagrama de Pareto é mostrar a frequência das ocorrências de defeitos, dando ênfase à priorização e classificação dessas ocorrências. Esse diagrama ordena a frequência das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a hierarquização dos elementos que estão sendo analisados.

As ocorrências então verificadas, geram o que se denomina de diagrama de Pareto, essencial para as correções das não-conformidades. Por outro lado, como podemos constatar, serve também para utilização de uma série de outras aplicações dentro da construção civil, como gerenciamento de oportunidades de melhoria.

Para tanto foi indicado o diagrama de Pareto, ferramenta que deve ser conduzida pelos gerenciadores, como forma de gerar a melhoria contínua, de sorte a permitir um aproveitamento

do processo, determinante na redução dos custos e o aumento da produtividade.

#### **d) Fase 4: Plano de Ação**

Serve para avaliar as sugestões encontradas para a melhoria do processo, colocando-se à disposição para serem implantadas.

##### **d.1) Ferramenta: 5W + 2H**

É uma técnica que serve para a elaboração de um Plano de Ação e consiste na estruturação de uma atividade através da identificação de o que, onde, quando, por que e como. A Tabela 3.2 mostra claramente o Plano de Ação que será adotado para atingir um objetivo. Tem como finalidade avaliar as sugestões encontradas para a melhoria do processo e colocá-las à disposição para serem implantadas.

**Tabela 3.2 -Ferramenta: 5W + 2H. Plano de ação, Maués (1996).**

<b>PLANO DE AÇÃO</b>		
What	Quê?	Que operação é esta?
		Qual é o assunto?
		O que deve ser medido?
Who	Quem?	Quem conduz esta operação?
		Qual o setor responsável?
Where	Onde?	Onde a operação será conduzida?
		Em que lugar?
Why	Por quê?	Por que esta operação é necessária?
		Ela pode ser omitida?
When	Quando?	Quando será feito?
How	Como?	Como conduzir esta operação?
		De que maneira?
How Much	Quanto Custa?	Quanto custa realizar a mudança?
		Quanto custa a operação atual?
		Qual a relação custo/benefício?

À medida que os processos tornam-se mais complexos e menos definidos, fica bem mais difícil identificar a função satisfeita, assim como as causas que dão origem aos efeitos sentidos. A utilização da ferramenta 5W+2H é muito útil para enfrentar essas situações.

Após o conhecimento das causas dos problemas, sugere-se o Plano de Ação para combatê-las. Significa, em última análise, definir as mudanças possíveis a curto, médio e longo prazo, com

a finalidade de melhoria do processo. Consiste em que sejam feitas perguntas de modo a explorar exaustivamente o tema em questão.

#### **e) Fase 5: Implementação**

Esta fase dá sugestões para a melhoria do processo e será realizada pela empresa, de acordo com os recursos disponíveis.

### **3.3.4 Passo 4: Controle Contínuo dos Processos**

#### **a) Fase 1: Sistema de Análise do Desempenho**

##### **a.1) Produtividade**

É necessário apropriar-se dos índices de produção, diariamente, de cada tarefa programada, os quais são fornecidos pela aplicação da Equação 3.1, de acordo com Souza (1996). Para tanto, deve-se ter a quantidade produzida e a quantidade de recursos humanos necessários para essa produção.

$$RUP = \frac{\text{Homens - hora}}{\text{Quantidade de Serviço}} \quad (3.1)$$

##### **a.2) Controle de Produção**

###### **a.2.1) Ficha de Controle de Produção**

São dados muito importantes que objetivam a aplicação de mão-de-obra para cada tipo de serviço a ser executado num canteiro de obras. Recomenda-se que esses dados sejam cadastrados por pessoas qualificadas, por se tratar de uma tarefa que requer muita atenção, pois os dados levantados, no decorrer de um determinado serviço, podem vir a ser utilizados em novas composições.

Vale lembrar que um determinado serviço, para efeito de cálculo desse coeficiente, deve ser praticado de preferência por observadores distintos, no mínimo, três vezes, considerando operários de canteiros de obras diferentes, porém nas mesmas condições de trabalho.

O sistema utilizado para passar as informações, decorrentes da programação de serviços para a mão-de-obra, foi o da Ficha de Controle de Produção (FCP), dotada de todas as informações necessárias para a execução de uma tarefa. A técnica consiste na medição da produção diária, tendo como ponto de partida a utilização dessas Fichas de Controle de Produção de Apropriação de Dados, conforme ilustram as Tabelas 3.3 e 3.4, respectivamente.

**Tabela 3.3 - Ficha de Controle de Produção: Oficial.**

FICHA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO								
Categoria Profissional		Descrição do Serviço				Período de Medição:		
						<b>Data:</b>		
Nome		Horas trabalhadas						
		2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	Sáb.	Dom.
<b>Total de Hh diárias</b>								
<b>Total Hh acumulada</b>								
Produção	Área aplicada	Produtividade	<b>RUP ( Hh/m<sup>2</sup>):</b>					
			<b>m<sup>2</sup>/dia/pedreiro:</b>					
	<b>M<sup>2</sup>/hora/pedreiro:</b>							
	<b>Bloco/dia/pedreiro:</b>							
Quantidade de material	<b>Bloco/hora/pedreiro:</b>							

**Tabela 3.4 - Ficha de Controle de Produção: Servente.**

FICHA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO								
						<b>Data:</b>		
Nome		Horas trabalhadas						
		2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	Sáb.	Dom.
<b>Total de Hh diárias</b>								
<b>Total Hh acumulada</b>								
Produtividade			<b>RUP ( Hh/m<sup>2</sup>):</b>					
			<b>m<sup>2</sup>/hora/servente:</b>					

A quantidade de horas (h) é obtida em função do tempo disponível dos oficiais, meio oficiais e serventes executores do serviço de cada dia. Por outro lado, o valor de homens (H), refere-se à quantificação dos operários, segundo suas funções no serviço. Assim, os homens-hora (Hh) representam a quantidade de horas trabalhadas pelos contratados, na operacionalização de um determinado serviço, nos canteiros de obra. Para ser obtido o número de homens-hora (Hh), utilizado em uma determinada tarefa realizada em um dia de trabalho, procede-se ao somatório das horas trabalhadas por cada membro da equipe. Essa quantificação é a expressão numérica do recurso mão-de-obra, que compõe a entrada do processo construtivo.

Através dessas fichas, é possível ser mensurada a quantidade de serviço realizado e a quantidade de homens-hora (Hh) apropriados num determinado período. São ferramentas possuidoras de campos para apropriação de informações que devem ser confeccionadas em função do tipo de tarefa a ser realizada. Neste particular, foram desenvolvidas Fichas de Controle de Produção para apropriações distintas, objetivando o controle dos dados de alvenaria e revestimento.

É conveniente que o observador tenha um modelo de ficha apropriado, para cada tipo de serviço, onde devem constar: características do serviço, dimensões, número e qualificação dos operários, tempo de observação, materiais, equipamentos, ferramentas e quantidades, respectivamente, utilizados.

Com esses dados coletados, utiliza-se, então, a Equação 3.2, segundo Coêlho (2001), para dimensionamento do tamanho da equipe de trabalho adaptada para este estudo.

$$\text{Tamanho}_{(\text{Equipe})} = \frac{\text{Quantidade}_{(\text{Serviço})} \times \text{RUP}}{\text{Tempo}_{(\text{Execução})}} \quad (3.2)$$

Numa equipe de trabalho, precisa ser determinado o número de participantes. Para tanto, é necessária a quantidade de serviços a ser executada, a produtividade da mão-de-obra, mensurada através de indicador pré-definido pela Razão Unitária de Produção (RUP) e o prazo destinado à execução do serviço (t).

Para o preenchimento da Ficha de Controle de Produção, basta ser identificado qual o tipo de serviço a ser realizado. Observa-se a praticidade da intervenção no local de trabalho, uma vez

que todos os indicadores são detectados, à proporção que são feitas as coletas dos dados. Em última análise, é um verdadeiro banco de dados, podendo, portanto, oferecer dados futuros, tanto para a própria empresa, como para empresas que em parceria necessitam desses dados, assim como para pesquisadores.

Os valores de produtividade também mudam, caso sejam considerados apenas oficiais, ou a equipe de ajudantes de apoio.

O dimensionamento da equipe é feito pela RUP Potencial que indica uma meta por ciclo de produtividade possível de ser atingida. Já com a RUP Cumulativa, verifica-se o custo da obra, pois a razão indica a média de produtividade, apontando os resultados bons e ruins. A diferença entre a RUP Potencial e a RUP Cumulativa é a  $\Delta RUP$ , que indica o quão distante a produtividade encontra-se da meta.

Porém, a RUP Potencial pode variar de um mesmo serviço, dependendo do tipo de acabamento e aplicação. Um serviço de revestimento interno com argamassa terá melhor produtividade, caso o acabamento seja sarrafeado, pois exige menos trabalho que o desempenado. A RUP Global do serviço indica a produtividade de toda a equipe, tanto a direta quanto o apoio indireto. O tempo em que a RUP é calculada pode ser diário, semanal ou por ciclos.

A medição observa as variáveis de cada obra para mostrar qual será a produtividade ideal e definir metas possíveis de serem atingidas.

A RUP é utilizada no dimensionamento da equipe necessária para concluir o serviço, no cronograma estipulado.

Funcionários bem treinados e bem pagos produzem mais. Muitas vezes, faltam material e instrução do serviço, a equipe está superdimensionada, há um número insuficiente de ajudantes por pedreiro e o equipamento quebra. O ganho da construtora está na produtividade.

Para implementar um programa de produtividade, é necessário mostrar ao empreiteiro que a medição pode aumentar o seu lucro. O mestre-de-obras precisa transmitir para a equipe a idéia e a vontade de participar do programa. É necessário convencer o operário de que, se ele não estiver engajado no programa, será substituído.

A programação semanal, quinzenal ou mensal pode ser realizada através de planilha específica ou ficha de produção, observando-se que esta última, preferencialmente, deve ser utilizada para cada tarefa e, ao término de cada tarefa, todas as informações coletadas devem ser lançadas numa planilha de controle geral.

Face à heterogeneidade de características que estão presentes nos serviços dos canteiros de obra, não é recomendável se utilizar somente um tipo de RUP, quando se deseja quantificar a produtividade da mão-de-obra, qualquer que seja a tarefa.

Segundo Souza (1996), temos as seguintes modalidades de RUPs:

1. **RUPdiária:** a coleta é feita diariamente. Esta é calculada, dividindo-se a quantidade de horas diárias utilizadas e a quantidade de serviço executado pela equipe responsável pela tarefa.
2. **RUPcumulativa:** é a razão entre os valores acumulados de homens-hora (Hh) e a quantidade de serviço, alusivos ao período estudado.
3. **RUPpotencial:** utilizam-se os recursos estatísticos, tendo em vista que esta é calculada através da mediana dos valores da RUP diária que estão abaixo do valor da RUP cumulativa. É a RUP potencial com maior possibilidade de ocorrência, dentre os dias considerados normais.

Ainda segundo Souza (1996), esse valor indica a produtividade possível de ser obtida pela equipe, nas condições de trabalho em que estiveram executando a tarefa, considerada representativa de um bom desempenho e possível de ser repetida muitas vezes na obra apreciada.

### **a.3) Critérios Técnicos**

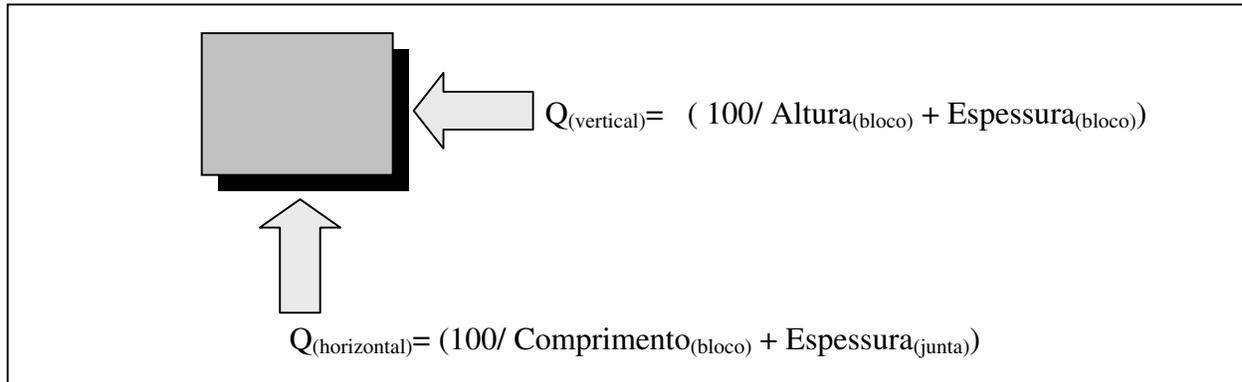
#### **a.3.1) Cálculo do fator número de peças**

É essencial que haja um roteiro de cálculo, para o balizamento das quantidades de materiais a serem efetivamente utilizados em cada tarefa.

##### **a.3.1.1) Cálculo da quantidade de blocos**

O pesquisador estabelece que seja utilizada a seguinte expressão matemática, para a

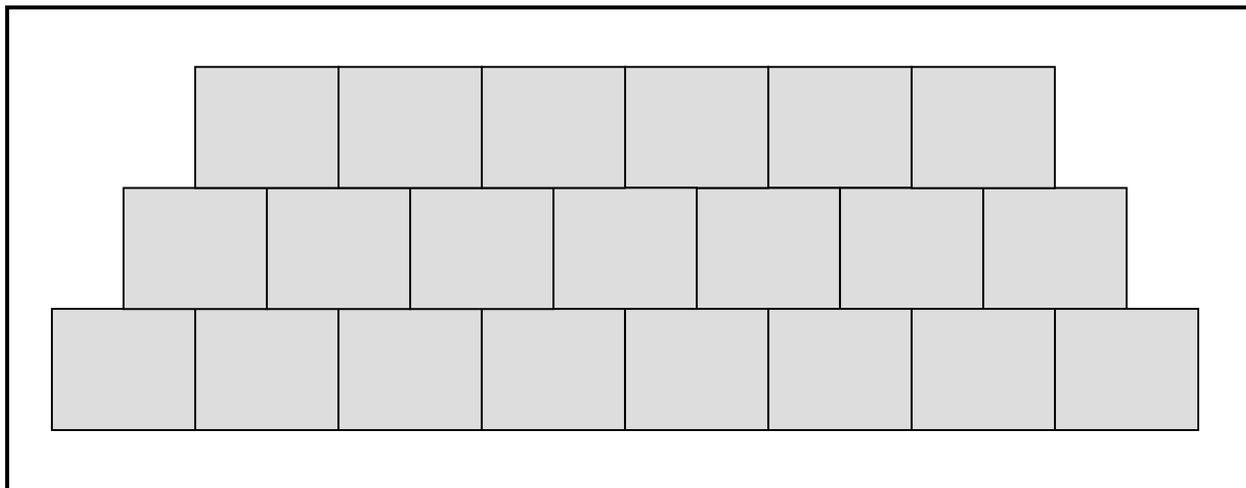
quantificação de blocos cerâmicos, conforme especificado na Equação 3.3. Para o cálculo da quantidade de blocos, é evidente a necessidade do conhecimento de suas dimensões, bem como da espessura da junta, de conformidade com o exposto na Figura 3.4. A quantificação do material necessário para confecção de 1 m<sup>2</sup> de alvenaria de blocos cerâmicos, tendo em vista a paginação mostrada na Figura 3.5, é levada em ponderação o que segue:



**Figura 3.4 - Detalhe do bloco cerâmico e espessura da junta.**

Logo, Quantidade<sub>(bloco)</sub> = Q<sub>(horizontal)</sub> x Q<sub>(vertical)</sub> ou ainda:

$$\text{Quant.} = \left[ \frac{100}{\text{Comp.}_{(\text{tijolo})} + \text{Esp.}_{(\text{junta})}} \right] \times \left[ \frac{100}{\text{Alt.}_{(\text{tijolo})} + \text{Esp.}_{(\text{tijolo})}} \right] \quad (3.3)$$



**Figura 3.5 - Elevação de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.**

#### **a.4) Modulação**

##### **a.4.1) Alvenaria de vedação**

##### **a.4.1.1) Cálculo do número de elementos**

Utilizam-se, em princípio, as seguintes expressões simplificadas para o cálculo da quantificação dos blocos, levando-se em consideração a largura do vão e o pé-direito, conforme exemplificam as Equações 3.4 e 3.5, respectivamente:

- Largura do vão

$$\text{Quantidade}_{(\text{bloco})} = L_{(\text{vão})} / (L_{(\text{bloco})} + 1) \quad (3.4)$$

- Pé-direito

$$\text{Quantidade}_{(\text{bloco})} = H_{(\text{vão})} / (h_{(\text{bloco})} + 1) \quad (3.5)$$

#### a.4.2) Revestimento cerâmico

##### a.4.2.1) Cálculo da quantidade de placas cerâmicas

Utilizaram-se, para o cálculo do número de placas cerâmicas para revestimento de paredes, juntas a prumo, os detalhes construtivos referenciados, nas Figuras 3.6 e 3.7.

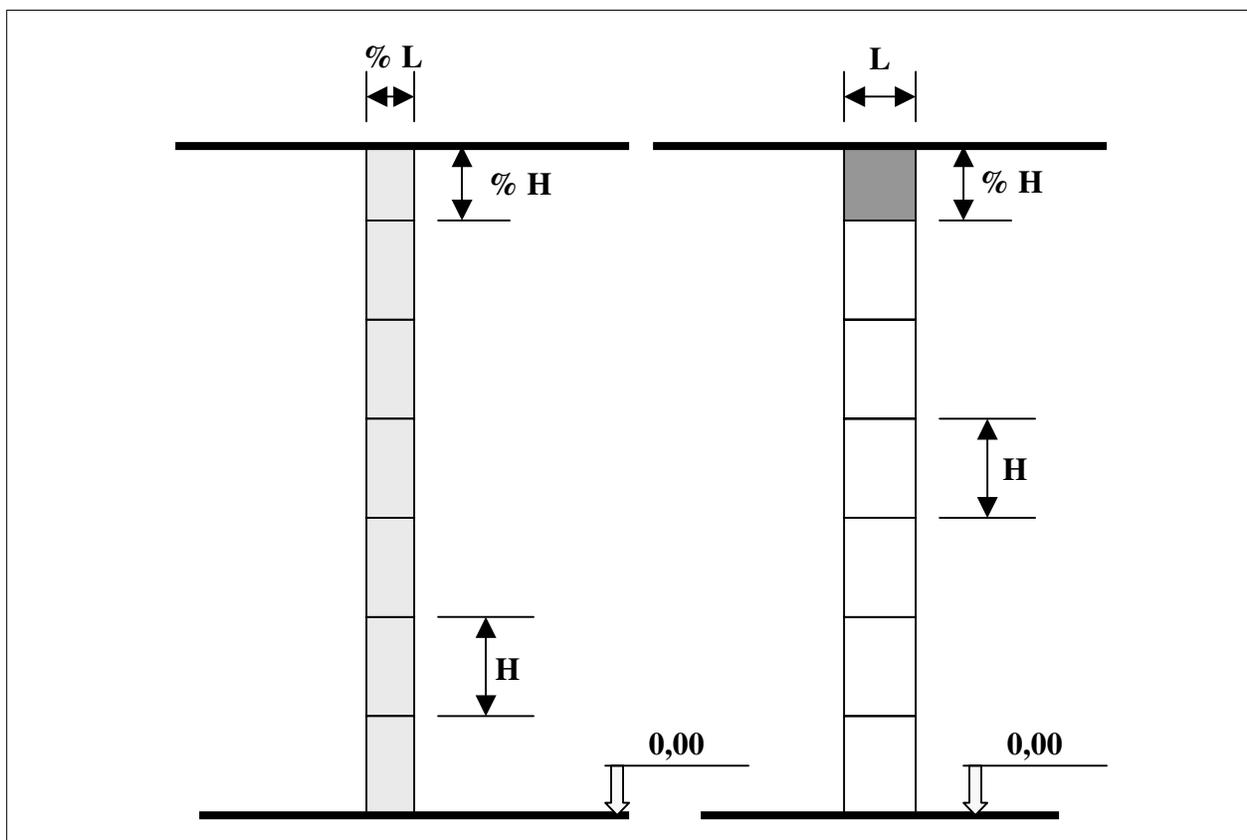
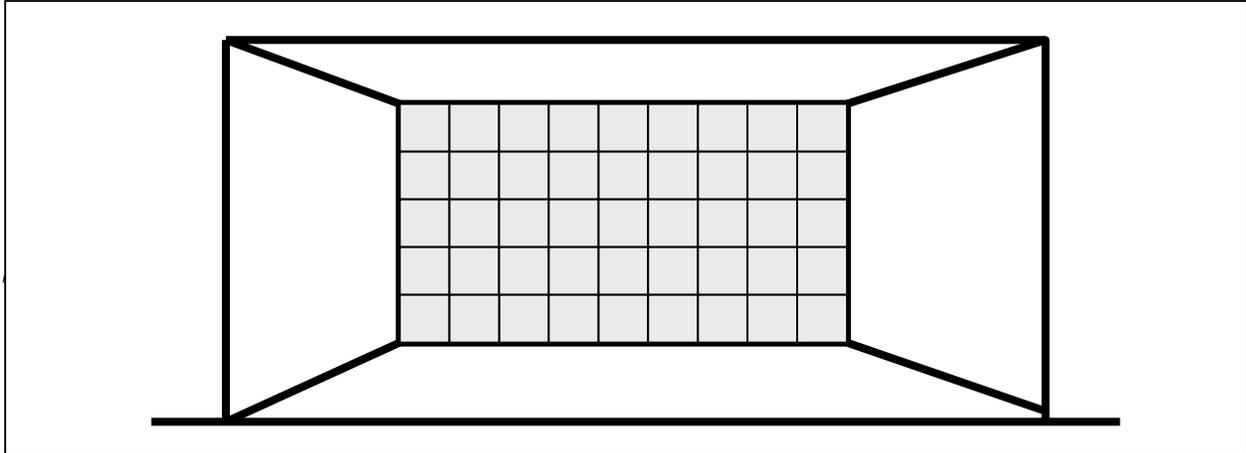
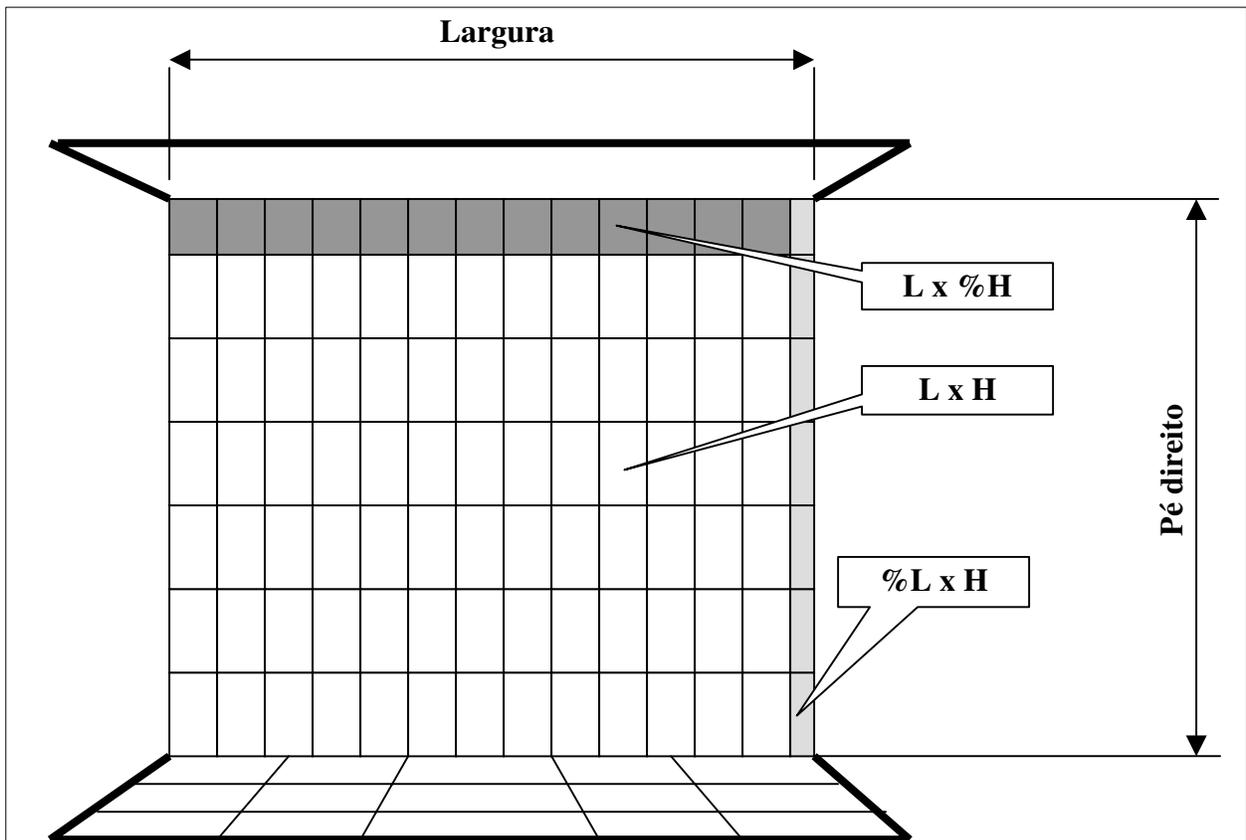


Figura 3.6- Detalhes construtivos. Peças cerâmicas (inteiras e cortadas).



