ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Construção Civil
Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana

Fausto Carraro

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia

São Paulo

dezembro de 1998

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
Área de concentração: Engenharia de Construção Civil e Urbana

Fausto Carraro

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Orientador:

Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

São Paulo
dezembro de 1998

FD-2308

DEDALUS - Acervo - EPBC

31200030462

FICHA CATALOGRÁFICA

Carraro, Fausto
Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. São Paulo, 1998.
226p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Construção civil – Produtividade 2. Alvenaria. I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

"Quem me dera, ao menos uma vez,
Acreditar por um instante em tudo que existe
E acreditar que o mundo é perfeito
E que todas as pessoas são felizes."

(Renato Russo – 1986)

AGRADECIMENTOS

Ao meu "guru, amo, senhor" e, também, orientador, Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, pelo extremo cuidado que sempre sustentou ao analisar o trabalho, passo a passo, etapa a etapa, zelando incansavelmente pela boa qualidade do mesmo. Agradeço também pela sua inextinguível paciência e pelo modo afável como lida e orienta não só a mim, mas a todos aqueles que dele necessitam. Trabalhar consigo foi um privilégio inestimável, uma honra ímpar. Pena que é corintiano, tadinho...

À engenheira Janaína Ferreira e Silva, pela disposição em coletar as informações das obras em Aparecida de Goiânia, pelo auxílio no processamento dos dados e pela revisão do texto final; e à namorada Janaína, pelo amor inabalável que demonstrou durante todos, absolutamente todos os dias em que estive distante (vai ter paciência assim lá na Conchinchina!).

Ao meu irmão Fábio, cuja distância jamais implicou em ausência.

À minha *nonna*, Sara Coen Bartoccini, esta figura sem igual que, tenho plena certeza, sentiu na própria carne cada minuto de angústia que passei, às vezes. Suas palavras de afeto sempre serviram de incentivo, bem como cada gol do nosso Palmeiras que comemoramos juntos, por telefone.

À minha mãe, Regina, pelo exemplo perene de organização e retidão no trato com as coisas de outrem.

Ao meu pai, Demétrio, de quem me sinto uma extensão.

Ao engenheiro e amigo Juliano Faria Antunes, por ter acreditado no trabalho e por ter sido, para mim, um grato modelo de profissional moderno, que procura constantemente se atualizar e se aperfeiçoar. Espero poder me espelhar na sua força força de vontade.

Aos primos e, muito mais que isso, amigos, Roberto Gada e Luigina Di Gennaro Gada, por terem sido minha família em São Paulo, sempre auxiliando nas horas mais difíceis e fazendo de sua casa um segundo lar para mim.

À querida amiga Elsa Pon que, de mansinho, conquistou minha admiração com sua alegria permanente e sua satisfação em ajudar qualquer pessoa, a qualquer hora.

À amiga Artemária Coelho de Andrade, esse anjinho do Céu, que me trouxe paz e aprendizados com suas incontáveis virtudes.

A todos engenheiros (Geraldo, Caio, Maurício, Rubens, David e Marcelo), técnicos (Juarez e Fabiana) e estagiário (Bruno), que participaram da pesquisa, bem como às empresas que se interessaram no assunto e abriram suas portas para que os dados pudessem ser coletados.

Ao Prof. Dr. Luiz Sérgio Franco, pela colaboração nas duas fases mais decisivas do mestrado, em especial pelas sugestões valiosas proferidas à época do exame de qualificação.

Às secretárias Fátima e Cristina, do Departamento de Engenharia de Construção Civil, pela eficiência e pelo carinho com que sempre me trataram.

À bibliotecária Fátima, pela revisão zelosa das referências bibliográficas; à "Léozinha" da biblioteca e ao "Paulinho" da xerox, pela presteza com que sempre me serviram.

Ao "tio" Tales, essa criatura fantástica, cujos humor e alegria contagiariam o mais cético dos indivíduos.

Aos amigos da pós-graduação, Julio 'Feioso' de Souza, Alberto Casado Jr., Eduardo Henrique Godoy e Maurício Kenji Hino, pela amizade sincera.

Às amigas: Rubiane Paz Nascimento, pela espontaneidade, e Yêda Vieira Póvoas, pelo socorro prestado na época do exame de qualificação. Um "chêro" pra vocês!

Ao engenheiro e colega Alexandre Taveira de Paula, que prestou importante auxílio nos instantes finais desta caminhada.

Ao meu primo Vinicius, cuja convivência tem sido cercada de uma amizade singela e de um estado de concórdia que eu cria, até então, inimaginável.

A Bruce Dickinson, James Hetfield, Billy Corgan e Dexter Holland, pela inspiração nos momentos em que o cérebro já não mais respondia aos estímulos da necessidade.

A Deus, não como um 'alguém', mas como a conjunção de todos os fatores, temporais e espirituais, que me proporcionaram a plenitude do convívio harmonioso com as pessoas supracitadas, além de outras tantas, que tive o prazer de conhecer nestes anos e a quem desejo toda a felicidade que possa existir no mundo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS i

LISTA DE TABELAS iv

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS vi

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA 3

1.2 A ESCOLHA DO SERVIÇO DE ALVENARIA COMO OBJETO DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE 6

1.3 CONTEXTO HISTÓRICO DA DISSERTAÇÃO 9

1.4 OBJETIVOS 10

1.5 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO 11

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 11

2 O SERVIÇO DE ALVENARIA 13

2.1 INTRODUÇÃO 13

2.2 MATERIAIS / COMPONENTES 15

2.2.1 Tijolos e Blocos 15

2.2.1.1 Resistência mecânica 16

2.2.1.2 Material de fabricação 16

2.2.1.3 Geometria 16

2.2.2 Argamassa e Graute 18

2.2.3 Elementos Acessórios 19

2.3 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS 20

2.4 MÃO-DE-OBRA 23

2.5 CARACTERÍSTICAS DE PROJETO 24

2.6 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO 24

2.7 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO 25

2.8 ANORMALIDADES 27

2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 27

3 PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA 28
3.1 PRODUTIVIDADE 28
3.1.1 Considerações Iniciais 28
3.1.2 Definições 29
3.2 A PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO 31
3.2.1 Características do Setor 31
3.2.2 Definições 34
3.2.3 Níveis de Abordagem da Produtividade 35
3.2.4 Fatores que Afetam a Produtividade na Construção 40
3.2.5 Modelos para o Estudo da Produtividade 46
3.2.6 Modelo dos Fatores 52
3.3 A PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA 57
3.3.1 Considerações Iniciais 57
3.3.2 Estudos já Realizados sobre Produtividade no Serviço de Alvenaria 58
3.3.3 Fatores que Afetam a Produtividade da Mão-de-obra no Serviço de Alvenaria 65
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO 3 68
4 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA 70
4.1 OBJETIVOS DA METODOLOGIA 72
4.2 PREMISSAS 73
4.3 FORMA DE COLETA 74
4.3.1 Coleta de Dados sobre as Entradas (Mão-de-obra) 75
4.3.1.1 Quantidade de homens-hora (Hh) 76
4.3.1.2 Membros da equipe 77
4.3.2 Coleta de Dados sobre as Saídas (Alvenaria Produzida) 79
4.3.2.1 Etapas do serviço de alvenaria 82
4.3.2.2 Critérios de mensuração das etapas 85

4.3.2.2.1 Marcação 86
4.3.2.2.2 Elevação 86
4.3.2.2.3 Fixação 87
4.3.3 Detecção de Ocorrências Diárias Extraordinárias 87
4.4 FASES DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 88
4.4.1 Primeira Etapa 88
4.4.2 Segunda Etapa 89
5 LEVANTAMENTO DE DADOS 91
5.1 AS OBRAS 91
5.1.1 Obra 'A' 91
5.1.2 Obra 'B' 92
5.1.3 Obras 'C1' e 'C2' 93
5.1.4 Obra 'D' 93
5.1.5 Obra 'E' 94
5.1.6 Obra 'F' 95
5.1.7 Obra 'G' 95
5.1.8 Obra 'H' 96
5.2 TIPOS DE DADOS COLETADOS 97
5.2.1 Coleta das Entradas 98
5.2.2 Coleta das Saídas 100
5.2.3 Tipos de RUP's 101
5.2.3.1 RUP diária e RUP cumulativa 102
5.2.3.2 RUP potencial 103
5.3 RESULTADOS 104
5.3.1 Obra 'A' 105
5.3.2 Obra 'B' 107
5.3.3 Obras 'C1' e 'C2' 109
5.3.4 Obra 'D' 112
5.3.5 Obra 'E' 114
5.3.6 Obra 'F' 117
5.3.7 Obra 'G' 120
5.3.8 Obra 'H' 123

6 ANÁLISE DOS DADOS 132
6.1 ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE CADA OBRA 132
6.1.1 Obra 'A' 132
6.1.2 Obra 'B' 134
6.1.3 Obras 'C1' e 'C2' 137
6.1.4 Obra 'D' 139
6.1.5 Obra 'E' 140
6.1.6 Obra 'F' 142
6.1.7 Obra 'G' 144
6.1.8 Obra 'H' 146
6.2 ANÁLISE CONJUNTA DA PRODUTIVIDADE DAS OBRAS NO SERVIÇO DE ALVENARIA 148
6.2.1 RUP's Potenciais 148
6.2.2 RUP's Cumulativas 151
6.2.3 Influência da Função da Alvenaria 155
6.2.4 Influência do Tipo de Componente 156
6.2.5 Influência do Tamanho dos Blocos 157
6.2.6 Influência do Peso dos Blocos 158
6.2.7 Influência do Regime de Contratação da Mão-de-obra 159
6.2.8 Influência do Sistema de Transporte 160
6.2.9 Influência da Densidade de Paredes 161
6.3 COMPARAÇÃO COM A BIBLIOGRAFIA 162
6.3.1 Análise de Valores de Produtividade 162
6.3.2 Análise dos Fatores que Afetam a Produtividade da Mão-de-obra no Serviço de Alvenaria 165
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 168
7.1 PROGRESSOS EFETUADOS 168
7.2 PROGRESSOS A SEREM EFETUADOS 170
7.3 CONTRIBUIÇÃO PARA A COMUNIDADE TÉCNICA 171
ANEXO A – OBRA 'A' 173
ANEXO B – OBRA 'B' 177
ANEXO C – OBRA 'C' 181

ANEXO D – OBRA 'D' 185
ANEXO E – OBRA 'E' 188
ANEXO F – OBRA 'F' 192
ANEXO G – OBRA 'G' 196
ANEXO H – OBRA 'H' 200
ANEXO I – PLANILHA DIÁRIA DE COLETA DAS ENTRADAS 203
ANEXO J - PLANILHA EVENTUAL DE COLETA DAS ENTRADAS 204
ANEXO K - ROTEIRO PARA COLETA DE INFORMAÇÕES SOBRE A OBRA E SOBRE O SERVIÇO DE ALVENARIA 205
ANEXO L – TABELAS DE DADOS COMPLETAS 208
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 221

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Blocos fabricados no canteiro.	7
Figura 1.2	Blocos industrializados.	8
Figura 2.1	Verga de porta.	19
Figura 2.2	Contramarco de argamassa armada.	19
Figura 2.3	Equipamento de controle geométrico: escantilhão.	20
Figura 2.4	Ferramenta de produção: "tabuinha reta".	21
Figura 2.5	Equipamento de produção: caixote de argamassa.	21
Figura 2.6	Equipamento de produção: argamassadeira mecânica.	21
Figura 2.7	Equipamento de transporte: grua.	21
Figura 2.8	Equipamento de transporte: carrinho de transporte de blocos.	22
Figura 2.9	Equipamento de transporte: carrinho de transporte de caixotes de argamassa.	22
Figura 2.10	Equipamento de sustentação provisória: andaime de madeira.	22
Figura 3.1	Representação genérica simplificada de um sistema produtivo (SOUZA, 1996).	34
Figura 3.2	Representação genérica do sistema produtivo da construção civil (adaptado de SOUZA, 1997).	35
Figura 3.3	Indicador de produtividade global - visão "caixa preta" (adaptado de MUSCAT, 1993).	39
Figura 3.4	Indicador de produtividade parcial - visão "raio-X" do sistema (adaptado de MUSCAT, 1993).	39

Figura 3.5	Modelo dos Fatores para produtividade na construção (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).	53
Figura 4.1	Equipe de produção direta: a)pedreiro assentando blocos; b)pedreiro executando controle; c)servente produzindo argamassa no pavimento.	78
Figura 4.2	Equipe de apoio: a)auxiliando o descarregamento de blocos; b)fabricando vergas; c)transportando blocos para o elevador de cargas.	79
Figura 4.3	Exemplo da forma de coleta da quantidade de alvenaria.	81
Figura 4.4	Marcação em blocos de concreto.	83
Figura 4.5	Marcação em blocos cerâmicos.	83
Figura 4.6	Elevação em blocos cerâmicos (sem andaime).	84
Figura 4.7	Elevação em blocos cerâmicos (com andaime).	84
Figura 4.8	Execução da fixação com argamassa.	85
Figura 4.9	Detalhe da fixação com argamassa.	85
Figura 5.1	Vista geral da obra 'A'.	92
Figura 5.2	Vista geral da obra 'B'.	92
Figura 5.3	Vista geral da obra 'C1'.	93
Figura 5.4	Vista geral da obra 'D'.	94
Figura 5.5	Vista geral da obra 'E'.	94
Figura 5.6	Vista externa da obra 'F'.	95
Figura 5.7	Vista geral da obra 'G'.	96
Figura 5.8	Vista geral da obra 'H'.	96
Figura 5.9	Resultados de produtividade da obra 'A'.	106
Figura 5.10	Resultados de produtividade da obra 'B'.	108
Figura 5.11	Resultados de produtividade da obra 'C1'.	110
Figura 5.12	Resultados de produtividade da obra 'C2'.	111
Figura 5.13	Resultados de produtividade da obra 'D'.	113
Figura 5.14	Resultados de produtividade diária da obra 'E'.	115
Figura 5.15	Resultados de produtividade cumulativa da obra 'E'.	116
Figura 5.16	Resultados de produtividade diária da obra 'F'.	118
Figura 5.17	Resultados de produtividade cumulativa da obra 'F'.	119

Figura 5.18	Resultados de produtividade diária da obra 'G'.	121
Figura 5.19	Resultados de produtividade cumulativa da obra 'G'.	122
Figura 5.20	Resultados de produtividade diária da equipe 1 da obra 'H'.	124
Figura 5.21	Resultados de produtividade cumulativa da equipe 1 da obra 'H'.	125
Figura 5.22	Resultados de produtividade diária da equipe 2 da obra 'H'.	127
Figura 5.23	Resultados de produtividade cumulativa da equipe 2 da obra 'H'.	128
Figura 5.24	Resultados de produtividade diária da obra 'H'.	130
Figura 5.25	Resultados de produtividade cumulativa da obra 'H'.	131
Figura 6.1	Efeitos da tecnologia e da gestão na produtividade.	136
Figura 6.2	Vão de janela sem contramarco da obra 'C1'.	138
Figura 6.3	Execução de alvenaria da obra 'D'.	139
Figura 6.4	Plataforma para recebimento de blocos no pavimento.	143
Figura 6.5	*"Rack"* para transporte de blocos.	145
Figura A.1	Blocos e componentes especiais.	196
Figura A.2	Silos dosadores e misturadores de argamassa.	198

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Classificação das alvenarias (SABBATINI et al., 1988).	14
Tabela 2.2	Equipamentos e ferramentas usadas no serviço de alvenaria.	23
Tabela 3.1	Características específicas da construção civil, segundo três autores.	33
Tabela 3.2	Características dos subsetores da indústria da construção civil (adaptado de SILVA, 1993).	38
Tabela 3.3	Fatores que afetam a produtividade na construção, segundo SILVA (1993).	41
Tabela 3.4	Fatores que afetam a produtividade na construção, segundo HERBSMAN; ELLIS (1990).	42
Tabela 3.5	Fatores que impedem a melhoria da produtividade na construção (adaptado de CEOTTO, 1997).	43
Tabela 3.6	Fatores já pesquisados que afetam a produtividade da mão-de-obra na construção (THOMAS; SMITH, 1990).	45
Tabela 3.7	Principais problemas relativos ao uso de modelos oriundos da engenharia industrial na análise da produtividade na construção civil (THOMAS et al., 1989b).	51
Tabela 3.8	Produtividade de alvenaria de blocos, segundo a Fundação para o Desenvolvimento da Educação.	59
Tabela 3.9	Produtividade da alvenaria por pavimento, em Hh/m^2 (SOARES, 1994).	60
Tabela 3.10	Produtividade cumulativa da alvenaria em 13 obras de 7 países (THOMAS et al., 1992).	64
Tabela 3.11	Inadequações de estudos anteriores sobre produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria (SANDERS; THOMAS, 1991).	65
Tabela 5.1	Tipos de dados sobre as entradas (homens-hora).	99
Tabela 5.2	Tipos de RUP's.	102
Tabela 5.3	Resultados da obra 'A'.	105
Tabela 5.4	Resultados da obra 'B'.	107
Tabela 5.5	Resultados da obra 'C1'.	109
Tabela 5.6	Resultados da obra 'C2'.	109

Tabela 5.7	Resultados da obra 'D'.	112
Tabela 5.8	Resultados da obra 'E'.	114
Tabela 5.9	Resultados da obra 'F'.	117
Tabela 5.10	Resultados da obra 'G'.	120
Tabela 5.11	Resultados da equipe 1 da obra 'H'.	123
Tabela 5.12	Resultados da equipe 2 da obra 'H'.	126
Tabela 5.13	Resultados conjuntos das duas equipes da obra 'H'.	129
Tabela 6.1	RUP's potenciais das obras estudadas.	148
Tabela 6.2	RUP's cumulativas das obras estudadas.	151
Tabela 6.3	Influência da função da alvenaria.	155
Tabela 6.4	Influência do tipo de componente.	156
Tabela 6.5	Influência do tamanho dos blocos.	157
Tabela 6.6	Influência do peso dos blocos.	158
Tabela 6.7	Influência do regime de contratação da mão-de-obra.	159
Tabela 6.8	Influência dos equipamentos de transporte.	160
Tabela 6.9	Influência da densidade de paredes.	162
Tabela 6.10	Comparação dos fatores encontrados com os anunciados pela literatura.	166
Tabela 6.11	Tipos e exemplos de fatores que afetam a produtividade.	167

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Foram empregadas no trabalho as seguintes abreviaturas e siglas:

EPUSP	**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**
USP	**Universidade de São Paulo**
GEPE-TGP	**Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão Universitária em Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil**
ITQC	**Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção**
RUP	**Razão Unitária de Produção**

RESUMO

O trabalho analisa a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria, através da identificação e entendimento dos fatores que a fazem variar.

Coletou-se dados em nove obras, utilizando-se de uma metodologia padronizada, que possui as seguintes características: é confiável, de fácil aplicação e de baixo custo de operação. Esta metodologia mostrou-se eficiente como um instrumento para a gestão do uso da mão-de-obra no serviço de alvenaria, ainda durante a sua execução.

ABSTRACT

This work evaluates masonry labor productivity by identifying and understanding the factors which make it vary.

Data has been colected on nine construction sites using a methodology that has three main characteristics: reliability, easy to apply and low operational costs. Such methodology proved to be helpful as a tool for masonry labor management when this task is still on execution.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, vive-se em uma época na qual os mercados estão cada vez mais competitivos em qualquer ramo de atividade. Esta situação não difere para a construção civil. Decorre daí que, ultimamente, os profissionais atuantes neste ramo têm discutido com muita intensidade a importância de se elevar a qualidade e os níveis de produtividade na indústria da construção, com vistas à redução de seus custos e sua conseqüente sobrevivência neste ambiente. A busca do desenvolvimento tecnológico e da otimização quanto à utilização dos recursos tornou-se uma necessidade das firmas construtoras nestes novos tempos de estabilização econômica, que devolveram aos consumidores a noção real do valor de troca das mercadorias.

Várias iniciativas no sentido de se alcançar tais objetivos tomaram corpo recentemente. Suas formas de atuação podem divergir quanto às fases de implantação (projeto, planejamento, execução) e quanto à abrangência (desde o setor da construção civil como um todo até o canteiro de obras especificamente). Dentre estas iniciativas, destacam-se: a implantação da racionalização construtiva (FRANCO, 1992), a preocupação maior com a coordenação e a qualidade dos projetos (MELHADO, 1994) e a redução sistemática dos desperdícios (AGOPYAN et al., 1998). Sobre este último item, uma série de discussões referentes aos insumos desperdiçados durante os empreendimentos vieram à tona em tempos recentes. PICCHI (1993) destaca, baseando-se em estimativas de valores arbitrados segundo hipóteses, que o desperdício total na construção de edifícios brasileira representa 30% do custo de cada obra. O autor ressalta que, "caso este desperdício de 30% venha a ser comprovado em posteriores estudos e levantamentos, o mesmo significa que, de cada três edifícios executados no Brasil, praticamente um quarto edifício poderia ser construído, somente com os recursos desperdiçados nos três primeiros". Outros debates envolvendo a discussão acerca deste assunto resultaram, inclusive, em diferentes posicionamentos de entidades de classe, empresários e pesquisadores (CEOTTO, 1995; SCHUCHOVSKI, 1995; PINTO,

1995), provando que o tema é polêmico e precisa ser tratado com os devidos cuidados metodológicos.

Independentemente da discussão quanto à confiabilidade ou à precisão de tais dados, o fato é que, sem dúvida, o desperdício dos recursos na construção civil é algo notório e muito preocupante.

Enfocando somente os recursos físicos, observa-se que os gastos e, conseqüentemente, as perdas na construção civil provêm dos três principais insumos utilizados em uma obra, quais sejam: os materiais, os equipamentos e a mão-de-obra. Para os materiais e os equipamentos, algumas soluções têm sido adotadas pelas empresas e vários trabalhos já foram e ainda vêm sendo produzidos com vistas à minimização deste problema (SOUZA et al., 1998). Entretanto, tem se percebido no meio empresarial e técnico uma grande falta de informações no que se refere aos índices de produtividade da mão-de-obra.

Paradoxalmente, enquanto a mão-de-obra direta representa atualmente um dos maiores custos orçados para as construções, ela possui também, segundo consultores da área (DTC, 1996), os maiores índices de possibilidade de redução de custos (30% a 50%). E esta possibilidade não tem sido aproveitada como poderia ser.

Esta "impotência" em se fazer algo pela mão-de-obra origina-se, muitas vezes, na falta de conhecimento técnico sobre a mesma. A dificuldade encontrada em se quantificar os serviços e a produtividade, tanto individual como das equipes, facilita a perda de controle do processo construtivo, gerando os desperdícios. Acredita-se que uma parcela de culpa sobre esta situação origina-se nas incertezas sobre os resultados que podem ser alcançados através de posturas voltadas à melhoria, que implicam, provavelmente, na necessidade de monitoramento da produtividade. Dúvidas do tipo "Quanto vou gastar?" ou "Vale a pena investir?" são comuns entre os empresários do setor que ainda não têm confiança nos resultados que podem ser esperados de um investimento como este.

Pensando-se nisto, faz-se necessário um trabalho que sirva de base para orientar o meio técnico, provendo-o de ferramentas que permitam monitorar a produtividade, além de identificar e entender os fatores que causam sua variabilidade. Com isto, torna-se possível o planejamento de ações que minimizem os efeitos dos fatores controláveis que afetam a produtividade e instrumentaliza-se uma nova forma de gestão, baseada no conhecimento real quanto à utilização dos recursos empregados.

1.1 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA

O estudo da produtividade da mão-de-obra pode trazer benefícios à indústria da construção civil, a partir do instante em que fornece informações confiáveis quanto à realidade analisada. Acredita-se que estas informações, cuja metodologia de coleta e de processamento e cujos resultados obtidos da sua aplicação serão expostos ao longo deste texto, possam interferir no contexto da construção civil, auxiliando seus gestores de várias maneiras, como por exemplo:

- **previsão do consumo de mão-de-obra:** durante a fase de orçamento de uma obra, é comum que as pessoas encarregadas do levantamento de quantitativos não sejam os responsáveis técnicos da obra, ou sequer sejam pessoas com formação técnica em engenharia. O que ocorre, às vezes, é a utilização de dados históricos da empresa, muitas vezes apropriados de forma precária.

Geralmente, os consumos tanto de material quanto de mão-de-obra e de equipamentos são extraídos de manuais de orçamento publicados no país. No caso do Brasil, existe uma publicação, denominada Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (PINI, 1996), que se destaca quanto ao número de usuários que nela se baseiam. Independentemente da discussão quanto à sua confiabilidade ou não, é de fácil aceitação a idéia de que, no mínimo, em um país continental como o Brasil, os índices não devam ser padronizados para todo e qualquer tipo de obra. Em especial, ao se tentar quantificar o consumo

de mão-de-obra em determinados serviços, os índices utilizados podem levar a erros, capazes de trazer problemas graves de falta de recursos, deficiência no fluxo de caixa e assim por diante.