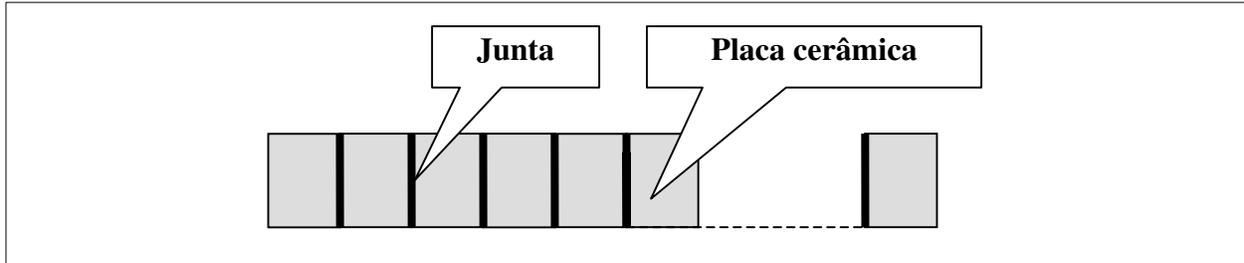
**Figura 3.7 - Paginação com peças cerâmicas para o revestimento de paredes, por área.**

Por meio da Figura. 3.8, exemplifica-se como pode ser utilizado um modelo matemático para o cálculo do número de peças a serem necessariamente assentadas em cada pano de parede das dependências projetadas, otimizando o uso inadequado das peças, e evitando o desperdício gritante nos canteiros de obra. Deve ser calculado, por intermédio da Equação 3.6, o número de peças horizontalmente assentadas.



**Figura 3.8 - Paginação do revestimento com placas cerâmicas.**

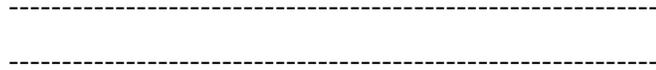
Para o cálculo da quantidade do número de placas cerâmicas, tanto na horizontal como na vertical, foram desenvolvidas pelo autor da pesquisa equações levando em consideração as dimensões e espessura da junta. Assim, para o caso do número de placas cerâmicas assentadas horizontalmente, admitindo-se que para cada duas peças cerâmicas existe uma junta, de acordo com a Figura 3.9, tem-se:



**Figura 3.9 - Detalhes construtivos.**

$$2L_{(placa)} + espessura_{(junta)} = L_{(vão\ 1)}$$

$$3L_{(placa)} + 2 \times espessura_{(junta)} = L_{(vão\ 2)}$$



$$n \times L_{(placa)} + (n-1) \times espessura_{(junta)} = L_{(vão)}$$

Donde:

$$n \times L_{(placa)} = L_{(vão)} - (n-1) \times espessura_{(junta)}$$

$$n \times L_{(placa)} = L_{(vão)} - n \times espessura_{(junta)} + espessura_{(junta)}$$

$$n \times L_{(placa)} + n \times espessura_{(junta)} = L_{(vão)} + espessura_{(junta)}$$

$$n(L_{(placa)} + espessura_{(junta)}) = L_{(vão)} + espessura_{(junta)}$$

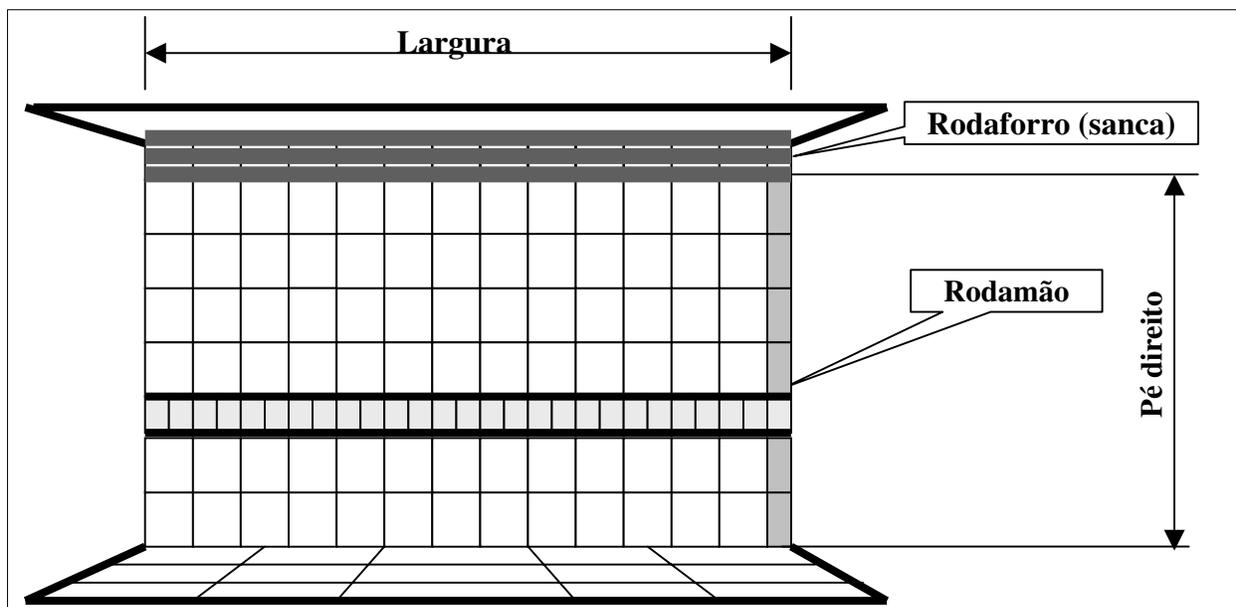
Sendo “n” o número de placas assentadas horizontalmente, conclui-se o que preconiza a Equação 3.6.

$$\text{número}_{(placas-horizantal)} = \frac{L_{(vão)} + espessura_{(junta)}}{L_{(placa)} + espessura_{(junta)}} \quad (3.6)$$

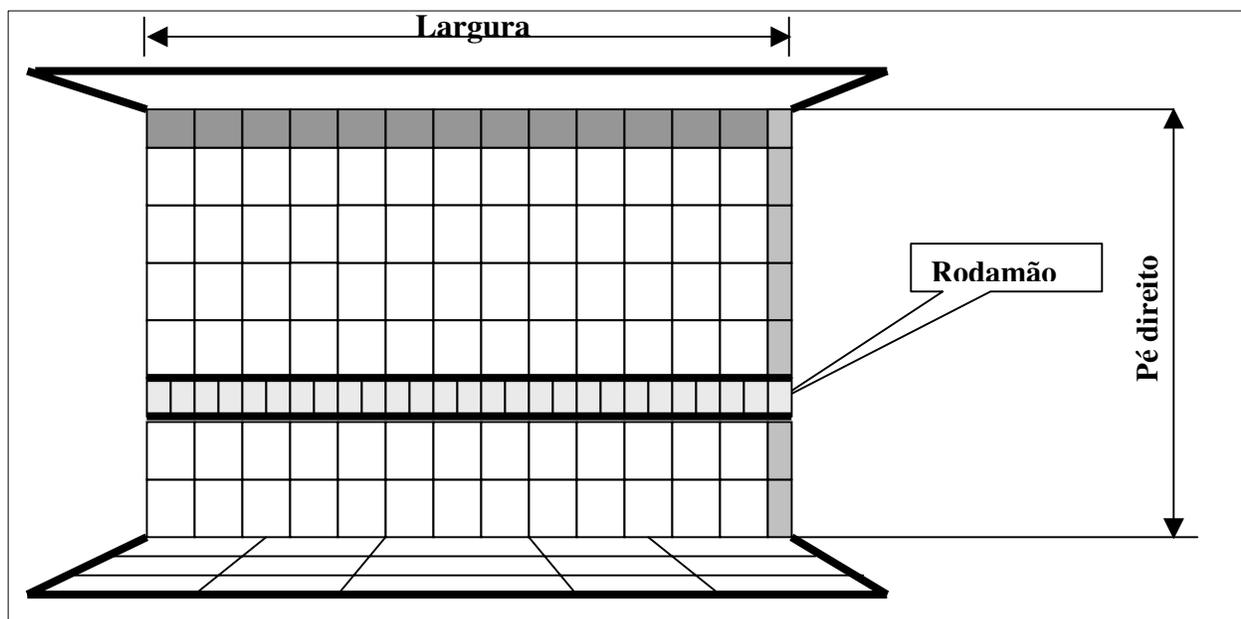
De forma semelhante, chega-se à conclusão de que a quantidade do número de placas cerâmicas assentadas na vertical corresponde ao mostrado pela Equação 3.7.

$$\text{número}_{(placas-vertical)} = \frac{H_{(fiadas)} + espessura_{(junta)}}{h_{(placa)} + espessura_{(junta)}} \quad (3.7)$$

O resultado, assim, obtido expressa a quantidade de placas necessárias. Havendo, no entanto, fração, significando o percentual que deverá ser aplicado sobre a largura da peça ou altura, respectivamente, quando se tratar do cálculo na horizontal ou vertical de um revestimento cerâmico. As equações retrocitadas contemplam a quantidade do número de placas cerâmicas, quando existirem, também, os acabamentos especificados, tanto na Figura 3.10, quanto na Figura 3.11.



**Figura 3.10 - Pano de parede provido de faixas (rodamão) encobertos por rodaforno (sanca).**



**Figura 3.11 - Pano de parede provido de faixas (rodamão).**

## **b) Fase 2: Melhoria Contínua**

O processo de melhoria contínua é fundamental para se obter resultados significativos, decorrentes das soluções encontradas com o uso das ferramentas sugeridas. Após a elaboração dos padrões, realizam-se a sua documentação e a implantação; o processo deve ser monitorado constantemente seguindo a filosofia do ciclo do PDCA.

Utiliza-se o PDCA (Plan – Do – Check – Action) que é uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão. Considerou-se a implementação desse tipo de ferramenta de planejamento que se baseia em ações direcionadas ao resultado. Em cada etapa do planejamento, existe uma tarefa a ser cumprida e satisfeita para poder passar para a etapa seguinte. Dessa forma, existirão uma rotina lógica em cada ação alicerçada e um diagnóstico de necessidades e metas a serem alcançadas.

Com o PDCA pode-se, evidentemente, também usar para levar a melhoramentos, no tocante, por exemplo, à melhoria das diretrizes de controle. No primeiro ciclo, planejando-se uma tarefa a ser alcançada e, por conseguinte, a elaboração de um plano de ação, para que a mesma possa ser atingida. Caso, no entanto, não seja atingido esse intento, volta-se à etapa inicial para que então possa ser refeita. Porém, em caso afirmativo, providencia-se essa sistematização como nova ação.

O ciclo PDCA para controle de processos é o método de gerenciamento da qualidade proposto pelo TQC. A proposta do TQC é de que cada pessoa na empresa, dentro da sua atribuição funcional, empregue o PDCA para gerenciar suas funções, garantindo o atendimento dos padrões.

De acordo com Tubino (2000), é sempre prudente ser estabelecido o modelo seqüencial a seguir: a etapa de planejamento, que inicia o giro do ciclo, tem por função estabelecer os objetivos a serem alcançados com o processo, ou, em outras palavras, as metas sobre os itens de controle do processo. A etapa seguinte do ciclo é a execução dos procedimentos-padrões de operação pelos funcionários. Inicia-se essa etapa pela educação e treinamento, segundo os procedimentos-padrões definidos, das pessoas que irão participar da tarefa, incluindo-se no treinamento a função de coleta de dados.

Feito, porém, o trabalho e coletados os dados, a terceira etapa do ciclo do PDCA do TQC

(Controle da Qualidade Total) é a verificação, comparando-se os resultados obtidos com os padrões de controle estabelecidos. Finalmente, a etapa agir corretivamente dentro do ciclo do PDCA objetiva eliminar definitivamente o problema.

Uma das razões principais da inclusão dessa ferramenta na metodologia proposta foi pela constatação de problemas nos canteiros de obra visitados preliminarmente. Exercitou-se, então, nesse momento, parte da metodologia proposta, qual seja: para atingir as metas propostas, deve-se fazer um novo seqüenciamento. Na fase seguinte, com exaustiva pesquisa, deve-se estabelecer a origem desse atraso, com base nos itens de verificação sobre os seis fatores (matéria-prima, máquina, mão-de-obra, medida, método e meio ambiente) do processo de produção gerador do atraso, tendo em vista a necessidade de ser identificada a verdadeira causa, para então reinicializar o ciclo do PDCA do TQC com novas diretrizes de controle.

Ainda, segundo Tubino (2000), nesse método de gerenciamento, todas as vezes que um problema é identificado e solucionado, o sistema produtivo passa de forma ascensional para um patamar superior de qualidade, uma vez ter sido feita a busca dentro da ótica do melhoramento contínuo, em que problemas são vistos como oportunidades para melhorar o processo produtivo.

## **Capítulo 4**

### **Aplicação do Modelo: Um Estudo de Caso**

#### **4.1 Considerações Iniciais**

Com o objetivo de melhor exemplificar a conceituação teórica delineada, foi feita uma aplicação prática do método proposto.

Neste capítulo, tenta-se descrever o estudo de caso realizado, buscando mostrar, em primeiro lugar, os objetivos almejados, passando, então, daí para uma apresentação da obra eleita, bem como de suas características desenvolvidas, em cada etapa.

Denominou-se como Obra-Estudo de Caso a construção da qual foi coletado o dado para a proposta de montagem de um banco de dados. Todo o prédio possui estrutura projetada, dotada de concreto armado tradicional e vedação em alvenaria de blocos cerâmicos. Os revestimentos aplicados nas áreas dos ambientes sanitários são placas cerâmicas assentadas com argamassa colante e feito o rejunte com argamassa industrializada.

Na seqüência, expõe-se o estudo de campo e como foi implantada sua operacionalização dentro de um canteiro de obra, tendo em vista a aplicabilidade da proposta para estudo da produtividade da mão-de-obra em alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários, de conformidade com o exposto, apresentando-se os resultados e análise da mensuração efetivamente realizada.

O procedimento do desenvolvimento experimental do presente trabalho foi realizado de acordo com as determinações pré-estabelecidas em termos de uma melhor transferência de

conhecimentos aos participantes, haja vista ser uma fase que deve apresentar-se bem elaborada, visando não existir nenhuma dúvida.

Nesse contexto, foi feito um Estudo de Caso de um prédio residencial multifamiliar, implantado em São Luís, sendo oportunizado pela gerência o acompanhamento das etapas de execução dos serviços dos pavimentos típicos. Por outro lado, procurou-se desenvolver e aplicar ferramentas de coleta de dados que possibilitassem um mapeamento das eventuais dificuldades, detectadas no decorrer da execução das tarefas planejadas, sem deixar de lado os reflexos advindos dos possíveis obstáculos.

A metodologia proposta visa suprir a necessidade da empresa de realizar mudanças no atual processo produtivo. Daí, pois, a tomada de decisão pela realização deste trabalho na produtividade da mão-de-obra nos serviços de alvenaria. Seu revestimento ocorreu pelos motivos abaixo:

- pela necessidade da empresa em organizar e modernizar seu canteiro de obra, em virtude de este ocupar uma função importante no seu processo produtivo;
- oferecer suporte às pessoas envolvidas no processo, para consolidarem os conceitos de qualidade assim como utilizarem as ferramentas existentes;
- devido a decisão de priorizar a execução de componentes e/ou serviços, no sentido de criar um ambiente motivacional para mudanças, dando ênfase ao processo produtivo com base nos conceitos da Engenharia de Produção.

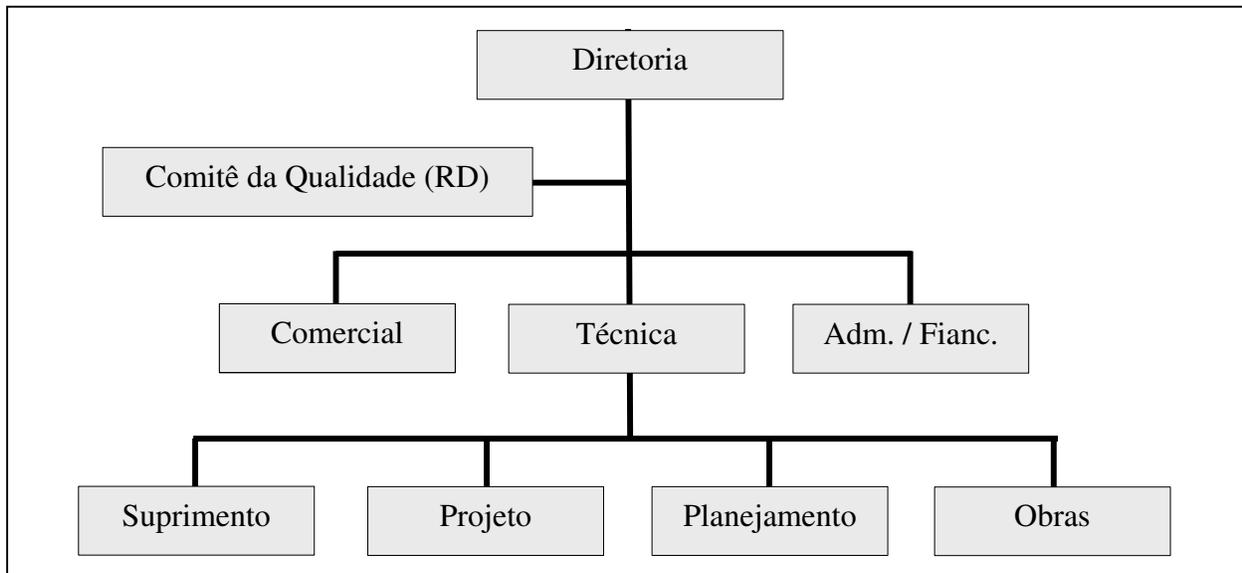
## **4.2 Análise da Empresa**

### **4.2.1 Caracterização da Empresa**

A empresa especificada para aplicação do estudo é brasileira fundada em 1982, com sua sede em São Luís considerada pelas estatísticas como de médio e grande porte e possuidora de grande acervo construtivo realizado durante toda a sua existência, tendo em vista a sua reconhecida capacidade técnica e credibilidade que repassa aos seus clientes. Destaca-se principalmente na execução de edificações residenciais multifamiliares e na área de projetos.

A empresa possui os seguintes equipamentos: Gruas, Elevadores de Carga e Plataformas,

Foguetes, Estruturas Tubulares, Gerador, Bancada de Serra para corte de madeira e Betoneiras. Atualmente tem em execução duas outras obras. Possui um contingente de 120 funcionários, dos quais 100 encontram-se lotados no canteiro de obra e 20 em setores administrativos. Sua estrutura organizacional possui três níveis hierárquicos: Diretoria Geral, Diretoria Comercial, Diretoria Técnica, Diretoria Administrativa e Financeira, sendo que a Diretoria Técnica é constituída por Suprimento, Projeto, Planejamento e Obras, conforme mostrado na Figura 4.1.



**Figura 4.1 - Organograma. Visão funcional da empresa estudada.**

No canteiro de obra, durante a jornada de trabalho, aplicou-se o instrumento de pesquisa primeiramente num grupo de 30 trabalhadores. Procedeu-se com reaplicação do instrumento, após três dias, com novos grupos de 30 trabalhadores, com a finalidade de verificar a validade do mesmo.

Foi preparado um roteiro de pesquisa que proporcionou as entrevistas com os diretores, gerentes e funcionários, tomando-se o cuidado de investigar as principais prioridades necessárias à implantação da metodologia proposta: projeto, processo/tecnologia, instalações do canteiro de obras, capacidade/demanda, quantificação das equipes de trabalho, qualidade, organização, administração de filas e de fluxo, sistemas de informação e segurança, gestão de materiais, gestão do cliente, medidas de desempenho, controle das operações e sistema de melhoria.

## **4.3 Estudo de Caso**

### **4.3.1 Caracterização do Estudo de Caso**

Procurou-se avaliar no Estudo de Caso o projeto quanto à sua eficiência, com o respaldo das sugestões da equipe de produção e as ocorrências identificadas no desenvolver dos trabalhos. O Estudo de Caso é caracterizado pela intervenção em um canteiro de obra para estudo da produtividade da mão-de-obra, buscando-se a melhoria contínua do processo construtivo aqui proposto. Todavia, nesta metodologia, tomando-se como base sua aplicação da forma proposta neste trabalho, buscou-se um aprendizado por parte daqueles que participam, em face de uma exigência de um treinamento. Quanto mais planejado, melhor será o desempenho dos participantes, razão pela qual é muito importante que seja definida com os gerenciadores a estratégia para realizar os trabalhos no canteiro. Este treinamento, no entanto, sendo feito no próprio local de trabalho, possibilita mostrar os materiais e sua utilização dentro da técnica de execução, inclusive caso seja possível, com a participação de representantes da indústria produtora desses materiais, de forma a alertar a todos uma melhoria do processo. Com este objetivo, diminuem-se as perdas e erros e baseia-se este aprendizado nos indicadores propostos no capítulo anterior. Por outro lado, a organização do canteiro de obra deve ser enfatizada, pois é fundamental para evitar desperdícios de tempo, sistema de suprimento com fluxo que atenda satisfatoriamente, evitar perdas de materiais, defeitos de execução e falta de qualidade final dos serviços realizados, assim como dar conhecimento da NR (Norma Regulamentadora) 18 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Em tempo muito próximo, não haverá mais espaço para o desperdício de tempo e materiais, que hoje é o grande vilão da construção civil. Há, portanto, necessidade de uma substancial mudança cultural.

### **4.3.2 A Obra Estudada**

É essencial, antes de tudo, o conhecimento da realidade do canteiro da obra, pois sem este conhecimento se torna difícil a obtenção das diretrizes para a otimização, em conformidade com a disponibilidade dos recursos disponíveis.

A obra estudada para a aplicação do Estudo de Caso é um prédio projetado para uso residencial multifamiliar, conforme referido anteriormente, composto de garagens no térreo e dez

andares, cada qual com 371,57 m<sup>2</sup> e dotado da construção de quatro apartamentos típicos.

Os serviços, de acordo com as Tabelas 4.1e 4.2, foram sendo executados em paredes da cozinha, banheiro social, banheiro suíte e área de serviço do apartamento do oitavo andar (Apartamento 801).

**Tabela 4.1 - Características dos ambientes (alvenaria).**

<b>Ambiente</b>	<b>Tamanho dos blocos cerâmicos de seis furos (largura x altura x profundidade)</b>	<b>Padrão de Assentamento</b>	<b>Frequência de Detalhes na Modulação</b>
Cozinha	0,19 cm x 0,13 cm x 9 cm	Cutelo	Não
Banheiro Social	0,19 cm x 0,13 cm x 9 cm	Cutelo	Não
Banheiro Suíte	0,19 cm x 0,13 cm x 9 cm	Cutelo	Não
Área de Serviço	0,19 cm x 0,13 cm x 9 cm	Cutelo	Não

**Tabela 4.2 - Características dos ambientes (revestimento cerâmico).**

<b>Ambiente<sup>75</sup></b>	<b>Tamanho das Placas (largura x altura)</b>	<b>Padrão de Assentamento</b>	<b>Frequência de Detalhes na Paginação</b>
Cozinha	0,30 cm x 0,40 cm	Prumo	Não
Banheiro Social	0,30 cm x 0,40 cm	Prumo	Não
Banheiro Suíte	0,30 cm x 0,40 cm	Prumo	Não
Área de Serviço	0,30 cm x 0,40 cm	Prumo	Não

As Tabelas 4.3 e 4.4 definiram, respectivamente, a periodicidade de coleta de homens-hora (Hh) e de coleta de quantidade de serviço do apartamento do oitavo andar (Apartamento 801).

**Tabela 4.3 - Periodicidade de coleta de homens-hora (Hh).**

<b>Dependência</b>	<b>Coletador</b>	<b>Apartamento: 801</b>
Cozinha	Encarregado	Diária: questionamento aos operários
Banheiro Social		Diária: com base na observação pessoal do encarregado
Banheiro Suíte		Diária: com base na observação pessoal do encarregado
Área de Serviço		Diária: com base na observação pessoal do encarregado
Cozinha	Operário	Eximiu-se de participar das coletas
Banheiro Social		Eximiu-se de participar das coletas
Banheiro Suíte		Eximiu-se de participar das coletas
Área de Serviço		Eximiu-se de participar das coletas
Cozinha	Pesquisador	Diariamente na obra: com base na observação pessoal do pesquisador
Banheiro Social		Diária: questionamento aos operários
Banheiro Suíte		Diária: questionamento aos operários
Área de Serviço		Diária: questionamento aos operários

**Tabela 4.4 - Periodicidade de coleta de quantidade de serviço.**

<b>Dependência</b>	<b>Coletador</b>	<b>Apartamento: 801</b>
Cozinha	Encarregado	Diária
Banheiro Social		Diária
Banheiro Suíte		Diária
Área de Serviço		Diária
Cozinha	Operário	Eximiu-se de participar das coletas
Banheiro Social		Eximiu-se de participar das coletas
Banheiro Suíte		Eximiu-se de participar das coletas
Área de Serviço		Eximiu-se de participar das coletas
Cozinha	Pesquisador	Diária
Banheiro Social		Diária
Banheiro Suíte		Diária
Área de Serviço		Diária

Um levantamento das características tecnológicas e organizacionais de cada setor da obra visitada foi preparado e em seguida uma coleta dos dados em campo, tomando-se como ponto de partida os serviços aqui arrolados, isto é, alvenaria de vedação e seu revestimento com placas cerâmicas e rejuntamento, conforme detalha a Tabela 4.5.