Desta forma, uma das maneiras de se usufruir dos estudos da produtividade da mão-de-obra consiste na montagem de um banco de dados particularizado para cada empresa. A partir de seus dados referentes à mão-de-obra consumida ao longo de outras obras e, ao mesmo tempo, tendo a possibilidade de cruzar estes dados levando em consideração aspectos relativos às diferenças de conteúdo e de contexto das respectivas apropriações, pode-se fazer previsões relativamente seguras para obras futuras. Há ainda, com a continuidade das apropriações, a possibilidade de conferir e calibrar aquilo que se previu com o que se coletou;

➢**previsão da duração dos serviços:** o modelo explanatório resultante do estudo da produtividade possibilita prever a quantidade de homens-hora que serão necessários para se executar o serviço. Esta informação pode ser muito útil no dimensionamento das equipes, tendo-se como base o cronograma da obra. O caminho inverso também é possível, ou seja, em função da disponibilidade de mão-de-obra ou de recursos financeiros, tem-se condições de elaborar um cronograma que se aproxime ao máximo da realidade;

➢**avaliação e comparação de resultados:** podem ser desenvolvidas considerando-se três tipos distintos de resultados quanto à produtividade: o primeiro, de caráter diário, entre dias diferentes em uma mesma obra; o segundo e o terceiro, com conotações de prazo maior, entre obras da mesma empresa ou entre obras de empresas diferentes.

Para o primeiro caso, a idéia básica é prover o engenheiro de uma ferramenta que o possibilite controlar diariamente o andamento dos serviços e averiguar quaisquer desvios que, porventura, venham a ocorrer.

No segundo caso, tendo-se um banco de dados consolidado, é possível prever a produtividade em função do histórico da empresa e do contexto no qual está inserida a obra em análise. O resultado final pode ser confirmado, respaldando-

se na apropriação dos dados efetuados durante a construção.

No caso de desempenhos entre empresas diferentes, em se conhecendo os valores da produtividade obtidos em outras empresas do setor, a construtora reúne condições de comparar seu processo construtivo face ao das demais organizações, balizando seu nível de eficácia com o de outras empresas;

➢**desenvolvimento / aperfeiçoamento de métodos construtivos:** este item funde-se ao anterior à medida em que surge a necessidade de se obter resultados melhores que o da concorrência, por exemplo. Às vezes, a principal dúvida que os gestores do processo podem ter é a seguinte: "Temos certeza que estamos no limite de otimização da utilização dos nossos recursos, mas mesmo assim outras empresas alcançam patamares de produtividade mais elevados que os nossos. O que fazer, então?" Para responder a esta questão, lança-se mão das palavras do professor Dr. Ubiraci E. L. de Souza que, em seu curso de pós-graduação sobre Produtividade na Construção Civil, costumava dizer que "uma coisa é ***fazer rapidamente certas coisas***, outra é ***fazer rapidamente coisas certas***". Com este exemplo, o pensamento que fica é o de se despertar para o fato de que pode haver algo errado com a produção e este 'algo errado' não mais diz respeito ao gerenciamento e controle da mão-de-obra e sim ao próprio método construtivo adotado pela empresa. É possível que determinada empresa seja extremamente eficiente na gestão de seus processos construtivos, entretanto estes processos podem ser obsoletos, ineficazes frente ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Como último exemplo nesta linha de raciocínio, cita-se as palavras de COSTA (1983), versando sobre a diferença entre desempenho e eficiência[1]: "O conceito de desempenho e sua diferença em relação à eficiência ficará claro se considerarmos um operário que remove 900kg de terra por hora com uma pá e outro que remove 60.000kg por hora com uma escavadeira mecânica. É evidente que o segundo é muito mais eficiente e produtivo que o primeiro. Mas digamos que o padrão de produtividade para o trabalho com pá seja de

[1] Ressalta-se que os conceitos de desempenho, eficiência e produtividade utilizados por este autor não são necessariamente os mesmos seguidos nesta dissertação. A citação ao texto refere-se exclusivamente à sua idéia e não às terminologias empregadas.

1.000kg/h e para o trabalho com escavadeira seja de 100.000kg/h: nesse caso, o desempenho do segundo operário seria de 60%, inferior ao do primeiro, que seria de 90%".

Este exemplo de COSTA (1983) demonstra que o melhor desempenho do operário que trabalha com pá esbarra nas limitações intrínsecas ao método de trabalho utilizado por ele. E, mesmo que este operário fosse 100% eficiente, ainda assim ele não seria tão produtivo quanto o operário que trabalha com a escavadeira mecânica. Porém, sabendo-se destas limitações, o contratante do referido serviço de remoção de terra teria condições de analisar as diferentes possibilidades dos dois métodos e, caso fosse de seu interesse, optar por aquela que lhe permitisse um resultado melhor.

As razões apontadas são suficientes para demonstrar a importância do estudo da produtividade e como ele pode contribuir para a evolução do setor.

1.2 A ESCOLHA DO SERVIÇO DE ALVENARIA COMO OBJETO DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE

Vários trabalhos sobre produtividade da mão-de-obra já foram realizados, estudando uma série de atividades da indústria da construção, dentre as quais: fôrmas para estruturas de concreto armado (SOUZA, 1996), concretagem (CARRARO et al., 1997), alvenarias estrutural e de vedação (THOMAS et al., 1989a), fundações[2] (Parking Terrace Penn State University), manutenção e reforma de instalações elétricas industriais (Oak Ridge Laboratories), elevação de estrutura metálica (Rider Building and Greenwich Court), instalação de tubulação subterrânea e manufatura de projetos.

Particularmente nesta dissertação, optou-se por se avaliar a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. Esta escolha teve como fundamentos os seguintes:

---

[2] Este exemplo, bem como os seguintes, foram apresentados durante disciplina de pós-graduação ministrada pelo professor Dr. H. R. Thomas, em julho de 1997, no Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP.

- o tijolo é o mais antigo material de construção fabricado pelo homem, inventado há quase 10.000 anos (BEALL, 1987). Suas características de simplicidade, resistência e durabilidade levaram ao seu uso intensivo pela humanidade, dando-lhe um lugar de destaque na História. Portanto, a alvenaria assume uma posição de raro privilégio dentre todos os serviços de construção existentes, o que lhe confere uma utilização maciça em nível mundial;

- a alvenaria se caracteriza por ser um serviço altamente consumidor de mão-de-obra. Não é errado afirmar, portanto, que uma parcela não desprezível dos custos referentes ao serviço de alvenaria provem do ônus com mão-de-obra; apenas para citar um exemplo, os orçamentos das alvenarias (estrutural e de vedação) das obras 'C1' e 'C2', estudadas nesta dissertação, prevêem 20,22% de custos relativos à mão-de-obra, o que representa uma porcentagem significativa do custo total do serviço;

- por se tratar de uma atividade muito antiga, o modo de produção varia substancialmente de obra para obra. Com isto, as técnicas empregadas na execução de uma alvenaria abrangem uma faixa tecnológica extensa, indo desde a fabricação de blocos no canteiro (Figura 1.1) até a utilização de componentes industrializados (Figura 1.2) e método de execução racionalizado;

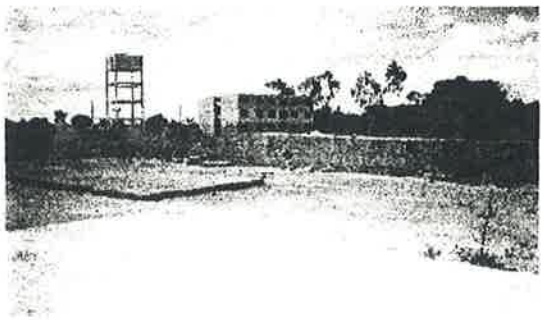


Figura 1.1 Blocos fabricados no canteiro.

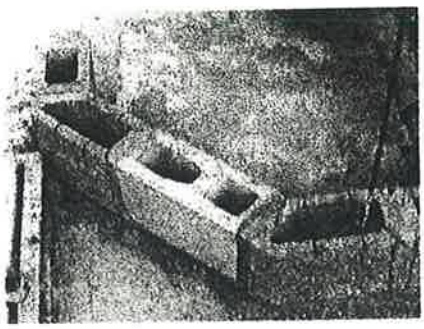


Figura 1.2 Blocos industrializados.

- apesar de ser um serviço tradicional, os custos de uma alvenaria não são insignificantes frente ao custo total da obra. Esta opinião é partilhada por MELHADO (1993), que considera que a estrutura dos edifícios tem merecido uma atenção maior por parte dos projetistas e construtores, apesar de outras partes, como as alvenarias e os revestimentos, também serem importantes em termos de custo. Como exemplo desta afirmação, pesquisadores de Santa Catarina levantaram dados de orçamentos em 34 obras com o intuito de confirmar a participação de diferentes insumos na curva ABC em todos os empreendimentos. Em um quadro apresentado, referente aos custos dos 18 insumos mais significativos economicamente na obra, os tijolos aparecem em sexto lugar, na média geral (LOPES; HEINECK, 1993). Uma vez que os custos dos tijolos são relevantes, pode-se creditar importância ao estudo da mão-de-obra que os utiliza;

- em se considerando um serviço relativamente simples na sua execução e no seu controle, mas que ao mesmo tempo carrega uma desconfiança geral do mercado interno quanto à veridicidade dos valores apontados nos manuais de orçamento nacionais (PINI, 1996), o seu estudo de forma aprofundada vem resvalar nos anseios da comunidade técnica, carente de informações que contemplem o nível de precisão exigido pela mesma;

- ainda que o custo de mão-de-obra para execução de alvenaria não seja o mais significativo da obra do ponto de vista do empreiteiro global, para o subempreiteiro de alvenaria ele é determinante para o sucesso ou insucesso de sua atividade;

- o domínio da produtividade quanto à alvenaria cria bases para a ampliação do estudo da mesma para os demais serviços que constituem uma obra.

Foi levando em conta todas as razões supracitadas que optou-se pela alvenaria como objeto de estudo desta dissertação. Além do mais, já se faz necessária a formação de um banco de dados que possa servir de base para usufruto daqueles que se interessem pelo assunto no Brasil, tendo a possibilidade de extrair as informações de que necessitem.

1.3 CONTEXTO HISTÓRICO DA DISSERTAÇÃO

O ano é 1998. A economia nacional passa por transformações radicais, fruto de uma política de estabilização econômica implantada pelo segundo governo federal eleito democraticamente após o fim do regime militar.

As mudanças fazem-se sentir no setor produtivo, impulsionado pelos novos rumos tomados por uma economia teoricamente menos fragilizada que a dos governos anteriores. A abertura das fronteiras brasileiras ao mercado externo revelou ao empresário nacional seu atraso perante competidores estrangeiros e o fez mover-se, após um longo período de hibernação tecnológica, no sentido de investir em desenvolvimento e tecnologia.

A indústria nacional acompanhou estes passos e retomou suas iniciativas de fomento ao desenvolvimento tecnológico, tornando-se receptiva às tendências mundiais de equivalência competitiva, além de incentivar o desenvolvimento de uma tecnologia puramente nacional, mais barata e tão eficaz quanto as demais (FERREIRA, 1997).

Idéias "novas" como Qualidade Total, *Lean Construction*, Racionalização, dentre outras, entraram com grande vigor neste contexto, aplicadas à indústria da construção. As atenções voltaram-se, então, para a retomada do conhecimento sobre aquilo que vinha sendo feito. O domínio dos processos construtivos passou a figurar na ordem do dia, em grandes e pequenas construtoras. O empresário da construção civil começou a perceber que investir em tecnologia e gestão era, antes de qualquer outra coisa, entender aquilo que

se faz e buscar incessantemente sua melhoria.

Um dos primeiros passos em direção a este novo objetivo consiste em descobrir de onde vêm os desperdícios e encontrar meios para eliminá-los, uma vez que esta característica da construção civil se tornou marcante para o público em geral. Iniciativas envolvendo empresas, instituições universitárias e de fomento à pesquisa têm sido tomadas no sentido de compreender as principais causas destas perdas (ROCHA, 1997).

Não obstante, o setor começou a notar que a grande fonte de desperdício não provinha apenas dos materiais, mas de outro recurso que durante décadas foi relegado a segundo plano: a mão-de-obra.

É inserindo-se sob as perspectivas deste novo ambiente, competitivo e valorizador do gerenciamento técnico, que o presente trabalho foi concebido. Ele é fruto de um esforço de professores e pós-graduandos do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, no âmbito do Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão Universitária em Tecnologia e Gestão da Produção (GEPE-TGP), em fornecer instrumentos que auxiliem no controle e na gestão da produção de edifícios.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é entender como varia a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria, identificando os principais fatores responsáveis por esta variabilidade.

Para que este objetivo principal possa ser atingido, passa-se obrigatoriamente pelo cumprimento de objetivos específicos, quais sejam, a definição de uma metodologia de coleta e análise dos dados que seja confiável, de fácil aplicação e que demande baixo custo de operação e o levantamento de dados em campo, através da utilização desta metodologia.

1.5 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO

Para alcançar os objetivos traçados, a seguinte metodologia foi utilizada.

Primeiramente, levantou-se, na bibliografia pertinente, aspectos relacionados aos principais assuntos da dissertação: alvenaria, produtividade e produtividade no serviço de alvenaria. Esta revisão bibliográfica permitiu uma melhor compreensão a respeito do atual grau de conhecimento que se tem sobre estes temas.

O passo seguinte consistiu na definição de procedimentos para coleta e análise de dados, que atendesse aos objetivos traçados e, ao mesmo tempo, fossem apropriados para aplicação no ambiente da construção civil. Definiu-se, então, uma sistemática preliminar, que foi testada em campo através de uma primeira fase de coleta de dados, ocorrida em cinco obras.

Notando-se a possibilidade de ampliação do estudo, a metodologia preliminar foi aprimorada e levada a campo novamente para ser implementada em uma fase complementar de coleta de dados.

Levantados todos os dados, os mesmos foram processados e analisados de forma explanatória, entendendo a produtividade e identificando os fatores que a fizeram variar durante o período de coleta. Esse entendimento deu-se analisando fatores internos a cada obra, bem como comparando as diversas obras entre si.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação foi estruturada da maneira descrita a seguir, começando por este primeiro capítulo, onde se introduziu o assunto e os objetivos do trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma visão geral sobre o serviço de alvenaria e suas diversas variáveis.

No capítulo 3, abordam-se questões relacionadas com o estudo da produtividade da mão-de-obra, enfocadas sob vários aspectos e aponta-se o modelo que servirá de base para a definição da metodologia de coleta e análise.

A metodologia de coleta dos dados é explicada no quarto capítulo, desde suas premissas até sua forma de aplicação em obra.

O capítulo 5 apresenta as obras estudadas, define as variáveis utilizadas e exibe os dados coletados.

Os dados são analisados no sexto capítulo e as considerações finais são proferidas no sétimo.

O trabalho é complementado pelos seguintes anexos:

- A, B, C, D, E, F, G e H: caracterizam as obras estudadas. Propôs-se a denominação dos anexos com estas letras do alfabeto para que coincidissem com a identificação dada às obras analisadas. Assim, o **Anexo A** apresenta as características relativas à **obra 'A'**, o **Anexo B** à **obra 'B'**, e assim por diante;
- I: apresenta o modelo de planilha para coleta diária das entradas;
- J: apresenta o modelo de planilha para coleta eventual das entradas;
- K: apresenta um roteiro para coleta de informações sobre a obra e sobre o serviço de alvenaria;
- L: apresenta as tabelas com os dados completos de cada obra.

Por fim, as referências bibliográficas são apresentadas.

2 O SERVIÇO DE ALVENARIA

2.1 INTRODUÇÃO

Para se estudar a produtividade da mão-de-obra em um determinado serviço, primeiramente é necessário conhecê-lo bem. Nesta dissertação, o objeto de estudo da produtividade é o serviço de alvenaria. Logo, este capítulo apresenta definições relativas ao tema e mostra uma série de características do mesmo. Esta abordagem será importante na identificação e compreensão de alguns fatores que podem, eventual ou cronicamente, afetar a produtividade da execução das alvenarias.

Enfocando-se prioritariamente o produto obtido, o termo alvenaria é definido por SABBATINI (1984) como um "componente complexo, utilizado na construção, e conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso."

Tal definição mostra-se bastante abrangente, compreendendo um componente capaz de possuir as mais diversas formas, funções e características. Portanto, para elucidar melhor o conceito, é interessante propor classificações que organizem a visão que se tem sobre o assunto, como fizeram SABBATINI et al. (1988), cujo resultado está apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Classificação das alvenarias (SABBATINI et al., 1988).

CLASSIFICAÇÃO	TIPO
capacidade de suporte	• **alvenaria resistente**[1]: *alvenaria estrutural, alvenaria estrutural não armada e alvenaria estrutural protendida* • **alvenaria de vedação**
componentes de alvenaria	• **alvenaria de blocos de concreto** • **alvenaria de tijolos cerâmicos maciços** • **alvenaria de blocos cerâmicos** • **alvenaria de blocos sílico-calcários** • **alvenaria de blocos de concreto celular** • **alvenaria de tijolos de solo estabilizado** (*solo-cimento, solo-cal, solo-carbureto etc.*)
componentes de ligação	• **junta seca** (*sem argamassa de preenchimento entre as unidades de alvenaria*) • **junta tomada** (*preenchida com argamassas*)
proteção	• **aparente** • **revestida**

Esta breve classificação oferece uma idéia de quão vasto é o campo de estudo das alvenarias.

Uma vez colocadas a definição e as classificações relativas ao produto em estudo, o próximo passo consiste no entendimento e no estudo de como se executar uma alvenaria. Surge, portanto, a definição de serviço de alvenaria:

Serviço de alvenaria é a reunião de todos os recursos e atividades necessários para se produzir uma alvenaria.

As variáveis que melhor representam os recursos e atividades necessários para a execução de uma alvenaria, bem como seus principais intervenientes são:

- materiais / componentes;
- equipamentos / ferramentas;
- mão-de-obra;

[1] Os exemplos citados referem-se a alvenarias resistentes racionalmente calculadas. Destaca-se, porém, uma forma comum de alvenaria resistente que poderia chamar-se "alvenaria resistente tradicional", na qual a alvenaria funciona como suporte da edificação, porém sua capacidade resistente não foi calculada através de procedimentos racionais, mas empíricos.

- características de projeto;
- características do empreendimento;
- organização da produção;
- anormalidades.

2.2 MATERIAIS / COMPONENTES

Os principais materiais que compõem a alvenaria são os tijolos ou blocos, as argamassas e, no caso de alvenaria estrutural, os grautes.

Para padronizar a linguagem, adota-se as definições de SABBATINI (1987):

COMPONENTE DE ALVENARIA - produto industrializado de dimensões e peso que o fazem manuseável, de formato paralelepipedal e adequado para compor uma alvenaria;

TIJOLO - componente de alvenaria de dimensões máximas 250x120x55mm (comprimento x largura x altura);

BLOCO - componente de alvenaria que excede em comprimento, largura ou altura as máximas dimensões que definem o tijolo;

ARGAMASSA - material composto, sem forma e de características plásticas, constituído de agregado miúdo inerte e de uma pasta aglomerante. Tem a propriedade de aderir a materiais porosos e de endurecer após certo tempo.

2.2.1 Tijolos e Blocos

Existe uma grande variedade de tijolos e blocos à disposição do mercado para execução das alvenarias.

As diferenças básicas entre estes componentes estão relacionadas à resistência mecânica, ao material de que são fabricados e à sua geometria.

2.2.1.1 Resistência mecânica

A resistência mecânica dos tijolos e blocos está relacionada à sua função na construção. Assim, os tijolos e blocos podem ser estruturais ou de vedação. Apesar de haver esta diferença, não é raro o uso de blocos estruturais na execução de alvenarias de vedação e vice-versa, ou seja, utilização de blocos de vedação como alvenaria resistente[2].

2.2.1.2 Material de fabricação

Atualmente, existe no mercado uma variedade grande de materiais com os quais se produz os componentes da alvenaria. Entre os componentes, destacam-se:

- os cerâmicos;
- os de concreto;
- os de concreto celular autoclavados;
- os sílico-calcários.

Outros tipos, como os de solo estabilizado (solo-cimento, solo-cal etc.) têm sido muito pouco empregados no Brasil.

Cada um dos materiais listados possui características diferentes importantes, como sua massa específica, uma das responsáveis pelo peso do tijolo ou bloco. A escolha de um ou de outro tipo vai depender da análise destas características e das necessidades de cada obra.

2.2.1.3 Geometria

Quanto à geometria dos componentes de alvenaria, sua importância é tão grande no estudo da alvenaria que a própria definição de blocos e tijolos, segundo SABBATINI (1987), está associada a este aspecto.

---

[2] É o caso de uma das obras analisadas nesta pesquisa (obra 'D').

Entre as características geométricas importantes, pode-se citar:

- *dimensões externas:* os tijolos e blocos podem ser encontrados com as mais diversas dimensões, desde o "tijolinho" de (20x10x05)cm até o bloco de (60x37,5x20)cm. Uma das vantagens de se utilizar componentes de pequenas dimensões consiste na flexibilidade arquitetônica que eles conferem à alvenaria, permitindo criar e desenvolver as mais variadas formas, quase sem restrições. Outras vantagens dos componentes pequenos são seu baixo peso unitário e a possibilidade de se trabalhar apenas com uma mão enquanto a outra maneja a ferramenta que pega a argamassa. A desvantagem fica por conta da pouca área produzida com uma grande quantidade de tijolos assentados, problema este cuja solução foi o desenvolvimento de componentes maiores: os blocos.

- *existência ou não de furos (formatos, dimensões, quantidade):* da discussão sobre tamanho e peso dos tijolos surgiram as unidades de alvenaria com furos. A idéia original era aliar um componente de dimensões maiores e, portanto, que permitisse uma velocidade maior no assentamento, a um peso compatível com a capacidade física de uma pessoa comum. Deste modo, vários modelos e formatos foram concebidos, de maneira que, atualmente, as indústrias têm projetos bem definidos dos vazados dos blocos, onde se leva em consideração aspectos como espessura da parede, facilidade de desforma durante o processo de fabricação etc. Em termos de técnicas de assentamento, pode-se imaginar que os vazados dos blocos demandariam do pedreiro um cuidado maior (portanto, um tempo maior) na deposição da argamassa, tradicionalmente efetuada com colher de pedreiro. Como esta ferramenta acolhe uma quantidade considerável de argamassa, seria necessário um cuidado maior para que a mesma fosse colocada apenas onde os blocos fossem maciços, de forma a evitar queda de material no interior do bloco e, conseqüentemente, desperdício de argamassa. A solução deste problema ocorreu com a introdução de algumas ferramentas próprias para a execução de alvenaria com blocos vazados, como bisnagas ou tabuinhas;

- *regularidade geométrica (relacionada ao processo de fabricação):* a introdução de métodos racionalizados de produção de alvenaria, as exigências das normas técnicas e as discussões sobre os desperdícios de materiais na construção civil estão entre os fatores que modificaram a postura dos gerenciadores das obras em relação à exigência de qualidade dos tijolos ou blocos consumidos. As indústrias fornecedoras destes produtos aprimoraram seus métodos de produção para atender a este novo cliente, consciencioso de seus direitos e que tem procurado atingir um nível de qualidade satisfatório em suas obras. Estas alterações são de grande importância uma vez que, nos projetos de alvenaria, calculam-se as folgas possíveis com base nas tolerâncias geométricas máximas permitidas pelas normas brasileiras. Uma não conformidade pode gerar dificuldades para se manter uma modelação prevista, podendo também dificultar a obtenção de uma parede com maior perfeição geométrica.

2.2.2 Argamassa e Graute

Historicamente, a produção das argamassas na construção civil sempre esteve associada a uma mistura em obra, empírica, de aglomerantes e agregados miúdos com adição de água. A evolução do setor permitiu que os métodos de dosagem se aprimorassem. Com isto, passou-se a produzir argamassas específicas para as funções que elas deveriam desempenhar.

No caso da execução das alvenarias, os principais tipos de argamassas produzidas podem cumprir as funções de assentamento de blocos ou tijolos e de fixação da alvenaria com a estrutura, enquanto os grautes servem, entre outras funções, para o preenchimento de furos verticais ou cintas horizontais em edificações de alvenaria estrutural.

A evolução no fabrico das argamassas atingiu não apenas a dosagem das mesmas em obra, mas também outros aspectos que têm provocado várias alterações nos canteiros. Entre estes aspectos, cita-se o surgimento de argamassas parcial ou totalmente produzidas fora do canteiro e suas várias formas de entrega no mesmo (ensacadas, em silos, pré-misturadas em

caminhões-betoneira), que tem forçado mudanças de padrão no trato com um material que foi tecnicamente menosprezado durante muito tempo.

2.2.3 Elementos Acessórios

Além dos componentes (blocos e tijolos), das argamassas e dos grautes, outros elementos entram na execução de uma alvenaria. São os casos das vergas (Figura 2.1) e das contravergas, dos contramarcos de argamassa armada (Figura 2.2), dos elementos de amarração entre paredes e fixação parede/pilar, como telas, grapas e fitas metálicas, enfim, uma série de acessórios concebidos para melhorar o desempenho das alvenarias.

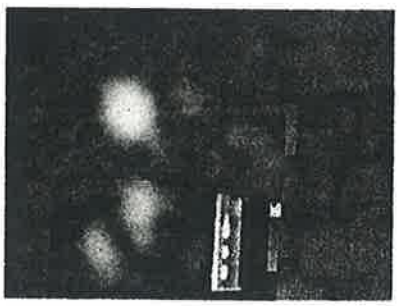


Figura 2.1 Verga de porta.

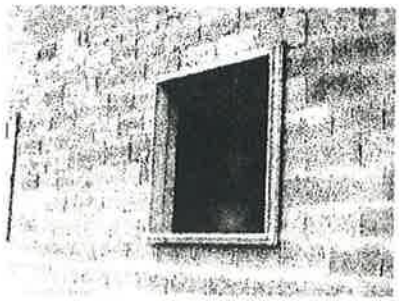


Figura 2.2 Contramarco de argamassa armada.

2.3 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

Há uma gama bem variada de equipamentos e ferramentas que auxiliam na produção de uma alvenaria. A seguir, apresenta-se alguns exemplos classificados por suas respectivas funções:

⇨controle geométrico: fio de prumo, mangueira de nível, escantilhão (Figura 2.3), esquadro, régua com nível de bolha, régua de alumínio, nível a laser, nível alemão, linha de pedreiro...

⇨produção: colher de pedreiro, bisnaga, "tabuinha reta" (Figura 2.4), "meia cana", caixotes de argamassa (Figura 2.5), argamassadeira mecânica (Figura 2.6), betoneira...

⇨transporte: grua (Figura 2.7), elevador de carga, carrinho de mão, carrinho de transporte de blocos (Figura 2.8), carrinho de transporte de caixotes de argamassa (Figura 2.9), carrinho especial de transporte de argamassa...

⇨sustentação provisória: andaimes de aço, andaimes de madeira (Figura 2.10).

Figura 2.3 Equipamento de controle geométrico: escantilhão.

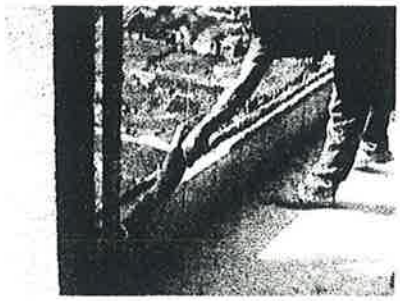


Figura 2.4 Ferramenta de produção: "tabuinha reta".

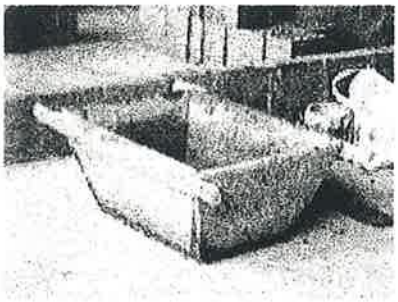


Figura 2.5 Equipamento de produção: caixote de argamassa.

Figura 2.6 Equipamento de produção: argamassadeira mecânica.

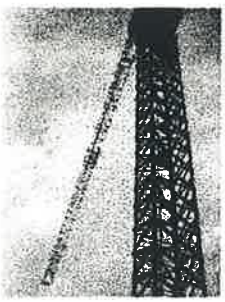


Figura 2.7 Equipamento de transporte: grua.

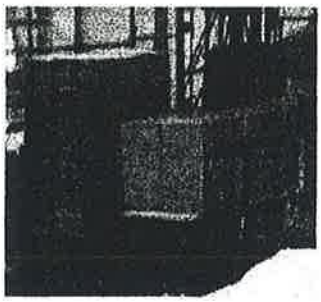


Figura 2.8 Equipamento de transporte: carrinho de transporte de blocos.

Figura 2.9 Equipamento de transporte: carrinho de transporte de caixotes de argamassa.

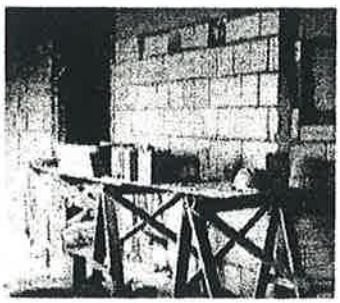


Figura 2.10 Equipamento de sustentação provisória: andaime de madeira.

Dentre estes exemplos, pode-se distinguir duas "gerações" de equipamentos e ferramentas. A primeira caracteriza-se pelos instrumentos tradicionais do ofício, utilizados secularmente. A segunda "geração", por sua vez, é constituída por avanços obtidos geralmente como resultado de convênios de pesquisa entre empresas e universidades (SOUZA et al., 1991; GUEDERT, 1993). Um levantamento mais apurado de quais equipamentos e/ou ferramentas pertencem a cada "geração" pode ser visualizado através da Tabela 2.2.

Tabela 2.2 Equipamentos e ferramentas usadas no serviço de alvenaria.

FUNÇÃO	"GERAÇÃO" TRADICIONAL	"GERAÇÃO" NOVA
transporte de blocos/tijolos	• carrinho de mão - uso geral • elevador de carga	• carrinhos próprios p/ blocos/tijolos • plataforma de recebimento de blocos paletizados nos andares • grua
produção de argamassa na obra	• enxada • betoneira	• argamassadeiras p/ mistura de argamassas industrializadas
estocagem de argamassa para uso imediato	• caixas de madeira	• caixotes de metal ou de plástico • suportes p/ caixotes de argamassa, c/ altura regulável
colocação de argamassa nos blocos/tijolos	• colher de pedreiro	• bisnaga • tabuinha reta • meia-cana
controle de nivelamento da alvenaria	• mangueira de nível	• nível alemão • nível a laser • régua com níveis de bolha
controle de prumo da alvenaria	• prumo de face	• escantilhão • régua c/ níveis de bolha
controle de alinhamento da alvenaria	• prego e linha • régua de alumínio	• esticador de linha e linha
suporte provisório	• tábuas e cavaletes de madeira	• andaimes metálicos desmontáveis
transporte de argamassa	• carrinho de mão • jericas	• suportes móveis p/ caixotes de argamassa • carrinhos especiais

A utilização dos equipamentos e ferramentas novos vem se acentuando muito nos últimos anos. Entretanto, não se tem conhecimento de publicações que atestem, através de estudos aprofundados, os efeitos do emprego destes instrumentos na produtividade do serviço de alvenaria.

2.4 MÃO-DE-OBRA

A mão-de-obra necessária para a realização do serviço de alvenaria é normalmente formada por equipes cujos principais componentes são os pedreiros e seus ajudantes, também chamados serventes. Além destes, outras pessoas podem compor as equipes de alvenaria, exercendo várias funções, dentre as quais:

⇨controle e supervisão: encarregados, mestres-de-obra, estagiários, técnicos em edificações e engenheiros.

⇨auxílio à produção: produtores de argamassa na obra, produtores de componentes especiais (ex.: blocos com caixinhas elétricas embutidas, vergas e contravergas), auxiliares de limpeza do pavimento etc.

⇨transporte: operadores de grua e de elevador de carga, transportadores de blocos/tijolos e argamassa.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE PROJETO

Por características de projeto deve-se entender tudo o que seja capaz de definir a função da alvenaria e sua forma final.

Os seguintes elementos fazem parte das características de projeto: tipologia da alvenaria (estrutural ou de vedação), comprimento, altura e espessura das paredes, posição no andar (interna, externa), arranjo da alvenaria (densidade de paredes, angulação de cantos etc.), quantidade e tipos de aberturas (portas, janelas, ar condicionado), fiadas de cintamento (alvenaria estrutural), formas de fixação alvenaria/estrutura (chapisco rolado, chapisco desempenado, telas eletrossoldadas, espumas poliméricas etc.), tipo de amarração dos blocos (junta a prumo, junta amarrada etc.), preenchimento ou não de juntas verticais, modulação, tipos de esquadrias, encontros entre paredes, elementos agregados (contramarcos de janelas, marcos de portas, caixas de passagem para tubulação elétrica, vergas, contravergas), entre outros.

2.6 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

Como o serviço de alvenaria não acontece isoladamente do restante da obra, muitas vezes a sua execução depende das características do empreendimento como um todo.

Assim, o tipo de empreendimento (obra pública ou privada, regime de contratação da obra, finalidade da edificação), o projeto de arquitetura, as áreas envolvidas, as condições da praça de trabalho, a disposição e quantidade dos equipamentos de transporte, a verba disponível e o cronograma a cumprir podem se constituir em fatores passíveis de afetar a produtividade do serviço de alvenaria, direta ou indiretamente.

A título de exemplificação, tome-se duas das obras analisadas neste estudo (obra 'B' e obra 'D'), no que diz respeito às características do empreendimento.

A obra 'B' constitui-se em um edifício comercial localizado no centro da cidade de São Paulo-SP. A obra foi incorporada pela própria construtora que exige cumprimento dos prazos estipulados no cronograma. Devido às dificuldades de acesso ao canteiro, optou-se pela compra de blocos cerâmicos paletizados entregues diretamente no andar onde a alvenaria está sendo executada.

A outra obra localiza-se na periferia da cidade de Aparecida de Goiânia-GO. Trata-se de casas geminadas com fins residenciais. A obra é particular e não há cronograma a cumprir. Não há dificuldades de acesso ao canteiro; porém, também não há nenhum equipamento de transporte, de forma que os blocos de concreto usados como vedação são carregados um a um pelo servente que auxilia o único pedreiro locado nesta obra.

Expostos os dois casos, não é difícil imaginar que as próprias características dos empreendimentos seriam capazes de promover diferenças no seu ritmo de produção e, conseqüentemente, na sua produtividade.

2.7 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Quando se pensa na execução de uma alvenaria, geralmente este pensamento está associado à figura de um pedreiro assentando blocos ou tijolos. No entanto, por trás desta figura estereotipada, estrutura-se todo um esquema de gestão e organização da produção para que tal serviço possa ser realizado. Este esquema possui especificidades muito próprias de cada empresa, em

função de sua cultura, de sua forma de trabalhar, de contratar, de controlar, enfim, de administrar a mão-de-obra.

As formas de contratação dos serviços de alvenaria podem variar de obra para obra, em função da disponibilidade de funcionários e de uma série de outros intervenientes como, por exemplo, o peso dos encargos sociais e a possibilidade de alojamento no canteiro. Algumas formas de contratação da força de trabalho incluem a mão-de-obra própria da empresa, a subcontratação de uma prestadora de serviços, a contratação de mão-de-obra temporária ou até mesmo a subcontratação de várias empresas em uma mesma obra.

A maneira de se efetuar os pagamentos também é muito variada. Pode-se pagar por hora trabalhada, por metro quadrado executado, por cumprimento de prazos previamente estipulados, por porcentagem de serviço realizado e assim por diante.

A seqüência de execução adotada faz parte da organização da produção do serviço de alvenaria, bem como a resolução de problemas, dentre os quais a interferência entre serviços, os congestionamentos, a disponibilidade de equipamentos, a disponibilidade de materiais e o gerenciamento dos mesmos, a logística de canteiro etc.

Quem organiza a produção ainda é responsável por definir a equipe de trabalho, decidindo sobre a quantidade de pedreiros e ajudantes e sobre a presença ou não de um encarregado do serviço, além de delimitar direitos e obrigações de cada um. A delegação destas atividades baseia-se na estrutura hierárquica adotada pela empresa, responsável por estabelecer os níveis de autoridade e autonomia de seus agentes nos processos de decisão.

A jornada de trabalho também fica a cargo dos responsáveis pela organização da produção, bem como os benefícios oferecidos aos trabalhadores (incentivos financeiros, cesta básica, plano de saúde etc.) e suas condições de higiene e segurança dentro do ambiente laboral.

Todas estas atividades, decorrentes das decisões de nível gerencial, podem

contribuir positiva ou negativamente para a produtividade do serviço de alvenaria.

2.8 ANORMALIDADES

Muitas vezes, mesmo que tenha havido um planejamento prévio de todas as atividades e recursos envolvidos na execução de um serviço, é possível ocorrer eventos que escapem à normalidade no contexto de um empreendimento.

O exemplo mais nítido vem das condições climáticas às quais o ambiente da construção civil está fortemente sujeito. Portanto, chuva, vento, frio ou calor em excesso, só para citar algumas ocorrências, podem interromper ou diminuir sensivelmente o ritmo de trabalho. Estas condições adversas são chamadas de anormalidades e podem afetar a produtividade do serviço de alvenaria.

Quando se relata as condições climáticas como anormalidades, é de bom senso notar que se está falando de problemas incontroláveis, típicos dos riscos inerentes à construção civil. Todavia, muitas das anormalidades ocorrem devido a alguma falha em todo o processo, que poderia ter sido evitada. São os casos da falta de materiais devido a problemas com o fornecedor, da quebra de equipamentos por falta de manutenção preventiva, do congestionamento de pessoas no local de trabalho e assim por diante. É principalmente sobre este tipo de situação indesejável que se deveria atuar, no sentido de eliminar as causas de vários problemas que afetam a execução dos serviços.

2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez expostas suas diversas características, conclui-se que o serviço de alvenaria não se resume apenas a "assentar tijolo sobre tijolo". São inúmeros os intervenientes que entram neste processo produtivo e que podem afetá-lo de alguma maneira. Enumerar e quantificar os principais fatores que influenciam a produtividade tem uma importância fundamental, pois pode servir como instrumento de orientação para a melhoria da eficiência quanto ao consumo da mão-de-obra nesta atividade.

3 PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA

Este capítulo discorre sobre produtividade, partindo de uma abordagem ampla sobre o tema e restringindo-a paulatinamente até atingir o escopo que se deseja discutir no estudo, qual seja, o da produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria, ambientado em canteiros de obras.

3.1 PRODUTIVIDADE

3.1.1 Considerações Iniciais

Nos últimos anos, o uso da palavra produtividade tornou-se freqüente entre pessoas envolvidas com as mais diversas áreas dos setores produtivos. É comum ouvir as pessoas se referirem à produtividade e à qualidade, ambientadas em um contexto de grande competitividade. Na construção civil, em particular, esta situação é evidente. Tome-se como exemplo o VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, realizado em abril de 1998. Neste evento, dissertou-se sobre "estratégias empresariais mais modernas, centradas na busca de melhorias de qualidade e **produtividade**" (COSTA; FORMOSO, 1998), "aspectos clássicos da gestão de processos, como medida de tempos, análise de movimentos, **produtividade**, etc." (SAN MARTIN; FORMOSO, 1998), "intenso movimento no desenvolvimento de programas para qualidade e **produtividade**" (OLIVEIRA et al., 1998), "melhorias de **produtividade** e qualidade e redução de desperdícios" (GUTSCHOW, 1998), "obtenção de informações quantitativas e qualitativas a respeito de perdas de materiais e **produtividade** da mão-de-obra" (VARGAS et al., 1998), "soluções e especificações técnicas que permitam a obtenção de melhores índices de **produtividade** nos processos e de qualidade nos produtos" (NOVAES, 1998).

Este grande interesse sobre o assunto 'produtividade' é valioso à medida em que incita as discussões e ações voltadas a melhorias. Porém, deve-se tomar cuidados para que ele não seja tratado com superficialidade, ou para que a forma de expressão utilizada na designação do termo não venha a confundir conceitos e definições, tornando o entendimento inviável. Logo, antes de se iniciar um estudo sobre este tema, é fundamental esclarecer o que se entende por produtividade, definindo-a, de maneira a facilitar a compreensão do assunto através de uma linguagem comum.

3.1.2 Definições

Produtividade é um termo que, segundo o Novo Dicionário da Língua Portuguesa (FERREIRA, 1975), significa "faculdade de produzir". Quanto a esta definição, percebe-se facilmente que se trata de um conceito muito genérico, incapaz de dar suporte a quaisquer estudos com fins técnicos. É necessário, portanto, definir o termo 'produtividade' com maior minúcia para que o mesmo possa ser estudado detalhadamente.

De acordo com MUSCAT (1993), a definição de produtividade foi originária 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 Fórmula 3.1.

$$eficiência = \frac{energia\ útil}{energia\ fornecida}$$

Fórmula 3.1 - Conceito de eficiência (MUSCAT, 1993).

O conceito de produtividade, aplicável aos sistemas produtivos, segundo MUSCAT (1993), trata da relação entre o valor das saídas e o custo dos recursos utilizados para a obtenção das mesmas.

$$produtividade = \frac{valor\ das\ saídas}{custo\ dos\ recursos}$$

Fórmula 3.2 - Conceito de produtividade (MUSCAT, 1993).

Portanto, MUSCAT (1993) considera a produtividade uma relação entre saídas e entradas de qualquer sistema produtivo, mensuradas financeiramente.

Para o McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (1998), a produtividade reflete a eficiência com que os recursos são utilizados para criar valor no mercado. De acordo com esta visão, a produtividade pode ser medida calculando-se "a relação entre a **produção** de um ano e os **fatores de produção** que nela foram utilizados nesse mesmo período". Em relação à **produção**, o instituto admite três abordagens de medição: unidades físicas, produção bruta e valor agregado, este último entendido como "a produção bruta que sai da fábrica menos os materiais comprados e a energia"; já os **fatores de produção** consistem em mão-de-obra ("número anual total de horas trabalhadas no setor") e capital, este entendido como o estoque de capital existente, incrementado por investimentos.

Ainda em relação à definição de produtividade, ADRIAN (1987) observa que este termo é largamente aceito pelas pessoas como a quantidade de resultados gerados por homem-hora de trabalho consumido. Este autor também indica que o Departamento de Comércio dos Estados Unidos define produtividade como a razão entre os dólares produzidos por homem-hora de trabalho consumido, como pode ser visualizado na Fórmula 3.3.

$$Produtividade = \frac{dólares\ produzidos}{homem\text{-}hora\ de\ trabalho\ consumido}$$

Fórmula 3.3 - Produtividade segundo o Departamento de Comércio dos Estados Unidos (ADRIAN, 1987).

Enfim, a produtividade foi definida de várias formas, mas em todas elas representando uma razão entre as saídas resultantes de um processo e os recursos que entram no mesmo. Quanto à forma de mensuração da produtividade, SOUZA (1996) lembra que se deve definir o que são as entradas do processo (ex.: materiais, mão-de-obra, energia) e o que são as saídas (ex.: custo total, metro quadrado de alvenaria, unidade habitacional). O mesmo autor recorda ainda que a medição da produtividade também passa pela definição da razão entre entradas e saídas (qual é o numerador e qual é o denominador).

Com isto, consolida-se a idéia de que o conceito de produtividade refere-se a uma relação entre saídas e entradas, bem como nota-se várias maneiras de medi-la (recursos físicos ou financeiros; numerador *versus* denominador).

3.2 A PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

3.2.1 Características do Setor

Analisando o mau desempenho do setor da construção comparativamente a outras indústrias, ADRIAN (1987) faz algumas considerações sobre a produtividade neste setor. Ele observa que a grande diversidade e quantidade de pessoas envolvidas nesta indústria faz com que a responsabilidade pelo seu desempenho insatisfatório, no que tange à qualidade e à produtividade, seja diluída entre todos os participantes, resultando em uma situação cômoda na qual cada agente responsabiliza os demais pelos insucessos ou falhas ocorridas no processo e, ao final, ninguém assume os próprios erros. No entanto, todos saem perdendo, uma vez que a imagem do setor fica maculada perante a opinião pública.

Se o desempenho da indústria da construção é criticado no mundo todo, a situação brasileira não é diferente. Uma pesquisa recente do McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (1998) concluiu que a produtividade da mão-de-obra brasileira no setor de construção residencial, comparada à dos Estados Unidos, equivale a 35% desta. De acordo com a pesquisa, 40% deste hiato entre a produtividade dos dois países deve-se ao **não emprego de projetos para a**

produção. Destes 40%, 60% seriam devidos ao planejamento do projeto (baixo uso de materiais pré-fabricados e falta de postura visando à diminuição de interferências) e os 40% restantes ao pequeno uso de materiais padronizados e módulos, cuja implantação exigiria mudanças estruturais na indústria. Os 60% restantes de diferença na produtividade da construção residencial entre Brasil e Estados Unidos estariam distribuídos da seguinte maneira: 30% seriam reflexo da ineficácia na **organização de funções e tarefas**, o que incluiria a má administração do projeto, o pouco uso de subempreiteiras e a indisponibilidade de subempreiteiras especializadas; 15% estariam relacionados à **escala** dos projetos habitacionais, com o custo unitário diminuindo à medida em que mais unidades fossem incorporadas ao empreendimento; 7,5% refeririam-se à **intensidade de capital**, uma vez que "as construtoras brasileiras usam equipamentos em menor número e com pior desempenho do que as empresas americanas, pois podem substituí-los por mão-de-obra barata" e 7,5% relacionar-se-iam ao **mix de produtos** – "menor penetração de prédios horizontais, construídos em regime de alta produtividade e baixo custo".

Diz-se que a construção civil possui níveis de produtividade inferiores aos de outros segmentos industriais. No entanto, os contextos que caracterizam estes ambientes produtivos são muito diferentes entre si. E, para que se entenda a produtividade na construção, é necessário, primeiramente, levantar as características do setor e avaliar suas semelhanças e diferenças em relação a outras indústrias de modo que, então, possa-se discutir a eficiência comparativa entre as mesmas.

Vários autores já enumeraram as principais características que diferem a construção das demais indústrias, especialmente da de produtos seriados. A Tabela 3.1 resume estas distinções, comprovando a grande quantidade de especificidades inerentes à indústria da construção.

Tabela 3.1 Características específicas da construção civil, segundo três autores.

CARACTERÍSTICAS PRÓPRIAS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	
MESEGUER (1991)	• possui caráter nômade (a "fábrica" muda de lugar a cada produto concebido); • produz produtos únicos e não seriados; • a produção é centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo) e não em cadeia (produtos passando por operários fixos); • indústria muito tradicionalista, resistente a alterações; • utilização intensiva de mão-de-obra, com pouca (ou nenhuma) garantia de estabilidade no emprego, gerando descompromisso por parte dos funcionários; • as condições naturais de trabalho geralmente não podem ser modificadas (temperatura, umidade, chuvas...); • o produto quase sempre é único na vida do usuário; • as responsabilidades são dispersas e pouco definidas; • a flexibilidade quanto ao controle é grande, pois o grau de precisão com que se trabalha normalmente é baixo, qualquer que seja o parâmetro: orçamento, prazo, unidades de medida etc.
FRANCO (1992)	• fabricação do produto único, ou com baixo nível de repetição; • caráter nômade da produção; • grande ligação a técnicas tradicionais, impondo grande inércia ao processo de evolução tecnológica; • trabalho desprotegido; • grande número de operações e insumos envolvidos na produção do edifício; • ciclo de consumo longo, que torna mais lento o retorno para o aperfeiçoamento do processo; • especificações complexas e contraditórias; • responsabilidades dispersas; • menor precisão nas tarefas; • baixa motivação da mão-de-obra, gerando rotatividade e baixo nível de qualificação.
HEINECK (1995)	**Características positivas relativas ao trabalho em si e sua organização:** • trabalho variado; • trabalho em grupo; • contatos interpessoais freqüentes; • ritmo de trabalho controlado pelo operário; • características artesanais no trabalho; • comunicações informais e ausência de burocracia; • poucos níveis hierárquicos; • produto visível; • trabalho em contato com a natureza; **Características positivas relativas à gerência do processo:** • tempos de preparação reduzidos; • lotes pequenos de produção; • possibilidade de autocontrole (com equipamentos simples); • controle de qualidade realizado de forma visível; • utilização de equipamentos simples.

Pela análise da Tabela 3.1 é possível perceber a expressiva quantidade de distinções entre a construção civil e a indústria seriada. Tais características fazem com que a simples "importação" de ferramentas de gestão da produção empregadas nesta última não seja necessariamente eficaz na melhoria dos processos da primeira.

3.2.2 Definições

Pode-se encontrar diversas definições de produtividade na construção. A seguir, alguns exemplos são explicitados.

Discutindo produtividade na construção civil, ADRIAN (1987) considera que o termo tem diferentes significados para diferentes pessoas. Muitos indivíduos pensam automaticamente na força de trabalho ou nos sindicatos de trabalhadores quando o termo é mencionado. Outros associam produtividade ao capital despendido. Segundo o autor, ambas as interpretações estão parcialmente corretas. Esta afirmação provavelmente deve-se ao fato de que, nos dois casos, a análise de produtividade seja feita apenas sob a ótica das entradas do processo, sejam elas os recursos humanos ou os recursos financeiros.