**Tabela 4.5 - Características da obra estudada.**

<b>CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DA OBRA ESTUDADA</b>	
Descrição	Obra
	Estudo de Caso
Padrão	Médio
Espécie de contratação, pagamento por m <sup>2</sup>	Subempreitada
Mão-de-obra	Regular
Estocagem	Norma (ABNT)
Transporte vertical	Elevador
Equipamento de transporte horizontal	Carrinho de mão
Base do revestimento cerâmico	Bloco cerâmico
Projeto com especificações dos materiais	Presente
Detalhes construtivos com paginação	Ausente
Planejamento e organização da execução	Ruim
Execução de rodamão	Não
Execução de juntas	Sem espaçadores
<b>Instalações</b>	
• Hidráulica	Embutida
• Sanitária	Embutida
• Gás	Embutida
• Elétricas	Embutida
• Telefônicas	Embutida

**Tabela 4.5 - Características da obra estudada (continuação).**

<b>CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DA OBRA ESTUDADA</b>	
Descrição	Obra
	Estudo de Caso
<b>Profissionais</b>	
• Engenheiro	1 (Ausente)
• Mestre de obra	1
• Encarregado	1
• Azulejista	5
• Pedreiro/ alvenaria	5
• Ajudante/rejuntador	5

#### 4.3.3 Descrição da Situação de Trabalho

Fez-se um levantamento inicial, através de pesquisa com questionário fechado, dentro dos canteiros das obras, objetivando ser identificado cada um dos participantes dos empreendimentos. A Tabela 4.6 contém os dados médios levantados.

**Tabela 4.6 - Perfil dos trabalhadores da obra selecionada.**

<b>PERFIL DOS TRABALHADORES</b>					
<b>DADOS MÉDIOS</b>					
Número de entrevistados	Idade (anos)	Estatura (m)	Peso (kg)	Instrução	
				Ensino Fundamental	Ensino Médio
34	26	1,70	72	55%	45%
25	32	1,69	70	65%	35%
30	25	1,68	71	75%	25%
50	35	1,73	74	42%	58%

Neste trabalho, buscou-se uma construtora que executasse à época os serviços programados. Na realidade, sentiu-se dificuldade, o que é perfeitamente normal, pois São Luís é incipiente em obras significativas, o que vem ocorrendo somente a partir de agora e mesmo assim, em virtude da exigência do Código de Obras, apenas é permitido em determinadas localizações como, por exemplo, em áreas litorâneas, torres com gabaritos de até quinze andares, até porque se trata de uma cidade, fundada em 1612, tombada pelo Patrimônio Histórico e Artístico da Humanidade, título concedido pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), em 1997.

Os serviços que estão em estudo e foram analisados, na obra, nesta pesquisa em

desenvolvimento, estão descritos, conforme mostrada na Tabela 4.7.

**Tabela 4.7 - Características dos serviços apropriados na obra.**

<b>Descrição dos Serviços</b>	<b>Áreas de Aplicação</b>	<b>Cozinha</b>	<b>Banheiro Social</b>	<b>Banheiro Suíte</b>	<b>Área de Serviço</b>
Alvenaria de vedação	Em ambientes sanitários	Em andamento	Em andamento	Em andamento	Em andamento
Revestimento com placas cerâmicas		Em andamento	Em andamento	Em andamento	Em andamento

Entende-se que racionalização nos custos, quando da aquisição dos materiais, número de peças exatas em função do pré-cálculo e entregues em forma de “kit”, é abrir as portas de uma empresa para a competitividade.

Um outro fator preponderante diz respeito à equipe de trabalho bem dimensionada. Há, obviamente, necessidade constante de que sejam mantidas informações às equipes, induzindo os participantes de cada uma delas a necessidade dessa transformação, ou seja, a conscientização, principalmente, daqueles sem nenhum preparo para desempenhar a função que exerce e daqueles que conduzem os vícios das perdas, advindos de longos tempos através de passagens por obras anteriores, cujos gerenciadores nunca perceberam que os tempos mudaram e que precisam urgentemente compreender o que o mundo moderno passa a exigir competência de cada um atuante, no subsetor tão complexo que é o das edificações.

Torna-se imprescindível também a qualificação dos engenheiros das obras, objetivando desmistificar suas teorias; eles são e continuarão sendo meros administradores de obra.

Essas ações, relativamente simples e de baixo custo, permitem a melhoria do processo e da organização do trabalho. O controle deve estar presente em todas as fases do sistema de produção, do projeto ao acabamento final. Ele, em última análise, visa fornecer subsídios para tomada de decisões; garantir a conformidade do produto, com respaldo nas especificações; quantificar o consumo de materiais, produtividade, perdas e desempenho.

#### **4.4 Aplicação da Metodologia**

O estudo foi desenvolvido com a participação do engenheiro responsável pela execução da

obra predial, como elemento facilitador entre o pesquisador e a empresa construtora. O objetivo era de envolver o maior número possível de pessoas na realização do trabalho, promovendo discussões sobre os problemas encontrados, utilizando os passos seguintes:

#### **4.4.1 Passo 1: Identificação das funções administrativas**

##### **a) Fase 1: Reuniões**

A princípio, promoveram-se reuniões com os engenheiros, mestre-de-obra, técnicos e encarregados, para que houvesse uma motivação generalizada para participarem do trabalho. Depois, para demonstrar a importância do referido trabalho no contexto da empresa, bem como promover uma série de discussões sobre a metodologia proposta.

Para tanto, objetivando verificar os indicadores de produtividade em relação ao trabalho que cada um executa, preparou-se um modelo de questionário (Anexo A) que foi aplicado diretamente a cada setor de trabalho, tendo sido auxiliado pelo mestre geral da obra, para em seguida ser avaliado.

Os questionários foram respondidos por diretores e gerentes técnicos da empresa, responsáveis pela produção da obra. A parte inicial do questionário inclui dados de caracterização dos trabalhadores, enquanto que na segunda parte são fornecidos dados que caracterizam o perfil da empresa. No que diz respeito à terceira parte, estão contidas informações relacionadas à avaliação das necessidades de informação da empresa, à importância da medição de indicadores de qualidade e produtividade na opinião dos entrevistados, assim como as dificuldades encontradas na coleta de dados.

No decorrer da aplicação dos questionários, constatou-se a necessidade de que em primeiro lugar fossem repassadas às equipes de trabalhadores informações sobre suas atividades na área de locação, elevação e fixação da alvenaria de vedação, assim como no tocante a revestimentos com placas cerâmicas, pois foi detectado que nos primeiros andares da obra existiam vícios de construção em grau bem elevado sem, no entanto, nada ser observado pelo gerenciador. Na observação das equipes no desenvolvimento de suas atividades, foram feitas entrevistas com a categoria profissional, sobre os aspectos mais importantes da situação de trabalho, através de

indagações a respeito da estrutura funcional, assim como do sistema de trabalho, incluindo-se, neste caso, todos os demais responsáveis pelo gerenciamento da obra.

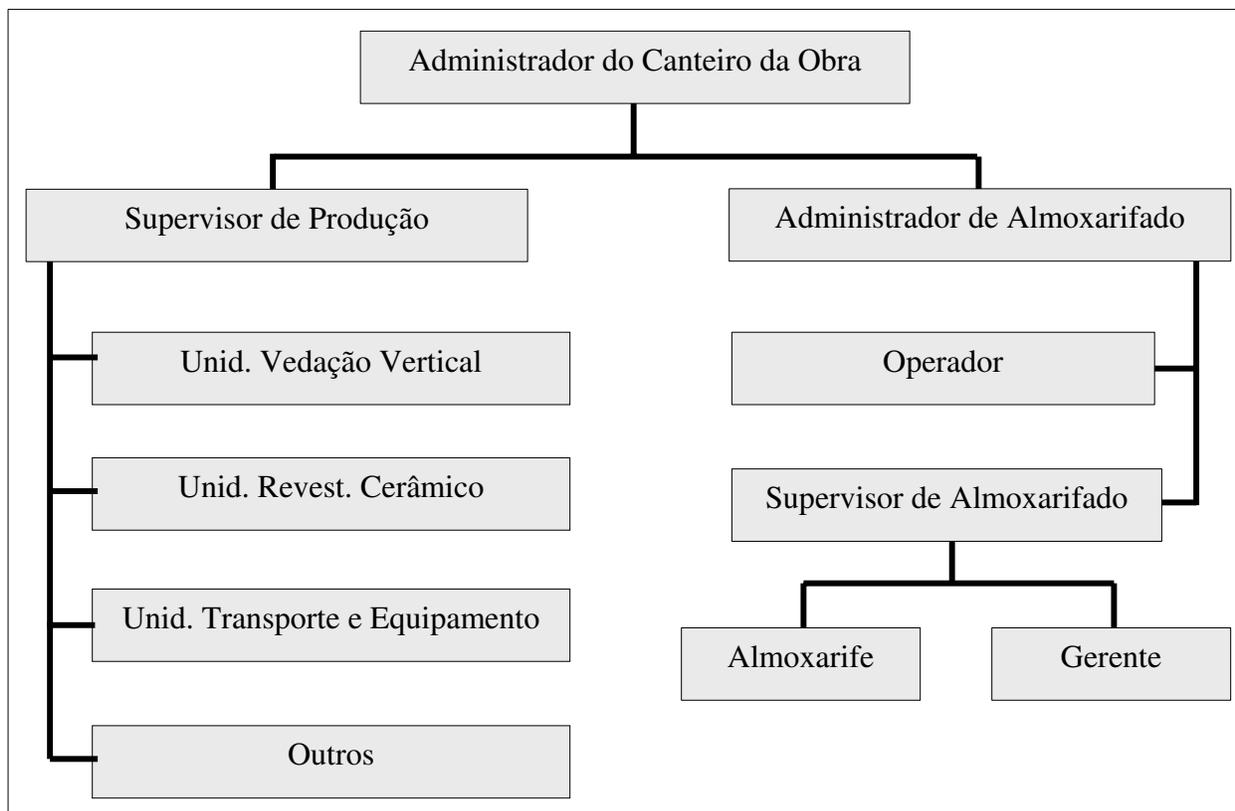
Diante de tal atitude, verificou-se uma aceitação surpreendente por parte daqueles que gerenciam as obras e um interesse maior da classe trabalhadora, tomando-se como base quando do início do treinamento para os mesmos e, como resultado esperado, uma melhoria dos seus conhecimentos, podendo cada qual dar sua contribuição imprescindível a um processo, principalmente levando-se em consideração seus anos de experiências, no campo da construção civil.

### **b) Fase 2: Organograma**

A execução do organograma teve origem nas reuniões promovidas ao longo do trabalho, tendo como objetivo a definição das funções e responsabilidades dentro da área onde está localizada a obra, em decorrência da estrutura organizacional e administrativa da empresa.

A elaboração do organograma foi importante, visto que a empresa encontrava-se na busca de reformulações estruturais, tendo a ocorrência de criação de novos cargos, contratações e demissões de funcionários. Tal atitude, segundo a direção, ocorreu uma vez que se encontraram várias ordens de serviço para as equipes de trabalho, em caráter emergencial, em decorrência da fiscalização da instituição financiadora, ou seja, o serviço de revestimento de uma das quatro dependências do projeto não atendeu ao cronograma da etapa, conforme o planejado. Nenhuma providência foi tomada pelos gerenciadores, a não ser simplesmente exigir de cada equipe apressadamente a conclusão dos serviços, o que não gerou outra coisa senão o já esperado retrabalho, tendo em vista os fiscalizadores terem rejeitado os serviços.

Assim, com a efetiva elaboração do organograma, de acordo com a Figura 4.2, foi facilitada a visualização por todos os setores da empresa construtora a nova estrutura organizacional.



**Figura 4.2 - Organograma da central de componentes.**

### **c) Fase 3: Rotinas**

Finalizou-se este passo sobre a organização administrativa com a execução do trabalho de elaboração das rotinas das funções exercidas por todos os profissionais do quadro da empresa, onde se procurou descrever o procedimento das suas atividades diárias, mostrando como documentar as suas atribuições e responsabilidades.

Decerto, a documentação das rotinas foi de fundamental importância, após as mudanças estruturais propostas, pois existiam vários responsáveis pelos processos produtivos. No entanto, face às alterações feitas, como mostrado no organograma, era vital documentar as novas atribuições gerenciadoras e divulgá-las por todos os departamentos da empresa construtora.

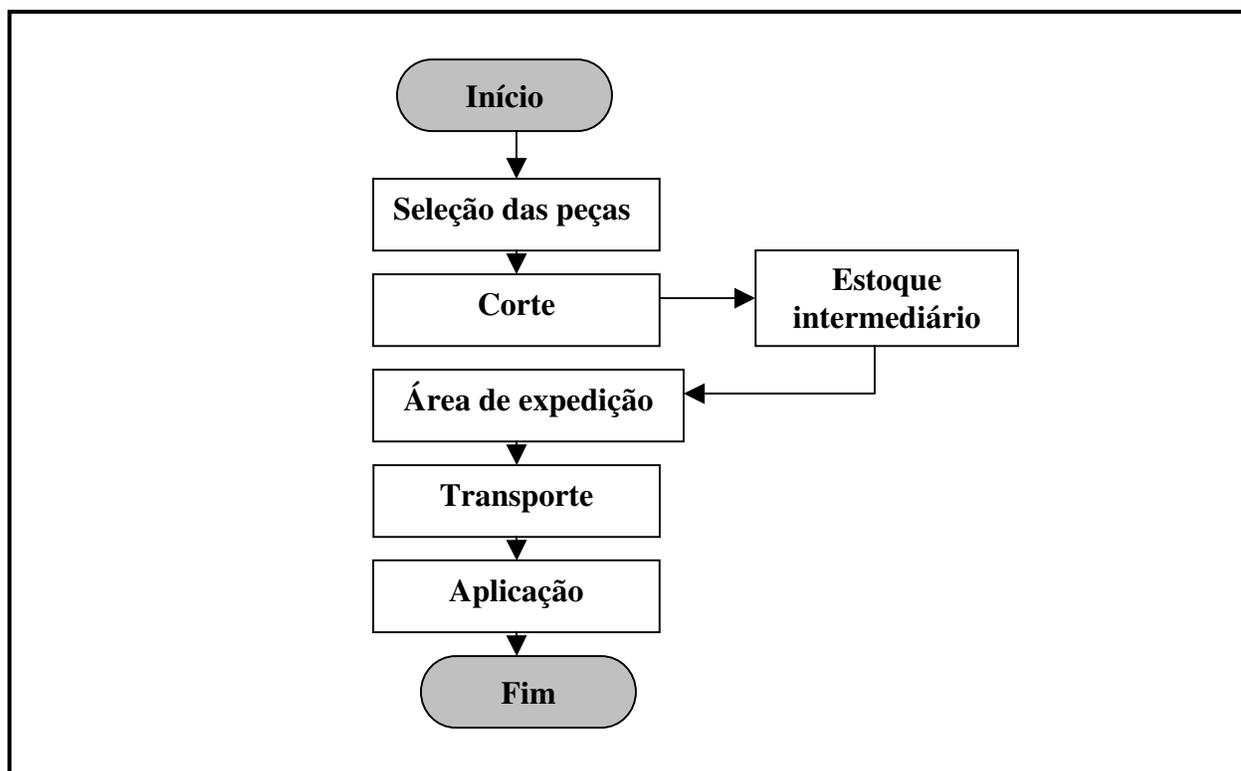
Todos os processos do empreendimento, definidos como cada processo importante para a realização do produto, devem estar em fluxograma, pois eles servem para melhorar a qualidade, uma vez que permitem melhor compreensão de como os produtos são feitos.

#### 4.4.2 Passo 2: Identificação das unidades ( componente x habitacional)

Etapa que consiste na realização de um mapeamento da unidade produtiva e de apoio que compõe os serviços propostos neste trabalho.

##### a) Fase 1: Definição do fluxograma do processo

A montagem do fluxo operacional da unidade habitacional foi executada, tendo como premissa a descrição das atividades alusivas ao processo. Para tanto, foi utilizado o sub-item b - (Fase 2: Rotinas do Passo 1). A mesma foi elaborada conjuntamente com o responsável técnico pelo processo produtivo, conforme mostrado na Figura 4.3.



**Figura 4.3 - Fluxograma do processo da unidade de componentes.**

A participação dos envolvidos no processo foi fundamental para a representação exata das atividades do processo. A montagem do fluxograma possibilitou a identificação dos diversos intervenientes do processo, denominados de clientes interno e externo.

Foi feita a diagramação funcional do processo, através da utilização de símbolos

padronizados, visando a uma melhor visualização e análise do processo como um todo. Teve-se o intuito, nesta fase, de mostrar aos participantes do processo o conhecimento do todo e de suas partes, conseqüentemente facilitando a identificação de possíveis problemas.

### b) Fase 2: Definição do mapofluxograma dos processos

De posse do fluxograma do processo, fez-se o estudo do “layout”, conforme mostrado na Figura 4.4, com o fim de estruturar o espaço físico já disponível, adequando os indivíduos, equipamentos e materiais, disponibilizando estes elementos de forma a reduzir a movimentação de materiais e eliminando os pontos críticos, através da obtenção do máximo rendimento dos fatores que envolvem o processo, por meio da menor distância no menor tempo possível para a execução das atividades.

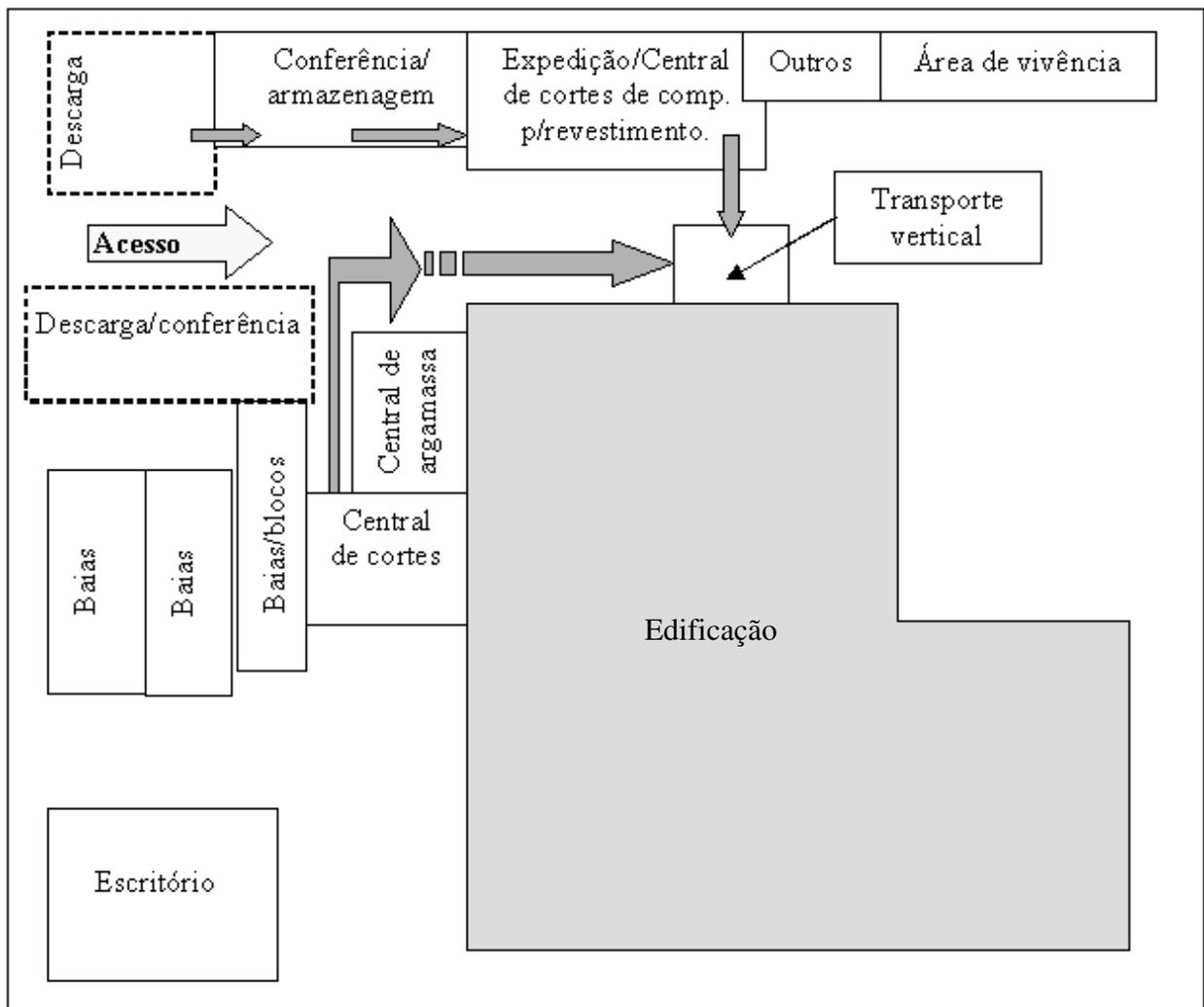


Figura 4.4 - Mapofluxograma da unidade de produção de componentes.

Para isto, com base na análise do projeto de implantação do canteiro de obras e das informações complementares, adquiridas através de observações informais, na fábrica de obras da construtora eleita para este trabalho, e de conversas com os técnicos e operários, constatou-se que as principais características do processo produtivo como: o produto, as máquinas, a mão-de-obra, a movimentação interna, a estocagem intermediária ou de expedição, o espaço físico disponível e os serviços de apoio necessários, salvo algumas exceções, como falta de baias apropriadas e espaços disponíveis para implantação das centrais de corte, mas por determinação da própria direção, sendo logo executada, atendiam perfeitamente aquilo que se propunha realizar.

Optou-se pelas centrais, objetivando racionalização do uso indiscriminado de maquitas, pois as mesmas eram utilizadas em cada unidade habitacional desordenadamente, causando sérios problemas no tocante à inexistência de extensões, assim como pontos elétricos no local apropriado e, portanto, ficando à mercê da liberação por parte da equipe para então ser iniciada a tarefa de uma outra equipe, embora o número dessas maquitas fosse suficiente. Por conta disso, os acabamentos dos ambientes sanitários eram deixados para trás e somente concluídos em uma outra fase. Havia, pois, uma desorganização jamais vista num setor produtivo.

#### **4.4.3 Passo 3: Processo de Melhoria**

Etapa que tem como finalidade desenvolver o trabalho de melhoria da qualidade e aumentar a produtividade nas unidades de componente e habitacional. Com a efetivação deste trabalho, buscou-se avaliar e analisar o comportamento do processo produtivo utilizado, bem como demonstrar o procedimento de utilização das ferramentas que auxiliaram neste intento.

##### **a) Fase 1: Identificação dos problemas**

Após a definição do “layout”, passou-se ao estudo de melhoria do processo produtivo. Iniciou-se o processo de identificação utilizando o modelo de fluxograma, e o primeiro passo foi a identificação das necessidades do cliente interno, seguido do fornecedor interno (administrador da central, técnico responsável pela unidade e operários).

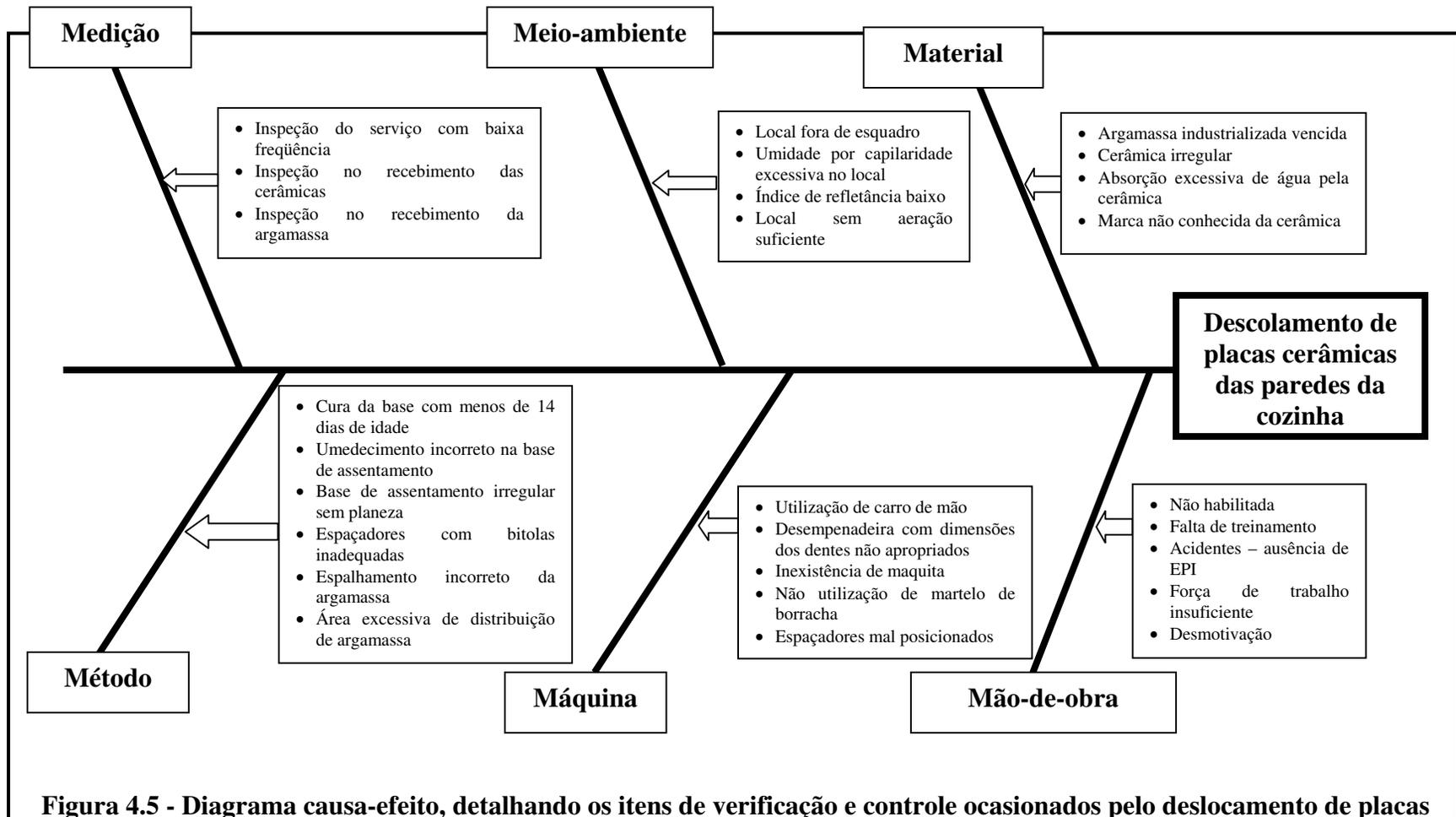
Para esta fase, tomou-se por base o estudo bibliográfico feito. Além disso, várias visitas foram realizadas, no que diz respeito aos andares com os serviços já existentes, obtendo-se, por

consequente, subsídios de grande relevância junto à construtora, para verificação “in loco” do funcionamento e entendimento dos fatores que alteram a produtividade. Com base nas informações coletadas, seguiu-se à fase de entendimento dos serviços assim como dos fatores contribuintes para a variação da produtividade. Foram diagnosticados, através dessa fase de levantamento, dados importantes de tal forma que à luz do controle gerencial podem decisivamente influenciar na variação da produtividade dos serviços esboçados, objeto deste estudo.