KELLOGG et al. (1981) consideram a produtividade na construção como a relação entre produto gerado por homem-hora. Logo, trata-se de uma relação envolvendo as saídas e as entradas de um processo produtivo, conforme ilustra a Figura 3.1.

Figura 3.1 Representação genérica simplificada de um sistema produtivo (SOUZA, 1996).

A definição de produtividade no âmbito da construção, de acordo com LOWE (1987), normalmente envolve uma avaliação da eficiência no uso de um determinado fator de produção – geralmente capital ou mão-de-obra. Esta avaliação pode ser quantificada calculando-se a relação entre a medida de alguma saída e o emprego de algum fator de produção relacionado à mesma. Conforme o autor, o índice de produtividade também pode ser calculado através da combinação de mais de um fator de produção, gerando assim um índice "multifatorial" de produtividade.

A partir destas visões genéricas, é possível particularizar o estudo da produtividade de acordo com a necessidade imposta. Assim, no caso da construção civil, pode-se avaliar a produtividade dos vários recursos entendidos como 'entradas' do processo, cujos principais exemplos são os materiais, os equipamentos e a mão-de-obra (SOUZA, 1996), conforme ilustra a Figura 3.2.

Figura 3.2 Representação genérica do sistema produtivo da construção civil (adaptado de SOUZA, 1997).

Avaliando-se as diversas opiniões dos vários autores, entende-se que, genericamente, a **produtividade na construção significa uma relação entre um determinado recurso utilizado em um processo construtivo e o resultado gerado por ele.**

3.2.3 Níveis de Abordagem da Produtividade

A produtividade na construção pode ser analisada em função de vários níveis de abordagem, desde sua influência na economia do país até a otimização do uso dos recursos nos canteiros de obras. A seguir, apresentam-se algumas destas abordagens, juntamente com suas distinções.

Um problema sério que os Estados Unidos experimentaram no final da década de 70 foi o declínio geral nas taxas de aumento da produtividade em sua economia. Este problema foi citado pelo presidente dos Estados Unidos, em seu Relatório Econômico de 1978, como um dos mais significativos enfrentados pelo país àquela época (KELLOGG et al., 1981). A questão era genérica e envolvia todos os setores da economia deste país. Pesquisadores de Harvard e da Universidade de Wisconsin haviam calculado as médias anuais do desempenho de uma grande variedade de indústrias durante o período de 1947 a 1973. Pelos seus cálculos, a participação da indústria da construção neste cenário foi muito ruim, com sua produtividade aumentando à taxa de apenas 0,1% ao ano. E, segundo relatórios dos mesmos pesquisadores, a situação piorou a partir de 1973. Preocupado com estes resultados, um grupo de profissionais ligados a este setor uniu-se para analisar o problema da produtividade na construção. Reunidos em um seminário, chegou-se à conclusão de que a questão deveria ser tratada em todos os níveis, desde a política estatal de investimentos no setor até a execução e entrega das obras.

Para que isto ocorresse era necessário, primeiramente, organizar a forma de se pensar na produtividade da construção, reconhecendo seus diversos níveis e as várias interfaces de influência de que se compõe a cadeia do seu processo produtivo. Surgiu, então, o Modelo Hierárquico como esta ferramenta de análise (KELLOGG et al., 1981).

Este modelo propôs a sistematização dos níveis de influência na produtividade da construção. A partir do reconhecimento das diferenças entre estes níveis seria possível planejar ações sistêmicas para a melhoria da produtividade no setor. O modelo identificava cinco níveis de atuação:

- Macro/macro - refere-se à política governamental de aplicação de recursos na indústria da construção.
- Macro - refere-se ao nível de decisões relativo ao gerenciamento dos programas definidos no nível 'macro-macro'.

- Macro-micro - relaciona-se ao nível de decisão quanto às especificações do empreendimento e ao planejamento.
- Micro - envolve a etapa anterior à execução da obra, quando se analisa a logística do empreendimento e as necessidades quanto à mão-de-obra, aos materiais e aos equipamentos. O objetivo neste nível é garantir os recursos certos no momento exato.
- Micro/micro - refere-se ao nível da execução da obra, quando as decisões individuais influenciam a produtividade pontualmente em cada serviço, em cada especialidade envolvida.

O Modelo Hierárquico consistiu em um passo essencial rumo à sistematização da discussão acerca da produtividade na indústria da construção. Este tipo de modelo classificatório é importante à medida em que torna mais claro o entendimento sobre as diversas áreas de influência sobre a construção civil. A partir dele, é possível contextualizar melhor o tipo de informação que se queira extrair de uma análise de produtividade.

De acordo com SILVA (1993), a construção civil é uma atividade econômica que tem características muito peculiares no setor industrial. Para analisar a produtividade neste setor, a autora adota uma classificação que divide as atividades desenvolvidas por esta indústria em três subsetores - infra-estrutura, edificações e montagem industrial - cada qual analisado segundo suas *características de organização industrial* e seu *processo de produção* e *tecnologia* (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 Características dos subsetores da indústria da construção civil (adaptado de SILVA, 1993).

INFRA-ESTRUTURA	EDIFICAÇÕES	MONTAGEM INDUSTRIAL
Estrutura de oferta/ organização industrial Subsetor constituído por um pequeno número de empresas de grande porte responsáveis pela maior parte das receitas da Construção Civil. **Processo de produção/ tecnologia** Elevada incidência do uso de equipamentos no processo; utilização de materiais básicos com pequena diversidade de produtos. Predominância de operações concentradas quanto ao tipo e quantidade. Tecnologias de menor difusão e domínio restrito a um menor grupo de empresas quando comparado com o subsetor edificações. Sistemas de controle da qualidade implantados por exigências dos contratantes.	**Estrutura de oferta/ organização industrial** Grande número de pequenas e médias empresas com receitas de ordem de grandeza cerca de 50% menor quando se compara as empresas líderes desse subsetor com as empresas líderes do subsetor infra-estrutura. **Processo de produção/ tecnologia** Uso intensivo de mão-de-obra com elevada incidência de emprego de mão-de-obra subcontratada. Baixa incidência de equipamentos. Grande diversidade de materiais empregados. Grande número de operações não concentradas no tempo. Tecnologia difundida amplamente entre as empresas. Baixo grau de desenvolvimento quanto ao emprego de sistemas de controle da qualidade.	**Estrutura de oferta/ organização industrial** Pequeno número de empresas com elevado grau de especialização. **Processo de produção/ tecnologia** Tecnologia de domínio restrito e caráter multidisciplinar (Engª Civil, Engª Elétrica, Engª Mecânica). Predominância de operações de montagem concentradas e contínuas.

A mesma autora ainda identifica níveis de abrangência distintos quanto à avaliação da produtividade. Desta forma, os índices de produtividade relativos a um determinado fator de produção refletem a eficiência da utilização deste fator em particular; são os índices parciais. Já os índices globais, que são aqueles referentes a todos os fatores de produção, refletem a eficiência do processo produtivo como um todo.

Estes conceitos são compartilhados por MUSCAT (1993) e por SOUZA (1996). Para aquele, os índices globais promovem uma avaliação ampla do sistema produtivo, considerando seu resultado como um todo. Neste caso, a visão que se tem do sistema é a de uma "caixa preta", onde não interessa o que está por dentro, mas sim o que entra e o que sai dela. Caso seja necessário verificar aspectos internos ao sistema, seja para corrigir algum problema ou para intensificar um resultado positivo, há a possibilidade de se usar índices parciais que determinam a produtividade nas específicas áreas em que se pretenda atuar. Uma visão ilustrativa, como a das Figuras 3.3 e 3.4, pode contribuir para o entendimento da abrangência destes índices.

Figura 3.3 Indicador de produtividade global - visão "caixa preta" (adaptado de MUSCAT, 1993).

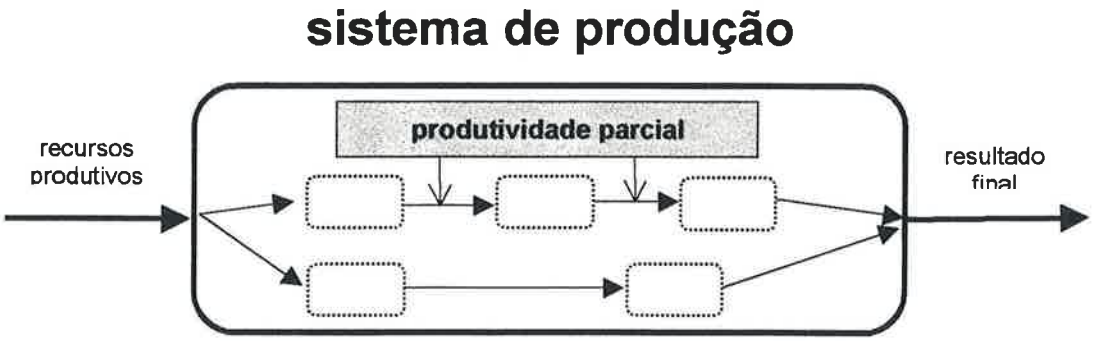


Figura 3.4 Indicador de produtividade parcial - visão "raio-X" do sistema (adaptado de MUSCAT, 1993).

Neste item observou-se que o estudo da produtividade pode ser feito de várias maneiras, sob várias abordagens. É necessário, então, definir bem qual nível de abordagem será adotado antes de se apresentar quaisquer resultados.

3.2.4 Fatores que Afetam a Produtividade na Construção

Apesar de reconhecer outros problemas, não relativos à mão-de-obra, ADRIAN (1987) admite que a indústria da construção é muito dependente da força de trabalho. Portanto, não se pode ignorar os fatores que afetam sua habilidade para produzir, dentre os quais as condições ambientais adversas, o gerenciamento a que está submetida e a capacidade física para realização das tarefas.

Quanto ao gerenciamento, certamente HORNER et al. (1987) concordam com ADRIAN (1987) pois as medições que efetuaram em doze canteiros de obras indicaram que o grau de controle do gerenciamento tem um forte efeito positivo sobre a produtividade da mão-de-obra na construção.

SILVA (1993) comenta que, nos países desenvolvidos, a produtividade na construção é um dos indicadores de desempenho da própria economia, em função das implicações que a sua queda ou estagnação tem para os custos, preços e salários. Por outro lado, esta preocupação relativa à produtividade da construção civil no Brasil nunca foi muito grande pois o setor sempre foi visto como absorvedor de mão-de-obra não qualificada, ou seja, aquela força de trabalho despreparada para assumir funções na indústria seriada; em suma, sempre houve uma pressão política da sociedade sobre a construção civil no sentido de reduzir os índices de desemprego, acarretando em um certo descompromisso quanto à utilização racional dos recursos envolvidos. Partindo-se desta constatação, tem-se um fator importante que diferencia a indústria da construção das demais indústrias: o nível de qualificação da mão-de-obra.

No entanto, o McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (1998) inocenta a capacitação da mão-de-obra como causadora de impacto sobre a produtividade no setor da construção residencial. Esta afirmação é baseada no fato de que esta entidade encontrou, no Brasil, empresas construtoras que obtiveram melhorias significativas de produtividade valendo-se da mão-de-obra disponível no mercado. Seus estudos permitiram afirmar que "a produtividade é mais uma

função da sofisticação dos métodos utilizados que da execução do trabalho em si".

Além da questão da mão-de-obra, SILVA (1993) enumera vários outros fatores que afetam a produtividade na construção civil, apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 Fatores que afetam a produtividade na construção, segundo SILVA (1993).

FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO

FATORES SISTÊMICOS E SETORIAIS
• ***sistema econômico***
• ***condicionantes institucionais***
• ***condicionantes naturais e tecnológicos da produção***
  • *ambiente físico*
  • *tecnologia*

FATORES DE ORGANIZAÇÃO E GESTÃO EMPRESARIAL
• ***estrutura organizacional e gerenciamento empresarial***
• ***relações contratuais***
  • *com os contratantes de obras*
  • *com os fornecedores de insumos e serviços*
• ***gestão de recursos humanos***
  • *formação profissional e treinamento*
  • *segurança e condições de trabalho*
  • *motivação e incentivos financeiros*
  • *relação contratual com a empresa*
  • *rotatividade, absenteísmo e horas-extras*

FATORES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO • ***projeto*** • ***gerenciamento operacional*** • ***métodos de trabalho***

HERBSMAN; ELLIS (1990) também listaram vários fatores que afetam a produtividade na indústria da construção. Os autores ressaltam a grande necessidade de não apenas identificar estes fatores, mas também de quantificá-los, mesmo que isto não seja uma tarefa muito fácil, conforme eles mesmos indicam. Um resumo dos fatores identificados por estes autores, incluindo sua classificação, está representado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 Fatores que afetam a produtividade na construção, segundo HERBSMAN; ELLIS (1990).

FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO
FATORES TECNOLÓGICOS ***(relacionados ao projeto)*** • ***dados de projeto:*** tamanho, altura, número de elementos etc. • ***propriedades dos materiais:*** especificação dos materiais, qualidade, características solicitadas etc. • ***localização:*** zona geográfica, locação da obra, topografia, clima e outros relacionados ao entorno do empreendimento.
FATORES ADMINISTRATIVOS ***(relacionados ao gerenciamento e execução do projeto)*** • ***procedimentos e métodos construtivos:*** fatores relacionados à forma de se executar os serviços (escavações, fundações, fôrma, estrutura...) • ***equipamentos:*** transporte, produção etc. • ***mão-de-obra:*** forma de contratação, treinamento etc. • ***fatores sociais:*** relações patrão-empregado, fatores raciais, relações com o supervisor das equipes etc.

CEOTTO (1997) considera que a racionalização dos processos de execução de obras, aliada a aperfeiçoamentos das condições de trabalho, motivação e capacidade dos trabalhadores, leva a bons resultados quanto à melhoria da produtividade nos canteiros. Contudo, segundo o autor, este processo de aprimoramento possui um limite que esbarra nos paradigmas construtivos, referindo-se implicitamente às formas tradicionais de construção, cujas características, apresentadas na Tabela 3.5, impedem aumentos na velocidade de execução dos serviços e redução da necessidade de muita mão-de-obra.

Para mudar este quadro, CEOTTO (1997) aposta em um rompimento de muitos paradigmas construtivos, através da introdução de inovações tecnológicas, com o intuito de operar uma profunda transformação na atual maneira de se construir.

Tabela 3.5 Fatores que impedem a melhoria da produtividade na construção (adaptado de CEOTTO, 1997).

CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO TRADICIONAL DE CONSTRUÇÃO
• ***atividades artesanais***
◦ dificuldade de definição do prazo dos serviços e grande variabilidade desses prazos
◦ pouca possibilidade de polivalência
◦ dificuldades na capacitação dos operários
◦ dificuldade de gerenciamento da obra (planejamento e controle)
• ***interferência entre serviços***
◦ grande quantidade de pessoas no canteiro de obras simultaneamente
◦ grande quantidade de "esperas" por frentes de serviço
• ***interferência entre subsistemas***
◦ desperdício de materiais
◦ desperdício de mão-de-obra, retrabalho
◦ falta de "terminalidade"; grande quantidade de arremates
• ***características dos materiais***
◦ grande peso específico
◦ uso intensivo de materiais "naturais" de grande variabilidade
• ***baixa utilização de equipamentos***
◦ custo elevado de aquisição e/ou aluguel
◦ equipamentos inadequados ao uso
◦ equipamentos frágeis
◦ equipamentos de transporte incipientes

Independentemente da introdução de novas tecnologias na construção civil, muitos estudos comprovam a existência de uma série de fatores que têm afetado a produtividade dos serviços de construção.

A Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 1965) promoveu um estudo de grandes proporções com o objetivo de descobrir quais eram os efeitos provocados pela repetição nas operações construtivas, em face das urgentes necessidades de se aumentar a produtividade da mão-de-obra, especialmente no setor habitacional, após a II Guerra Mundial. Este documento enumera vários fatores que pioram a produtividade ou que a impedem de melhorar. Alguns deles:

- a configuração da melhoria de produtividade através de operações repetitivas na construção pareceu similar ao que ocorre na indústria seriada, diferindo apenas na taxa e grau desta melhoria. Esta diferenciação acontece devido à *natureza das operações* na construção, à *quantidade de agentes engajados na execução dos serviços* e à *motivação dos*

trabalhadores;

- para as operações nos canteiros de obras, as condições são mais complicadas e os problemas relativos à produção são mais difíceis de resolver. As operações construtivas são afetadas pelas *condições climáticas adversas*, pelas *dificuldades de acesso*, pelos *atrasos na entrega dos materiais* e pelos *problemas de transporte*. Segundo a pesquisa, estes fatores não apenas diminuem o ritmo de trabalho como também provocam "paradas" na produção que atenuam a melhoria da produtividade obtida com a repetitividade e a continuidade das operações.

Dentre os fatores que afetam a produtividade da mão-de-obra na construção, THOMAS et al. (1989a) afirmam que o mau gerenciamento dos materiais pode causar sérias perdas para os contratantes. Em um estudo de caso realizado, constatou-se uma perda financeira de aproximadamente nove mil dólares devido a um atraso do serviço (18% além do cronograma previsto). Este valor refere-se apenas aos homens-hora desperdiçados por causa de problemas com o gerenciamento dos materiais, dentre os quais a organização das áreas de estocagem e o planejamento da entrega dos mesmos, além de sua disponibilidade, manuseio e distribuição. Segundo este estudo, um investimento de 1.570,00 dólares no planejamento da forma de se gerenciar os materiais teria economizado 8.942,00 dólares, que foi o custo resultante dos problemas ocorridos nesta obra devido a esta questão.

Finalizando a discussão em torno dos fatores que afetam a produtividade da mão-de-obra, vale comentar sobre um extenso documento preparado no Pennsylvania Transportation Institute (THOMAS; SMITH, 1990), onde os autores efetuaram uma revisão sobre os mais importantes estudos relativos aos fatores que influenciavam a eficiência da mão-de-obra na construção. Uma listagem dos principais fatores e alguns fragmentos das conclusões dos autores podem ser visualizados na Tabela 3.6.

Além dos fatores citados na Tabela 3.6, outros foram avaliados neste mesmo estudo de THOMAS; SMITH (1990), porém suas análises não são conclusivas em função ou das altas variabilidades dos resultados ou da pequena quantidade de estudos efetuados. São eles: presença de supervisor, tamanho da equipe, ferramentas e equipamentos utilizados, restrições artificiais, incentivos financeiros, operários sindicalizados ou não, jornada de trabalho extensiva, absenteísmo, rotatividade, níveis gerenciais e mudanças de ordens.

Tabela 3.6 Fatores já pesquisados que afetam a produtividade da mão-de-obra na construção (THOMAS; SMITH, 1990).

FATORES	COMENTÁRIO DOS AUTORES
Temperatura e umidade	Os resultados são conflitantes, mas admite-se que altas temperaturas, juntamente com umidades elevadas afetam a produtividade de qualquer serviço.
Eventos climáticos (chuva, neve, gelo, ventos fortes etc.)	Têm efeitos piores que os das temperaturas e umidades elevadas. Há relatos de perdas de produtividade da ordem de 50% a 70%.
Trabalho fora de seqüência	Apesar de haver poucos estudos sobre este fator, as perdas em torno de 75% parecem comuns.
Interrupções e atrasos	Não há dados consistentes sobre o assunto[1]. As pesquisas mais recentes sugerem perdas de produtividade significativas somente quando estes fatores ocorrem durante longos períodos de tempo no decorrer do dia de trabalho.
Congestionamento, superpopulação e acessibilidade	Há consenso de que estes fatores influenciam muito a produtividade. Há dados que mostram perdas da ordem de 50% a 75%.
Retrabalho	Considerado "mortal" para a produtividade.
Conteúdo do trabalho (parâmetros de projeto)	É consensual que a construtibilidade influencia significativamente o esforço requerido para se completar uma tarefa.
Supervisão inadequada	Idem ao fator 'retrabalho'.
Gerenciamento dos materiais	Pode ter efeitos devastadores sobre a produtividade. Exemplos mostram perdas diárias variando de 45% a 85%.
Aceleração da produção	O ritmo acelerado por si só não causa perda de produtividade. O problema é o mau gerenciamento das alterações que ocorrem em todas as atividades. Isto destrói a produtividade.

Através dos exemplos citados, pode-se notar as grandes variedade e abrangência dos fatores que, de alguma forma, interferem na produtividade da construção. A identificação destes fatores é essencial pois representa o primeiro estágio rumo à melhoria da eficiência dos processos construtivos.

[1] Foram feitas muitas pesquisas analisando-se este fator, porém a maioria lançou mão do modelo da Amostragem do Trabalho que, segundo Thomas; Smith (1990), não é um meio eficiente de se medir produtividade na construção.

O segundo estágio consiste na quantificação destes fatores. Não obstante, somente a quantificação não implica na resolução dos problemas. Então, faz-se necessário avaliar a magnitude com que cada fator afeta a produtividade, a fim de se analisar quais são aqueles com maior capacidade de influenciá-la. Tendo-se esta avaliação, é possível iniciar o terceiro estágio de melhoria dos processos, qual seja, a eliminação ou redução dos intervenientes danosos e uma intensificação daqueles que trazem benefícios.

3.2.5 Modelos para o Estudo da Produtividade

THOMAS et al. (1989b) detectaram a existência de duas maneiras básicas de se estudar a eficiência da mão-de-obra: a *medição da produtividade* e os *estudos do trabalho*.

A principal diferença entre estas duas formas de análise é que a *medição de produtividade* considera a relação entre as entradas e as saídas, enquanto os estudos do trabalho consideram apenas as entradas. Assim sendo, a medição da produtividade obriga à coleta dos dados relativos aos insumos utilizados no processo (entradas) e dos dados relativos ao resultado deste processo (saídas), permitindo uma grande compreensão sobre a eficiência da utilização dos recursos empregados.

Os *estudos do trabalho*, muitas vezes chamados de estudos de tempos e movimentos, consistem no estudo metódico dos sistemas de produção com os propósitos de: encontrar e padronizar o método mais econômico de se produzir, determinar os tempos padrões para as tarefas analisadas, e auxiliar no treinamento do método escolhido. Estes estudos consistem em duas partes fundamentais: um *estudo dos métodos* e *as medições do trabalho*.

O estudo dos métodos, também conhecido como estudo de movimentos (BARNES, 1963), envolve a descoberta da melhor forma de se executar um determinado serviço. A medição do trabalho ou estudo dos tempos, por sua vez, procura determinar qual é o tempo padrão necessário para se executar o serviço, valendo-se do método escolhido. A coleta de dados para estes estudos

se faz por meio de cronometragens, amostragem de trabalho ou filmagens. Estes modelos foram originados na engenharia industrial que, normalmente, possui ambientes de produção com características bem definidas (organização, arranjo, condições climáticas etc.). Para este tipo de atividade, estes *estudos do trabalho* são muito úteis porque a melhor forma de se melhorar a produtividade é estudando-se o modo como o trabalho é realizado, já que a quantidade de intervenientes externos é previsível e controlável.

Apesar de reconhecer seu valor, especialmente na indústria seriada, THOMAS et al. (1989b) consideram restrita a aplicabilidade dos *estudos de tempos e movimentos* para a construção civil. Pode-se interpretar que esta restrição deve-se ao fato de estes modelos considerarem apenas as **entradas** do processo como objeto de estudo. Porém, verifica-se (THOMAS et al., 1989b) que, na construção civil, a melhoria das características das entradas não implica necessariamente em melhoria do resultado final ou das saídas. Logo, sua aplicabilidade à indústria da construção seria complicada, o que endossa o argumento dos autores.

ADRIAN (1987) lista uma série de posturas viáveis para se estudar a eficiência da mão-de-obra que já foram e, muitas vezes, ainda continuam sendo usadas para medir a produtividade na construção. São elas:

- **estudos de tempos produtivos da mão-de-obra:** trabalha com a idéia de tempos produtivos, tempos auxiliares e tempos não produtivos, medindo suas incidências e avaliando as possibilidades de diminuir os tempos improdutivos. Isto feito, os índices de tempos auxiliares e produtivos aumentariam, o que, segundo o modelo, implicaria em aumento da produtividade;

- **estudo dos movimentos:** o objetivo desta análise é definir a melhor maneira possível de se executar uma determinada tarefa, maximizando o tempo disponível e minimizando o esforço necessário; muitos dos princípios deste método foram desenvolvidos pelo casal Gilbreth no início do século XX (BARNES, 1963);

- **estudo de tempos:** através de cronometragem, é possível determinar tempos padrões para várias atividades. Com estes resultados, pode-se analisar a viabilidade de se reduzir os tempos despendidos em cada tarefa através de ações como, por exemplo, um melhor arranjo de cada parte que constitui uma tarefa;

- **amostragem do trabalho:** este método envolve observações aleatórias, normalmente relacionadas à tentativa de se descobrir a duração parcial de cada fragmento de uma atividade maior. Os resultados destas observações podem ser úteis na definição do tamanho das equipes ou na determinação da eficácia de alguma equipe em particular;

- **"Modelo do atraso":** este modelo, desenvolvido por ADRIAN (1987), procura relacionar a quantidade produzida com os homens-hora necessários para produzi-la. Simultaneamente, apropria dados referentes a atrasos ou demoras no serviço. Com isto, tem-se os valores da produtividade normal e pode-se estimar não somente a produtividade potencial como também a produtividade deficiente, prejudicada em função dos atrasos. Deste modo, o modelo permite identificar as causas dos atrasos e propor ações que as minimizem;

- **curva de aprendizagem:** analisa o efeito do aprendizado no decorrer do serviço. Assume-se que o conteúdo do trabalho é constante e que as variações da produtividade seriam reflexo da aprendizagem dos trabalhadores, função da repetitividade das operações.