Nos andares visitados da obra, os pedreiros estavam divididos em duas classes: os de alvenaria e os de acabamento. Os de alvenaria exercitavam a prática de locação, elevação e assentamento de blocos e faziam os arremates. Muitos foram remanejados, por determinação da gerência, para os serviços de acabamento e detectou-se que não sabem tratar com acabamento, pois cortam erradamente as peças, quebram-na ao transportá-las, há quase sempre grande percentual de perdas e retrabalho, função da qualificação e rotatividade da mão-de-obra. Também se constataram erros de locação, prumo e nivelamento da estrutura. Quanto ao pessoal de acabamento, estes possuíam mais habilidade com o assentamento das peças cerâmicas, mas eram improdutivos nos serviços de alvenaria.

#### **a.1) Diagrama de Ishikawa**

Esta ferramenta foi utilizada como um mecanismo para facilitar a análise dos problemas identificados através das entrevistas realizadas com todos aqueles envolvidos no processo produtivo. Diante disso, foi elaborado o diagrama de Ishikawa, (ver Figura 4.5) também conhecido como diagrama de causa-efeito, objetivando organizar e documentar as possíveis causas dos problemas que afetam a produtividade dos serviços.



**Figura 4.5 - Diagrama causa-efeito, detalhando os itens de verificação e controle ocasionados pelo deslocamento de placas cerâmicas das paredes da cozinha do apartamento 801 (Obra-Estudo de Caso).**

## **b) Fase 2: Coleta de Dados**

Utilizaram-se, para esta fase, as ferramentas que pudessem identificar o local de execução do serviço. Para tanto, foram confeccionados modelos de planilhas para as tarefas, contendo as informações pertinentes à quantidade de homens-hora (Hh) gastos na execução dos serviços de alvenaria de vedação, bem como do seu revestimento com placas cerâmicas e rejuntamento, em ambientes sanitários.

Este tipo de coleta em obra caracteriza-se, basicamente, pela visita freqüente ao canteiro das obras, na tentativa de colher todas as informações atinentes aos assuntos em estudo, como: quantidade de serviço executado, de homens-hora (Hh) trabalhado, anormalidades presenciadas durante a execução dos serviços e outras peculiaridades que se fizerem úteis ao cálculo da produtividade da mão-de-obra.

A coleta e o registro de dados sobre a utilização de máquinas, homens e materiais, na realidade, foram o primeiro passo a ser efetuado na ação do acompanhamento e controle da produção. As informações, conforme as obras programadas para visitas, estiveram disponíveis e, tão logo de posse delas, foi possível fazer um mapeamento, no sentido de ser possível fazer uma comparação com o programa de produção emitido e o executado, para assim buscarem-se os possíveis desvios que demandassem ações corretivas.

### **b.1) Lista de Checagem (Ckeck List)**

A utilização desta ferramenta visava registrar a freqüência das ocorrências de problemas na unidade habitacional, detectados no diagrama de Ishikawa, tendo como base as possíveis causas da baixa produtividade. Entretanto, o modelo de planilha para a coleta de dados foi elaborado priorizando as possíveis causas, devido ao método utilizado.

Tal lista de checagem é composta por dez enfoques, conforme Tabela 4.8, a serem avaliados pelos gerentes e técnicos da empresa. Estes fazem uma análise crítica da situação, etapa que fornece informações as quais influenciam nas tomadas de decisão, adequação e implantação do sistema existente. A conclusão da empresa, tendo como base o diagnóstico e a abordagem da qualidade, faz com que seja possível a elaboração de um plano de ação, objetivando conter o

estabelecimento, procedimentos e melhorias, ou melhor, dizendo, um documento que estabeleça as metas passo a passo.

**Tabela 4.8 – Check-list de defeitos construtivos.**

Item	Dependência	Descrição do defeito	Localização	Quantidade	Apartamento								
					Data								
					2/09/02	2/09/02	2/09/02	2/09/02	2/09/02	2/09/02	3/09/02	3/09/02	
1	Banheiro social	Parede sem planeza	Lateral direita	2,53 m <sup>2</sup>		X							
2	Área de serviço	Juntas sem rejuntamento	Área central	1,58 m			X						
3	Banheiro suíte	Parede com placas manchadas	Parede do fundo	1,71 m <sup>2</sup>					X				
4	Cozinha	Placas mal assentadas	Parede hidráulica	2,86 m <sup>2</sup>			X						
5	Área de serviço	Falta de rejuntamento no local do sifão sanitário	Abaixo da bancada de granito	0,09 m						X			
6	Cozinha	Deslocamento de placas	Parede lateral direita	5,30 m <sup>2</sup>	X								
7	Banheiro suíte	Falta de rejuntamento	Parede lateral esquerda	1,50 m <sup>2</sup>		X							
8	Cozinha	Falha no acabamento das placas / caixas para as tomadas elétricas	Parede do fundo	0,50 m <sup>2</sup>									X
9	Área de serviço	Placas cerâmicas fendilhadas	Parede do fundo	0,32 m <sup>2</sup>				X					
10	Banheiro social	Placas assentadas sem uso de espaçadores	Parede lateral direita	1,25 m <sup>2</sup>			X						

### **b.2) Gráficos (Visão das RUPs)**

Foram utilizados esses gráficos com a finalidade de fazer um monitoramento do processo produtivo, tendo em vista o descrito no Capítulo 3, item b.2, Fase 2- Coleta de Dados, do Passo 3. As Figuras 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12 mostram em detalhes as RUPs obtidas neste estudo.

### **c) Fase 3: Análise de Dados**

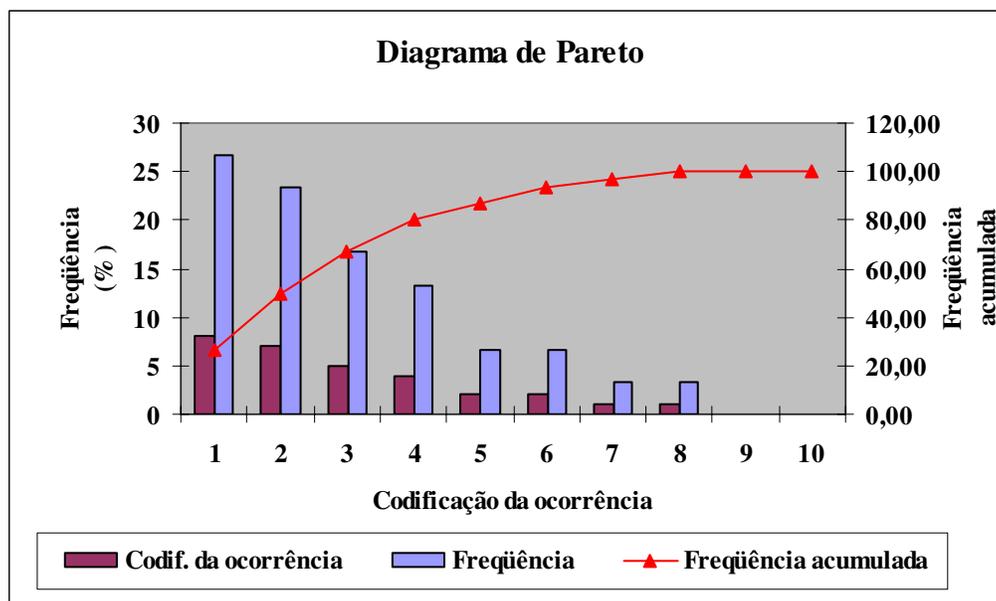
#### **c.1) Diagrama de Pareto**

De posse dos dados da Lista de Checagem, realizou-se a elaboração do diagrama de Pareto.

Através do diagrama de Pareto é possível determinar os problemas a serem resolvidos, priorizando-os de acordo com a frequência de ocorrência, em ordem decrescente. As Tabelas 4.9 e 4.10, foram utilizadas como preparação dos dados para a elaboração desse diagrama, conforme visto nas Figuras 4.6 e 4.7, respectivamente.

**Tabela 4.9 - Percentual de problemas detectados com a lista de checagem.**

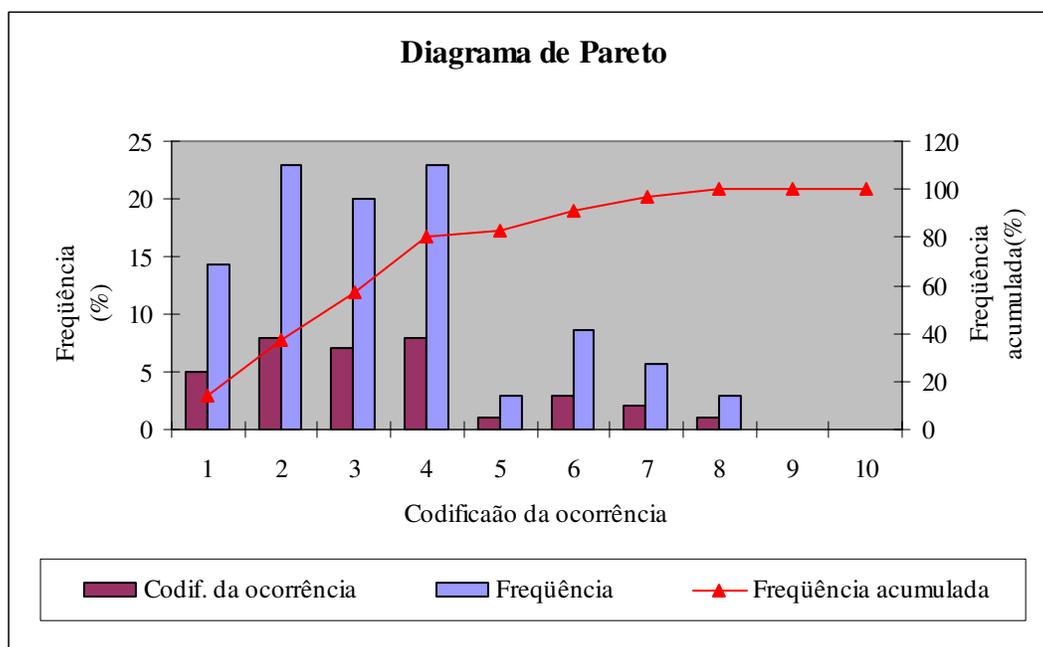
Item	Descrição	Codificação da ocorrência	Frequência	Frequência (%)	Frequência acumulada (%)
A	Betoneira com falhas constantes	1	8	26,67	26,67
B	Erro na dosagem da argamassa	2	7	23,33	50,00
C	Atraso na entrega do cimento	3	5	16,67	66,67
D	Atraso na colocação das caixas cerâmicas	4	4	13,33	80,00
E	Falha na paginação	5	2	6,67	86,67
F	Erro no projeto hidráulico	6	2	6,67	93,34
G	Falha na montagem das placas	7	1	3,33	96,67
H	Guincho parado	8	1	3,33	100,00
I	Maquina elétrica para cortar as placas com defeito no disco	9	0	0	100,00
J	Outros	10	0	0	100,00
<b>Total</b>			<b>30</b>	<b>100,00</b>	



**Figura 4.6 - Diagrama de Pareto (Frequência das ocorrências observadas).**

**Tabela 4.10 - Percentual de problemas detectados com a lista de checagem.**

Item	Descrição	Codificação da ocorrência	Frequência	Frequência (%)	Frequência acumulada (%)
A	Parede sem planeza	1	5	14,28	14,28
B	Juntas sem rejuntamento	2	8	22,86	37,14
C	Parede com placas manchadas	3	7	20,00	57,14
D	Placas mal assentadas	4	8	22,86	80,00
E	Falta de rejuntamento no local do sifão sanitário	5	1	2,86	82,86
F	Deslocamento de placas	6	3	8,57	91,43
G	Falta de rejuntamento	7	2	5,71	97,14
H	Falha no acabamento das placas com as caixas para as tomadas elétricas	8	1	2,86	100,00
I	Placas cerâmicas fendilhadas	9	0	0	100,00
J	Placas assentadas sem uso de espaçadores	10	0	0	100,00
<b>Total</b>			<b>35</b>	<b>100</b>	<b>30</b>



**Figura 4.7 - Diagrama de Pareto (Frequência das ocorrências observadas).**

Pode-se verificar que os principais problemas encontrados e que merecem ser solucionados no menor espaço de tempo possível ocorrem devido à betoneira com falhas constantes (26,67%), atraso na entrega do cimento (16,67%), placas mal assentadas (22,86%) e parede com placas manchadas (20,00%).

#### d) Fase 4: Plano de Ação

Esta fase tem o objetivo de elaborar, de forma sistematizada, as ações a serem realizadas para eliminar ou minimizar os problemas detectados. Ao se elaborar o plano de ação, deve-se demonstrar os benefícios que o setor e os operários vão ter, daí, portanto, ser mensurável.

##### d.1) Ferramenta: 5W + 2H

Tendo sido realizada a análise dos dados e identificadas as causas mais freqüentes de problemas, passou-se ao estudo de atuação sobre estes. Portanto, a utilização da ferramenta 5W+2H foi útil para sintetizar tais procedimentos. No entanto, algumas ações não podiam ser de imediato ser implantadas na empresa. Estas foram registradas e, por conseguinte, a gerência determinou um prazo para sua efetivação. Na Tabela 4.11, mostra-se o conjunto de ações que a empresa formulou.

**Tabela 4.11 - Plano de ação - 5W+2H.**

O Quê?	Como?	Onde?	Quando?	Quem?	Por Quê	Quanto Custa?
Operário parado	Projeto mal detalhado	Unidade de componentes para revestimento	Imediato	Setor de projeto	Evitar que a produção paralise	A relação custo/benefício é aceitável
Pedido fora do romaneio	Cumprir a programação para cada unidade habitacional	Canteiro de obra	Imediato	Supervisor de produção	Interromper a seqüência de produção	A relação custo/benefício é aceitável
Atraso na entrega dos componentes para revestimento	Exigir uma melhor produtividade	Unidade central de cortes de componentes para revestimento cerâmico	Imediato	Administração central	Evitar paralisações e desvios na produção	A relação custo/benefício é aceitável
Descarga do caminhão	Utilizar o acesso projetado	Unidade central de cortes de componentes para vedação vertical	30 dias	Administração da central	Melhorar as condições de trabalho	A relação custo/benefício é excelente, pois a empresa já possui acesso
Seleção de placas cerâmicas	Melhorar o sistema de corte utilizando um sistema computadorizado	Unidade central de cortes de componentes para revest. cerâmico	30 dias	Projetista	Diminuir o número de repetições desta atividade	A relação custo/benefício é excelente, pois a empresa já possui o programa

**Tabela 4.11 - Plano de ação - 5W+2H (continuação).**

O Que?	Como?	Onde?	Quando?	Quem?	Por Quê	Quanto Custa?
Erro na elaboração da paginação	Projeto mais detalhado e conferido	Projetista e engenheiro de obra	Imediato	Arquiteto	Evitar que ocorra desperdício	A relação custo/benefício é excelente, pois o escritório de arquitetura já revisou o projeto

#### **e) Fase 5: Implementação**

De acordo com o exposto no Capítulo 3, esta fase é de total responsabilidade da empresa. Foram estabelecidos, inicialmente, os prazos de atuação conforme constam na Tabela 4.11. Esta fase não será acompanhada pelo pesquisador, visto que a conclusão da mesma necessita de um determinado período.

#### **4.4.4 Passo 4: Controle Contínuo dos Processos**

O controle contínuo do processo visa realizar um acompanhamento do comportamento do processo produtivo em cada unidade de produção. Neste estudo, o mesmo foi realizado apenas na unidade habitacional, antes de ser colocado em prática o plano de ação, uma vez que servirá de parâmetro para futuras análises.

##### **a) Fase 1: Sistema de Análise de Desempenho**

##### **a.1) Produtividade**

##### **a.1.1) Alvenaria de Vedação**

As alvenarias analisadas possuem a função de vedação e são executadas em blocos cerâmicos furados. Mensurou-se o número de blocos essencialmente necessários com relação à execução da alvenaria de vedação, de acordo com os critérios apresentados no Capítulo 3.

Utilizaram-se, nesta fase, procedimentos, os quais se baseiam em marcação, elevação e fixação. Os elementos de vedação são blocos cerâmicos de seis furos, padrão peculiar do local.

Na ausência do estudo de modulação, para as alvenarias de vedação da edificação, foram utilizados blocos cerâmicos que vão sendo quebrados com a própria colher do pedreiro, à proporção que são necessários para o total fechamento das fiadas do pano de parede. De igual forma também, utilizaram-se elementos para o encunhamento que tem que ser feito, objetivando que seja fixado à estrutura de concreto armado. Esse encunhamento, no entanto, somente deverá ser feito mediante já ter sido passado o tempo apropriado para a retração dos materiais utilizados na elevação.

A argamassa para o assentamento e fixação desses elementos constituintes da alvenaria de vedação é produzida no próprio canteiro de obras, mediante a utilização de uma betoneira rotativa, cuja capacidade do tambor é de 500 litros e atende exclusivamente ao preparo de argamassas para todo o empreendimento. Os materiais utilizados constam de cimento e areia, nos traços volumétricos de materiais úmidos 1:8. Por outro lado, a argamassa utilizada para fixação é dotada de cimento e areia, considerado o traço de 1:3, além de um expansor.

A mão-de-obra utilizada nessa produção é baseada no regime de subempreitada e dimensionada, contendo pedreiros e serventes. Estes por sua vez recebem em cada nível da obra o material trazido pelos serventes contratados pela empresa construtora. Contudo, os próprios pedreiros fazem a marcação dos panos de parede, ficando sob sua responsabilidade o controle dimensional dessas paredes, tanto no que diz respeito ao alinhamento como prumo.

Durante a fase de coleta de dados, verificaram muitas quebras, em função da falta de planeza em muitos trechos e devido as juntas terem sido executadas com espessuras fora das especificações, motivado pela falta de uma fiscalização mais presencial durante a executabilidade dos trabalhos que, na verdade, eram simplesmente entregues aos operários para o cumprimento das tarefas. Essa fiscalização era realizada e que às vezes somente pelo mestre geral, quando feita medição para efeito de pagamento.

Para o registro da produtividade, desenvolveram-se modelos padronizados de planilhas que contemplassem diariamente todas as informações úteis, visando à obtenção de dados contendo, por exemplo, o número de dias assim como o tempo gasto em cada uma das atividades. Como a metodologia citada neste trabalho baseia-se em dados de entrada, foram considerados os seguintes: a quantidade de homens-hora (Hh) comprometidos nas tarefas de marcação, elevação e

fixação. Como saídas, foram admitidas as quantidades de serviço realizadas diariamente por cada equipe de profissionais.

Para o cálculo das RUPs, adotou-se, com pequenas adaptações, a sugestão dada por Lordsleem Júnior e Souza (1999), diárias e cumuladas. No processamento de cálculo, tomaram-se como base os dados coletados na obra pesquisada. Os demais dados necessários encontram-se exemplificados na Tabela 4.12 a 4.16. Todas os ambientes sanitários desta obra, ou seja, Obra-Estudo de Caso visitada, já estavam quase que totalmente concluídos no tocante aos serviços de alvenaria, excetuando-se os três últimos níveis. Quando evidentemente coletados os dados, estes forneceram praticamente os mesmos índices, diferenciando em muito pouco, haja vista que a mesma equipe foi a responsável pela conclusão dos trabalhos, portanto a execução dos serviços de alvenaria marcação, elevação e fixação são semelhantes em todos os locais previstos como ambientes sanitários.

Considerou-se a média diária das RUPs para a elevação, para a marcação e finalmente para a fixação, o correspondente a:

**Tabela 4.12 - Cálculo do fator de correção para as alvenarias.**

Elevação	RUP <sub>pot.</sub> da alvenaria	Fator de correção	
(1,25 x 2,40 x 1 m) = 3,06 Hh	$(3,06 + 0,19 + 1,71)/2,40 = 2,07 \text{ Hh/m}^2$	Marcação	$(0,19/2,07) = 0,09$
		Elevação	$(1,25/2,07) = 0,60$
		Fixação	$(1,71/2,07) = 0,83$

**Tabela 4.13 - Dados sobre a marcação da alvenaria.**

Marcação(m)					
Quantidade	Hh	RUP <sub>diária</sub>	Quantidade	Hh	RUP
(m)		(Hh/m)	Cum.	Cumulativa	Cum.
			(m)		(Hh/m)
21,00	5	0,24	21,00	5,00	0,24
10,32	3	0,29	31,32	8,00	0,26
5,91	2	0,34	37,23	10,00	0,27
10,00	3	0,30	47,23	13,00	0,28

**Tabela 4.13 - Dados sobre a marcação da alvenaria (continuação).**

Marcação(m)					
Quantidade	Hh	RUPdiária	Quantidade	Hh	RUP
(m)		(Hh/m)	Cum.	Cumulativa	Cum.
			(m)		(Hh/m)
6,40	2	0,31	53,63	15,00	0,28
11,29	3	0,26	64,92	18,00	0,28
20,5	4	0,19	85,42	22,00	0,26

**Tabela 4.14 - Dados sobre a elevação da alvenaria.**

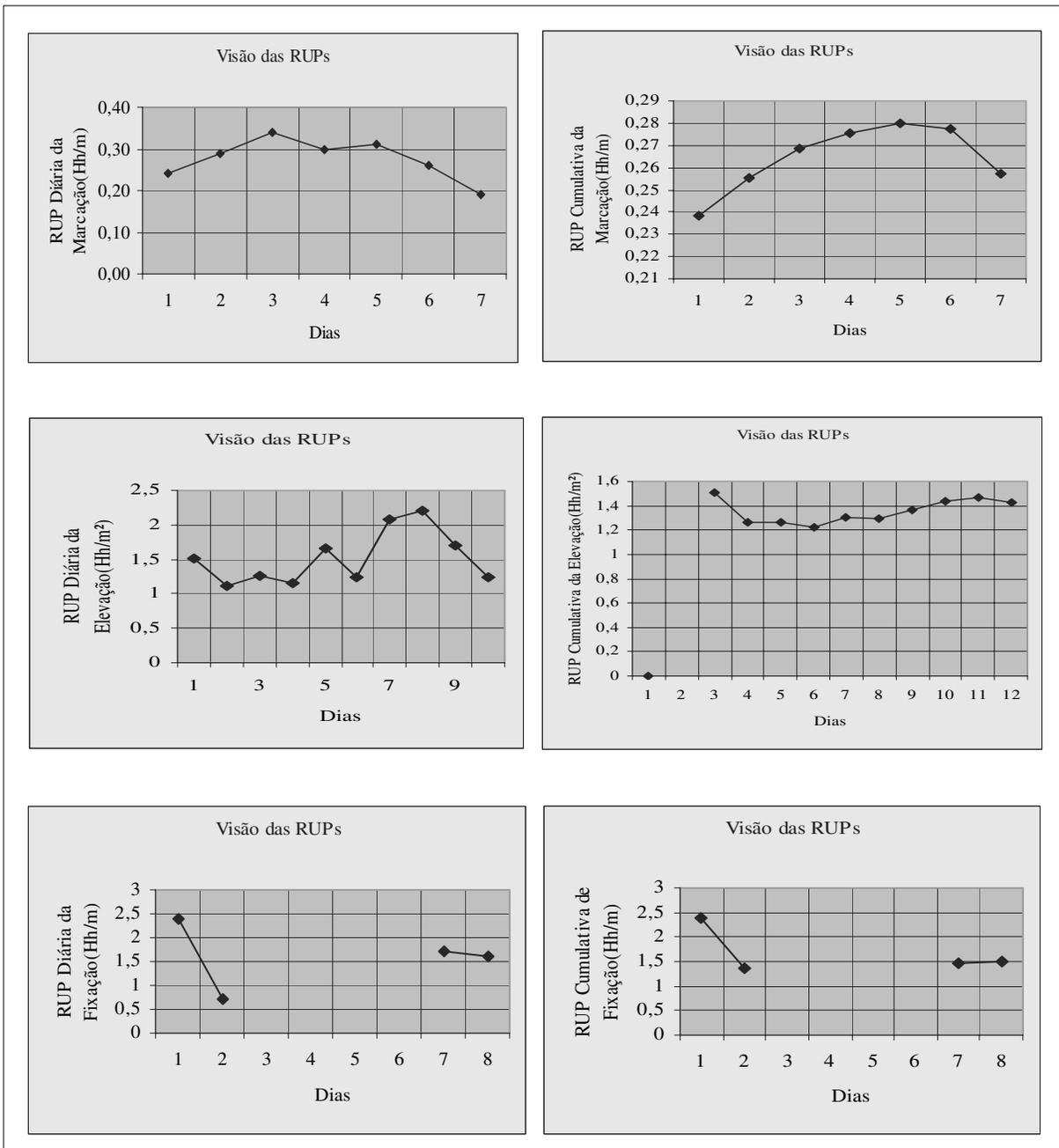
Elevação(m <sup>2</sup> )					
Quantidade	Hh	RUPdiária	Quantidade	Hh	RUP
(m <sup>2</sup> )		(Hh/m <sup>2</sup> )	Cum.	Cumulativa	Cum.
			(m)		(Hh/m <sup>2</sup> )
7,95	12	1,51	7,95	12	1,51
13,42	15	1,12	21,37	27	1,26
22,08	28	1,27	43,45	55	1,27
27,51	32	1,16	70,96	87	1,23
16,93	28	1,65	87,89	115	1,31
24,87	31	1,25	112,76	146	1,29
12,01	25	2,08	124,77	171	1,37
10,40	23	2,21	135,17	194	1,44
15,81	27	1,71	150,98	221	1,46
32,07	40	1,25	183,05	261	1,43

**Tabela 4.15 - Dados sobre a fixação da alvenaria.**

Fixação(m)					
Quantidade	Hh	RUPdiária	Quantidade	Hh	RUP
(m <sup>2</sup> )		(Hh/m)	Cum.	Cumulativa	Cum.
			(m)		(Hh/m)
9,21	22	2,39	9,21	22	2,39
15,07	11	0,73	24,28	33	1,36
9,38	16	1,70	33,66	49	1,45
9,37	15,00	1,60	43,03	64,00	1,49

Tabela 4.16 - Dados sobre a elevação, marcação, fixação e alvenaria.

CANTEIRO - OBRA (ESTUDO DE CASO) - DADOS COLETADOS													
Dia	Elevação(m <sup>2</sup> )			Marcação(m)			Fixação(m)			Alvenaria(m <sup>2</sup> )			
	Quant.	Hh	RUPdiária	Quant.	Hh	RUPdiária	Quant.	Hh	RUPdiária	RUPdiária	Quant. Cum.	Hh Cum.	RUPcum
	(m <sup>2</sup> )		(Hh/m <sup>2</sup> )	(m)		(Hh/m)	(m)		(Hh/m)	(Hh/m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(Hh/m <sup>2</sup> )
1	7,95	12	1,51							2,52	4,77	12	2,52
2	13,42	15	1,12							1,86	12,82	27	2,10
3	22,08	28	1,27				9,21	22,00	2,39	2,39	33,71	77	2,28
4	27,51	32	1,16	21,00	5	0,24	15,07	11,00	0,73	1,55	44,80	125	2,79
5	16,93	28	1,65	10,32	3	0,29				2,79	60,25	156	2,59
6	24,87	31	1,25	5,91	2	0,34				2,13	75,70	189	2,50
7	12,01	25	2,08	10,00	3	0,30				3,45	83,81	217	2,59
8	10,40	23	2,21	6,40	2	0,31				3,66	90,63	242	2,69
9	15,81	27	1,71	11,29	3	0,26	9,38	16,00	1,70	2,51	108,92	288	2,64
10	32,07	40	1,25	20,50	4	0,19	9,37	15,00	1,60	2,04	137,79	347	2,52



**Figura 4.8 -Visão das RUPs(Alvenaria de vedação).**

### **a.1.2) Revestimento Cerâmico**

Nesta etapa, analisou-se cada atividade realizada por serventes, pedreiros e oficial. As planilhas elaboradas na coleta de informações contemplam todos os dados necessários, tendo em

vista os serviços executados em cada canteiro de obra. As referidas planilhas oportunizam ao planejador, de forma fácil e rápida, mostrar o local onde foi realizada cada tarefa planejada pela direção da obra.

A mão-de-obra aplicada nessa produção é baseada no regime de subempreitada e dimensionada, incorporando pedreiros e serventes. Os próprios pedreiros manifestam interesse pelas verificações e prossegue na implantação da primeira fiada, a mestra. Cada equipe recebe em seu espaço de trabalho o material necessário através dos serventes contratados pela construtora.

Assim como foi dito para a alvenaria, os dados de entrada basearam-se na quantidade de homens-hora (Hh) apropriados às tarefas de revestimento, tendo como saída as quantidades de serviço realizadas diariamente por cada equipe de operários.

O revestimento com placas cerâmicas foi aplicado em áreas exclusivamente ditas sanitárias, ou seja, nas paredes de cozinha, área de serviço, banheiro suíte, banheiro social e lavabo.

O cálculo das RUPs estão estampados nas Tabelas 4.17, 4,18, 4,19 e 4,20, conforme processamento de cálculo, tomando-se evidentemente como base os dados coletados na obra pesquisada. As RUPs que traduzem cada área são: RUPdiária, RUPcumulativa, RUPpotencial, RUPof e RUPdir. Mostrou-se, além do mais, para uma melhor análise do mapeamento de todas as informações deste trabalho, a opção pelo estabelecimento de gráficos que contemplassem a visão dessas RUPs.

**Tabela 4.17 - Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE ASSENTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				EQUIPE: A.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Cozinha	0,60	0,60	0,58	Espera pela paginação
2				0,60	0,60		Falta de material
3				0,58	0,59		Dia com arremates
4				0,67	0,61		Assentadores chegaram com atraso

**Tabela 4.18 - Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE ASSENTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				EQUIPE: B.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Banheiro Social	1,00	1,00	0,59	Faltando ordem de início
2				0,60	0,73		Assentador trabalhou sozinho
3				0,59	0,67		Arremates
4				1,20	0,75		Faltou abastecimento de material

**Tabela 4.19 - Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE ASSENTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				EQUIPE: B.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Banheiro Suíte	0,63	0,63	0,58	Indefinição quanto ao início
2				0,58	0,61		2º assentador chegou com atraso
3				0,60	0,61		Faltou distribuição de material
4				0,80	0,66		Arremates

**Tabela 4.20 - Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE ASSENTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				EQUIPE: A.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Área de Serviço	0,62	0,62	0,62	2º assentador estava gripado
2				0,64	0,65		Faltou material por 2 horas

**Tabela 4.20 - Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários (continuação).**

RUP DE ASSENTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				EQUIPE: A.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
3				0,70	0,72		1º assentador chegou com atraso
4				0,60	0,64		Arremates

### a.1.3) Rejuntamento

O rejuntamento estudado foi realizado nas paredes correspondentes a todas as dependências em que foram citados os revestimentos com placas cerâmicas. As RUPs que traduzem cada obra são: RUPdiária, RUPpotencial, de acordo com os resultados contidos nas Tabelas 4.21,4.22, 4.23 e 4.24, respectivamente.

**Tabela 4.21 - Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE REJUNTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				OPERÁRIO: 1.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Cozinha	0,13		0,13	
2				0,13			
3				0,14			
4				0,13			

**Tabela 4.22 - Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE REJUNTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				OPERÁRIO: 2.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Banheiro Social	0,13		0,13	
2				0,13			
3				0,13			
4				0,13			

**Tabela 4.23 - Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE REJUNTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				OPERÁRIO: 2.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Banheiro Suíte	0,12		0,12	
2				0,13			
3				0,13			
4				0,13			

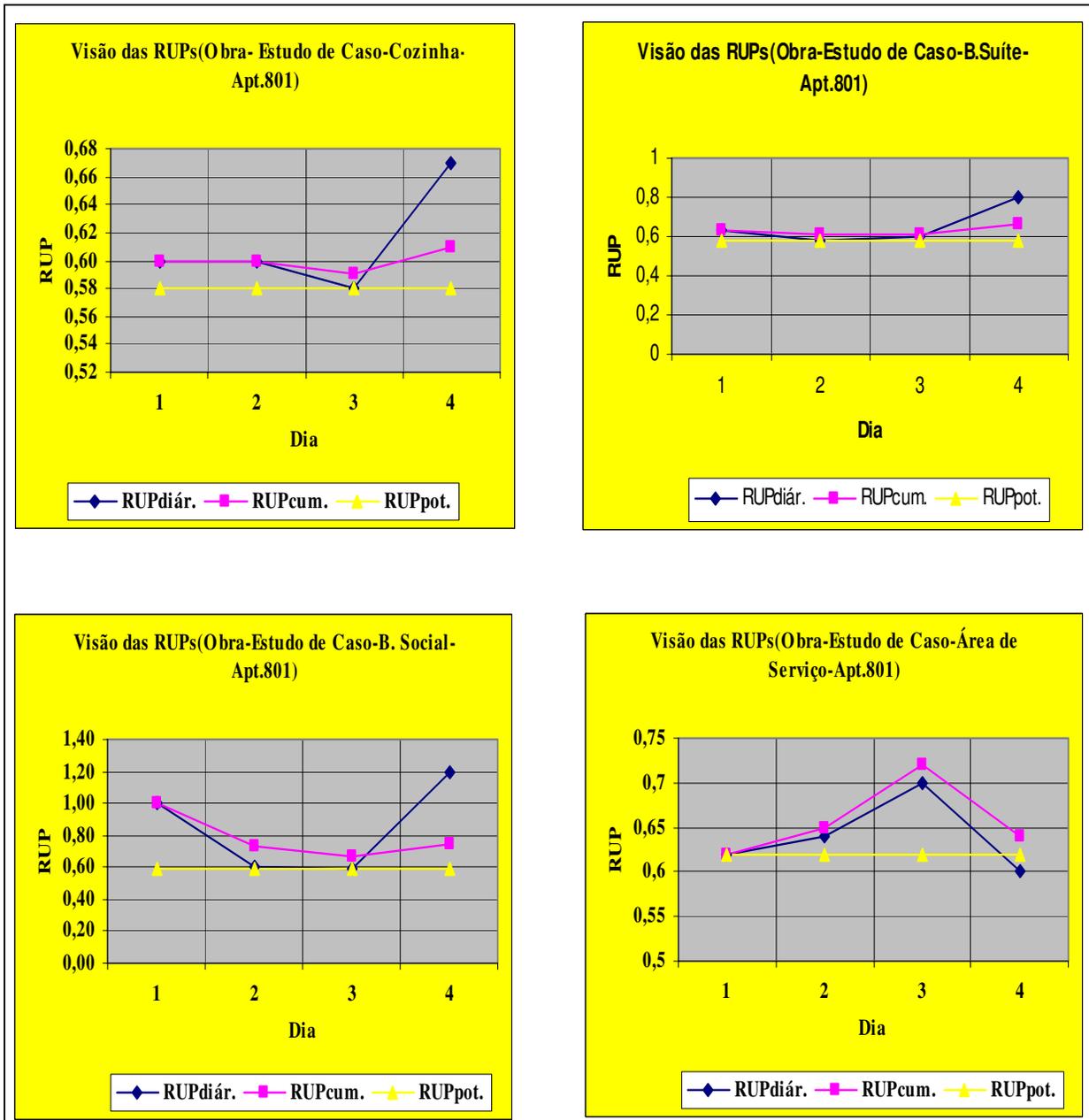
**Tabela 4.24 - Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.**

RUP DE REJUNTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				OPERÁRIO: 1.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
1	Estudo de Caso	8º Andar	Área de Serviço	0,13		0,13	
2				0,14			

**Tabela 4.24 - Resultados para o rejuntamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários (continuação).**

RUP DE REJUNTAMENTO (Hh/m <sup>2</sup> )				OPERÁRIO: 1.EC			
Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento de paredes de vedação com placas cerâmicas em ambientes sanitários							
Dia	Obra	Localização	Aplicação	RUPof			Observações
				Diária (Hh/m <sup>2</sup> )	Cumulativa (Hh/m <sup>2</sup> )	Potencial (Hh/m <sup>2</sup> )	
3				0,13			
4				0,13			

Uma vez colhidas todas informações quanto à execução do rejuntamento aplicado às placas cerâmicas das obras foram estabelecidas, no caso deste trabalho, uma RUPdiária e RUPpotencial média. Há de se observar que esta tarefa praticamente em todos os ambientes da obra foi quase idêntica, a não ser com pequenas variações quanto à RUPdiária. Entretanto, no que diz respeito à RUPpotencial, os valores obtidos apresentam uma produtividade quase que constante. Observou-se uma habilidade muito boa entre aqueles envolvidos nesta tarefa, talvez por serem repetitivas e, muitas vezes no decorrer da aplicação, pela sua dinamicidade, os índices de produtividade podem chegar a valores bastante satisfatórios, devido à continuidade.



**Figura 4.9-Visão das RUPs (Assentamento de placas cerâmicas).**

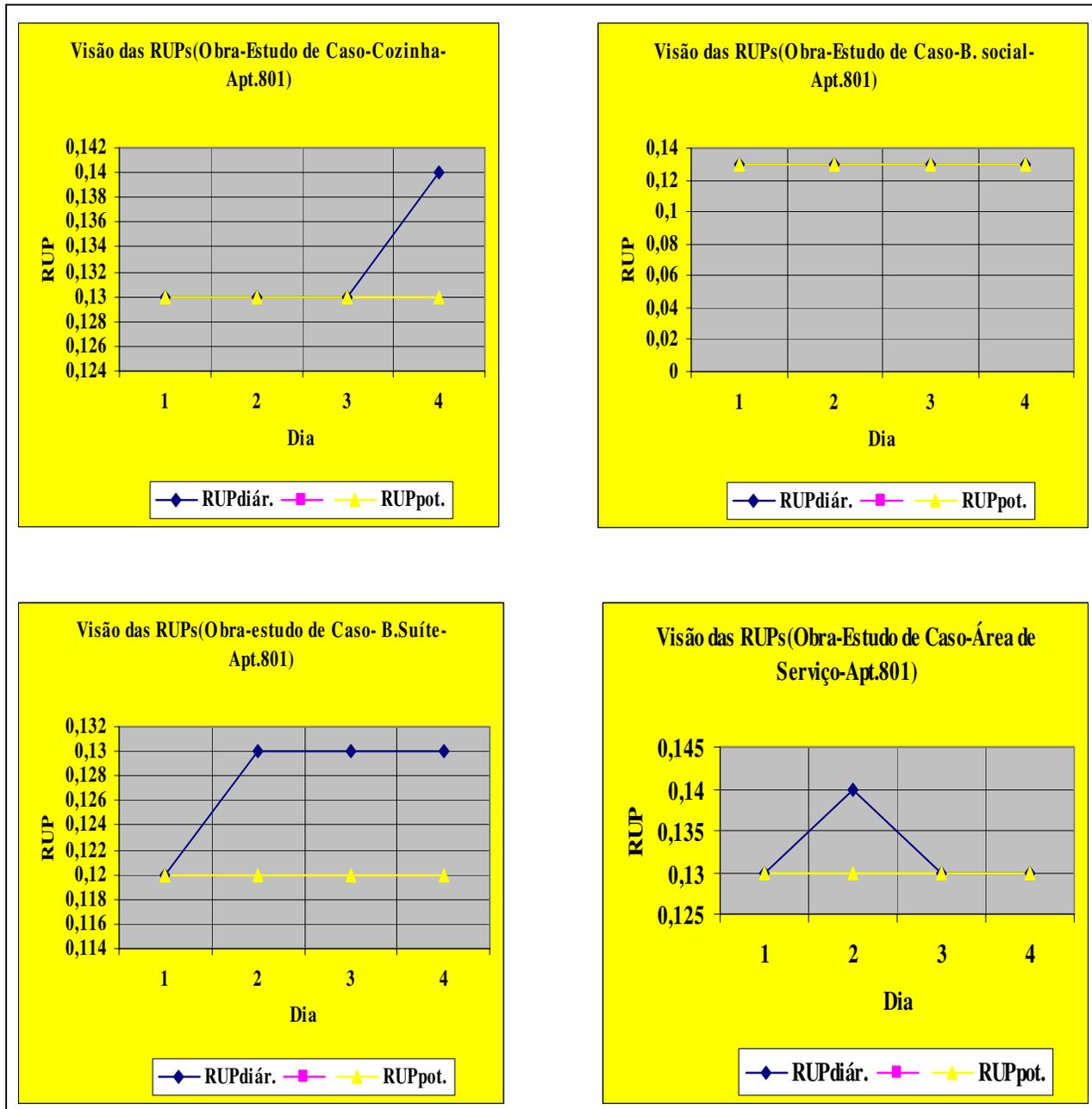


Figura 4.10 - Visão das RUPs (Rejuntamento).

Tabela 4.25 - Resultados para o assentamento de placas cerâmicas em paredes localizadas em ambientes sanitários.

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA:SERVIÇO DE REVESTIMENTO DE PAREDES COM PLACAS CERÂMICAS												
Canteiro				Obra EC					Andar. 8º			Equipe
Dia	Hh	Hh	Hh	Aplicação	Área Líq.	RUPof(Hh/m²)		(Poten.)	RUPdir(Hh/m²)		(Poten.)	Apt. 801
	(Oficial)	(Ajudan.)	(Direta)		(m²)	(Diária)	(Cumul.)		(Diária)	(Cumul.)		
1	6,0	9,0	15,0		10	0,60	0,60		1,50	1,13		
2	6,0	9,0	15,0		10	0,60	0,60		1,50	1,64		
3	8,7	9,0	17,7	Cozinha	15	0,58	0,59	0,58	1,18	1,37	1,18	A.EC
4	8,0	8,5	16,5		12	0,67	0,61		1,38	0,61		
1	5,0	9,0	14,0		5	1,00	1,00		2,80	1,41		
2	6,0	9,0	15,0	Banheiro	10	0,60	0,73		1,50	1,93		
3	7,0	9,0	16,0	Social	12	0,58	0,67	0,58	1,33	1,41	1,33	B.EC
4	6,0	8,0	14,0		5	1,20	0,75		2,80	1,76		
1	5,0	9,0	14,0		8	0,63	0,63		1,75	1,47		
2	6,0	9,0	15,0	Banheiro	10	0,60	0,61		1,50	1,61	1,10	B.EC
3	6,0	9,0	15,0	Suite	10	0,60	0,61	0,60	1,50	1,50		
4	8,0	8,5	16,5		10	0,80	0,66		1,65	1,58		
1	5,0	9,0	14,0		5	1,00	1,00		2,80	1,46		
2	5,0	9,0	14,0	Área de	5	1,00	1,00		2,80	0,85		
3	7,0	9,0	16,0	Serviço	10	0,70	0,85	0,70	1,60	0,91	1,90	A.EC
4	6,0	8,0	14,0		5	1,20	0,92		2,80	0,79		

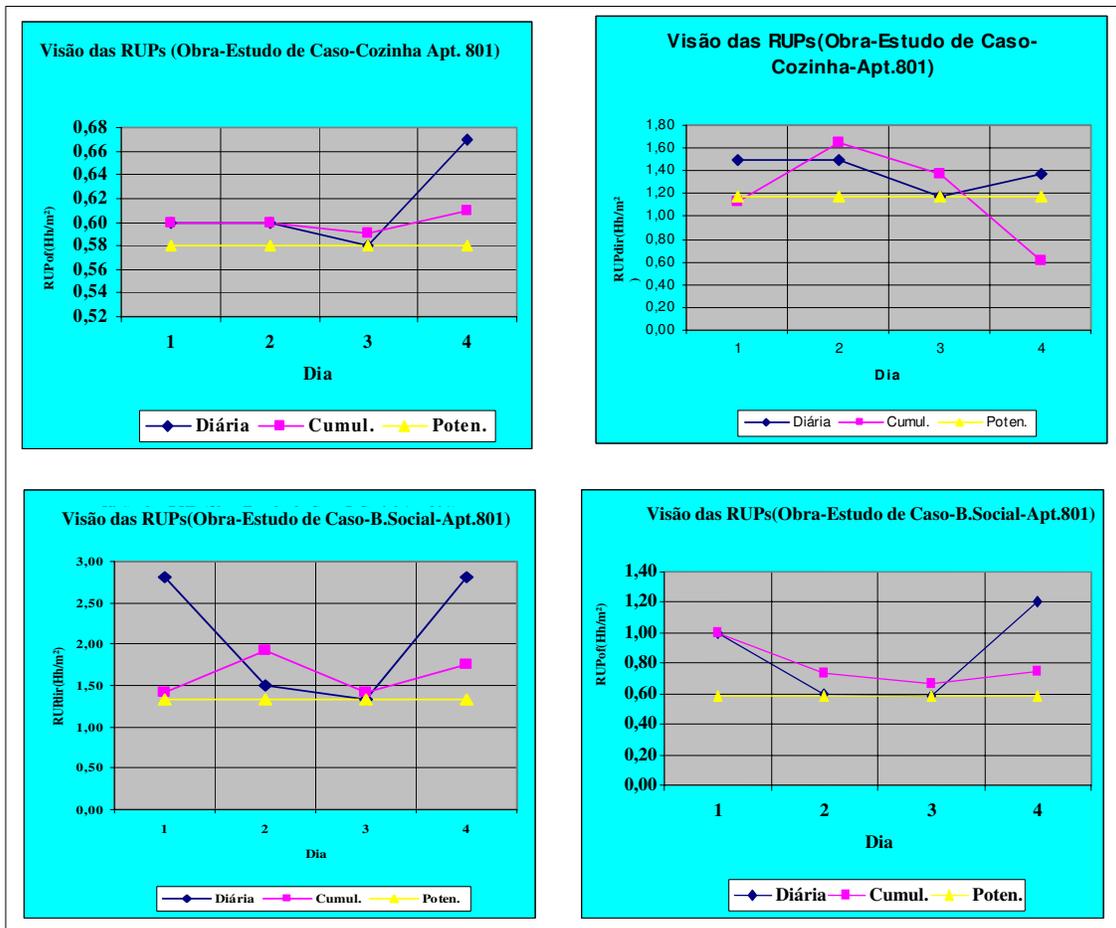


Figura 4.11 - Visão das RUPs (Assentamento de placas cerâmicas).

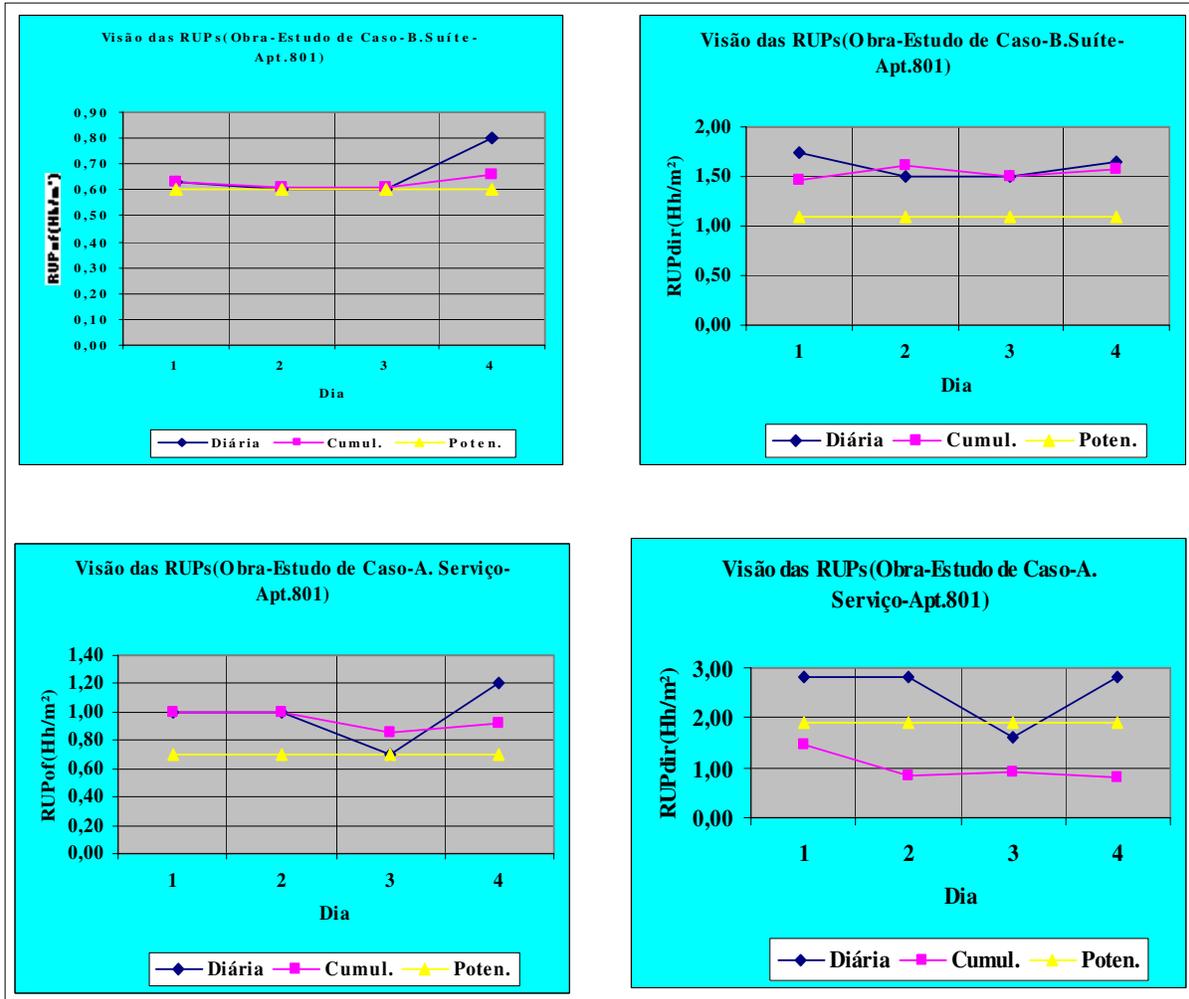


Figura 4.12 - Visão das RUPs (Assentamento de placas cerâmicas).