Todos estes modelos, de uma forma ou de outra, tentam aferir a eficiência dos recursos humanos e todos já foram utilizados na indústria da construção. O grande problema na sua aplicação é que eles foram originalmente elaborados para emprego na indústria seriada, cujas características são muito distintas das da construção civil (vide Tabela 3.1), inclusive na organização da força de trabalho. Isto acarreta em uma obrigatoriedade de adaptações, caso haja interesse em se levantar dados da construção civil utilizando-se tais modelos. Estas adaptações, contudo, são capazes de provocar distorções indesejáveis nos resultados, podendo até mesmo ocultar a realidade dos fatos. Além disto,

devido às especificidades da indústria da construção, as apropriações preconizadas por estes modelos podem demandar muito tempo ou, ainda, podem tornar-se tão onerosas que o investimento em levantamento de dados não compensaria os resultados com as melhorias na produtividade. Estas peculiaridades fazem com que tais modelos corram o risco de, uma vez implantados, tornarem-se um fim em si mesmos (THOMAS et al., 1982).

Ainda em relação aos modelos apresentados por ADRIAN (1987), é importante notar que alguns deles não medem produtividade, uma vez que não relacionam as entradas e as saídas do processo, mas dizem respeito somente às entradas. É o caso, por exemplo, dos quatro primeiros - *Estudos de tempos produtivos da mão-de-obra, Amostragem do trabalho, Estudo dos movimentos* e *Estudo de tempos* . Estes modelos partem do pressuposto que o aumento da produção (saída) é uma conseqüência compulsória da eliminação de problemas com os recursos que entram no processo, tais como o tempo ou a formação da equipe, por exemplo. Esta, porém, é uma premissa não assumida neste trabalho, especialmente por se estudar o setor da construção civil.

Os outros dois modelos - *"Modelo do atraso"* e *Curva de aprendizagem*, procuram, por sua vez, identificar relações entre os resultados obtidos e a utilização dos recursos para obtê-los. São, portanto, modelos de *entradas* e *saídas* que efetivamente analisam a produtividade de um sistema de produção.

O estudo da produtividade na construção civil vem sendo alvo de inúmeras pesquisas há bastante tempo. As medições e análises têm sido efetuadas segundo diversas abordagens. Entretanto, percebe-se uma desuniformidade grande entre os resultados obtidos, como se cada pesquisador se utilizasse de uma linguagem própria para expressar resultados obtidos com sua forma de coleta. Este quadro sempre gerou um certo desconforto quanto à aplicabilidade dos modelos adotados e quanto à representatividade das análises empreendidas. Analisando esta situação, THOMAS et al. (1989b) consideram que as divergências quanto a valores e quanto a conclusões sobre produtividade na construção civil advêm de pelo menos dois problemas: linguagem não padronizada e aplicação inadequada, na construção civil, de

técnicas de *estudos do trabalho* oriundas da engenharia industrial.

Os argumentos com os quais THOMAS et al. (1989b) combatem a utilização desses modelos são fortes e acabam por esclarecer os motivos que levam os resultados de estudos anteriores a ser tão desencontrados entre si, no que se refere à indústria da construção. Na visão dos autores, esses modelos partem de duas premissas básicas:

- redução nos atrasos e nos tempos de espera implica em aumento de tempos produtivos;
- se o tempo produtivo for conhecido, as saídas de um determinado processo (produtos gerados) podem ser calculadas.

Apesar de estas premissas parecerem lógicas, THOMAS et al. (1989b) consideram-nas insustentáveis para a maioria das atividades de construção. E explicam-se através dos seguintes argumentos:

- no caso dos modelos de atraso, que dividem o dia de trabalho em partes e calculam os efeitos dos atrasos ocorridos no mesmo, eles são aplicáveis em sistemas de produção fechados, sujeitos a poucas influências externas. É difícil aplicá-los em sistemas baseados na utilização intensiva de mão-de-obra – caso da construção civil - pois a relação *saída versus tempo produtivo* é extremamente complexa;
- para que o modelo de amostragem do trabalho seja representativo das condições analisadas, assume-se que, se os tempos de espera ou improdutivos forem minimizados, o tempo produtivo será compulsoriamente elevado e, em conseqüência, a quantidade de saídas aumentará. No entanto, uma pesquisa coordenada por THOMAS et al. (1989b), que tentava comprovar a existência de relação entre redução dos tempos improdutivos e de espera e dos tempos produtivos, mostrou que isto não ocorre na construção civil. A pesquisa examinou 159 estudos de amostragem do trabalho realizados em 30 obras de usinas nucleares.

Outro problema relatado pelos autores quanto a este modelo consiste em ele se basear no indivíduo e não na equipe de trabalho que, conforme os autores, constitui-se na unidade básica de trabalho na construção civil;

- o modelo das tarefas (BROOMFIELD et al., 1984; PRICE; HARRIS, 1985; LABOR RESOURCE ESTIMATION MANUAL, 1984 *apud* THOMAS et al., 1989b) considera que algumas tarefas ou atividades de um determinado serviço sejam básicas e absolutamente necessárias. Além destas, há tarefas que são adicionais (não agregam valor), apesar de indispensáveis, e há outras que são efetivamente desnecessárias. O modelo define os tempos requeridos para se completar as tarefas de um determinado serviço e, através destas informações, pretende estimar as saídas do processo. Este modelo possui uma capacidade limitada para identificar fatores que afetam a produtividade, afinal ele nada mais faz além de medir tempos ociosos.

A análise das considerações de THOMAS et al. (1989b) quanto aos *estudos do trabalho* permite resumir, na Tabela 3.7, os principais problemas relativos ao uso de tais modelos para se estudar a produtividade na indústria da construção.

Tabela 3.7 Principais problemas relativos ao uso de modelos oriundos da engenharia industrial na análise da produtividade na construção civil (THOMAS et al., 1989b).

PROBLEMAS COM MODELOS ORIUNDOS DA ENGENHARIA INDUSTRIAL
1º. não investigam os fatores externos e de gerenciamento que afetam a produtividade;
2º. estudam o indivíduo e não a equipe;
3º. o observador é obrigado a fazer inferições subjetivas e análises instantâneas sobre o conteúdo do trabalho de uma pessoa;
4º. funcionam bem em situações com muito trabalho repetitivo; não é o caso da construção civil;
5º. consideram apenas as entradas do processo; as supostas relações entre SAÍDAS X TEMPOS PRODUTIVOS são impróprias na indústria da construção;
6º. a relação custo-benefício não compensa pois gasta-se muito tempo para se coletar os dados.

3.2.6 Modelo dos Fatores

Considerando-se os problemas citados quanto aos vários modelos e as dificuldades de medição e análise da produtividade, procedentes das peculiaridades da construção civil, THOMAS; YIAKOUMIS (1987) propuseram um modelo de medição e análise da produtividade da mão-de-obra, concebido especificamente para esta indústria. Denominaram-no '**Modelo dos Fatores**'.

Entre suas características básicas estão: foco na produtividade da mão-de-obra da equipe, possibilidade de consideração dos efeitos da aprendizagem e possibilidade de inclusão de vários fatores que podem ser mensurados.

Segundo THOMAS; YIAKOUMIS (1987), a teoria que fundamenta o Modelo dos Fatores assume que o trabalho de uma equipe é afetado por uma certa quantidade de fatores que podem influenciar seu desempenho aleatória ou sistematicamente. O efeito cumulativo dos distúrbios causados por estes fatores gera uma curva real de produtividade, cuja forma pode ser muito irregular, tornando sua interpretação difícil. Entretanto, se os efeitos destes fatores puderem ser matematicamente extraídos da curva real, obter-se-á uma curva que representará a produtividade de referência para o serviço em questão. Esta curva conterá o desempenho básico do serviço, realizado dentro de certas condições de referência, somado a uma componente resultante das eventuais melhorias oriundas das operações repetitivas (efeito aprendizagem).

A forma e magnitude da curva de referência será função de aspectos relacionados ao canteiro de obras, aos métodos construtivos e à construtibilidade. Com base apenas nas características do projeto e nas práticas construtivas, teoricamente esta curva de referência poderia ser estabelecida antes mesmo de se iniciarem os serviços. Se as relações de causa e efeito dos demais fatores intervenientes fossem conhecidas, então a produtividade real poderia ser prevista como função ou do número de unidades produzidas ou do tempo.

O Modelo abrange variáveis sistemáticas (ex.: características do projeto), aleatórias (ex.: anormalidades, tais como chuva torrencial paralisando o serviço ou falta de material) e temporais (ex.: pavimento onde se está trabalhando).

A Figura 3.5 esclarece melhor a idéia contida no Modelo dos Fatores.

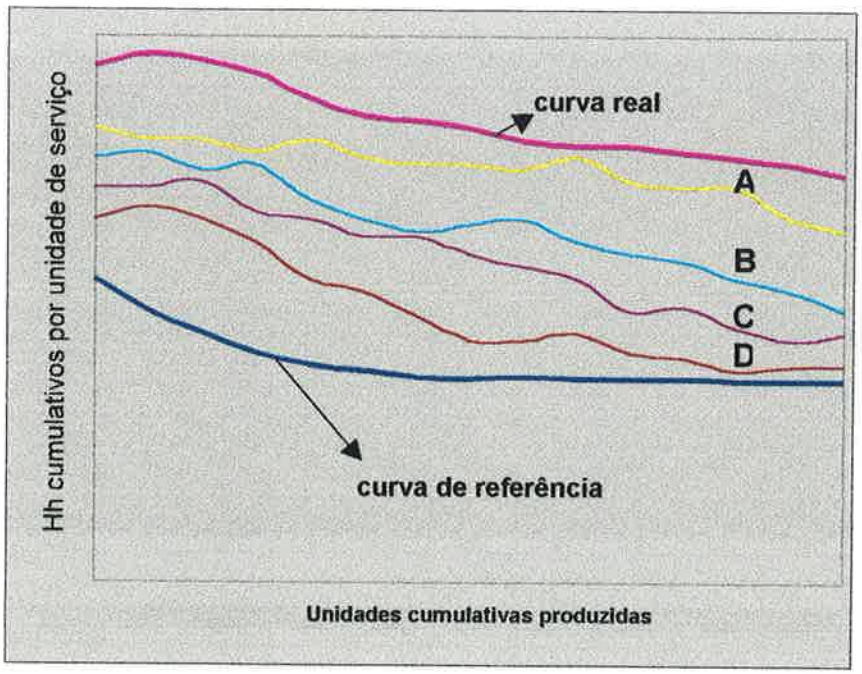


Figura 3.5 Modelo dos Fatores para produtividade na construção (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

Na figura 3.5, a curva real representa um resultado hipotético de medição efetuada em campo. As outras curvas abaixo dela (com exceção da curva de referência) representam as supostas curvas de produtividade do serviço à medida em que se subtraem matematicamente os efeitos dos fatores influenciadores que foram quantificados durante a coleta dos dados. Assim, a curva 'A', por exemplo, poderia ser a curva resultante da supressão dos efeitos dos fatores ambientais e de contexto (clima, absenteísmo etc.) da curva real. A curva 'B' resultaria da eliminação, quanto à curva 'A', dos efeitos dos fatores ligados ao canteiro (congestionamento, acessibilidade e arranjo) e deste modo em diante. Quando todos os fatores que diferem das condições de referência tiverem sido subtraídos, restará a curva de referência como mostra da produtividade passível de ser obtida por aquela equipe, caso não ocorressem

tais divergências durante sua execução.

A freqüência com que se deve coletar dados dependerá de três aspectos importantes: o nível de detalhamento necessário, a quantidade de dados disponíveis e o esforço requerido para coleta destes dados. THOMAS; YIAKOUMIS (1987) concluíram que a coleta diária é uma freqüência ideal no caso da construção civil. Esta conclusão baseia-se no fato de que a maioria dos fatores tais como tamanho da equipe, absenteísmo e temperatura possuem variações pequenas ao longo de um dia, mas podem sofrer mudanças sistemáticas dia após dia. Além disto, os autores constataram que medições horárias ou cíclicas acarretam em grandes variabilidades, inconsistentes com este nível de detalhamento, além de ocupar por tempo excessivo a pessoa encarregada da coleta. Isto ocorre pelo fato de a construção civil não possuir características de ritmo constante de trabalho no mesmo grau que na indústria seriada. Por outro lado, medições semanais, mensais ou somente quando se completa um serviço não fornecem informações com nível suficiente de detalhamento, capaz de permitir a análise e o controle da produtividade ainda durante a execução do serviço. Conforme os autores, coletando-se os dados diariamente, é possível obter informações sobre os homens-hora e sobre a produção daquele dia em cerca de 15 minutos ao final de cada dia de trabalho.

O fato de a coleta de dados ser diária, aliado ao pouco tempo demandado para se obter as informações necessárias, constituem-se na base principal de uma das características mais interessantes embutidas na operacionalização do Modelo dos Fatores: a possibilidade de controlar o consumo da mão-de-obra com os serviços ainda em andamento. Com isto, a utilização dos fundamentos do Modelo dos Fatores pode-se tornar uma ferramenta poderosa de gestão dos recursos durante a execução de um determinado empreendimento. A análise diária da produtividade possibilita um meio real de se obter informações que subsidiem tomadas de decisão no nível do canteiro.

Além desta potencialidade, a apreciação dos dados também permite a análise de tendências de melhora ou piora da produtividade no decorrer da obra,

através da avaliação da produtividade cumulativa, qual seja, aquela que quantifica a relação entre todos os recursos utilizados desde o início da coleta de dados até o momento presente, e as saídas geradas no mesmo período. O uso mais elementar da produtividade cumulativa é avaliar a progressão do trabalho como um todo e prever a produtividade final quando o serviço estiver finalizado (THOMAS; KRAMER, 1987).

A medição da produtividade é feita através de um índice parcial denominado **RUP - Razão Unitária de Produção** (SOUZA, 1996). Este índice representa a razão entre os *homens-hora utilizados* e a *quantidade de serviço realizado*, tratando-se, portanto, de um índice fundamentado em um modelo que relaciona entradas e saídas de um determinado processo.

Em função das características desejáveis de um estudo sobre produtividade, o índice utilizado – RUP – pode ser medido, basicamente, com duas configurações diferentes: uma **diária** e uma **cumulativa**. O índice diário – RUP diária - relaciona os homens-hora gastos em um dia de trabalho com a quantidade de serviço produzida pelos mesmos neste dia. Este índice é o que permite o acompanhamento cotidiano da produtividade da equipe; através dele, é possível monitorar dias cuja produtividade foi muito ruim e identificar seus motivos, possibilitando uma intervenção imediata no processo. O índice cumulativo – RUP cumulativa – relaciona a quantidade acumulada de homens-hora gastos desde o início da coleta até o presente momento com a quantidade produzida no mesmo período. Assim, este índice traduz o desempenho acumulado do serviço ao longo do período de coleta, fornecendo informações sobre o valor de produtividade efetivamente obtido pela obra e sobre as tendências sistemáticas de melhoria ou de piora da mesma, conforme citado anteriormente.

Para cada uma destas duas possibilidades de avaliação – diária ou cumulativa – podem existir variações quanto aos recursos que se deseja analisar. Assim, é possível calcular a produtividade apenas da equipe de trabalho, ou seja, aquela que efetivamente agrega valor ao produto; da equipe total, ou seja, aquela em que se incluem todas as pessoas que, de alguma forma, ajudaram para que o

serviço se realizasse, incluindo pessoal de transporte, limpeza, encarregado e assim por diante. Além destas formas, as RUP's ainda podem contemplar a análise de diferentes quantidades de serviço que façam parte de uma tarefa maior; no caso da alvenaria, como exemplo, pode-se calcular a produtividade apenas do serviço de marcação, ou de elevação, ou de fixação. Com isto, a empresa adquire a noção real do esforço necessário para se completar determinadas subtarefas de uma atividade maior.

Outras formas de se estudar a produtividade através das RUP's seriam intermediárias entre a análise diária e a cumulativa. É o caso da análise cíclica, na qual se estuda o desempenho de um determinado serviço quando finalizado um ciclo. Como exemplo, no caso da alvenaria, a execução completa de um pavimento poderia ser considerada um ciclo. Assim, medir-se-ia a quantidade de homens-hora gastos para se produzir a quantidade de alvenaria referente a um pavimento.

Pelo exposto, nota-se que a medição da produtividade através das RUP's é flexível, bastando definir com clareza quais os objetivos que se pretende alcançar e quais indicadores são importantes para a obra e para a empresa como um todo.

É bom notar que, com esta forma de medição (homens-hora/quantidade produzida), quanto maior for o valor numérico da produtividade, pior ela será, pois significa que se está gastando mais mão-de-obra para se executar a mesma unidade do serviço em estudo.

A partir de sua formulação, o Modelo dos Fatores vem sendo aplicado por equipes de pesquisa em diversos empreendimentos, a fim de apropriar e analisar os dados relativos a diversos serviços de construção. Estas pesquisas já apresentaram resultados apreciáveis sobre os fatores que afetaram substancialmente a produtividade da mão-de-obra em determinados projetos. É o caso de SANDERS; THOMAS (1991) que pesquisaram o serviço de alvenaria em 11 obras no estado da Pensilvânia, Estados Unidos. As principais conclusões da pesquisa foram:

- consolidou-se a viabilidade de aplicação de um método padronizado de coleta de dados, obtendo-se dados estatisticamente confiáveis;
- verificou-se a possibilidade de identificação e quantificação dos fatores que afetaram a produtividade;
- averiguou-se a capacidade de se melhorar a produtividade no serviço de alvenaria em até 30% quando há repetição do trabalho (vários pavimentos-tipo, por exemplo);
- percebeu-se que as características do projeto possuem grande influência na produtividade da alvenaria.

SOUZA (1996), por sua vez, aprimorou o uso dos conceitos do Modelo dos Fatores ao criar uma metodologia inédita para o estudo do serviço de fôrmas. De acordo com o autor, tal metodologia permitiu a avaliação de mais fatores além dos que já haviam sido abordados em estudos anteriores. Além disto, trabalhou no sentido de quantificar a influência de tais fatores, atingindo resultados satisfatórios.

Tais avanços foram alcançados dentro de um objetivo principal que foi a explicação da variabilidade diária da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas.

Como se pôde observar, os princípios prescritos pelo Modelo dos Fatores têm sido efetivamente aplicados, com resultados interessantes tanto do ponto de vista da uniformização na coleta de dados quanto de sua análise.

3.3 A PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA

3.3.1 Considerações Iniciais

Não é difícil encontrar dados específicos sobre a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. Eles podem provir de estudos acadêmicos (THOMAS et al., 1992; SCARDOELLI et al., 1994; SOARES, 1994), de levantamentos

históricos em empresas, de manuais de orçamentação etc. Entretanto, a utilização destes dados e sua comparação com outros fica muito comprometida uma vez que os métodos de coleta e análise usados, muitas das vezes, ou são desconhecidos ou não são expressos com clareza suficiente para torná-los inteligíveis.

Como se não bastasse, a grande variabilidade das características do serviço de alvenaria, conforme foi mostrado no capítulo 2, acentua a dificuldade de uniformização da linguagem sobre o assunto. Portanto, é preciso cercar-se de cuidados ao se estudar a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. As formas de medição e de análise devem estar muito bem detalhadas para que permitam comparações coerentes.

3.3.2 Estudos já Realizados sobre Produtividade no Serviço de Alvenaria

Vários pesquisadores já efetuaram estudos de produtividade no serviço de alvenaria. Porém, a desuniformidade dos métodos de coleta e a falta de informação quanto à definição do que se está estudando tornam os resultados dispersos e de difícil comparação.

Os exemplos seguintes reúnem alguns dados sobre a produtividade das alvenarias. As intenções são demonstrar os vários parâmetros de medição utilizados nestes trabalhos (quando possível) e a vasta gama de resultados apresentados.

A Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE, órgão da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, possui um relatório de preços para serviços de construção civil (SÃO PAULO, 1998). Deste, pode-se extrair valores de produtividade para alguns tipos de alvenaria (Tabela 3.8). A análise destes índices[2] permite fazer as seguintes observações:

[2] Os índices foram calculados por este autor, usando dados contidos no relatório.

- a produtividade é dependente da espessura da parede (e independente do material utilizado), sendo tanto melhor quanto menos espessa for a alvenaria. Esta observação pode ser confirmada ao se comparar a produtividade, internamente aos subgrupos formados pelos três tipos diferentes de componentes de alvenaria, conforme mostra a Tabela 3.8;

Tabela 3.8 Produtividade de alvenaria de blocos, segundo a Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

ALVENARIA DE BLOCOS 19X39(cm) – Argamassa produzida em obra												
Material	**concreto**				**cerâmico de vedação**				**cerâmico portante**			
Espessura (cm)	9	-	14	19	9	11,5	14	19	9	11,5	14	19
Produtividade[3] (Hh/m2)	1,93	-	2,02	2,13	1,93	1,98	2,02	2,13	1,93	1,98	2,02	2,13

- as melhores produtividades verificadas, considerando-se todos os tipos de alvenaria de paredes simples listados no relatório, foram da alvenaria de bloco de concreto 09x19x39(cm), da alvenaria de bloco cerâmico de vedação 09x19x39(cm) e da alvenaria de bloco cerâmico portante 09x19x39(cm), todas com índice de 1,93Hh/m^2; as piores foram da alvenaria de tijolo laminado furado à vista e da alvenaria de tijolo maciço de barro[4] - especial para alvenaria à vista, ambas com índice 6,42Hh/m^2. Independentemente do método de coleta e processamento de dados utilizado, percebe-se grandes diferenças de produtividade para um "suposto" mesmo serviço – a alvenaria. Tomando-se como base os exemplos apresentados e considerando-os reflexo da realidade, nota-se que a especificação do produto poderia onerar os gastos com mão-de-obra em até 330%.

SOARES (1994), apesar de não identificar o tipo de componente, levantou valores de *produtividade global por pavimento* da alvenaria (marcação mais elevação) em três obras de edifícios de múltiplos pavimentos. A metodologia utilizada considerou apenas os operários envolvidos diretamente na execução

[3] Inclui pedreiro e servente.
[4] O relatório não apresenta as dimensões destes componentes.

do serviço, excluindo-se os homens-hora relativos a operações como transporte e suprimento de materiais. Das três obras em que foram coletados os dados, SOARES (1994) considera que apenas duas apresentam números confiáveis, em função dos ajustes feitos na metodologia de coleta durante a primeira obra. A Tabela 3.9 apresenta os resultados das duas obras cujos dados são confiáveis, segundo o autor.

Tabela 3.9 Produtividade da alvenaria por pavimento, em Hh/m^2 (SOARES, 1994).

	Térreo	2°pavt°	3°pavt°	4°pavt°	5°pavt°	6°pavt°	7°pavt°	8°pavt°	9°pavt°	cobert.	média
obra 11	-	-	1,56	1,25	1,32	1,56	1,75	1,52	1,89	1,15	1,47
obra 18	1,47	1,43	1,06	1,02	1,32	-	-	-	-	-	1,23

O autor tentou explicar as variabilidades ocorridas, sugerindo que um curso sobre qualidade e produtividade teria melhorado o desempenho da mão-de-obra no terceiro e quarto pavimentos da obra 18 e que o resultado ruim observado no quinto pavimento seria devido à pouca "construtividade" encontrada no mesmo, em relação aos demais pavimentos.

Neste mesmo artigo, SOARES (1994) aponta as variabilidades próprias do sistema de controle da obra como um dos responsáveis pela inconstância nos resultados da produtividade individual, à medida em que a área de uma parede só era creditada às horas de determinado funcionário quando a mesma estivesse completamente executada. Como, às vezes, a coleta era procedida com algumas paredes incompletas, o valor da produtividade do funcionário era penalizado em uma determinada semana e compensado posteriormente.