## a.2) Controle de Produção

### a.2.1) Ficha de Controle de Produção

Foi utilizada a ficha de controle de produção, modelo apresentado no Capítulo 3, conforme mostram as Tabelas 4.26 e 4.27. Os dados catalogados geraram informações para o preenchimento das Tabelas 4.12 a 4.16, para a alvenaria, tanto no que diz respeito à marcação quanto à elevação e fixação. As Tabelas 4.17 a 4.20 são alusivas ao assentamento de placas cerâmicas, enquanto as Tabelas 4.21 a 4.24 dizem respeito ao rejuntamento aplicado sobre esse revestimento. A Tabela 4.25 expressa resultados correspondentes ao revestimento, englobando desta feita as seguintes RUPs: RUPof – diária, cumulativa e potencial, assim como RUPdir – diária, cumulativa e potencial. Para o dimensionamento das equipes de trabalho, aplicou-se a

Equação 3.2, Capítulo 3, na mesma ficha, visto que a mesma é apropriada para esses casos, face aos resultados da RUP potencial.

**Tabela 4.26 - Ficha de controle de produção: oficial.**

FICHA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO									
Categoria Profissional		Descrição do Serviço				Período de Medição:			
Pedreiro (1) Pedreiro (2)						Data:			
Nome		Horas trabalhadas							
José Epifânio de Lima (1) Randolfo Pereira Souza (2)		2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	Sáb.	Dom.	
Total de Hh diárias									
Total Hh acumulada									
Produção	Área aplicada	Produtividade	RUP ( Hh/m <sup>2</sup> ):						
			m <sup>2</sup> /dia/pedreiro:						
	m <sup>2</sup> /hora/pedreiro:								
	Bloco/dia/pedreiro:								
	Bloco/hora/pedreiro:								
Quantidade de material									

**Tabela 4.27 - Ficha de controle de produção: servente.**

FICHA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO									
				Data:					
Nome		Horas trabalhadas							
Eleotero Albuquerque da Silva Paulino Gomes da Silva		2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	Sáb.	Dom.	
Total de Hh diárias									
Total Hh acumulada									
Produtividade		RUP ( Hh/m <sup>2</sup> ):							
		m <sup>2</sup> /hora/servente:							

### a.3) Critérios Técnicos

Foram adotados, nesta etapa, os critérios apresentados no Capítulo 3, conforme a seqüência mostrada a seguir.

#### a.3.1) Cálculo do fator número de peças

Para o cálculo dos componentes cerâmicos, fez-se uso das Equações 3.3, 3.4 e 3.5, para a quantificação por vão de parede e modulação, tendo em vista a largura do vão e do pé-direito, respectivamente. Para a quantificação do número de placas cerâmicas inteiras e cortadas, fez-se uso das Equações 3.6 e 3.7, respectivamente. As Tabelas 4.28 e 4.29 expressam a realidade dos resultados obtidos com o emprego dessas equações, no tocante a serviços onde essas placas cerâmicas foram utilizadas no projeto. Realizou-se a demonstração numa área, na parede 1 do banheiro social.

**Tabela 4.28 - Quantificação das placas cerâmicas inteiras e cortadas.**

PLANILHA PARA CÁLCULO-ORDEM DE SERVIÇO (O.S.)				
Construtora:	Data:	Responsável:	Apt.	Andar:
Serviço programado: placas cerâmicas-quantificação				
Área de Projeto	Aplicação	Localização	Placa	
			Inteira (m <sup>2</sup> )	Cortada (m <sup>2</sup> )
			13(0,30 x 0,40) =1,56	13(0,30x0,27)= 1,050
10,80 m <sup>2</sup>	Parede 1	Banheiro Social	6(0,30x0,40)=0,72	6(0,40 x 0,04) =0,096
			78(0,30x0,40)=9,36	1(0,04 x 0,27) = 0,01

**Tabela 4.29 -Quantificação dos cortes.**

PLANILHA PARA CÁLCULO-ORDEM DE SERVIÇO (O.S.)				
Construtora:	Data:	Responsável:	Apt.	Andar:
Serviço programado: placas cerâmicas (cortes)				
Cálculo Demonstrativo dos Cortes		Pé-Direito	Vão	
		6 x 0,40 = 2,40 m	13 x 0,30 = 3,90 m	
13,13	⇒ 0,13 x 0,30 = 0,039 = 0,04 m			
		6 x 0,005 = 0,03 m	1 x 0,04 = 0,04 m	
6,679	⇒ 0,679 x 0,40 = 0,27 m			
		1 x 0,27 = 0,27 m	13 x 0,005 = 0,06 m	
		Soma = 2,70 m	Soma = 4,00 m	
Área = 4,0 x 2,70 = 10,8 m <sup>2</sup>				

## **b) Fase 2: Melhoria Contínua**

A fase final da metodologia tem como objetivo o aprimoramento constante do processo produtivo. A próxima fase deste processo é a realização de palestras sobre segurança do trabalho, assim como implantar o uso da ferramenta de qualidade conhecida por 5'S. Convém ressaltar que a empresa estudada ainda não definiu a data para iniciar esse treinamento com seus funcionários.

## **4.5 Considerações Finais**

Na fase conclusiva do Estudo de Caso, fez-se uma reunião com os envolvidos na obra e o proprietário da empresa, no intuito de serem divulgados os resultados do estudo efetuado. Na oportunidade, foi feita uma análise por parte dos mesmos. O engenheiro responsável pela parte técnica da obra fez comentário sobre a periodicidade das coletas de dados, tempo necessário para a coleta das informações de homens-hora (Hh), quantidade de serviço (QS) e os valores de produtividade obtidos.

Da reunião, foram extraídas informações de que o método atendeu aos resultados esperados. A metodologia mostrou-se viável ao ser aplicada, dando mostras de que é perfeitamente possível, num curto espaço de tempo, ter-se uma mensuração da produtividade nas obras. Por outro lado, sua adequação expressa o nível de qualidade e produtividade desejado, além, obviamente, de permitir de serem observados outros aspectos construtivos com rapidez na intervenção, junto ao processo produtivo, com respostas ainda na fase de execução dos serviços.

No Capítulo 5, são apresentadas as conclusões obtidas com a realização deste trabalho, através de uma análise sintética da produtividade como fator de racionalização do processo construtivo na indústria da construção civil.

## **Capítulo 5**

### **Discussão dos Resultados**

#### **5.1 Introdução**

O foco da pesquisa limitou-se exclusivamente ao estudo da produtividade da mão-de-obra, nas áreas das edificações consideradas ambientes sanitários. É essencial que a empresa tenha dentro do seu quadro funcionários comprometidos e que saibam utilizar o programa de dados, para não ficar constantemente na dependência daqueles que se manifestaram com maior interesse para aprender a metodologia. Além do mais, para obtenção dos resultados, foram praticadas exaustivas medições relacionadas às tarefas desenvolvidas pelos operários nas obras e mostra-se como é de fundamental importância o engajamento dos engenheiros e mestres, nestes controles, além do emprego desses indicadores na gestão da mão-de-obra.

Ao contrário de muitos, a administração de cada canteiro de obra passou a se interessar, de modo permanente, com o desenvolvimento dos serviços executados, fazendo avaliações periódicas de novos casos. A aceitação da metodologia foi bem clara por parte de todos os participantes do treinamento para a melhoria contínua dos processos construtivos, tendo em vista as informações alusivas às metas previstas estarem mais cristalinas e precisas.

Um outro fato também deve ser levado em consideração, o fator psicológico dos operários, uma vez que estes, à medida que iam sendo aperfeiçoados, exigiam da administração um maior envolvimento com novas técnicas porque somente assim teriam ascensão na carreira profissional, o que em outras palavras significa melhores salários. Contudo, incorre num grande prejuízo para a construtora, caso não haja por parte dos seus administradores interesse em manter cada qual nas

suas devidas funções. São operários treinados e prontos para o mercado de trabalho, que atendem às exigências atuais da concorrência. A produtividade só poderá melhorar nos serviços, seja ele qual for, quando há a presença do desenvolvimento tecnológico, controle da qualidade e, sobretudo, organização de equipes de produção.

## **5.2 Análise de produtividade**

São feitas a seguir análises de produtividade, no que diz respeito à execução dos serviços de alvenaria e seu revestimento com placas cerâmicas.

### **5.2.1 Alvenaria**

A baixa produtividade da mão-de-obra coletada demonstra pouco envolvimento dos operários no processo, revelando a necessidade de maior divulgação, acompanhada de esclarecimentos aos mesmos sobre a importância da melhoria da produtividade.

Em um sistema de produção, avalia-se com o emprego de ações racionalizadas, considerando-se o estudo da produtividade, expressada aqui neste trabalho como sendo a razão entre a quantidade total de homens-hora (Hh) gastos para a execução de uma determinada tarefa em uma certa área (Hh/m<sup>2</sup>). Na seqüência é feita uma compilação de alguns índices de produtividade, extraídos de trabalhos já realizados. Lordsleem Júnior e Souza (1999) chama a atenção para o resultado da sua pesquisa, considerando a mediana das RUPs diárias para a elevação do índice de produtividade correlativo a 1,80 Hh/m<sup>2</sup>, superior a daqueles referenciados pelo próprio autor, conforme a seguir, quando feita a comparação com outros trabalhos realizados fazendo uso de metodologia semelhante:

- Carraro (1998): 1,15 Hh/m<sup>2</sup> (mediana das RUPs diárias na elevação da alvenaria de vedação de um edifício residencial de 15 pavimentos);
- Serra; Tamai (1996): 0,83 Hh/m<sup>2</sup> a 1,46 Hh/m<sup>2</sup> (produtividade diária na elevação da alvenaria em blocos cerâmicos de um edifício residencial de sete pavimentos);
- Obata; Ruiz (1996): 1,03 Hh/m<sup>2</sup> a 1,76 Hh/m<sup>2</sup> (produtividade diária na elevação da alvenaria estrutural de blocos de concreto de um edifício).

Contudo, pode-se observar também resultado idêntico àquele pesquisado por Souza (1998)

1,80 Hh/m<sup>2</sup> (mediana das RUPs diárias para a elevação).

Marchiori (1998) chegou a encontrar de 0,89 Hh/m<sup>2</sup> a 2,70 Hh/m<sup>2</sup>, sendo que 1,26 Hh/m<sup>2</sup> traduz-se na mediana dos dez pavimentos utilizados de um edifício.

O trabalho realizado pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação-FDE, instituição mantida pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo e também citado por Carraro (1998), apresentou os seguintes resultados, conforme tabulado na Tabela 5.1, podendo-se entender que provavelmente estão superdimensionados para a realidade brasileira.

**Tabela 5.1 - Produtividade com blocos cerâmicos, Carraro (1998).**

<b>Material</b>	<b>Cerâmico de vedação</b>			
<b>Espessura (cm)</b>	9	11,5	14	19
<b>Produtividade (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	1,93	1,98	2,02	2,13

Carraro (1998) descreve que, apontar um único e exclusivo indicador representativo da produtividade no serviço de alvenaria de uma obra, pode não ser o recomendável. É necessário, pois, que haja um conhecimento de todo o procedimento utilizado para se poder de fato comparar uma RUP de uma obra com outra, ou seja, de qual tipo de RUP está se tratando.

Consideraram-se as RUPs diárias para a elevação, para a marcação e finalmente para a fixação o correspondente ao existente na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2 - Demonstrativo das RUPs (elevação, marcação e fixação).**

<b>Descrição</b>	<b>RUPs diárias</b>
<b>Elevação</b>	1,52 Hh/m <sup>2</sup>
<b>Marcação</b>	0,27 Hh/m
<b>Fixação</b>	1,60 Hh/m

Por outro lado, no tocante ao trabalho de Lordsleem Júnior e Souza (1999), foram observados, de acordo com a Tabela 5.3, os seguintes valores resultantes das RUPs diárias, respectivamente, para elevação, marcação e fixação.

**Tabela 5.3 - Demonstrativo das RUPs (elevação, marcação e fixação).**

<b>Descrição</b>	<b>RUPs diárias</b>
<b>Elevação</b>	1,75 Hh/m <sup>2</sup>
<b>Marcação</b>	0,27 Hh/m
<b>Fixação</b>	1,55 Hh/m

O levantamento objetivando a visão das RUPs para utilização da metodologia permitiram

que fossem determinados índices mínimos, médios e máximos. Contudo, constata-se, inicialmente, que os valores estão próximos dos publicados pelos autores citados. A variação obtida, portanto, induz que pode haver casos, por exemplo, com problemas de definição do serviço a ser executado, falta de material, ordem de serviço, dentre outros.

### 5.2.2 Revestimento Cerâmico

Segundo Librais (2001), são os seguintes dados obtidos de sua pesquisa, quando adotou valor acima da mediana de RUPpotof, isto é, um valor pertencente à faixa estabelecida na Tabela 5.4. A Tabela 5.5 expressa os dados comparativos de valores de produtividade coletados por Librais (2001).

**Tabela 5.4 - Valores das RUPs para o revestimento de paredes com placas cerâmicas, Librais(2001).**

<b>Assentamento em paredes</b>	<b>RUPpotof (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	0,34 a 0,57
	<b>RUPcumglob (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	0,18

**Tabela 5.5 - Comparativo de valores de produtividade, Librais (2001).**

<b>COMPARATIVO DE VALORES DE PRODUTIVIDADE</b>			
		<b>Banco de dados do PCC - USP</b>	<b>TCPO 10</b>
<b>Assentamento em paredes</b>	<b>RUPpotof (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	0,19 a 0,57	-
	<b>RUPcumof (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	0,24 a 1,12	0,36 a 0,54
	<b>RUPcumdir (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	0,39 a 1,16	0,60 a 0,78
<b>Rejuntamento em paredes</b>	<b>RUPcumglob (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	0,21 a 0,28	0,55

Contudo, o autor assumiu, como previsão, os seguintes valores: RUPpotof = 0,42 Hh/m<sup>2</sup> e RUPpotof = 0,41 Hh/m<sup>2</sup>, para a previsão, utilizando-se da avaliação pessoal (caminho 1) e quando utilizando a equação de previsão (caminho 2), respectivamente. Comenta ainda que, pela proximidade dos resultados obtidos, qualquer um deles poderia ser adotado como resultado da previsão.

Os valores obtidos, quando se fez a pesquisa sobre o revestimento com placas cerâmicas, tendo em vista o projeto piloto, verificou-se que RUPdiária máxima foi de 0,85 Hh/m<sup>2</sup>, enquanto que a RUPpotof = 0,58 Hh/m<sup>2</sup>.

A Anfacer (1994), fazendo um comparativo, concluiu que o índice de produtividade do assentamento de revestimento cerâmico em parede, uma vez sendo aplicado o tipo de argamassa colante, é de 20 m<sup>2</sup>/dia/homem, enquanto que, quando feita a utilização do tipo de argamassa convencional, passou para 8 m<sup>2</sup>/dia/homem.

De igual forma, recentemente a Construção Mercado (2002) publicou dados referentes à estimativa de produtividade e suas respectivas variações de uma equipe, aplicando revestimentos com placas cerâmicas internamente em uma edificação com argamassa colante industrializada. A Tabela 5.6 ilustra a faixa de variação da produtividade, bem como os fatores influentes que a fazem se aproximar mais ou menos de cada um dos extremos. Os fatores influentes, levando-se em consideração o processo de produção, são:

- a forma de disposição das peças no assentamento;
- a quantidade de ajudantes disponíveis para cada oficial assentador: quanto maior a quantidade, mais facilitado é o trabalho do oficial;
- a quantidade de peças a serem cortadas.

**Tabela 5.6 - Assentamento de placas cerâmicas com argamassa colante e variações de produtividade, Construção Mercado (2002).**

Insumo	Condição ideal (mínima)*	Condição (média)**	Condição (desfavorável)***
<b>Azulejista/Ladrilhista</b>	0,25	0,44	1,36
* produtividade da mão-de-obra obtida de fácil execução e gestão eficiente			** produtividade da mão-de-obra encontrada com mais frequência nas obras pesquisadas
*** produtividade da mão-de-obra obtida em obra mais complexa e sob gestão menos eficiente			** mediana: índice de maior frequência nas pesquisas de campo

Por outro lado, a Tabela 5.7 expressa dados comparativos entre placas grandes e pequenas, no tocante a revestimento em substrato de paredes com placas cerâmicas.

**Tabela 5.7 - Revestimento: dados comparativos entre placas grandes e pequenas, Construção Mercado (2002).**

Descrição	Placas grandes	Placas pequenas
<b>Revestimento</b>	1,07 à 1,19	1,19 à 1,28

Fonte: Construção Mercado (2002).

Em 1999, Povoas, ao realizar uma comparação da sub-tarefa assentamento entre duas obras estudadas, verificou que as RUPs alcançaram valores bem diferentes. Assim é que para uma das

obras a RUPdiária máxima foi de 0,83 Hh/m<sup>2</sup>. Contudo, no que diz respeito à segunda obra, apresentou a RUPdiária de 1,66 Hh/m<sup>2</sup>.

### 5.2.3 Rejuntamento

Segundo Librais (2001), são os seguintes dados extraídos de sua pesquisa, conforme mostrado na Tabela 5.8.

**Tabela 5.8 - Valores das RUP para o rejuntamento, Librais (2001).**

		Procedimento rápido de controle	Procedimento de previsão
Rejuntamento em paredes cerâmicas	RUPpotof (Hh/m <sup>2</sup> )	0,17	-
	RUPcumglob (Hh/m <sup>2</sup> )	-	0,18

Segundo a Revista Construção Mercado (2002), no caso de rejuntamento em parede, os fatores que fazem variar a produtividade estão relacionados ao tamanho das placas que estão sendo rejuntadas e à existência de frente de trabalho, de acordo com a Tabela 5.9. Assim é que, de acordo com a pesquisa publicada, tem-se:

**Tabela 5.9 - Rejuntamento: dados comparativos entre placas grandes e pequenas, Construção Mercado (2002).**

Descrição	Placas grandes	Placas pequenas
Rejuntamento	0,12 à 0,21	0,21 à 0,27

Por outro lado, no tocante aos índices pesquisados neste trabalho quando da implantação do Estudo de Caso, foram observados os seguintes valores resultantes das RUPs diárias média e RUPscumulativas, respectivamente: 0,13 Hh/m<sup>2</sup> e 0,12 Hh/m<sup>2</sup>, o que na realidade não foram em nada diferentes dos já disponibilizados no banco de dados.

## Capítulo 6

### Conclusões

Diante da pesquisa aqui definida, esta mostra que é perfeitamente capaz de se poder trabalhar de forma a interagir o canteiro de obras e as empresas construtoras, em relação às mudanças, tanto quantitativa como qualitativamente, em comparação aos canteiros inspecionados.

Os resultados obtidos expressam que se pode expandir o estudo mediante outras pesquisas por se tratar na realidade de uma necessidade organizacional, em decorrência daquilo que oferece o mercado quanto a sua evolução competitiva.

Desenvolveu-se uma seqüência suficientemente capaz de controlar todo o processo desde a coleta de dados, organização do banco de dados, análise dos gráficos, estabelecimento de equações matemáticas, tabelas e finalmente a adequação desses dados no processo produtivo, objetivando a garantia de sua melhoria. Esses levantamentos efetivados na fase do Estudo de Caso foi reconhecido como de fácil operacionalização pelo pessoal engajado no processo, visto que o uso de planilhas propostas para a mensuração tanto da quantidade de serviço executado quanto de homens-hora (Hh), para obtenção dos valores das RUPs, são facilitadoras. Através deste estudo, qualquer empresa, interessada no engajamento de melhorar sua competitividade, pode coletar, organizar e utilizar os dados. Nesse sentido, pode controlar e analisar também as fases de execução da obra. Entretanto, é fato notório que a validade dessa metodologia bastante simples é verdadeira, pois, se bem aplicada chega a resultados satisfatórios. Mas, tudo isso depende evidentemente da continuidade das mensurações “in loco”, e por sinal é recomendável por um período de tempo bem mais longo, pois, em face da variabilidade das obras e de suas

localizações, influem de maneira acentuada na obtenção desses resultados, sem deixar de lado a fase de execução das etapas dos trabalhos.

Os resultados obtidos são capazes de subsidiar mediante correções as possíveis deficiências que porventura cheguem a alterar o desempenho da mão-de-obra. Lordsleem Júnior e Souza (1999), obtiveram para a elevação 1,75 Hh/m<sup>2</sup>, marcação 0,27 Hh/m e 1,55 Hh/m, para a fixação.

Observou-se que os valores encontrados são divergentes, uma vez que a área de aplicação, por se tratar exclusivamente de ambientes sanitários e pelo fato da exigüidade de espaço físico e iluminação adequada, requer maiores técnicas quanto aos detalhes, uma vez que outros elementos constituintes da estrutura predial são agregados, como a existência de "shafts", de fundamental importância para abrigo das tubulações tais como: estrutura hidráulica e sanitária. Para a alvenaria, o pesquisador cadastrou no banco de dados uma produtividade de 1,52 Hh/m<sup>2</sup>, 0,27 Hh/m e 1,60 Hh/m, respectivamente, para a elevação, marcação e fixação, enquanto que os demais propuseram a produtividade também com um único valor, exceção feita por Serra e Tamai (Apud Lordsleem júnior e Souza, 1999). Carraro (1998), por outro lado, estabeleceu valores para a alvenaria de vedação apenas para a elevação. Por sua vez, no tocante ao revestimento cerâmico, encontrou-se um valor (0,58 Hh/m<sup>2</sup>) fora da faixa apresentada por Librais (2001), embora este tenha cadastrado uma faixa de variação, na qual o seu limite superior é um valor muito próximo (0,34 Hh/m<sup>2</sup> a 0,57 Hh/m<sup>2</sup>). Neste particular, observou-se a inexistência de habilidade dos componentes das equipes com a utilização de placas cerâmicas consideradas grandes. Entretanto, os resultados obtidos pela Construção Mercado (2002) revelaram um resultado muito alto (1,07 Hh/m<sup>2</sup> a 1,19 Hh/m<sup>2</sup>), uma vez levada em consideração a utilização de placas cerâmicas grandes, acima, portanto, dos valores encontrados nesta pesquisa, bem como por Librais. E por fim, com respeito ao rejuntamento em paredes cerâmicas, a produtividade com um único valor (0,13 Hh/m<sup>2</sup>), mostrou-se inferior aos encontrados por Librais, no entanto, dentro da faixa apresentada pela Construção Mercado.

Este trabalho clarifica que, para a feitura dos serviços, é fundamental a concepção de projetos que mostrem a paginação, a especificação e o procedimento de execução. A facilidade está justamente na otimização do projeto, uma vez que se evita o desperdício através da entrega do "kit" às equipes responsáveis pelas tarefas, neste caso alvenaria de vedação e revestimento das

paredes. De fato, essa racionalização na entrega dos materiais implica numa redução de custos do ponto de vista de fatores diversos como: pedido ao fabricante em quantidade certa; controle do estoque; distribuição equalizada das equipes; pré-preparo das peças e mensuração da produtividade.

Essa forma de estudo apresenta sensível melhoria na execução dos serviços, pois conduz forçosamente a uma racionalização no uso dos materiais, equipamentos e mão-de-obra. Também contribui para a organização dos canteiros de obra e profunda conscientização por parte dos envolvidos no processo, face às cobranças pela aplicabilidade das peças em cada área determinada pelo planejamento.

Os resultados encontrados mostram que as empresas são favorecidas, em virtude da consolidação cada vez maior no mercado competitivo. Estas serão dotadas de um padrão de qualidade dentro do mercado, valorizando-se cada vez mais diante da sua clientela mediante a qualidade de bens e serviços.

Com a inserção deste trabalho no contexto universitário, setor privado e público, espera-se contribuir para a feitura da orçamentação, programação e controle de obras, visto que há por meio da proposição uma facilidade para a obtenção de indicadores tais que permitem, com bastante segurança, a definição do dimensionamento das equipes de trabalho.

Destaca-se, por fim, que esta proposta está sendo implementada com bastante vantagem nos segmentos da indústria da construção civil aqui detalhados, capaz de equacionar os seus problemas, a partir de uma visão sistêmica centrado na cadeia produtiva.

## **6.1 Proposição de Novos Trabalhos**

No decorrer deste trabalho, constataram-se alguns aspectos relevantes que devem ser explicitados de tal forma a serem estudados e analisados, evidentemente, com maiores detalhes.

Com efeito, nesse particular, para futuros trabalhos, sugere-se:

- que a aplicação da metodologia seja utilizada em outros trabalhos;
- que sejam aplicados outros processos construtivos dentro de vários outros canteiros de

obra, de forma a poder aplicar outras ferramentas;

- estudar sobre as condições de trabalho no canteiro de obras;
- que o estudo seja estendido para outros canteiro de obras;
- ampliação da criação de bancos de dados, constituindo-se num suporte técnico para as academias e outros órgãos interessados;
- desenvolver um estudo da relação custo/benefício que as centrais de componentes proporcionam às empresas.

## **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, Léo G. Qualidade: introdução a um processo de melhoria. Rio de Janeiro: Quality, 1995.

ALVES, T. C. L. Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de caso. Dissertação de Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 2000.

ALVES, T.C. L.; FORMOSO, C. T. Guidelines for managing physical flows in construction sites. In: Annual Conference of The International Group For Lean Construction, 8ª, Brighton, 2000. Artigo técnico. Brighton,UK. 2000... Science and Technology Policy Research, 2000.

ANDRADE, Artemária Coelho de. Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

ANDRADE, Artemária C.; SOUZA, U.E.L. de; LIBRAIS, Carlos F.; PALIARI, José C. Subsídios para o processo de orçamentação de revestimentos cerâmicos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2º, Fortaleza, 2001. Artigo Técnico. Bristol, 2001,16p.

ANFACER. Manual de orientação técnica de revestimentos cerâmicos. Cerâmica. São Paulo: 1994.