Assim como SOARES (1994), MARCHIORI (1998) usou dados de produtividade cíclica (por pavimento) da alvenaria de vedação em blocos cerâmicos 19x29(cm) – espessuras de 10cm e 15cm – apropriados por uma construtora de Curitiba-PR. A autora encontrou índices que variaram de 0,89Hh/m^2 a 2,70Hh/m^2, sendo que 1,26Hh/m^2 constitui-se na mediana dos 10

pavimentos avaliados[5]. Conforme a autora, que a princípio separou a quantificação dos serviços em marcação, elevação e fixação, este nível de detalhamento de coleta não agregou muito valor à pesquisa, apesar de ter demandado muito mais trabalho para a apropriação. A autora observou que "o esforço empregado em medir o consumo de horas gastas na atividade de forma muito detalhada foi inútil, quando não, prejudicial a confiabilidade dos dados." E concluiu, recomendando que "seria uma atitude de bom senso, coletar dados mais globais, que abrangessem a marcação e o encunhamento, sem fazer distinção entre paredes de 10 e de 15cm; assim seriam consumidas menos horas do trabalho do apontador sem prejudicar a eficiência do resultado".

OBATA; RUIZ (1996) encontraram valores de produtividade diária para a execução de um edifício em alvenaria estrutural de blocos de concreto de 14x19x39(cm), variando de 1,03Hh/m^2 a 1,76Hh/m^2. As observações ocorreram no sexto e sétimo pavimentos do edifício, duraram 13 dias e incluíram as três seguintes subtarefas: marcação, elevação até a 7ª fiada e elevação até a 13ª fiada. A equipe era composta por 2 pedreiros e 1 servente e não foram incluídos os homens-hora relativos às atividades de armação e grauteamento. Trabalhando com os dados destas autoras, foi possível calcular a mediana das RUP's diárias de valor inferior ao da RUP cumulativa[6] (1,35Hh/m^2), igual a 1,13Hh/m^2.

SERRA; TAMAI (1996), estudando a produtividade da execução da alvenaria em duas obras, chegaram ao intervalo de valores 1,22Hh/m^2 a 2,23Hh/m^2 para um edifício residencial de 7 pavimentos com alvenaria em blocos cerâmicos. A mediana das RUP's diárias de valor inferior ao da RUP cumulativa (1,58Hh/m^2) foi igual a 1,32Hh/m^2. A equipe era formada por 3 pedreiros e 1 servente e a argamassa era produzida na obra. Chegaram também ao intervalo 1,48Hh/m^2 a 3,99Hh/m^2 ao estudar a execução da alvenaria de uma casa de padrão popular com blocos de concreto e argamassa produzida na obra, construída sob o

---

[5] Estes cálculos foram efetuados por este autor, utilizando os dados apresentados em MARCHIORI(1998).
[6] Nos próximos capítulos, este ente matemático será definido e interpretado.

regime de mutirão. A mediana das RUP's diárias de valor inferior ao da RUP cumulativa (2,41Hh/m^2) foi igual a 1,61Hh/m^2. Ambos os resultados referem-se à produtividade diária, coletada durante 11 dias.

LORDSLEEM Jr. (1998), ao levantar índices de produtividade no serviço de alvenaria de vedação em um edifício com 20 pavimentos-tipo, utilizando uma metodologia similar à desta dissertação, obteve os seguintes resultados: melhor RUP diária relativa à somatória das áreas de marcação e elevação: 0,81 Hh/m^2; pior: 2,41 Hh/m^2. A mediana das RUP's diárias de valor inferior ao da RUP cumulativa (1,54Hh/m^2) foi igual a 1,19Hh/m^2. Os blocos eram cerâmicos de 9 furos, com dimensões 14x19x29(cm) e a argamassa era produzida na própria obra. Os homens-hora considerados referem-se apenas à equipe de execução – pedreiros, serventes e encarregado - incluindo-se também as horas em que o mestre da obra auxiliou na marcação. Os dados respondem a 12 dias de coleta.

Outro levantamento feito durante 23 dias em um edifício residencial cuja alvenaria de vedação é em blocos cerâmicos (GUTSCHOW et al., 1997), resultou em uma variabilidade da produtividade diária dos pedreiros (serventes não incluídos) que efetuavam a elevação, de 0,63Hh/m^2 a 1,51Hh/m^2. Neste trabalho, os autores também identificaram a presença do efeito aprendizado medindo a produtividade semanal dos pedreiros, que variou de 1,00Hh/m^2 na primeira semana a 0,72Hh/m^2 na quinta semana. A produtividade das semanas intermediárias oscilou de 0,81Hh/m^2 a 0,89Hh/m^2.

O manual TCPO 10 (1996) exibe como valores extremos de produtividade de pedreiro e servente no serviço de alvenaria os seguintes:

- 0,44Hh/m^2 - alvenaria de elevação com blocos de concreto, dimensões: (09x19x39)cm, assentes com pasta de cimento colante, considerando preparo da pasta; espessura das juntas: 5mm; espessura da parede sem revestimento: 9cm;

- 7,00Hh/m^2 - alvenaria de elevação com tijolos cerâmicos laminados, dimensões: (5,5x11x23,5)cm, assentes com argamassa preparada em obra;

espessura das juntas: 10mm; espessura da parede sem revestimento: 23,5cm.

Outro projeto de pesquisa sobre produtividade no serviço de alvenaria, envolvendo uma coleta de dados padronizada em 13 obras de 7 países (Austrália, Canadá, Inglaterra, Finlândia, Escócia, Suécia e Estados Unidos), foi relatado por THOMAS et al. (1992). Seu objetivo era comparar produtividades no serviço de alvenaria em várias regiões do mundo, através de uma metodologia de coleta padronizada.

As características dos projetos eram bastante diferentes entre si, bem como o tipo de alvenaria empregada; entretanto, quase todas obedeciam à diretriz passadas aos pesquisadores de selecionar, preferencialmente, edificações com as seguintes características: obras residenciais ou comerciais com até seis pavimentos de altura, área de projeção entre 473m^2 e 1.894m^2 e atividades de alvenaria com duração prevista para no mínimo 25 dias e, no máximo, 60 dias trabalhados.

O banco de dados final consistiu em 465 dias de coleta, dos quais 286 foram considerados dias normais de produção. A análise se deu através de dois procedimentos: aplicação de fatores de conversão, transformando todas as áreas de diferentes tipos de alvenarias (tijolos ou blocos, componentes vazados ou maciços, tipo de material, dimensões etc.) em áreas equivalentes de um único componente [bloco de concreto vazado (20x20x40)cm] e avaliação de cada dia de trabalho estudado.

Cabe salientar que os fatores de conversão utilizados por THOMAS et al. (1992) foram calculados por SANDERS; THOMAS (1991), tendo-se como base oito manuais de orçamentação para a construção. Concluiu-se que os fatores de conversão para blocos seriam função de seu **peso** e para tijolos seriam função de sua **área da face**. Portanto, as quantidades equivalentes calculadas em THOMAS et al. (1992) tiveram como base de cálculo os fatores de conversão preconizados por SANDERS; THOMAS (1991).

Os dados desta pesquisa estão resumidos na Tabela 3.10. O cálculo destes

números levou em consideração todos os homens-hora que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos exclusivamente com o serviço de alvenaria. Assim, se um operário trabalhou durante 3 horas ajudando no transporte de blocos para os pavimentos e mais 6 horas em outra atividade, são contabilizadas apenas as 3 horas em que se dedicou exclusivamente ao serviço de alvenaria. Quanto à apropriação das quantidades produzidas, a área de alvenaria refere-se à área das paredes, excluindo-se vãos de portas e janelas, e incluindo-se outros elementos, como vergas, por exemplo.

Os autores concluíram pela viabilidade de se efetuar uma coleta padronizada de dados relativos à produtividade no serviço de alvenaria. Entre outras observações, ponderaram também que o fato de os trabalhadores serem sindicalizados ou não e a prática de pagamento de incentivos financeiros não provocaram nenhum tipo de efeito na produtividade das obras analisadas.

Tabela 3.10 Produtividade cumulativa da alvenaria em 13 obras de 7 países (THOMAS et al., 1992).

País	Duração da coleta (dias)	Quantidade equivalente de alvenaria (m2)	Produtividade cumulativa (Hh/m2)
Canadá	20	1.766	0,66
Escócia	41	1.725	0,83
Canadá	15	586	0,98
E.U.A.	27	2.815	0,99
E.U.A.	39	3.323	1,08
E.U.A.	19	1.822	1,11
E.U.A.	95	3.735	1,11
Austrália	19	2.391	1,13
Suécia	42	1.185	1,17
Finlândia	40	503	2,05
Inglaterra	36	3.492	2,37
Inglaterra	36	681	3,40
E.U.A.	40	1.258	3,73

A análise dos dados apresentados nestes estudos anteriores demonstra claramente duas coisas. Primeiro, que não é tarefa fácil comparar os dados pura e simplesmente, uma vez que as metodologias de coleta variam de estudo para estudo. Segundo, que independentemente da forma de coleta, a variação de valores apresentada é muito grande, podendo levar às duas seguintes hipóteses: ou a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria é, de

fato, extremamente variável, ou há algo de incoerente com os resultados levantados. Não obstante, a avaliação da Tabela 3.10, cujos índices foram todos homogeneizados segundo uma metodologia padronizada e, mesmo assim, indicam variabilidades nas produtividades de até 465%, leva a crer que a primeira hipótese seja bastante viável. Confirmada esta hipótese, abre-se um vasto campo de atuação sobre a melhoria da produtividade neste serviço que deverá passar, antes de mais nada, pelas etapas prévias de medição e entendimento, as quais subsidiarão o processo de tomada de decisão quanto ao controle do consumo dos recursos na obra.

3.3.3 Fatores que Afetam a Produtividade da Mão-de-obra no Serviço de Alvenaria

Muitos estudos já se propuseram a analisar os fatores que influenciam a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. Porém, SANDERS; THOMAS (1991) enumeraram quatro inadequações que comprometem a confiabilidade de tais estudos (Tabela 3.11).

Tabela 3.11 Inadequações de estudos anteriores sobre produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria (SANDERS; THOMAS, 1991).

INADEQUAÇÕES COMUNS EM ESTUDOS SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA
1. Exame de um único fator. Isto limita a aplicabilidade dos estudos, pois são vários os fatores que afetam a produtividade e não apenas um isoladamente.
2. Pré-concepção de quais fatores afetariam a mão-de-obra e deveriam, portanto, ser estudados. Isto restringe a visão do pesquisador, tornando-o muito resistente a reavaliações dos conceitos pré-definidos.
3. Consideração apenas da produtividade cumulativa. Isto impede um controle diário da produção, a menos que se considere que os fatores encontrados afetam a produtividade de modo constante ao longo do tempo.
4. Emprego de procedimentos não padronizados, gerando análises e dados dúbios, distorcidos.

Conscientes destes problemas, os autores mediram e avaliaram a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria em 11 obras de diferentes tipologias, usando uma metodologia padronizada. A pesquisa teve

como objetivo principal identificar e quantificar os fatores que afetavam significativamente o serviço de alvenaria. As conclusões deste estudo, referentes aos fatores influenciadores da produtividade, apontam que:

- a produtividade pode aumentar em até 30% quando se trabalha com pavimentos repetitivos;
- os fatores relacionados ao projeto têm um efeito dramático na produtividade da alvenaria. Paredes com um desenho complicado podem piorar a produtividade em até 40%. As restrições de acesso - dificuldades na entrega dos materiais e no acesso e movimentação às áreas de trabalho - também influem negativamente, enquanto as paredes com poucas aberturas e poucos cantos melhoram bastante a produtividade;
- as discussões sobre os efeitos do clima (temperatura, umidade) não foram concludentes e contradisseram estudos anteriores.

SOARES (1994) faz considerações quanto aos fatores que contribuíram para a melhoria da produtividade nas obras que estudou assumindo que, além do curso sobre qualidade e produtividade que os operários fizeram, os efeitos aprendizado, continuidade e concentração são causas importantes para esta melhoria. Entretanto, ao se observar os números contidos na Tabela 3.9, verifica-se não haver relação entre a evolução do serviço e melhorias na produtividade, especialmente na obra 11. A conclusão é que a freqüência cíclica (por pavimento) não é interessante quando se planeja **entender** os fatores que fazem a produtividade variar, além de simplesmente medi-la. Neste ponto, as observações quanto à freqüência de coleta preconizadas por THOMAS; YIAKOUMIS (1987) e detalhadas no item 3.2.6 são certeiras.

Estudando a produtividade no serviço de alvenaria de vedação, SERRA; TAMAI (1996) identificaram como fatores influenciadores aqueles relativos à especificação dos materiais (dimensão dos blocos) e às características do projeto (número de interseções entre paredes; tipos, quantidade e área dos vãos).

Por sua vez, OBATA; RUIZ (1996), que mediram a produtividade da mão-de-obra em um edifício de alvenaria estrutural, identificaram como fatores influentes a organização da produção (não simultaneidade de serviços de alvenaria e instalações elétricas e hidráulicas) e, assim como SERRA; TAMAI (1996), as características do projeto.

Na visão de LORDSLEEM Jr. (1998), os fatores que afetaram a produtividade durante o período em que estudou o serviço de alvenaria em uma obra na cidade de Osasco-SP foram: planejamento inadequado do transporte vertical, trabalho fora de seqüência e conturbações nas relações patrão-empregado.

GUTSCHOW et al. (1997), em convênio firmado com uma empresa particular objetivando à melhoria da qualidade e da produtividade de seus processos, mediram dados sobre a produtividade no serviço de alvenaria de um edifício. A análise dos resultados indicou como fatores que estavam afetando a produtividade o tamanho da equipe (serventes além do necessário), as características do projeto (duas paredes de 'tijolinhos' cerâmicos e uma parede com muitas amarrações), a maior exigência, por parte da gerência, de qualidade do serviço (prumo, alinhamento, nivelamento etc.), as características dimensionais dos materiais e a falta de materiais.

Na pesquisa realizada por THOMAS et al. (1992), alguns fatores que prejudicaram a produtividade no serviço de alvenaria foram identificados, dentre os quais:

- rotatividade dos bons trabalhadores;
- mão-de-obra mal treinada;
- características de projeto (paredes com muitos cantos e/ou cortes);
- empreendimento mal organizado e mal supervisionado;
- práticas inconvenientes de estocagem e distribuição de materiais;
- interferências e trabalho fora de seqüência;
- equipes muito numerosas.

As análises efetuadas por THOMAS et al. (1992) indicaram que a média da

produtividade (em Hh/m^2) dos dias caracterizados por anormalidades foi 388% maior que a média dos dias normais. Concluem, desta forma, que as anormalidades imputam um efeito terrível de piora da produtividade.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO 3

Durante o desenvolvimento deste capítulo, foi possível notar como o estudo da produtividade pode ser amplo. São vários os modelos teóricos, as formas de medição, os estudos sobre fatores que afetam o resultado final e a própria abrangência do estudo. Com isto, se por um lado este grande número de variantes permite uma vasta liberdade de escolha sobre qual modelo adotar, por outro lado percebe-se que a maioria das conclusões não são unânimes e que os resultados não podem ser considerados absolutamente concludentes.

Viu-se também que os valores existentes sobre a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria possuem grandes diferenças entre si, resultado de metodologias de coleta distintas e não totalmente conhecidas, além de outros fatores, explicitados na Tabela 3.11.

A decisão quanto à escolha do modelo adotado nesta dissertação considerou três aspectos-chave:

1º. a relação entre vantagens e desvantagens de cada modelo quando aplicados à indústria da construção;

2º. a utilidade dos resultados como auxiliadores da gestão da produção;

3º. os custos e a facilidade com a coleta e a análise dos dados.

Analisando todos estes aspectos, a escolha recaiu sobre o Modelo dos Fatores. Suas principais características, que levaram a esta decisão, são apresentadas a seguir:

- é um modelo que foi originalmente concebido para a construção civil. Logo, não necessita de adaptações;

- relaciona as entradas e as saídas do processo. Portanto, é possível extrair conclusões quanto à eficácia na transformação dos recursos (entradas) em produtos (saídas);
- baseia-se na produtividade da equipe de trabalho e não na produtividade individual. Desta forma, permite a análise do comportamento de todo o grupo de pessoas envolvido nas atividades, inclusive sua organização para o trabalho;
- considera os principais fatores que influenciam a produtividade na construção, permitindo sua quantificação e conclusão quanto aos efeitos impingidos por eles à produtividade;
- a freqüência de coleta é diária, possibilitando sua utilização como um instrumento de gestão com os serviços ainda em execução.

Deste modo, assume-se nesta dissertação a utilização dos fundamentos devidos ao Modelo dos Fatores para a análise da produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria.

Quanto à abrangência do estudo, esta dissertação pretende analisar aspectos internos ao sistema de produção das alvenarias das edificações, sem omitir considerações sobre os fatores externos que possam causar problemas na sua produtividade. A produtividade será analisada em campo, coletando dados no ambiente dos canteiros de obras.

Quanto à forma de medição, será procedida através do índice parcial denominado RUP - Razão Unitária de Produção, aplicado tanto diária quanto cumulativamente. Por ser um sistema de avaliação que considera entradas e saídas de um processo, estas devem ser definidas. Portanto, define-se a **mão-de-obra** como a **entrada** do processo e a **quantidade de alvenaria produzida** como a **saída** do mesmo. Maiores detalhes sobre a forma de coleta serão fornecidos no capítulo 4.

4 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NO SERVIÇO DE ALVENARIA

Nas palavras de BARROS (1996), "propor uma metodologia para a condução de um determinado processo é uma forma de proporcionar uma orientação efetiva aos responsáveis pela implantação" da mesma.

Esta orientação, proporcionada por uma metodologia, vem de encontro às necessidades do setor da construção civil, em especial quando o processo em questão é a mensuração da produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. Em geral, vários dos trabalhos apresentados nessa área não explicitam minuciosamente a forma de coleta dos dados, gerando confusão para quem recebe as informações fornecidas, uma vez que não há um esclarecimento sobre todas as variáveis e sua forma de coleta.

Quanto à produtividade no serviço de alvenaria, o que se tem é uma situação em que várias pessoas anunciam resultados alcançados, ou passíveis de o serem, sem descrever com clareza quais os parâmetros utilizados para se chegar aos mesmos. E, como não existe uma padronização no meio técnico sobre como se medir a produtividade, o mercado assume tais informações como verossímeis sem questionar o modo pelo qual foram obtidas. Tal situação foi verificada recentemente em eventos técnicos como os seminários 'Produtividade no Canteiro de Obras – Possibilidades de Intervenção'[1] e 'Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios – Vedações Verticais'[2]. No primeiro, um dos palestrantes afirmou ter acompanhado uma obra onde cada pedreiro fazia até 80m^2 de alvenaria por dia. No segundo

[1] Promovido pelo ITQC – Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção; realizado no Instituto de Engenharia-SP em 18 de julho de 1997.
[2] Promovido e realizado pelo PCC/EPUSP – Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, de 14 a 16 de julho de 1998.

seminário, um palestrante afirmou que, em uma das obras de sua empresa, chegou-se a uma produtividade de 0,3 Hh/m^2. Já outro palestrante apresentou dados de oito obras de empresas diferentes, cuja produtividade real mensurada variou de 1,02 Hh/m^2 a 2,16 Hh/m^2. É importante salientar que, em nenhum dos eventos, estes palestrantes foram questionados quanto à forma de obtenção dos dados ou quanto aos resultados em si.

Com estes exemplos recentes, a idéia não é contestar os números apresentados, mas mostrar que não existe uma padronização na medição de índices de produtividade e mostrar, também, que a própria comunidade técnica, por sua falta de conhecimento sobre o tema, não está preparada para contestar índices que possam lhe parecer estranhos ou 'excelentes'.

No intuito de proporcionar uma orientação adequada para se padronizar a mensuração da produtividade no serviço de alvenaria, este capítulo estabelece as premissas nas quais se baseia a coleta de dados desta dissertação e mostra a maneira como eles foram coletados.

Antes do início das coletas, houve uma etapa preliminar de estudos em que se analisou quais informações deveriam ser obtidas e como isto deveria ser feito em obra. Nesta fase, as diretrizes assumidas foram, em grande parte, correspondentes às do manual de procedimentos para coleta de dados sobre produtividade no serviço de alvenaria de THOMAS et al. (1990). Após definidas estas diretrizes, principiou-se a primeira fase de coletas nos canteiros. Os resultados alcançados nesta primeira fase indicaram que o caminho estava correto e que as medições feitas em obra atendiam às premissas estabelecidas pela metodologia.

Em função da experiência adquirida neste período inicial, notou-se que o estudo poderia ser aprimorado, ampliando o entendimento sobre a eficiência da equipe no serviço de alvenaria. A partir daí, a segunda fase de coletas em obras começou e a viabilidade da metodologia pôde ser constatada novamente. O aprimoramento das informações obtidas permitiu a verificação de que haveria não apenas uma, mas várias formas de se enfocar um estudo sobre produtividade, entre elas o estudo individual das etapas de marcação e

elevação e o estudo comparativo entre equipe de produção propriamente dita e equipe total (incluindo limpeza, transporte etc.).

4.1 OBJETIVOS DA METODOLOGIA

A metodologia de coleta de dados proposta neste trabalho tem como objetivo principal padronizar a mensuração dos valores de produtividade no serviço de alvenaria.

Para que este objetivo possa ser atingido, deve-se cumprir quatro etapas anteriores, quais sejam:

- **padronizar a quantificação dos homens-hora (entradas).** Deve-se definir o que será entendido e computado como 'homem-hora' e quais pessoas estarão incluídas nesta quantificação;

- **padronizar a quantificação do serviço realizado (saídas).** Deve-se definir o que significa um metro quadrado de alvenaria, ou seja, como quantificá-lo (inclusão ou não de vãos, por exemplo) e, também, como o serviço e suas etapas serão considerados (marcação, elevação e fixação, juntos ou separados, por exemplo);

- **definir a forma de coleta.** Deve-se definir como a coleta será realizada em campo, identificando quem são os responsáveis pela obtenção das informações, quando ela deve ser feita e de que forma.

- **propor diretrizes para a detecção da presença e da intensidade de fatores que possam fazer a produtividade variar.** Mais que quantificar, a coleta deve contemplar o levantamento de dados capazes de explicar a variabilidade diária da produtividade da equipe.

Tendo cumprido essas etapas adequadamente, a perspectiva para o futuro quanto à metodologia é a sua aplicação nos próprios canteiros das obras, podendo servir como uma ferramenta de gestão para a própria obra. Através desta possibilidade de análise imediata, os gerenciadores do processo seriam capazes de identificar falhas localizadas e corrigi-las antes que as mesmas

prejudicassem sistematicamente o andamento dos serviços. Outra utilização importante seria o acompanhamento contínuo da produtividade no decorrer da execução dos serviços, a fim de monitorar as tendências de melhora ou de piora ao longo do tempo.

Além destas, não se deve esquecer que as informações levantadas são úteis para as fases de escolha de tecnologias a adotar e de orçamentação de obras.

4.2 PREMISSAS

É premissa básica da metodologia de coleta não atrapalhar a condução normal do serviço que está sendo analisado, como ocorre com outras formas de estudo (estudo de tempos, por exemplo), cujas técnicas de observação ostensiva podem inibir e constranger os trabalhadores; sua maneira discreta e rápida de obtenção dos dados evita esse tipo de problema. A rapidez da coleta também não atrapalha as outras atividades exercidas pelas pessoas envolvidas na coleta dos dados, sejam elas o mestre-de-obras, o encarregado do serviço, o estagiário, o técnico ou o engenheiro residente. Estas preocupações traduzem-se com perfeição nas palavras de SOUZA (1996) que, discorrendo sobre apropriação de dados em obra, afirma ser necessário utilizar-se de um sistema simples que não consuma quantidade relevante de recursos, "afinal o objetivo principal é executar uma obra e não ficar fazendo medições".

A simplicidade relativa ao entendimento da metodologia também é uma de suas premissas, de forma que as pessoas envolvidas direta ou indiretamente na coleta de dados tenham noção sobre o que significam as informações que elas estão coletando.

O método sugerido foi elaborado de forma que se despenda aproximadamente quinze minutos diários para coleta dos dados, excluindo-se daí o tempo necessário para o preenchimento das planilhas eventuais que contêm os dados gerais sobre o empreendimento, também de rápida obtenção.

O custo de pessoal para apropriação é quase nulo. Estima-se que, pela praticidade e rapidez de coleta, este serviço seja executável por qualquer

pessoa envolvida diretamente no canteiro, não acarretando em ônus adicional para a empresa. Entretanto, é obrigatório que a coleta seja feita diariamente, tornando-se um hábito cotidiano para a pessoa encarregada da coleta.

Quanto aos materiais necessários para a coleta, os custos se resumirão a: elaboração de cópias reduzidas do projeto de alvenaria (ou arquitetônico) e das planilhas de coleta e aquisição de uma caixa de lápis de cor ou de canetas multicoloridas.

Como se pode perceber, a metodologia de coleta baseia-se nas quatro seguintes premissas: não atrapalhar o serviço em andamento, ser inteligível para as pessoas envolvidas, proporcionar uma coleta rápida e demandar baixos custos de apropriação dos dados. Tudo isto sem, no entanto, ter-se perdas de confiabilidade nas informações levantadas.