ARAÚJO, Hercules Nunes de. Intervenção em obras para implantação do processo construtivo

em alvenaria estrutural: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção-Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC. Florianópolis, 1995.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito. Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, U. E. L. de. Produtividade da mão-de-obra no serviço de armação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º, Pernambuco, 1999. Artigo Técnico. Rio de Janeiro, 1999, v.2, pp.409-418.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, U. E. L. de. Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: detecção e quantificação. IN: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo Técnico. Salvador, 2000, v.1, pp.477- 484.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, U. E. L. de. Método para dimensionamento de equipe de carpinteiros para o serviço de formas. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2º, Fortaleza, 2001. Artigo Técnico. Bristol, 2001, 15 p.

ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Gibson Rocha. Utilização da NR 18 em canteiros de obras de edificações verticais da Grande João Pessoa. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 16º, Piracicaba, 1996. Artigo Técnico. Bristol, 1996. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NB 25. Coordenação modular da construção. Rio de Janeiro, 1969.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12721. Avaliação de custos

unitários e preparo de orçamentos para incorporação de edifício em condomínio. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 8402. Gestão da qualidade e garantia da qualidade-Terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto 02: 135.07 – 002. Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Especificação. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14082. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica. Execução do substrato padrão e aplicação de argamassa para ensaios. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14084. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da resistência de aderência. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200. Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

BAÍÁ, J. L.; HINO, M. K.; SOUZA, U. E. L. de. Estudo da produtividade no serviço de armação. In: JORNADAS SUL - AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, São Carlos, 1997. Anais... São Carlos, EESC, 1997. v. 6, pp. 2401-24 09.

BARBETTA, Pedro Alberto. Estatística aplicada às Ciências Sociais. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1998.

BARBIERI, José Carlos. Produção de transformação de tecnologia. São Paulo: Ática, 1990.

BARÇANTE, Luiz César. Qualidade total: uma visão brasileira - o impacto estratégico na

universidade e na empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

BARNES, Ralf M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BARROS, Mércia Maria Bottura de. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1996.

BARROS NETO, José de Paula. Análise da fragmentação das forças competitivas e das estratégias utilizadas pela construção nas edificações. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Gramado, 1997.

\_\_\_\_\_. Perdas na Construção Civil: Qualidade e Produtividade. Revista Engenharia – Associação Técnico – Científica Engº Paulo Frontin, v. XI ano IX. Fortaleza, 1994.

BARROS NETO, José de Paula; FORMOSO, Carlos F: FENSTERSEIFER. O processo decisório estratégico da produção: uma nova proposta de categorias de decisão adequada à construção de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º Recife, 1999. Artigo Técnico. Bristol. 1999. 11p.

BEZERRA, Ana Cláudia de Sá; Mergulhão, Rosana Andréa Coelho. Análise dos indicadores de perda de materiais empregados no revestimento cerâmico das obras de João Pessoa, PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º, Recife, 1999. Artigo Técnico. Bristol. 1999. 5p.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZONIA LEGAL. Lei Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998(Lei de Crimes Ambientais). Brasília, 1976.

BRITO, Rodrigo G. F. A.A. Planejamento, programação e controle da produção. São Paulo: IMAM, 2000.

CAMPOS, Juarez de Queiroz et al. Bases sanitárias da administração sanitária. São Paulo: Jotacê, 1994.

CAMPOS, Vicente Falconi. Controle da qualidade (no estilo japonês). 5ª ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni/UFMG, 1992.

\_\_\_\_\_. TQC: controle da qualidade total. 3 ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni/UFMG, 1993.

\_\_\_\_\_. TQC: gerenciamento da rotina de trabalho do dia a dia. Rio de Janeiro: Fundação Christiano Ottoni/UFMG, Block, 1994.

CARDOSO, F. F. Novos enfoques sobre gestão da produção. Como melhorar o desempenho das empresas de construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 5º, São Paulo, USP. Anais. São Paulo, ANTAC, 1993, v.2,pp.557-570.

CARRARO, Fausto. Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1998.

CARRARO, F.; REIS, P. F.; SOUZA, U. E. L. de. Produtividade no serviço de concretagem. In: XXVIII JORNADAS SUL - AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, São Carlos, 1997. Anais...São Carlos, EESC, 1997. v. 6, 2479 – 2487.

CARDOSO, Francisco P. Novos enfoques sobre a gestão da produção. Como melhorar o desempenho das empresas de construção. IN: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: AVANÇOS EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1993. São Paulo. Anais...São Paulo: USP, 1993, v.2,pp.557-569.

CARTILHA da Qualidade e Produtividade. > Acesso em: 26 fev. 2002.

CARACTERÍSTICAS do Setor da Construção Civil – Capítulo 2. Disponível em : < file://A:\capit\_2.htm > Acesso em: 26 fev. 2002.

CATTANI, Airton. Um estudo sobre o acesso de operários da construção civil à linguagem gráfica arquitetônica. Dissertação de Mestrado em Educação. UFRGS. Porto Alegre, 1994.

COÊLHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. A orçamentação nas instalações hidráulicas prediais. São Luís, 1980.(Notas de aula).

\_\_\_\_\_. Orçamento de obras prediais. São Luís: UEMA, 2001.

\_\_\_\_\_. Alvenaria estrutural. São Luís: UEMA, 1998.(Esgotado).

COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de dimensionamento modular e especificações de ambiente para construções escolares de 1º Grau. São Paulo: CONESP, 1997.

CORDEIRO, Cristóvão César Carneiro. O papel da certificação de produtos em sistemas da qualidade: perspectivas e diretrizes na construção civil. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFF. Niterói, 1994.

COSTA, A. L. Perdas na construção civil: uma proposta conceitual e ferramentas para a prevenção. Dissertação de Mestrado em Engenharia-Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1999.

COSTA, A. L.; FORMOSO, C. T. Perdas na construção civil: uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7º, Florianópolis, 1998.Artigo técnico. Florianópolis, 1998. v. 2,pp.1-7.

CROSBY, Philip B. Qualidade é investimento. Tradução de Áurea Weisenberg. 5 ed. Rio de Janeiro: Imagem,1992.234p.

DALCUL, Ana L.; PICCININI, Valmiria C.; SCHMITT, Carin M. A influência das novas tecnologias nas relações de trabalho na indústria da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: AVANÇOS EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1993, São Paulo. Anais...São Paulo: USP, 1993, v.2, pp.711-716.

DEMING, W. E. Quality, Productivity and competitive position. Massachusetts: Institute of

Technology, 1982, 373p.

DÓREA, Sandra Carla Lima; SOUZA, U. E. L. de. Produtividade do serviço de concretagem em edifícios-casos práticos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º Pernambuco, 1999. Artigo Técnico.

DRUCKER, P. F. Gerente eficaz. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

ELIANE. Manual técnico e de assentamento. Fachada Greis Porcelanato. Cocal do Sul, 1998.

FEIGENBAUN, A.V. Total quality control. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. O minidicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FIORITO, A. J. S. Manual de argamassas e revestimentos: estudos e processos de execução. São Paulo: PINI, 1994.

FONTENELLE, R. J. Indicadores da qualidade-afetador e direcionador do progresso de uma organização rumo a qualidade total. In: CONGRESSO DE SISTEMAS DA QUALIDADE, 1991, Vitória. Anais... Vitória: UNIÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE, 1991, pp. 263-270.

FORMOSO, C.T.;FRANCHI, C.C.;SOIBELMAN, L. Um estudo sobre as perdas de materiais na indústria da construção civil e suas principais causas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5º, São Paulo, 1993. Artigo Técnico. São Paulo, 1993.v.2,pp.571-580.

FORMOSO, C.T.;JOBIM, M.S.S.;COSTA, A.L., et al. Perdas de materiais na construção civil: estudo em canteiros de obras do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES: soluções para o terceiro milênio, São Paulo, 1998. Comunicação Técnica. São Paulo, 1998.v.2,pp.299-308.

FORMOSO, C. T.;ISATTO, E.L.; HIROTA, E. H. Method for waste control in the building industry. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7ª, Berkeley, 1999. Artigo técnico. Berkeley, CA. 1999. Disponível em:

<http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-7/PDF/Hirota&Lantelme&Formoso.pdf>.

FORMOSO, Carlos T.; HIROTA, Ercília H. et al. Estimativa de custos de obras de edificações. Caderno de Engenharia. Porto Alegre, CPGEC, 1986.

FORMOSO, Carlos T.; ABITANTE, Ana L.; BRUSCH, Lúcio R. F. Desenvolvimento de um modelo para gestão da qualidade e produtividade em empresas de construção civil de pequeno porte. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL-GESTÃO E TECNOLOGIA, 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: CPGEC/NORIE/UFRGS, 1993, pp.53-95.

FORMOSO, Carlos T. et al. Desenvolvimento de um modelo para a gestão da qualidade e produtividade em empresas de construção civil de pequeno porte. In: II SEMINÁRIO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL-GESTÃO E TECNOLOGIA. Anais. NORIE/UFRGS. Porto Alegre, 1996.

FORMOSO, Carlos T. et al. Indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil. In: 14º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1994, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 1994. v. 2, pp.797-802.

FORMOSO, Carlos T. et al. Proporção do tempo empregado nas obras em atividades produtivas, auxiliares e não produtivas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15, 1995. São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 1995. pp. 303-309.

FORMOSO, Carlos T. Sistemas de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil: manual de utilização. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul – SEBRAE/RS, v.3, 1995, 194p.

\_\_\_\_\_. Perdas de materiais na construção de edificações: estudo em canteiros de obras no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 1998. pp.299-307.

FRANCHI, C. C.; SOIBELMAN, L.; FORMOSO, Carlos T. As perdas de materiais na indústria

da construção civil. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL – GESTÃO E TECNOLOGIA. Anais... Porto Alegre, UFRS, 1993. pp. 133 – 198.

FREIORE, Tomás Mesquita; SOUZA, U. E. L. de. Alternativas para a redução do consumo de materiais e mão-de-obra no serviço de concretagem. ENTAC, 8º, Salvador, 2000, Artigo Técnico. Salvador, 2000. v.2, pp.854–861.

FREITAS. Maria do Carmo Duarte; POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, L. F. M. Diagnóstico de mudanças voltadas à qualidade e produtividade dos canteiros de obra brasileiros. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, Pernambuco, 1999. Artigo técnico. Rio de Janeiro, RJ. 1999, v.1,pp.205-212.

FREITAS, Marta Lúcia Rolim de Almendra. Racionalização da Produção do emboço de argamassa em fachadas de edifícios do Recife. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.São Paulo, 2001.

FREITAS, Marta Lúcia Rolim de Almendra; CAVALCANTI, José Roberto de S. Estudo sobre a Produtividade na execução de revestimentos das fachadas de edifícios altos na cidade do Recife-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º, Recife, 1999, Artigo Técnico. Bristol.1999.10p.

GUEDERT, Luís. Programa de melhoria de qualidade das alvenarias-o caso do convênio FRECHAL/UFSC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: AVANÇOS EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1993, São Paulo. Anais...São Paulo: USP, 1993, v.2,pp.682-690.

HARRINGTON, H. James. Gerenciamento total da melhoria contínua: a nova geração da melhoria de desempenho. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. Revisão Técnica de Luciano Sabóia. São Paulo: Makron Books, 1997.

HEINECK, L. F. M. Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade na alvenaria. Anais... III SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Florianópolis, 1991.

HEINECK, L. F. M.; ANDRADE, V. A. A racionalização da execução de alvenarias do tipo convencional e estrutural através de inovações tecnológicas simples. 5 th INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES. Florianópolis, Proceedings. 1994, pp.584–593.

HEINECK, Luiz F. M.; TRISTÃO, A. M. D. Aspectos positivos do processo construtivo nas edificações: facilidades na indústria da construção da construção para a implantação de programas de qualidade e produtividade. In: 15º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1995. SÃO CARLOS. Anais...São Carlos, 1995, pp.1810-1814.

HEINECK, Luiz F. M.; TRISTÃO, A. M. D. A racionalização na produção de argamassas através de inovações tecnológicas simples. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1º, Goiânia, 1995. Anais... Goiânia, UFG/ANTAC, 1995. pp.357–363.

HELENE, P. R. L.; SOUZA, R. Controle da qualidade na indústria da construção civil. Tecnologia de Edificação/ Projeto de Divulgação Lix da Cunha. São Paulo: PINI, 1988.

HEZEL, Cláudia Regina; OLIVEIRA, Ricardo Rocha. Estudo da variabilidade da produtividade na execução de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2 º. Artigo Técnico. Bristol. Fortaleza: 2001,15p.

HRONEC, Steven M. Sinais vitais: usando medidas do desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa. Tradução de Kátia Aparecida Roque, Revisão Técnica Paulo Santi. São Paulo: Makron Books,1994.

HINO, Maurício Kenji. Emprego do conceito de desempenho para a melhoria da qualidade do projeto de empreendimentos habitacionais de interesse. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção civil. São Paulo, 2001.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico. Salvador, 2000.v.1,pp.572-579.

IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1990.

IMA, M. Kaysen. São Paulo: Iman, 1993.

INSTITUTO MCKINSEY. Produtividade no Brasil: a chave do desenvolvimento acelerado. Adaptação de Mirian Leitão. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

ISATTO, Eduardo Luís; Formoso, C. T. Perdas na construção civil: uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo técnico. Florianópolis, 1998.v.2, pp.1-7.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. Design and production interface in Lean Production: a performance improvement criteria proposition. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 6ª, Guarujá, 1998. Artigo técnico. Guarujá, 1998. Disponível em: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/IsattoAndFormoso.pdf>.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C.T. A nova filosofia de produção e a redução de perdas na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo Técnico. Florianópolis, SC. 998. v.2, pp.241-249.

ISHIKAWA, Kaoru. Controle da qualidade total: à maneira japonesa. Tradução de Ilana Torres. São Paulo: Campus, 1993, 221p.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Controle de qualidade: handbook, v. 1-9. São Paulo: Makron Books, 1991.

JURAN, J. M. A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

KRÜGER, José Adelino. Elaboração de procedimentos de execução dos serviços de assentamento de azulejos e pisos cerâmicos: estudo de caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC. Florianópolis, 1997.

KALLAS, Emílio R. Método de controle de custos operacionais na construção civil. Dissertação

de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1981.

KRÜGER, José Adelino; HEINECK, L. F. M. A elaboração de manuais de procedimentos padronizados para melhoria da qualidade e produtividade – ação de uma empresa de construção civil num ambiente de competitividade e globalização. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, Pernambuco, 1999. Artigo Técnico. Rio de Janeiro, RJ. 1999. 11p.

LANTELME, Elvira Maria Vieira. Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1994.

LARROYD, Clerson. Aspectos que interferem na qualidade do serviço na situação de trabalho do pedreiro de reboco. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC. Florianópolis, 1997.

LEHMKUHL, Fábio A.; BARTH, Fernando. Caracterização da aplicação de placas de porcelanato nas fachadas de edifícios. In: ENTAC, 8º, SALVADOR, 2000. Artigo técnico. Salvador, BA. 2000.v.2, pp.1237-1243.

LIBRAIS, Carlos Fabris. Método prático para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2001.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Custos na construção civil: um estudo de caso. Monografia de Especialização. Santa Maria, UFSM, 1997.

LIMA, Adalberto da Cruz. Gerenciamento de processo na execução do macroprocesso construtivo: um estudo de caso aplicado no processo estrutural. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção-Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1998.

LIMMER, Carl V. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. Rio de Janeiro:

LTC, 1997.

LOPES, José Antônio Esquerdo. Produtividade da mão-de-obra em projetos de estruturas metálicas. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2001.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado; SOUZA, U. E. L. de. Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria de vedação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º Pernambuco, 1999. Artigo Técnico. Rio de Janeiro, 1999, 12p.

MACIEL, Luciana Leone; MELHADO, Sílvio Burratino. Organização do canteiro de obras para produção do revestimento de argamassa. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1.: Anais... CD – ROM. Recife, 1999.

MACHADO, Ricardo Luiz. Um modelo para análise do consumo de mão-de-obra em atividades da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Niterói, 1998. Artigo Técnico. Rio de Janeiro, 1998. 9p.

MARANHÃO (Estado). CÓDIGO DE PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO MARANHÃO. Lei Estadual Nº 5.045 de 8 de abril de 1992. São Luís, 1997.

MARCHIORI, F. F. Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios altos. Dissertação de Mestrado-Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 1998.

MARUOKA, Luz marina Andrade; SOUZA U. E. L. de. Avaliação da produtividade da mão-de-obra na produção de contrapiso: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º Pernambuco, 1999. Artigo Técnico. Rio de Janeiro, 1999, v.2.pp.399–408.

MASCARÓ, Lúcia R.; MASCARÓ, Juan L. A construção na economia. São Paulo: PINI, 1980.

MAUÉS, Luiz Maurício Furtado. Metodologia de organização interna e melhoria do processo

produtivo em centrais de montagens de componentes: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado-Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1996.

MAZIERO, L. Aplicação do conceito do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas. Um levantamento das decisões fundamentais para a sua aplicação. Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis, 1990.

MELIGHENDLER, Maurício. Critérios econômicos de projeto. São Paulo: Instituto de Engenharia, 1978.

MESSEGUER, Álvaro. Controle e garantia da qualidade na construção. SINDUSCON. São Paulo, 1991.

MORAES, Anamaria de. Ergonomização do posto de pedreiro de alvenaria: exemplo de aplicação de análise de posturas na avaliação dos custos humanos no trabalho. In: 10º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1990. Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte, 1990, v.2, pp.728-735.

\_\_\_\_\_. Métodos e técnicas de ergonomia: problematização, sistematização, apreciação, diagnóstico, projeção, avaliação, experimento. In: 10º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1990. Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte, 1990, v.2, pp.831-836.

MUTTI, Cristine do Nascimento. Treinamento de mão-de-obra na construção civil: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção-Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis: UFSC, 1995.

MUSCAT, A. R. N. Fundamentos da produtividade. Curso Qualidade e Produtividade na Construção Civil. São Paulo: PCC/EPUSP/ITQC, 1993.

NAKAGAWA, Masayuki. ABC: custeio baseado em atividades. São Paulo: Atlas, 1994.

NEVES, Célia Maria Martins. Alguns aspectos que interferem na implantação de melhorias e

inovações tecnológicas na produção do edifício. ENTAC 95, Artigo Técnico. Rio de Janeiro: 1995.6p.

NOVAIS, Sandra Gaspar; OLIVEIRA, Paulo Vinícius Harada de; JUNGLES, Antônio Edésio. Controle estatístico como indicador de qualidade de serviços na indústria da construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º, Recife, 1999. Artigo Técnico. Bristol, 1999,10p.

NOVASKI, Olívio. Engenharia da qualidade. Campinas: UNICAMP, 2002. (Notas de aula).

O GUIA WEBER. Saint-Gobain Quartzolit Ltda. São Paulo: 2002.

OLIVEIRA, M.; LANTELME, Elvira; FORMOSO, Carlos T. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil: manual de utilização. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993.91p.

OLIVEIRA, Caminha Barros de. Gerenciamento de processos na indústria da construção civil: um estudo de caso aplicado no processo de revestimento interno cerâmico. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção-Universidade federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

OLIVEIRA, Mirian; LANTELME, Elvira; FORMOSO Carlos T. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil: manual de utilização. Porto Alegre: NORIE/UFRGS. 1993.

OLIVEIRA, M et al. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil: manual de utilização. 2. ed. Ver. Porto Alegre: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul-SEBRAE/RS. Porto Alegre, 1995.

OLIVEIRA, Keller A. Z. de. Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle de produção. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós – Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1999.

OLIVEIRA, Keller A. Z. de; ALVES, Thaís da C. L.; FORMOSO, C. T. O princípio da

transparência aplicado ao processo de planejamento e controle da produção na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico. Salvador, 2000. Anais v.1,pp.564-571.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha de. Estudo da produtividade em revestimentos com argamassa. III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Vitória, 1999. pp. 741-749.

OLIVEIRA, Paulo V. H.; NOVAIS, Sandra G.; SANTOS, Débora G. et al. Análise da aplicação de check-list sobre inovações tecnológicas em canteiros de obra. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo Técnico. Salvador, BA.2000.v.1,pp.349-356.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha de; DALL'OGGIO, Simone; MARTINI, Carlos Edebrando. Eficiência da previsão da produtividade através de estimativas por curvas de aprendizagem. Cascavel, PR, 1999. In: OBRAS PRODUTIVAS: METODOLOGIA PARA MELHORIA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE EM OBRAS DE CARÁTER REPETITIVO, 1999. Artigo Técnico.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha; DALL'OGGIO, Simone; HAMERSKI, Aracelli; MARTINI, Carlos E. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Vitória, 1999. Artigo Técnico. Florianópolis, 1999, pp.741-749.

ORGANISATION EUROPÉENNE DE COOPERATION ECONOMIQUE. La coordination modular en la edification. Buenos Aires: Ediciones 3, 1962.

OHASHI, Eduardo Augusto Maués. Sistema de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia da Construção Civil. São Paulo, 2001.

PALIARI, José Carlos. Metodologia para coleta de análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

PALIARI, José Carlos; SOUZA, U. E. L. de ; ANDRADE, Artemária Coelho de. Levantamento

de perdas/consumos de argamassas de revestimento em obras de construção de edifícios brasileiros. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Vitória, 1999, pp. 715–725.

PAULINO, Ana Adalgisa Dias; NEVES, Renato Martins das; MAUÉS, Luiz Maurício furtado. A aplicação do jus-in-time na construção civil. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, Florianópolis, 1996. Artigo Técnico. Florianópolis, SC. 1996.pp.180-183.

PEIXOTO, F. M. Sistemas hidráulicos prediais: propostas de diretrizes para a racionalização do seu processo produtivo. Dissertação de Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 2000.

PENTEADO, Adilson Franco. A coordenação modular. Revista Faculdades Franciscanas, Itatiba, v. 1, n.8, 1993.

PIRES, S. Gestão estratégica da produção. 1. ed. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

PICCHI, Flavio Augusto. Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios. Tese de Doutorado em Engenharia Civil e Urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

PORTOBELLO. Procedimento e especificações para assentamento de porcelanato Cerâmica Portobello S. A. Divisão de Serviço ao Consumidor, 1999.

POSTER, Michael E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

PÓVOAS, Yeda Vieira; SOUZA, U.E.L. de; JOHN, Vanderlei M. Produtividade no assentamento dos revestimentos cerâmicos In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º, Pernambuco, 1999. Artigo técnico. Rio de Janeiro, 1999, v.2,pp.481-489.

Que bloco é esse? São Paulo: Técne, n. 8, pp. 18 – 20, jan/fev.,1994.

CONSTRUÇÃO MERCARDO. São Paulo: PINI-outubro, nº 15, ano 55, 2002, pp. 34 - 39.

ROCHA FILHO, Raimundo A. Porque optar pela qualidade? Fortaleza: Revista Tecnologia n.21.2000.pp.78-74.

RODRIGUES, Márcia Maria Botteon; OLIVEIRA, Paulo Vinícius Harada de; AMARAL, Tatiana Gondim do. Dificuldades encontradas na introdução de melhorias em canteiros de obras na Grande Florianópolis. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2º, Fortaleza, 2001. Artigo Técnico. Bristol, 2001, 9p.

ROLT, M. I. P. O uso de indicadores para melhoria da qualidade em pequenas empresas. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção-Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC. Florianópolis, 1998.

ROSSO, T. Teoria e prática da coordenação modular. São Paulo: FAU - USP, 1990.

SAES, F. G. C. Qualidade e produtividade na construção civil: o canteiro de obras. São Paulo: EPUSP/ITQC, 1994.

SALDANHA, Maria Christine Werba. Racionalização construtiva: um enfoque na execução do revestimento. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 1997.

SALDANHA, Maria Chistine Werba; SOUTO, Maria do Socorro Márcia Lopes. Racionalização dos projetos na construção de edificações habitacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo Técnico. Florianópolis, 1998. v.2, pp.525-532.

SANTANA, Ana Maria S. Diagnóstico das condições de trabalho de um pedreiro de reboco através da análise ergonômica do trabalho. In: 12º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1992, São Paulo. Anais...São Paulo, 1992, v.1,pp.400-407.

SANTOS, Aguinaldo. Medição de produtividade em canteiros utilizando a técnica da bamostragem do trabalho. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL-

GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ABORDAGEM PARA EMPRESAS DE PEQUENO PORTE, 4., 1994, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre: PROGRAMA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO RIO GRANDE DO SUL, 1994, pp.197-222.

SANTOS, Aguinaldo; Araújo, George. Estudo piloto de medição de produtividade através de cartão de produção. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993.

SARRAJ, Zohair M. Al. Formal development of line of balance Technique. Journal of Construction Engineering and Management, v.116, n.4, December, 1990, pp.689–704.

SAURIN, T. A. Método para diagnóstico e diretrizes para o planejamento de canteiros de obra de edificações. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio grande do Sul. Porto Alegre, 1997.

\_\_\_\_\_. Identificação de perdas no serviço de alvenaria em um canteiro de obras sob a ótica do sistema de produção enxuta. Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. São Paulo, 2000. Anais...São Paulo: USP, 2000.

SCARDOELLI, Lisiane, S.; SILVA, Maria F.; FORMOSO, Carlos T.; HEINECK, Luiz F. M. Melhorias de qualidade e produtividade: iniciativa das empresas de construção civil. PROGRAMA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre, 1994.

SCARDOELLI, Lisiane. S. Iniciativa de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações. Dissertação de Mestrado-curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1995.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 21. ed. Ver. E ampl. São Paulo: Cortez, 2000.

SILVA, Márcio Fernandes Andrade da. Gerenciamento de processos na construção civil: um estudo de caso aplicado no processo de execução de paredes em gesso acartonado. Dissertação de

Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, UFSC. Florianópolis, 2000.

SILVA, Maria Angélica C. Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção das empresas de edificações. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1986.,

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO. Perfil da construção civil-diagnósticos e perspectivas do SINDUSCON no Estado de São Paulo: principais aspectos e resultados. São Paulo: SINDUSCON, 1991.

SLACK, Nigel. Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 1993.

SINK, D. Scott; TUTTLE, Thomas C. Planejamento e medição para performance. Rio de Janeiro: QualityMark, 1993.

SMITH, Elizabeth A. Manual da produtividade: métodos e atividades para envolver os funcionários na melhoria da produtividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

SOIBELMAN, Lúcio. As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle. Dissertação de mestrado em Engenharia- Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1993.

SOUZA, U. E. L. de. Canteiro de obras. São Paulo: EPUSP/ITQC, 1993.

\_\_\_\_\_. Metodologia para o estudo da produtividade de mão-de-obra no serviço de formas para estrutura de concreto armado. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1996.

\_\_\_\_\_. Redução do desperdício de materiais através do controle do consumo em obra. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. ANTAC. Salvador, 1997. Anais... Recife, 1997, pp.459 – 468.

\_\_\_\_\_. Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS.

Anais... 1º São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo Técnico. Salvador, 2000, v.1, pp.421 – 428.

SOUZA, U. E. L. de ARAÚJO, Luiz Otávio Cocito. Uso de indicadores de produtividade como avaliador da gestão de serviços de construção. SIMPÓSIO BRASILEIRO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2º, Fortaleza, 2001. Artigo Técnico. Bristol, 2001.12p.

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de. O projeto para produção de lajes racionalizadas de concreto armado de edifício. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1996.

SUMANTH, D.J. Productivity engineering and management. São Paulo:McGraw-Hill,1984.

TCPO 2000. Tabelas de composições de preços para orçamentos. São Paulo: PINI, 2000.

TEIXEIRA, Ivandi S.; Teixeira Regina C. meios alternativos para utilização de ferramentas estocásticas para o gerenciamento da qualidade e produtividade na construção civil. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO-QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO. ANTAC. Florianópolis, 1998.

TEIXEIRA, Regina C.; TEIXEIRA, Ivandi S. A relação entre motivação e produtividade nas empresas de construção civil. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO-QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO. ANTAC. Florianópolis, 1998.

THOMAS, H.R; KRAMER, D.F.The manual of construction productivity measurement and performance evaluation. Austin: Construction Industry Institute (CII) Report, 1987, 168p.

IRONI, Luís F. et al. Critérios para geração de indicadores de qualidade e produtividade no setor público. Brasília: IPEA/MEFP, 1991.

TIRONI, Luís F. et al. Indicadores de qualidade e produtividade: um relato de experiências no

setor público. Brasília: IPEA/MEFP, 1992.

TRAJANO, Isar; PINHEIRO, Silvana Cordovil. Apropriação da produtividade da mão-de-obra por método de enquete. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Niterói, 1998. Artigo Técnico. Rio de Janeiro, 1998, 4p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 2000.

ULRICH, Helen; SACOMANO, José Benedito. O processo de projeto na busca da qualidade e produtividade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1º, Recife, 1999. Artigo Técnico. 1999. 8p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de Bibliotecas. Normas para apresentação de trabalhos. Curitiba: Ed. Da UFPR, 2000.

VARGAS, Carlos Luciano S. Avaliação de perdas em obras. Aplicação de Metodologia Expedita. 17º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENGEP), 1997, GRAMADO, RS. PORTO Alegre, UFRGS/PPGEP, 1997. 1 CD-ROM: il. Resumo de anais.p.75

VILATÓ, Rolando Ramirez. Estudo da metodologia do projeto para edifícios em alvenaria estrutural não armada. Dissertação de Mestrado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-Departamento de Engenharia de Construção civil.São Paulo, 1998.

## Anexos

### Anexo A

QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO						
Empresa:						
Localização:	Número de Funcionários:					
	Porte do Ramo:					
Produção média mensal(m <sup>2</sup> /mês):	Gerente:		Encarregado Geral:			
	Área do Canteiro:		Número de Alojamentos:			
Questionário Número:	DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DA OBRA					DATA:
Entrevistador (a):	Condomínio:			Tel.:		
Cargo:	Número de blocos:		Entrevistado:			
1) DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS						
Número de entrevistados	Sexo	Horário de permanência	Grau de instrução	Atividade profissional	Renda média mensa l	Observação
1)						
2)						
3)						
4)						
5)						
2) DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA						



<input type="checkbox"/> Atuar em novos segmentos de mercado com produtos diferenciados.														
<input type="checkbox"/> Desenvolver produtos mais competitivos.														
<input type="checkbox"/> Investir em novas tecnologias de produção.														
<input type="checkbox"/> Outros:														
• <b>Importância da Estratégia no Sucesso da Empresa</b>														
<b>1. Irrelevante, dificilmente será considerada como estratégia importante;</b>														
<b>2. Indiferente, dificilmente será considerado;</b>														
<b>3. Promissor, podendo no futuro ser uma estratégia importante;</b>														
<b>4. Precisa ficar próximo dos concorrentes;</b>														
<b>5. Precisa constar como nível de bom padrão no mercado;</b>														
<b>6. Proporciona vantagem, sempre considerada;</b>														
<b>7. Proporciona vantagem decisiva, principal fator de competitividade.</b>														
<b>Custo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
(Praticar o menor preço do mercado)														
<b>Qualidade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
(Ter o melhor produto do mercado)														
<b>Tempo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
(Ter o menor prazo de entrega do cliente)														
<b>Inovação</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

<b>(Estar sempre à frente dos concorrentes)</b>														
<b>Observações:</b>														

<b>3) DADOS PARA ANÁLISE DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Quais são os indicadores utilizados na empresa, para avaliação da produtividade da mão-de-obra, na produção de alvenaria?</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Quais são os indicadores utilizados na empresa, para avaliação da produtividade da mão-de-obra, na produção de revestimento cerâmico?</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Quais são os indicadores utilizados na empresa, para avaliação da produtividade da mão-de-obra, na produção de rejuntamento?</b></li> </ul>

<b>• Quem foi o responsável pela implantação do sistema de avaliação da produtividade?</b>
<b>• Como se comporta a curva dos indicadores da produtividade, ao longo do tempo?</b>
<b>• Qual a periodicidade da coleta das informações para composição dos indicadores e sua análise?</b>
<b>• Quem colhe esses dados?</b>
<b>• Quem analisa os indicadores?</b>

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Quem é informado sobre os indicadores?</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Os indicadores são utilizados, objetivando identificar focos de problemas?</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Os focos de problemas identificados pelos indicadores são base para ações corretivas e gerenciais?</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Quais as ações corretivas para melhoria da produtividade?</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Cite exemplos de melhoria, alcançados através de ações gerenciais e correções baseadas nas análises dos indicadores.</b></li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Cite as melhorias verificadas pela implantação da central de cortes de componentes, tanto para os elementos cerâmicos quanto para as placas cerâmicas.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Como é medida a quantidade de informações depositadas em um banco de dados?</b></li></ul>

## **Anexo B**

### **B.1 Regressão Linear**

Desejando-se estudar determinada variável em função de outra, faz-se uma análise de regressão. A análise de regressão objetiva descrever, através de um modelo matemático, a relação entre duas variáveis, partindo-se de “n” observações.

Portanto, no intuito de se verificar o relacionamento existente entre a quantidade de serviço executado e homens-hora (Hh) trabalhados, e, por conseguinte, das observações quanto à presença de anormalidades, realizaram-se análises de regressão entre estas duas variáveis para cada uma das atividades desenvolvidas neste trabalho. Assim é que, de posse dos dados coletados e plotados nas planilhas seguintes, buscou-se desenvolver análises de regressão linear para as atividades de alvenaria, revestimento com placas cerâmicas e aplicação de rejuntamento, conforme proposta deste trabalho.

As regressões lineares, partindo-se desses dados, têm como idéia básica a estimativa da parte estrutural do modelo e a busca de uma reta que passe mais próxima possível dos pontos observados. A referida reta será chamada de reta de regressão, ou equação de regressão, estimada pelos dados, podendo, portanto, ser representada por:  $Y = a + b.X$ . Por outro lado, um critério conhecido, como mínimos quadrados, estabelece as seguintes expressões para a equação de regressão, conforme mostrado através das Equações B.1 e B.2, onde:

$\sum(XY)$ : somatório dos produtos x.y (primeiramente, fazem-se os produtos x.y relativos a todos os pares observados e, depois, efetua-se a soma dos resultados destes produtos);

$\sum X$ : soma dos valores observados da variável X;

$\sum Y$ : soma dos valores observados da variável Y;

$\sum X^2$ : soma dos quadrados dos valores de X (primeiro, elevam-se os valores de X ao quadrado e, depois, efetua-se a soma);

$\sum Y^2$ : soma dos quadrados dos valores Y;

$$b = \frac{n \cdot \sum (X \cdot Y) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (\text{B.1})$$

$$a = \frac{\sum Y - b \cdot \sum X}{n} \quad (\text{B.2})$$

Onde n = número de períodos observados, “a” é o ponto de interseção com o eixo das ordenadas e “b” é o coeficiente angular da reta.

A reta assim definida possui um coeficiente angular e um ponto de interseção no eixo vertical. Esses dois parâmetros definidos pelas equações B.1 e B.2 são por excelência sua definição e servirão para estabelecer a equação na qual entrarão os dados existentes. A estatística, por sua vez, faz-se então presente e auxilia na determinação dos coeficientes de regularidade, que são o coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação, denominados de r e R<sup>2</sup>, respectivamente. Com a obtenção desses coeficientes, sabe-se se a relação entre os pontos que deram origem à reta é boa ou não. A Equação B.3 mostra a expressão utilizada para o cálculo dos coeficientes de regularidade (coeficiente de correlação e coeficiente de determinação).

O coeficiente de determinação é o quadrado de “r”, uma vez que “n” é o número de elementos ou amostras que foram utilizadas no cálculo da Regressão Linear Simples.

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - \sum X^2)(n \sum Y^2 - \sum Y^2)}} \quad (\text{B.3})$$

## B.2 Diagramas de Dispersão

São instrumentos estatísticos extremamente simples, utilizados para monitorar um sistema, com o intuito de observar as alterações em seu comportamento ao longo do tempo. É bastante usado para o acompanhamento de produtividade ou desempenho de diversas atividades.

### **B.2.1 Variabilidade nos Processos**

Todos os processos produtivos apresentam variabilidade, visto que estes não produzem e nem poderiam produzir sempre com os mesmos resultados. Assim é que, mesmo sendo admitido um processo automatizado, são encontradas oscilações inerentes a tal, pois são totalmente inevitáveis.

### **B.2.2 Variabilidade nos Índices de Produtividade**

Quanto aos índices de produtividade, na construção civil, há constatação de uma variabilidade bastante grande nos indicadores. Segundo Hezel (2001), alguns pesquisadores têm constantemente abordado que os valores de consumo de mão-de-obra apresentam variações da ordem de +/- 20%, mas que, apesar dessas indicações através de uso de gráficos de controle da produtividade, até o momento não se observa uma metodologia de levantamento e análise de dados da produtividade que atenda satisfatoriamente às características do setor da construção civil.

Por outro lado, Ryser (1999) apud Hezel (2001) conceitua em seu trabalho como produtividade cumulativa a relação entre horas trabalhadas ou homens-hora (Hh) gastos, divididos por homens-hora (Hh) estimados, onde tais gastos na realidade são de fato a quantidade de horas consumidas e o estimado, a quantidade contida no orçamento para a execução de uma tarefa. Entretanto, se o valor de produtividade for baixo, é um indicador de uma boa eficiência, por conseguinte, um valor alto indicaria ineficiência, sendo, portanto, possível atingir entre 0,80 e 0,85 da produtividade prevista. Verificou-se que a produtividade, devido à curva de aprendizagem, no início da tarefa, mostra resultados ineficientes e somente passará a ter uma melhoria através do tempo; no fim ocorre uma diminuição na produtividade, levando-se em consideração o chamado efeito desmobilização.

Contudo, ainda Ryser (1999), citado anteriormente, considera que a variabilidade dos índices de produtividade na construção civil é normal, quando situados na faixa de 0,80 a 1,20 da produtividade prevista. Havendo, no entanto, valores da produtividade média fora desta faixa, com toda certeza há problemas na condução do gerenciamento.

Com efeito, de acordo com os resultados desta pesquisa, estabeleceu-se a seguinte Equação

B.4:

$$\text{RUPpot} \cdot \text{Coeficiente}_{(\text{prod. média})} = \text{RUPdiária média} \quad (\text{B.4})$$

Sendo o Coeficiente<sub>(prod. média)</sub> a relação entre o número de dias de trabalho acima do limite máximo e o número total de dias de trabalho, apresentando um intervalo entre 0 e 1, tem-se ainda, através da Equação B.5:

$$\text{RUPpot} (Y \cdot \text{Coeficiente}_{(\text{prod. média})}) = \text{RUPdiária média} \quad (\text{B.5})$$

Contudo, sendo  $Y = a + b.X$ , chega-se à seguinte estrutura matemática, ou seja, pode-se correlacionar transformando esta equação na forma expressa pela Equação B.6 a seguir:

$$\text{RUPdiária média} = (a + b \cdot \text{Coeficiente}_{(\text{prod. média})}) \times \text{RUPpot} \quad (\text{B.6})$$

### B.3 Análise dos resultados

#### B.3.1 Alvenaria

Chegou-se aos resultados indicados pelas Equações B.7, B.8 e B.9, respectivamente, para a marcação, elevação e fixação da alvenaria.

- Marcação

$$Y = 0,3700 - 0,0074X \quad (\text{B.7})$$

$$R^2 = 1,00$$

- Elevação

$$Y = 2,070 - 0,030X \quad (\text{B.8})$$

$$R^2 = 0,39$$

- Fixação

$$Y = 3,670 - 0,191X \quad (\text{B.9})$$

$$R^2 = 0,80$$

#### B.3.2 Revestimento Cerâmico

Optou-se pela escolha de duas amostras aleatórias, em face da necessidade de apresentação do modelo matemático proposto neste trabalho a todas as tarefas pesquisadas. Mediante a posse desses dados, obteve-se para o banheiro da suíte e cozinha o estabelecido pelas Equações B.10 e B.11, respectivamente:

- 8 ° Andar –Apartamento 801(Banheiro suíte)

$$Y = 0,520 + 0,053X \quad \text{(B.10)}$$

$$R^2 = 0,46$$

- 8 ° Andar –Apartamento 801 (Cozinha)

$$Y = 0,565 + 0,019X \quad \text{(B.11)}$$

$$R^2 = 0,39$$

### **B.3.3 Rejuntamento**

$$Y = 0,0146 + 0,00143X \quad \text{(B.12)}$$

$$R^2 = 1,00$$

Dessa forma, seguiu-se a linha de raciocínio aqui proposta, pôde-se com a equação determinar para a alvenaria-tarefa elevação:

$$Y = 2,070 - 0,030. \text{ Coeficiente}_{(\text{prod. média})} \quad \text{(B.13)}$$

É importante ser ressaltado que, para um Coeficiente  $_{(\text{prod. média})}$  baixo, teve-se um bom desempenho; quando o mesmo é possuidor de um coeficiente alto, significa um desempenho não satisfatório.

## **Anexo C**

### **C.1 Consumo de Materiais**

#### **C.1.1 Ferramentas e equipamentos**

O uso de equipamentos e ferramentas adequados tem uma importância singular na execução de qualquer serviço, especialmente na construção civil. Relacionaram-se, aqui, em se tratando de execução de alvenaria de vedação e revestimento com placas cerâmicas, algumas das principais ferramentas e equipamentos necessários ao tipo de tarefa a que se propôs este trabalho, visando à sua utilização para efeito de treinamento da mão-de-obra. Intervenções bem simples resultam num ganho significativo de produtividade, organizam o serviço e mudam a postura do trabalhador.

Além das listadas a seguir, conforme mostrada na Tabela C.1, consideraram-se também outras ferramentas convencionais, como marretas, talhadeiras, marretas de borracha, baldes, pás, vassouras, linha de náilon e espátulas.

**Tabela C.1- Uso das ferramentas e equipamentos na execução de alvenaria de vedação**

<b>USO DAS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS</b>		
<b>Ferramentas e equipamentos</b>	<b>Uso na execução da alvenaria</b>	
	<b>Serviço de marcação</b>	<b>Serviço de elevação</b>
<b>Colher de pedreiro</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Régua de 40 cm</b>		<b>X</b>
<b>Régua de alumínio de 1,5 “x 3”, com 2 a 3m de comprimento</b>		<b>X</b>
<b>Broxa</b>	<b>X</b>	

**Tabela C.1- Uso das ferramentas e equipamentos na execução de alvenaria de vedação  
(continuação)**

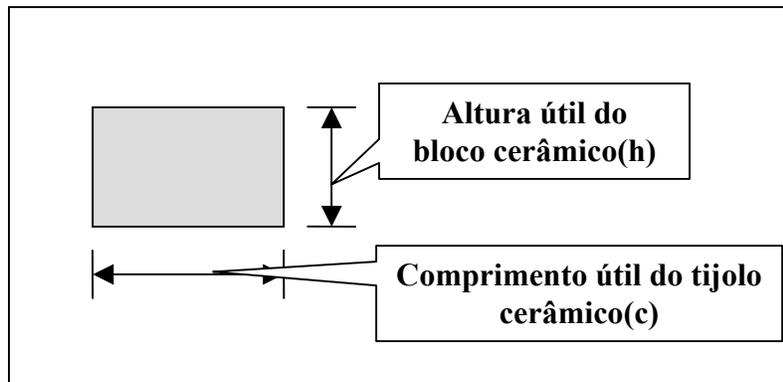
<b>USO DAS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS</b>		
<b>Ferramentas e equipamentos</b>	<b>Uso na execução da alvenaria</b>	
	<b>Serviço de marcação</b>	<b>Serviço de elevação</b>
<b>Esticador de linha</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Fio traçador de linha</b>	<b>X</b>	
<b>Caixote para argamassa e suporte</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Trena metálica de 30 m</b>	<b>X</b>	
<b>Trena metálica de 5 m</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Nível (alemão ou laser)</b>	<b>X</b>	
<b>Nível de bolha</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Régua prumo-nível de 1,20 m</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Esquadro de alumínio (60 x 80 x 100 cm)</b>	<b>X</b>	
<b>Escantilhão</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Andaime e cavalete metálico</b>		<b>X</b>
<b>Equipamento de proteção no andar</b>	<b>X</b>	
<b>Carrinho de mão</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

Tais equipamentos e ferramentas, adicionados a outros já adotados de forma tradicional, constituem o “kit” de ferramentas da equipe de produção. Sem dúvida, a obrigatoriedade da adoção desse “kit” para execução das tarefas contribuirá no estabelecimento de um padrão para a execução dos serviços e sua aceitação. É imprescindível ser lembrado que a inexistência desse padrão reflete de forma significativa na improdutividade.

Para o cálculo do volume de argamassa, tendo em vista sua aplicação, tem-se:

- argamassa para assentamento

Coelho (2001) calculou a quantidade de blocos (Equação C.3) e o volume de argamassa por metro quadrado de alvenaria de blocos cerâmicos(Equação C.5). Generalizando o procedimento para qualquer dimensão, teve-se em função da Figura C.1:



**Figura C.1 - Detalhe da padronização do bloco cerâmico**

- face de cada bloco:  $ch$  (C.1)
- face aparente de cada bloco argamassado:  $(c + 1)(h + 1)$  (C.2)
- número de blocos por  $m^2$  de alvenaria:

$$\frac{1}{(c+1)(h+1)} \quad (C.3)$$

- superfície total dos blocos:

$$\frac{ch}{(c+1)(h+1)} \quad (C.4)$$

- volume de argamassa:

$$\left[ 1 - \frac{ch}{(c+1)(h+1)} \right] \text{espessura}_{(\text{bloco})} \quad (C.5)$$

Por outro lado, quanto aos blocos, é sempre recomendável que estes sejam aferidos mediante tabelas próprias dos fabricantes, no que diz respeito ao número de peças e volume de argamassa para a execução dos serviços de elevação de alvenaria.

- chapisco

A espessura do chapisco é estabelecida nas especificações, mas ao ser aplicado sobre a área (A) há uma redução em função dos vazios deixados, o que se explica a adoção de um redutor de

0,85 na Equação C.6.

$$\text{Volume de argamassa} = 0,85 \times A \times \text{esp.}_{(\text{aplicada})} \quad (\text{C.6})$$

- emboço

**Tabela C.2 - Consumo de argamassa(m<sup>3</sup>),Coelho(2001).**

Traços em volume	Consumo de argamassa por m <sup>3</sup>				
	Cimento (kg)	Sacos de 50 kg	Sacos de 42,5 kg	Areia média (litros)	Água (litros)
1:2	700	14,00	16,47	1.000	225,00
1:3	467	9,34	11,00	1.000	200,00
1:4	350	7,00	8,24	1.000	187,00
1:5	280	5,60	6,59	1.000	180,00
1:6	233	4,67	5,49	1.000	175,00
1:8	175	3,50	4,12	1.000	168,75

### C.1.2 Alvenaria de vedação

Segundo Coelho (2001), as quantidades dos elementos cerâmicos, blocos de concreto ou blocos sílicos-calcários utilizados nas vedações de paredes a serem considerados, para efeito de quantificação, são aqueles preconizados na Tabela C.3.

**Tabela C.3 –Consumo de materiais, Coelho (2001).**

Alvenaria	Unidade	Quantidade
Tijolos comuns, parede de 5 cm	m <sup>2</sup>	46 um
Tijolos comuns, parede de 10 cm	m <sup>2</sup>	84 um
Tijolos comuns, parede de 20 cm	m <sup>2</sup>	159 um
Blocos cerâmicos furados, parede de 10 cm	m <sup>2</sup>	25 um
Blocos cerâmicos furados, parede de 20 cm	m <sup>2</sup>	47 um
Blocos de concreto, parede de 10 cm	m <sup>2</sup>	13,13 um
Blocos de concreto, parede de 15 cm	m <sup>2</sup>	13,13 um
Blocos de concreto, parede de 20 cm	m <sup>2</sup>	13,13 um
Blocos sílico-calcários 11,5 cm x 7,1 cm x 24 cm	m <sup>2</sup>	42 um

**Tabela C.3 –Consumo de materiais (continuação), Coêlho (2001).**

<b>Alvenaria</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Blocos sílico-calcários 11,5 cm x 11,3 cm x 24 cm	m <sup>2</sup>	32 um
Blocos sílico-calcários 14,0 cm x 11,3 cm x 24 cm	m <sup>2</sup>	32 um
Blocos sílico-calcários 17,5 cm x 11,3 cm x 24 cm	m <sup>2</sup>	32 um
Blocos sílico-calcários 9 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	12,5 um
Blocos sílico-calcários 14 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	12,5 um
Blocos sílico-calcários 19 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	12,5 um
Blocos cerâmicos 7 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	15 um
Blocos cerâmicos 9 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	15 um
Blocos cerâmicos 11,5 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	15 um
Blocos cerâmicos 14 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	15 um
Blocos cerâmicos 19 cm x 19 cm x 39 cm	m <sup>2</sup>	15 um

Para dimensionamento de betoneiras, utilizou-se a expressão, conforme mostrada a seguir, segundo Sampaio (Apud COÊLHO, 2001). A capacidade do tambor, em litros, está relacionada na Tabela C.8.

$$C_{\text{tambor}} = \frac{0,0238 \times Q \times T_{\text{traço}}}{T_{\text{produção}} \times t_{\text{diário}}} \quad (\text{C.8})$$

onde:

$C_{\text{tambor}}$  - capacidade do tambor, em m<sup>3</sup> ou litros;

$Q$  - quantidade de argamassa, em m<sup>3</sup>;

$T_{\text{traço}}$  - tempo previsto para cada traço, em minutos;

$T_{\text{produção}}$  - tempo de produção, em dias;

$t_{\text{diário}}$  - tempo de trabalho diário, em horas.

**Tabela C.4 - Dimensionamento de betoneiras, Coêlho (2001).**

Descrição	Capacidade do tambor em litros
Betoneira rotativa	120, 145, 320, 500, 580, 750 e 1.000

Para efeito de cálculo da quantidade de argamassa colante industrializada, segundo o fabricante Quartzolit, utilizou-se a Equação C.9. As Tabelas C.5, C.6 e C.7 expressam o consumo de argamassa colante industrializada, formato do dente da desempenadeira e consumo de rejuntamento em g/m<sup>2</sup>, respectivamente, segundo o Fabricante Quartzolit (2002).

$$\text{Consumo}_{\text{argamassa}} = \text{Área Cerâmica} \times \text{Tamanho do dente da desempenadeira} \quad (\text{C.9})$$

**Tabela C.5– Consumo de argamassa colante industrializada, Quartzolit (2002).**

Descrição	Consumo	Observação
Até 400 cm <sup>2</sup>	4,00 kg/m <sup>2</sup>	Embalagem contendo 20 kg
De 400 até 900 cm <sup>2</sup>	4,40 kg/m <sup>2</sup>	
Maior que 900 cm <sup>2</sup>	8,00 kg/m <sup>2</sup>	

**Tabela C.6 - Formato do dente da desempenadeira, Quartzolit (2002).**

Área “S” da superfície de placa cerâmica (cm <sup>2</sup> )	Formato do dente da desempenadeira (mm)	Aplicação da argamassa
$S < 400$	Quadrado 6 x 6 x 6	Na base
$400 \leq S < 900$	Quadrado 8 x 8 x 8	Na base
$S \geq 900$	Quadrado 8 x 8 x 8	Na base e verso da cerâmica

**Tabela C.7 – Consumo de rejuntamento em g/m<sup>2</sup>, Quartzolit (2002).**

Descrição das placas (cm)	Largura da junta (mm)					
	2	4	5	7	8	10
20 x 20	274	548	685	959	1.096	1.370
20 x 30	228	457	571	799	913	1.142
33 x 33	166	332	415	581	664	830
45 x 45	-	-	304	426	487	609