4.3 FORMA DE COLETA

Conforme foi descrito no capítulo 3, a aplicação do Modelo dos Fatores baseia-se em três tipos de dados que devem ser apropriados:

- dados sobre as entradas (mão-de-obra);
- dados sobre as saídas (alvenaria);
- dados sobre ocorrências diárias extraordinárias.

Cabe ressaltar que os dados referentes às entradas e às saídas compõem-se de dois tipos de informação, quais sejam: dados para se quantificar a produtividade (quantidade de homens-hora e quantidade de serviço produzido) e dados para se explicar a produtividade. Estes, por sua vez, podem ser quantitativos (altura das paredes, número de aberturas, tamanho da equipe etc.) e qualitativos (forma de contratação, tipo de materiais e equipamentos utilizados etc.).

4.3.1 Coleta de Dados sobre as Entradas (Mão-de-obra)

Há dois tipos de informações que devem ser obtidas no que se refere à mão-de-obra:

- informações sobre a quantidade diária de homens-hora gastos para execução do serviço em estudo;
- informações que permitam identificar as características da mão-de-obra.

Para a obtenção destas informações, foram elaboradas três planilhas: uma diária, uma eventual e uma geral com a caracterização da obra e do serviço de alvenaria.

Da planilha diária, denominada *'Planilha Diária de Coleta das Entradas'*, constarão as anotações sobre os homens-hora gastos diariamente para execução do serviço. Desta planilha devem constar a identificação do funcionário e um campo para cada dia da semana onde se anotarão as horas trabalhadas durante cada dia da respectiva semana. Esta planilha pode ser diretamente preenchida pelo responsável pela coleta e nela devem estar incluídas informações sobre a quantidade de horas trabalhadas e, também, relatos sobre ocorrências que se sucederam ao longo da jornada como, por exemplo, chuva que inviabilizou o serviço, paralisação das atividades por causa de acidente de trabalho, falta de materiais, ou qualquer outro acontecimento que interrompa o trabalho total ou parcialmente (por parcialmente, entenda-se interrupções que durem mais de 30 minutos durante o dia de trabalho); este tipo de informação será importante na explicação da variabilidade diária da produtividade. Um exemplo desta planilha encontra-se no Anexo I.

Da planilha eventual, denominada *'Planilha Eventual de Coleta das Entradas'*, constarão dados referentes a todos os trabalhadores envolvidos no serviço em análise. Estes dados são: o nome, a idade, a profissão, a função na obra, o tempo de serviço nesta profissão e o tempo de serviço na respectiva empresa (Anexo J). Estes dados podem ser obtidos pelo encarregado do serviço e, complementarmente, caso haja necessidade, com o departamento de recursos

humanos da empresa, seja ela a construtora ou a subempreiteira. Posteriormente, à medida em que o serviço prossegue, algumas inclusões eventuais - daí o nome da planilha - como data de saída de um funcionário (por transferência, demissão, morte etc.), entrada de novos membros na equipe ou alteração de função de um operário na mesma obra, devem ser anotadas pelo encarregado ou outro responsável pela coleta.

A terceira planilha trata-se de um documento para obtenção de informações sobre a obra e sobre o serviço de alvenaria. Esta planilha será melhor discutida no item 4.3.2.

4.3.1.1 Quantidade de homens-hora (Hh)

A quantidade de homens-hora é a representação numérica do recurso 'mão-de-obra', utilizado como entrada do processo construtivo (Figura 3.2). Sua forma de coleta poderia se dar de várias maneiras. No entanto, seguindo os fundamentos do Modelo dos Fatores, optou-se por obter o número de homens-hora da **equipe** envolvida na alvenaria.

Para se obter o número de homens-hora de um determinado dia de trabalho, deve-se proceder a soma das horas trabalhadas por cada membro da equipe. Para uma melhor explicitação, os termos 'horas trabalhadas' e 'membro da equipe' são detalhados a seguir.

Por 'horas trabalhadas' deve-se considerar as horas "trabalháveis" pelos operários, ou seja, o tempo em que o funcionário esteve na obra **disponível** para o trabalho. Esse valor pode ser obtido dos cartões de ponto e checado através de informações do encarregado do serviço ou mestre-de-obras que podem, ainda, fornecer informações extras sobre paralisação dos serviços, remanejamento de membros da equipe e outras. É importante ressaltar que horas disponíveis não são necessariamente horas pagas; em especial, horas-prêmio **não** são contadas. Para tornar mais claro o entendimento sobre como são consideradas as 'horas trabalhadas', descreve-se os seguintes exemplos:

- **situação: um funcionário pede dispensa do serviço em uma determinada tarde para resolver problemas particulares**. Suas horas referentes àquela tarde **não** serão contadas, pois este funcionário não esteve disponível para trabalhar naquele período;

- **situação: um pedreiro que faz parte da equipe de uma obra é removido para trabalhar durante dois dias na alvenaria de outra obra da mesma construtora, retornando para sua obra original ao final deste período**. Apesar de este funcionário estar disponível para trabalhar para a mesma construtora no mesmo tipo de serviço - alvenaria – o conteúdo e o contexto do trabalho mudaram. Portanto, as horas deste funcionário, relativas a estes dois dias **não** são contabilizadas.

- **situação: toda a equipe está na obra pronta para trabalhar, mas falta material e os operários não têm como realizar suas tarefas**. Essas horas **são** contabilizadas, pois a equipe estava disponível para o trabalho; no caso, a produtividade deste dia será comprometida e a falta de material será apontada como uma das causadoras da piora da produtividade ocorrida nesta jornada;

- **situação: os pedreiros recebem seus salários por produção ("tarefados") e os serventes recebem por hora (horistas); o horário de expediente normal da obra se encerra às 17:00, mas os pedreiros ficam trabalhando até às 18:30 e os serventes auxiliam-nos até às 18:00**. Neste caso, independentemente de o funcionário ser horista ou "tarefado", o que importa são as horas disponíveis para o trabalho; portanto, às horas normais dos pedreiros seria acrescida 1,5 hora e às horas normais dos serventes seria acrescida 1 hora.

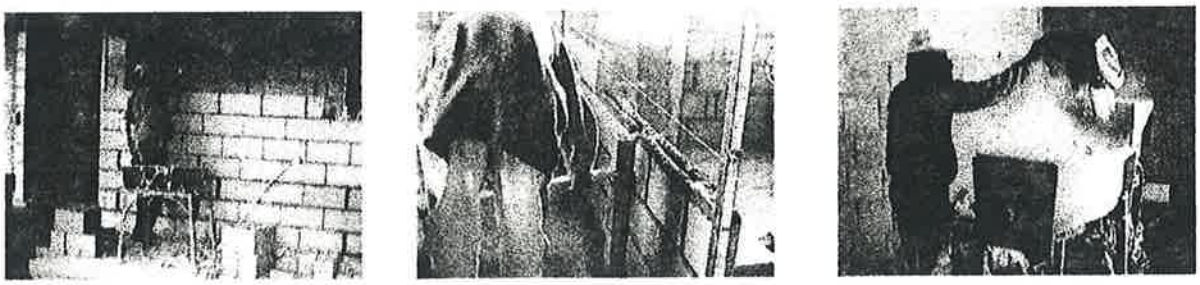
4.3.1.2 Membros da equipe

Como 'membros da equipe', consideram-se os pedreiros diretamente envolvidos no serviço e os serventes que os auxiliam de maneira exclusiva. As horas de outros funcionários serão incluídas desde que estejam atuando

exclusivamente no serviço de alvenaria como, por exemplo, preparadores de argamassa para alvenaria. Pessoas não diretamente envolvidas com a alvenaria, mas que a auxiliam, devem ser contabilizadas a partir da estimativa de quanto tempo elas gastaram trabalhando no serviço de alvenaria durante o dia em questão.

Em suma, é possível distinguir dois grupos de equipes que entram no cômputo das horas trabalhadas:

- **equipe de produção direta:** incluem-se os funcionários diretamente envolvidos na produção da alvenaria, ou seja, os pedreiros, os meio-oficiais e os serventes (Figura 4.1);



(a) **(b)** **(c)**

Figura 4.1 Equipe de produção direta: a)pedreiro assentando blocos; b)pedreiro executando controle; c)servente produzindo argamassa no pavimento.

- **equipe de apoio:** compõe-se dos funcionários envolvidos em tarefas auxiliares à produção da alvenaria como: preparo de argamassa (nos casos em que se produza argamassa em uma central e não no pavimento em execução), fabricação de vergas, descarregamento e transporte de blocos e de sacos de argamassa, limpeza do pavimento, entre outros (Figura 4.2).

O encarregado do serviço será considerado membro da equipe de produção direta se ele efetivamente trabalhar na execução da alvenaria, assentando componentes; caso contrário, se sua função restringir-se à supervisão, suas horas entram no cômputo da equipe de apoio.

(a) (b) (c)

Figura 4.2 Equipe de apoio: a)auxiliando o descarregamento de blocos; b)fabricando vergas; c)transportando blocos para o elevador de cargas.

4.3.2 Coleta de Dados sobre as Saídas (Alvenaria Produzida)

Há dois tipos de informações que devem ser obtidas no que se refere ao serviço de alvenaria:

- informações sobre a quantidade diária de alvenaria executada;
- informações que permitam identificar as características do serviço de alvenaria em estudo.

Para a obtenção das informações sobre a quantidade de alvenaria produzida, foi elaborado um método de coleta que consiste, basicamente, na anotação do número de fiadas de alvenaria executadas diariamente. Para se fazer as anotações, utiliza-se uma cópia reduzida da planta baixa referente ao pavimento em execução. Esta cópia pode ser ou do projeto de arquitetura ou do projeto de alvenaria, de preferência este último.

A seguir, descreve-se a forma de coleta dos dados relativos à quantidade de alvenaria produzida diariamente.

Munida de uma cópia do projeto para cada pavimento que esteja em execução, a pessoa encarregada da coleta dirige-se aos pavimentos em que estejam acontecendo os serviços de alvenaria, ao final do dia de trabalho. Ao chegar em cada pavimento, percorre-se todos os ambientes verificando-se, para cada

parede, o número de fiadas executadas. Este número deve ser anotado na planta baixa, ao lado da respectiva parede, com uma caneta colorida. Caso tenha sido realizado serviço de fixação, a anotação pode ser feita através da letra 'F' (para maiores detalhes, vide item 4.3.2.2.3). Este procedimento deve ser seguido para todas as paredes do pavimento. Concluída a operação, a pessoa identifica, através de uma legenda, a data a que corresponde a cor da caneta utilizada. O mesmo processo é repetido para os demais pavimentos, configurando-se assim a coleta do serviço realizado em um dia.

No dia seguinte, a única diferença em relação ao dia anterior será a cor da caneta utilizada para fazer as anotações. Ao verificar o número de fiadas executadas de cada parede, a pessoa encarregada da coleta apenas fará uma nova anotação caso ela seja diferente da anotação anterior. O uso de canetas de várias cores mostrou-se muito interessante por dois motivos: primeiro, porque facilita a identificação dos dias em que os serviços ocorreram e isto, por sua vez, facilita o cálculo da quantidade de alvenaria executada em um determinado dia; segundo, porque permite uma visualização rápida e fácil do conteúdo do serviço realizado em determinado dia (paredes difíceis, colocação de vergas, execução de paredes em ângulos diferentes de 90°), o que pode servir como uma das explicações da variação da produtividade diária da equipe.

Em determinadas ocasiões, pode ocorrer de algumas fiadas não estarem completas quando da verificação no pavimento. Neste caso, deve-se anotar o número relativo à quantidade de fiadas cheias e a quantidade de blocos assentados na fiada incompleta. Isto é feito anotando, ao lado da respectiva parede, o número de fiadas cheias, acrescido do sinal '+', seguido da quantidade de blocos, identificados pela letra 'b'.

Um exemplo desta forma de coleta pode ser visualizado na Figura 4.3, onde estão representadas algumas paredes contidas na planta baixa de um apartamento, com as devidas anotações e sua legenda. As áreas retangulares escuras na Figura 4.3 representam pilares em concreto armado. Os retângulos claros representam as paredes em alvenaria. Os dois traços pretos mais

grossos na vertical e na horizontal segmentam as paredes longas e delimitam seu comprimento para efeito de cálculo. Os traços em diagonal representam os cortes na continuação do projeto, que não foi totalmente representado na Figura 4.3, por tratar-se apenas de um desenho esquemático.

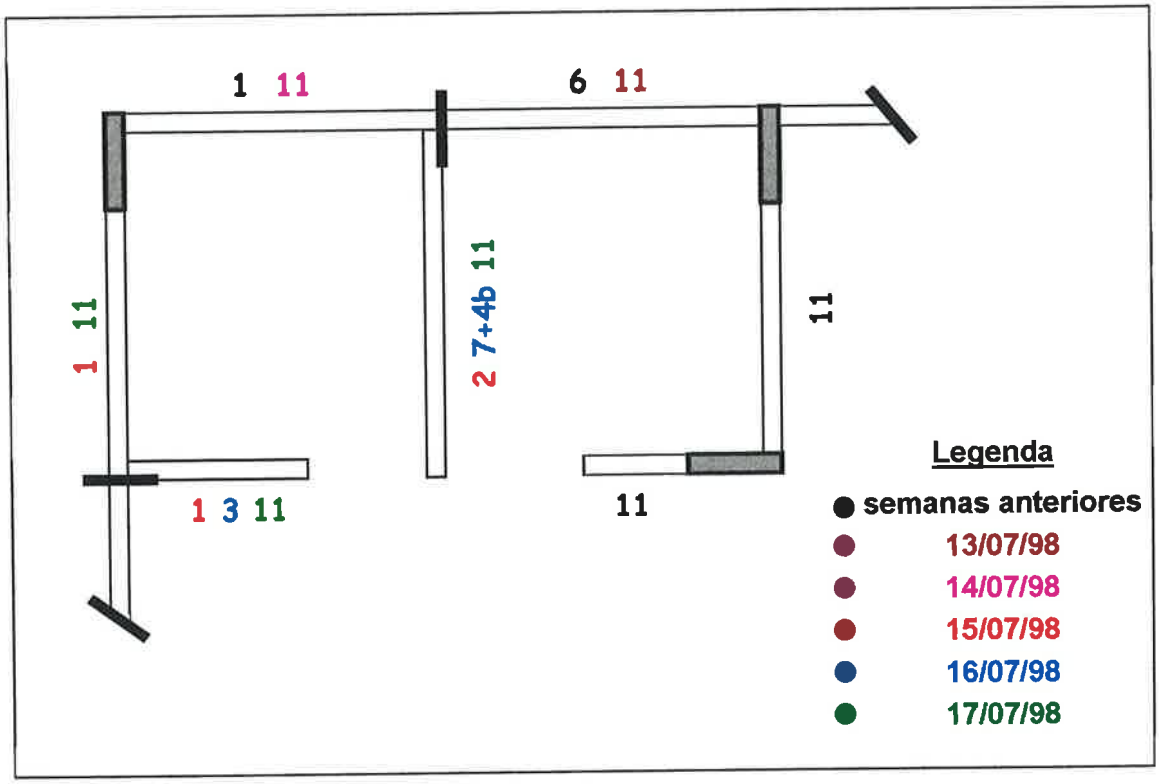


Figura 4.3 Exemplo da forma de coleta da quantidade de alvenaria.

Durante esta pesquisa, as planilhas preenchidas eram recolhidas semanalmente nas obras e novas planilhas eram entregues às pessoas responsáveis pela coleta dos dados. Para que estas pessoas não confundissem as novas anotações com anotações antigas, todos os dados já apropriados, representativos do último estágio alcançado pelo serviço, eram repassados para as novas plantas do pavimento (Figura 4.3). Com isto, eliminou-se o risco de os dados serem coletados e processados mais de uma vez.

É de grande importância salientar que a medição das saídas é feita uma única vez durante a execução do serviço. Em função disto, caso haja retrabalho, a quantidade de homens-hora é contabilizada, mas a quantidade de alvenaria

refeita **não é** contabilizada novamente, pois supõe-se que o retrabalho é um dos fatores que afetam a produtividade, tendo origem no controle ineficaz do serviço.

Em relação às informações que permitam caracterizar o serviço de alvenaria, elaborou-se uma classificação que engloba a maior parte das características relevantes que o compõem. O Anexo K apresenta um roteiro para a coleta destas informações, que formarão o banco de dados sobre o serviço em estudo. Posteriormente, durante a análise dos dados, tais informações serão avaliadas para tentar entender sua influência na produtividade. Os itens da classificação proposta, quanto ao serviço de alvenaria, são os seguintes:

- *características do produto;*
- *materiais / componentes;*
- *equipamentos / ferramentas;*
- *mão-de-obra;*
- *organização da produção.*

4.3.2.1 Etapas do serviço de alvenaria

O serviço de alvenaria não é uma atividade totalmente contínua, repetitiva, executável em um ritmo constante de trabalho. Ele possui algumas fases distintas e bem definidas. Esta reflexão levou à ponderação de que a tarefa de executar o serviço de alvenaria deveria ser dividida em algumas etapas: a marcação, a elevação e a fixação.

A **marcação** (Figuras 4.4 e 4.5) corresponde ao trabalho de se locar a parede e assentar a primeira fiada de componentes, que servirá de referência para as demais. Este serviço possui as seguintes propriedades: demanda um trabalho simultâneo de acompanhamento do projeto, sua quantidade produzida em área é muito reduzida quando comparada à elevação e seu controle geométrico também tem algumas diferenças em relação ao da elevação, como, por

exemplo, a conferência de cotas e níveis, a partir de um referencial externo à alvenaria no próprio andar.

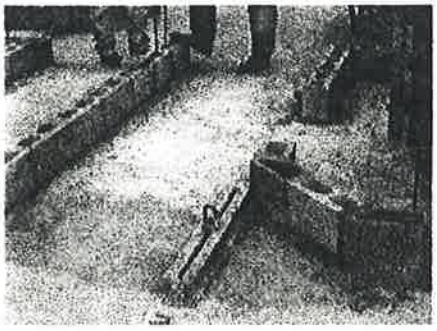


Figura 4.4 Marcação em blocos de concreto.

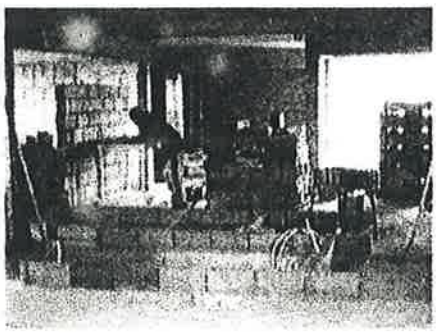


Figura 4.5 Marcação em blocos cerâmicos.

A **elevação** (Figuras 4.6 e 4.7) é a etapa que corresponde ao assentamento de todas as fiadas da alvenaria, com exceção, logicamente, da fiada de marcação. É um serviço cuja quantificação numérica é muito significativa, em termos de área; seu controle de execução passa por etapas que se repetem ao longo da tarefa (alinhamento, nivelamento, prumo) e trata-se da atividade em que se concentra a maior quantidade de operários. Além disto, a elevação consiste na etapa que ocupa o maior tempo de trabalho, comparativamente à marcação e à fixação.

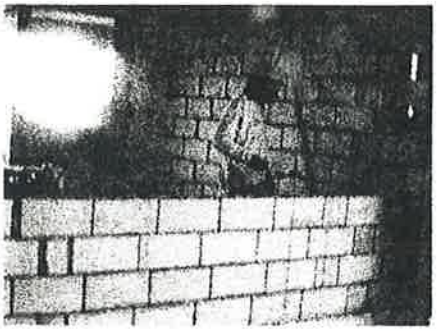


Figura 4.6 Elevação em blocos cerâmicos (sem andaime).

Figura 4.7 Elevação em blocos cerâmicos (com andaime).

A **fixação** (Figuras 4.8 e 4.9) é a etapa que envolve a união da parede com a estrutura acima de si. É uma etapa especial que possui várias formas de execução (encunhamento com tijolos cerâmicos ou cunhas de concreto, deposição de argamassa de assentamento, utilização de espuma de poliuretano etc.) e que demanda menos mão-de-obra que a elevação. Além disso, geralmente, a fixação de um pavimento somente é executada após a conclusão da elevação de vários pavimentos acima deste. Com isto, apesar de fazer parte do produto final – alvenaria – a fixação não é necessariamente executada seqüencialmente à marcação e à elevação, tornando-se, desta forma, quase que um serviço independente dos demais.

Figura 4.8 Execução da fixação com argamassa.

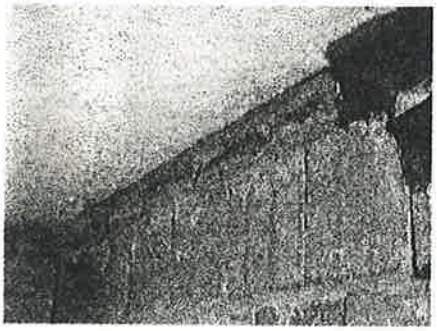


Figura 4.9 Detalhe da fixação com argamassa.

A metodologia proposta nesta dissertação reconhece estas três etapas da alvenaria – marcação, elevação e fixação - e contempla a sua quantificação tanto de forma isolada como conjunta. Entretanto, uma vez que a fixação, como visto anteriormente, é uma etapa praticamente independente das demais e cuja seqüência não acompanha a seqüência das mesmas, não foi possível levantar dados da fixação para as obras estudadas.

4.3.2.2 Critérios de mensuração das etapas

Para que a metodologia seja aplicável em qualquer situação, é necessário estabelecer critérios para a mensuração das quantidades de alvenaria produzidas, de forma a não proporcionar dúvidas quanto aos valores encontrados. Uma vez que a metodologia permite medir separadamente as etapas de marcação, elevação e fixação, os critérios adotados para ambas devem ser especificados.

4.3.2.2.1 Marcação

Considera-se como marcação o serviço de locar a parede e materializar esta locação através da primeira fiada de blocos ou tijolos. A sua quantificação é feita em metros lineares e corresponde ao comprimento total da parede, incluindo o comprimento de vãos (portas, por exemplo), caso existam. A parede será considerada marcada quando toda a primeira fiada estiver assentada.

Este critério de coletar a marcação em metros lineares parte do pressuposto que a principal atividade desta etapa é a locação da parede e não o assentamento dos componentes propriamente dito. Com isto, elimina-se distorções que aconteceriam se a marcação fosse quantificada em área. Como exemplo disto, considere-se duas paredes de dimensões rigorosamente iguais, mas que serão construídas com componentes distintos: uma com bloco cerâmico de altura 25cm e a outra com bloco de concreto de altura 19cm. Suponha-se que dois homens, cada qual em uma parede, demorassem o mesmo tempo para locar sua respectiva parede e assentar a primeira fiada. Se o cálculo da produtividade fosse realizado como homem-hora por área de alvenaria construída, os números indicariam que o serviço de marcação na parede com blocos de 25cm de altura teria sido mais 'produtivo' que o da parede com blocos de 19cm, pois a mesma quantidade de homens-hora haveria realizado mais área de marcação. Medindo-se o serviço em metros lineares, a produtividade seria rigorosamente a mesma.

4.3.2.2.2 Elevação

Os critérios para o cálculo da área de elevação da alvenaria levam em conta dois aspectos: a desconsideração da área de marcação e a exclusão da área de todos os vãos (portas, janelas, ar condicionado etc.). Elementos acessórios como vergas e contravergas são incluídos na área da elevação. Acredita-se que estes critérios, ao mesmo tempo em que são simples, não deixam dúvidas sobre qual deva ser a área considerada. A unidade de medição para a elevação é o metro quadrado (m^2).

4.3.2.2.3 Fixação

Os critérios de coleta da fixação são semelhantes aos da marcação (vide item 4.3.2.2.1). Mede-se a quantidade de fixação executada em metros lineares, considerando-se todo o comprimento da parede.

No entanto, a etapa de fixação possui um detalhe que a difere da marcação. Em função das características da alvenaria, a fixação de uma parede pode ser realizada em uma única etapa, como é o caso do encunhamento com tijolos, ou em duas etapas, no caso da deposição de argamassa, em que o pedreiro preenche, primeiramente, um dos lados da parede e, posteriormente, o outro lado. Deste modo, a etapa fica dividida em duas partes. Para efeito de cálculo, considera-se o preenchimento de um lado da parede como a metade do serviço. Assim, se em um determinado dia, fixou-se apenas um lado de uma parede de 4 metros, considerar-se-á realizada a metade da fixação desta parede, ou seja, 2 metros. Quando isto acontecer, a anotação do serviço realizado, em planta baixa, deverá identificar esta situação através de um código. Sugere-se 'F 50%' como sendo este código.

4.3.3 Detecção de Ocorrências Diárias Extraordinárias

As atividades de construção, em função de suas características específicas, ficam sujeitas a várias ocorrências que destoam da normalidade. Estes acontecimentos, denominados 'anormalidades', são relatados pela literatura pertinente como fatores que podem afetar a produtividade de um certo dia de trabalho de forma significativa. Portanto, o registro destas ocorrências é fundamental para que se possa explicar variações bruscas da RUP diária.

Sugere-se que este registro seja feito na *'Planilha Diária de Coleta das Entradas'*, especificando o problema ocorrido, sua duração e, se possível, seu efeito qualitativo sobre a equipe de trabalho. Entre as anormalidades, podem estar: falta de material, chuva ou vento excessivos, quebra de equipamento de transporte ou acidentes de trabalho. Quaisquer outras observações sobre o dia de serviço, que não sejam obrigatoriamente anormais mas que possam ter

influência sobre a jornada, devem ser anotadas, como por exemplo: paralisação das atividades para realização de palestras sobre segurança, frio excessivo ou ordem do engenheiro para acelerar a produção.

4.4 FASES DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia proposta passou, primeiramente, por um período extensivo e intensivo de estudos, dentro do qual definiu-se a filosofia de trabalho, as principais características a serem coletadas e a sua forma de coleta.

Após este período, iniciaram-se as coletas de dados em cinco obras, constituindo-se em uma primeira fase de aplicação da metodologia. Terminada esta fase, percebeu-se que, apesar do sucesso na aplicação da metodologia quanto à obtenção de dados e resultados confiáveis, havia uma possibilidade de aprimoramento do estudo, elevando o detalhamento do mesmo. Assim, a aplicação da metodologia ocorreu novamente em uma segunda etapa, quando puderam ser analisadas mais quatro obras, o que consolidou o aprendizado da etapa anterior, além de complementá-lo com outras informações igualmente interessantes.

A seguir, apresenta-se as principais características que diferiram uma etapa da outra.

4.4.1 Primeira Etapa

Esta etapa ocorreu no período de 15/09/97 a 30/01/98 . As cinco edificações estudadas foram escolhidas pelo autor por representarem um conjunto de obras muito diferentes entre si, o que permitiria verificar distinções entre diferentes processos construtivos.

Em relação à pesquisa, as principais características neste período foram:

- **quanto à coleta:**
  - os dados apropriados referiram-se ora à equipe de produção direta (pedreiros e serventes, mais encarregado – obras 'A' e 'B'), ora à equipe

total (incluindo pessoal de transporte e preparação de argamassa – obras 'C1', 'C2' e 'D');

- os homens-hora coletados representaram apenas as horas totais, sem haver distinção entre horas trabalhadas na marcação e horas trabalhadas na elevação. Com isto, as RUP's diária e cumulativa responderam às tarefas de marcação e elevação conjuntamente, não sendo possível separar os índices de produtividade destas duas etapas, individualmente;

- **quanto ao processamento:**

  - foi realizado manualmente, calculando-se a área executada através da planta fornecida pela obra com as informações pertinentes.

4.4.2 Segunda Etapa

Ocorreu no período de 19/05/98 a 13/08/98. As obras estudadas pertencem a várias empresas que participam do convênio intitulado 'Estudo da Produtividade da Mão-de-obra para Construção de Edifícios Quanto aos Serviços de Alvenaria, Fôrmas, Armadura e Concretagem', em desenvolvimento sob a coordenação do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP. Este convênio foi firmado entre o PCC/EPUSP, o SECOVI-SP e oito empresas de construção do Estado de São Paulo.

Em relação à pesquisa, as principais características neste período foram:

- **quanto à coleta:**

  - os dados apropriados referiram-se a toda equipe que participou da execução da alvenaria, seja efetivamente executando-a (equipe de produção direta), seja auxiliando-a (equipe de apoio);

  - os homens-hora das equipes de produção direta puderam ser separados para as etapas de marcação e elevação;

- os homens-hora das equipes de apoio foram obtidos com grande nível de detalhamento, o que permitiu apropriar e comparar as RUP's sob diversos aspectos, conforme será apresentado e analisado nos capítulos seguintes;

- **quanto ao processamento:**

  - foi realizado de forma semi-automática, através de um algoritmo executado no programa de computador 'Microsoft Excel™', que calculava as áreas de alvenaria produzidas através do fornecimento da fiada completada em cada parede.

A realização da pesquisa em duas etapas mostrou-se muito importante, porque:

- provou-se que a coleta e o processamento da primeira etapa proporcionaram resultados confiáveis e análises coerentes, apesar da limitação de terem sido efetuados considerando-se tipos diferentes de equipes;

- foi possível aprimorar a coleta, detalhando o estudo ao considerar todas as pessoas envolvidas na execução da alvenaria, separada ou conjuntamente;

- pôde-se realizar, durante a segunda etapa, coletas sistemáticas sobre a diferença entre as etapas de marcação e de elevação. De que se tem notícia em bibliografias nacionais e internacionais, é a primeira vez que se executa um levantamento desta natureza.

5 LEVANTAMENTO DE DADOS

Este capítulo compõe-se de três partes. Na primeira, as obras serão apresentadas, descrevendo-se suas principais características[1]. Na segunda parte, será feita uma explicação detalhada sobre o que representa cada uma das variações dos dados coletados sobre as entradas (homens-hora) e as saídas (quantidade de alvenaria produzida). Também serão fornecidas explicações sobre cada tipo de RUP calculada. Finalmente, na terceira parte, os dados de cada obra serão apresentados em forma de tabelas e gráficos.

É válido salientar que, como expresso no capítulo 4, a pesquisa desenvolveu-se em duas etapas, cada qual com quatro empreendimentos, totalizando 9 obras (no empreendimento 'C' foram coletados dados em duas obras, 'C1' e 'C2'). Assim, os empreendimentos 'A', 'B', 'C' (obras 'C1' e 'C2') e 'D', pertencentes à primeira etapa, foram analisados segundo uma metodologia mais simplificada que a utilizada nas obras 'E', 'F', 'G' e 'H', pertencentes à segunda etapa.

5.1 AS OBRAS

Ao todo, foram estudadas nove obras de sete empresas diferentes. Destas nove obras, seis localizam-se no Estado de São Paulo e três no Estado de Goiás. Neste item, serão apresentadas as principais características das obras, no sentido de proporcionar uma noção geral sobre os objetos de estudo.

5.1.1 Obra 'A'

Localizada na cidade de São Paulo, próxima à Cidade Universitária, a obra 'A' (Figura 5.1) constitui-se de um edifício residencial com 15 pavimentos-tipo e quatro apartamentos por andar. Sua estrutura é em concreto armado e sua alvenaria de vedação em blocos de concreto com área da face igual a

[1] O levantamento completo sobre as características de cada obra encontra-se nos anexos de 'A' a 'H'.

(19x39)cm. O período de coleta nesta obra aconteceu de 15/09/97 a 17/10/97, totalizando 29 dias de apropriação da produtividade, período em que se analisou a execução da alvenaria desde o 7° pavimento até a platibanda.

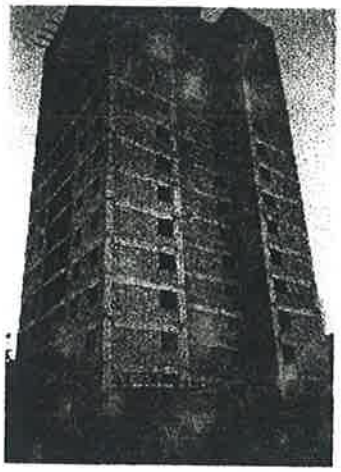


Figura 5.1 Vista geral da obra 'A'.

5.1.2 Obra 'B'

A obra 'B' (Figura 5.2) compõe-se de um edifício comercial de 19 pavimentos-tipo, localizado no bairro da Bela Vista, na cidade de São Paulo. Sua estrutura é em concreto armado e sua alvenaria de vedação em blocos cerâmicos com área da face igual a (19x39)cm, obedecendo a um projeto específico para alvenaria. A coleta nesta obra ocorreu de 22/10/97 a 12/02/98, configurando-se em uma coleta com 69 dias. Nesta obra, avaliou-se a execução da alvenaria do 6° ao 18° pavimento.

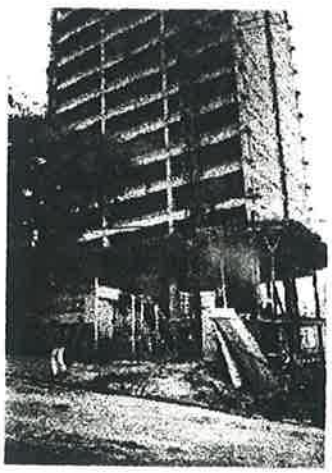


Figura 5.2 Vista geral da obra 'B'.

5.1.3 Obras 'C1' e 'C2'

As obras 'C1' (Figura 5.3) e 'C2', localizadas no município de Aparecida de Goiânia-GO, possuem as mesmas características de projeto, consistindo em dois edifícios residenciais de padrão popular, com três pavimentos. Eles fazem parte de um grande conjunto residencial composto por 06 quadras, totalizando 51 edifícios. Sua estrutura é em alvenaria estrutural armada de blocos de concreto (19x39)cm e sua vedação em blocos de concreto não estruturais com área da face igual a (17x39)cm, fabricados no próprio canteiro. Os dados correspondem à execução de um pavimento em cada um dos edifícios, tendo sido coletados de 06/11/97 a 30/01/98, perfazendo um total de 20 dias de coleta, sendo 10 para cada obra.

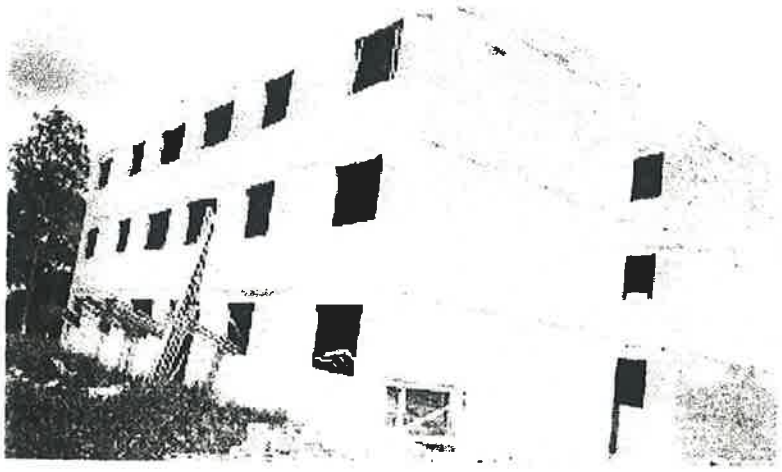


Figura 5.3 Vista geral da obra 'C1'.

5.1.4 Obra 'D'

A obra 'D' (Figura 5.4), também em Aparecida de Goiânia-GO, pertence à mesma construtora que executa as obras 'C1' e 'C2', e constitui-se em um conjunto residencial com 15 casas geminadas de padrão popular. Possui estrutura em alvenaria resistente, reforçada com pilaretes de concreto armado. Esta alvenaria foi produzida com os mesmos blocos de concreto para vedação (17x39)cm, fabricados no canteiro das obras 'C1' e 'C2'. Nesta obra, foi possível realizar 32 dias de coleta, no período compreendido entre 27/10/97 e 15/12/97, dentro dos quais apropriou-se dados relativos à execução de 4 casas.

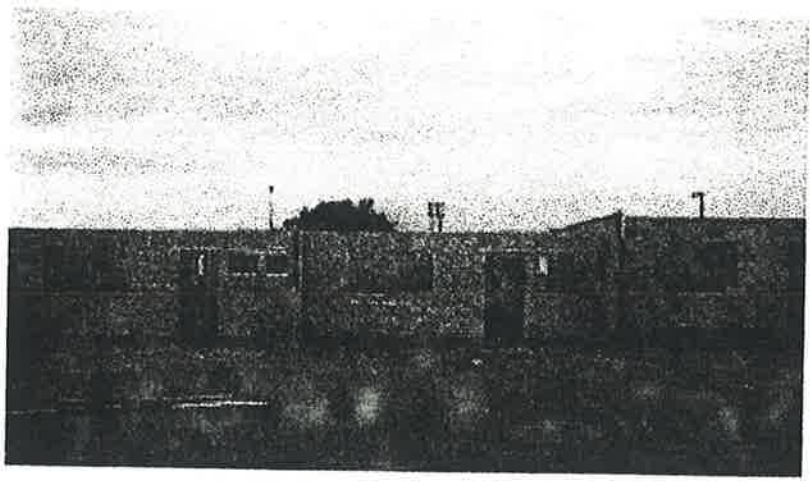


Figura 5.4 Vista geral da obra 'D'.

5.1.5 Obra 'E'

A obra 'E' (Figura 5.5) localiza-se na cidade de São Paulo, na região da Avenida Paulista. Constitui-se de um edifício comercial com 16 pavimentos-tipo, cada qual abrigando, originalmente, 10 salas comerciais. A estrutura é em concreto armado e a alvenaria em blocos cerâmicos (25x25)cm. Os dados desta obra, referentes à segunda fase da coleta, foram apropriados entre 21/05/98 e 24/07/98, o que gerou 42 dias apropriados. Durante o período, foi analisada a produtividade da alvenaria executada do 8º pavimento à cobertura.

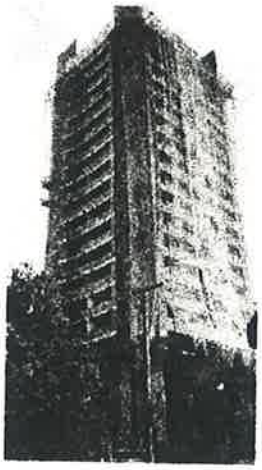


Figura 5.5 Vista geral da obra 'E'.

5.1.6 Obra 'F'

A obra 'F' (Figura 5.6), localizada no município de Suzano-SP, consiste em um edifício residencial com 4 apartamentos em cada um dos 13 pavimentos-tipo. A estrutura é em concreto armado e a alvenaria em blocos cerâmicos (19x39)cm. A produtividade desta obra foi analisada desde o seu primeiro dia de execução de alvenaria até o 9° pavimento, totalizando 68 dias de coleta, iniciada em 19/05/98 e concluída em 13/08/98.

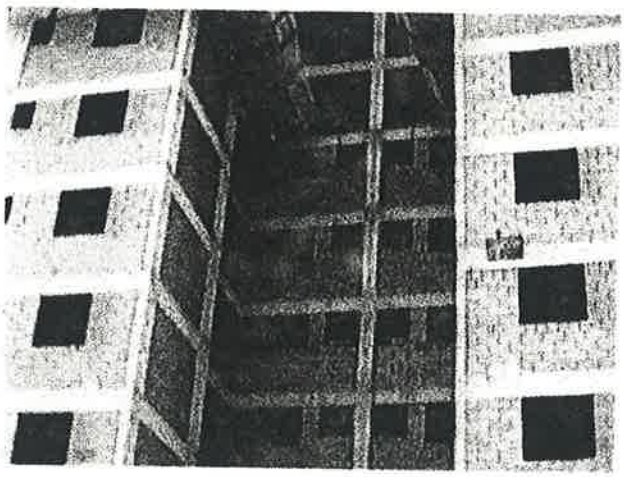


Figura 5.6 Vista externa da obra 'F'.

5.1.7 Obra 'G'

Localizada em Jundiaí-SP, a obra 'G' (Figura 5.7) configura-se em um edifício residencial com 12 pavimentos-tipo, havendo 4 apartamentos por pavimento. Possui estrutura em alvenaria estrutural armada de blocos de concreto (19x39)cm. A coleta desta obra foi procedida durante 16 dias, de 28/05/98 a 23/06/98, correspondentes ao término da execução do 11°pavimento e execução completa do 12° pavimento.

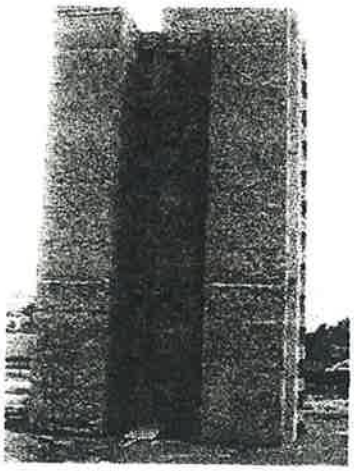


Figura 5.7 Vista geral da obra 'G'.

5.1.8 Obra 'H'

A obra 'H' (Figura 5.8), localizada na cidade de Mogi das Cruzes-SP, constitui-se em um edifício residencial, com 4 apartamentos em cada um dos 18 pavimentos-tipo. Sua estrutura é em concreto armado e a alvenaria em blocos cerâmicos (25x25)cm. Os dados foram obtidos entre 19/05/98 e 16/07/98, o que gerou 37 dias de apropriação da produtividade.

Figura 5.8 Vista geral da obra 'H'.

Nesta obra, em particular, o estudo pôde ser subdividido em dois, pois haviam duas equipes trabalhando na alvenaria, porém separadamente uma da outra. Isto permitiu que se avaliasse a produtividade de ambas, tanto separada como conjuntamente.

Portanto, para esta dissertação, foram coletados 312 dias de dados sobre a produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria em nove obras distintas, localizadas em várias cidades e com diferentes tipologias, tanto em relação à estrutura quanto à vedação vertical.

5.2 TIPOS DE DADOS COLETADOS

Dentre as dificuldades encontradas para se obter dados confiáveis sobre a produtividade de uma determinada empresa, o conhecimento exato sobre 'o quê' se está apropriando é uma das principais. Em termos de gestão da produção, é muito fácil proceder a comparações entre valores que não representam exatamente a mesma coisa. Deste modo, essa prática de comparação entre dados pode levar a conclusões não apenas duvidosas, como errôneas, efetivamente.

Além disto, dependendo do tipo e das condições gerenciais de cada empreendimento, podem haver diversas informações sobre produtividade que servem a fins específicos, como, por exemplo, determinar os custos com transporte advindos de um sistema com elevador de cargas ou com grua.

A metodologia aplicada nesta pesquisa utilizou-se de variações nos tipos de dados coletados que permitiram analisar e comparar diferentes tipos de produtividade, dentro de escopos ora voltados mais à produção da alvenaria propriamente dita, ora voltados mais à organização da produção como um todo.

Destas discussões, originaram-se as categorias de dados que compuseram o rol de informações com as quais estudou-se os vários tipos de produtividade no serviço de alvenaria. Para uma melhor compreensão do que significa cada uma das informações obtidas, apresenta-se, a seguir, explicações detalhadas sobre os dados coletados, referentes às **entradas (homens-hora)**, às **saídas (quantidade produzida)** e suas respectivas **RUP's (produtividade)**.

5.2.1 Coleta das Entradas

A unidade referente às entradas é o homem-hora (Hh), que representa o somatório de todas as horas trabalhadas por todos os trabalhadores envolvidos na contagem. Para fins de cálculo, é indiferente ter-se, por exemplo, três homens trabalhando durante três horas (3H x 3h) ou um homem trabalhando durante nove horas (1H x 9h). Em ambos os casos, considera-se como entrada a quantia de nove homens-hora (9Hh). A principal diferença na coleta das entradas consiste na definição de quem são os trabalhadores envolvidos na contagem. Esta diferenciação é apresentada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Tipos de dados sobre as entradas (homens-hora).

Símbolo:	Hh_{marc}
Nome:	Homem-hora no serviço de marcação.
Significado:	Representa a quantidade de homens-hora dedicados exclusivamente ao serviço de marcação, que inclui a locação e o assentamento da primeira fiada de blocos.
Símbolo:	Hh_{elev}
Nome:	Homem-hora no serviço de elevação.
Significado:	Representa a quantidade de homens-hora dedicados exclusivamente ao serviço de elevação, que inclui o assentamento de todas as fiadas, exceto a de marcação. Se, durante a elevação, a equipe executa outras atividades tais como colocação de contramarco e vergas, embutimento de tubulações ou limpeza do local de trabalho, este homens-hora ficam embutidos nesta categoria.
Símbolo:	Hh_{graute}
Nome:	Homem-hora no serviço de grauteamento.
Significado:	Representa a quantidade de homens-hora dedicados exclusivamente ao serviço de grauteamento, presente somente nas obras com alvenaria estrutural armada.
Símbolo:	$Hh_{(enc+limp)}$
Nome:	Homem-hora de encarregado mais limpeza.
Significado:	Representa o somatório dos homens-hora dedicados à marcação e à elevação, acrescidos dos homens-hora de limpeza do pavimento onde se está executando o serviço, além do encarregado de alvenaria que trabalha exclusivamente na supervisão e organização do serviço. Independente de ser o encarregado ou o pessoal da limpeza, este valor de homem-hora representa todo o grupo de pessoas que trabalha nos pavimentos com alvenaria em execução.
Símbolo:	Hh_{enc}
Nome:	Homem-hora de encarregado.
Significado:	É uma subdivisão da categoria $Hh_{(enc+limp)}$, aplicável aos casos em que não havia na obra a figura do servente exclusivo para a limpeza do pavimento.
Símbolo:	$Hh_{(m+e+g)}$
Nome:	Homem-hora nos serviços de marcação, elevação e grauteamento.
Significado:	Representa a quantidade de homens-hora dedicados aos serviços de marcação, de elevação e de grauteamento. Aparece apenas nos edifícios em alvenaria estrutural.
Símbolo:	Hh_{total}
Nome:	Homem-hora total
Significado:	Representa todos os homens-hora utilizados no serviço de alvenaria. Nesta categoria incluem-se, além das pessoas trabalhando nos pavimentos com alvenaria em execução, os funcionários responsáveis pelo descarregamento e transporte de blocos para dentro da obra, pelo transporte e processamento de argamassa, pela fabricação de vergas pré-moldadas, pelo corte de telas para serem colocadas no encontro entre paredes, pela colocação de 'ferros-cabelo' nos pilares e pela aplicação de argamassa em vigas e pilares, com desempenadeira metálica, para aumentar aderência com os blocos adjacentes à estrutura. Não inclui operadores de grua ou de elevador de carga.

Vale ressaltar que os tipos de homens-hora descritos na Tabela 5.1 representam a realidade das obras estudadas nesta pesquisa. Outros tipos podem surgir em função das características das obras. Contudo, é factível distinguir três formas básicas de se apropriar os homens-hora:

- apropriação direta: representa a capacidade efetiva de produção de alvenaria, pois considera apenas os homens-hora diretamente envolvidos na execução das paredes; são os casos de Hh_{marc} e Hh_{elev};

- apropriação 'nos pavimentos em execução': representa a capacidade de produção de alvenaria (homens-hora marcação e elevação), incluindo-se também as pessoas que, apesar de trabalharem diretamente nos pavimentos em execução e exclusivamente para o serviço de alvenaria, não assentam componentes e nem auxiliam diretamente os pedreiros; nesta categoria enquadram-se o encarregado do serviço e o pessoal de limpeza; são os casos de Hh_{graute}, $Hh_{(enc+limp)}$, Hh_{enc} e $Hh_{(m+e+g)}$;

- apropriação total: inclui todas as pessoas que, de alguma forma, trabalham na produção da alvenaria, seja no(s) pavimento(s) em execução (apropriação direta e 'nos pavimentos em execução'), ou na descarga de materiais, ou na fabricação de componentes especiais (vergas, por exemplo), ou no transporte de materiais, ou no corte de telas, ou na aplicação de argamassa na estrutura ou na inserção de elementos metálicos nos pilares. Representa todo o conjunto de pessoas mobilizado para executar alvenaria na obra.

Acredita-se que estas separações entre tipos diferentes de atuações da mão-de-obra no canteiro permitam comparar produtividades semelhantes, fugindo-se do risco de fazer analogias incompatíveis. Com isto, as características organizacionais de cada empresa são preservadas e os valores podem ser avaliados sob diversas perspectivas.

5.2.2 Coleta das Saídas

A coleta em campo dos valores referentes às saídas, ou seja, às quantidades de alvenaria produzidas, resume-se à apropriação da quantidade de marcação (em metros lineares - comprimento) e de elevação (em metros quadrados – área). O cálculo da área total de alvenaria considera a soma das áreas de elevação e de marcação. Para o cálculo desta última, o comprimento das

paredes é multiplicado pela altura do conjunto 'bloco + argamassa', padronizando-se, para esta pesquisa, o valor de 1cm como espessura da junta de argamassa. Este valor foi usado para todas as obras.

A quantidade de marcação será representada pela sigla $\mathbf{Q}_{marc}$, a quantidade de elevação pela sigla $\mathbf{Q}_{elev}$ e a área total de alvenaria (marcação mais elevação) pela sigla $\mathbf{Q}_{(m+e)}$. Os critérios da coleta estão descritos no item 4.3.2.2.

5.2.3 Tipos de RUP's

Conforme explicado anteriormente, o estudo da produtividade no serviço de alvenaria pode ter vários escopos. E, para cada objetivo específico, é possível calcular um índice que o represente. Por isto, vários tipos de RUP's foram concebidos, cada qual revelando situações distintas, conforme a obra em estudo. Estes índices são apresentados e suas funções são detalhadas na Tabela 5.2.

Todas as RUP's apresentadas podem fornecer informações valiosas para as empresas sobre o consumo de mão-de-obra, tanto em suas próprias obras como comparativamente com obras de outras empresas.

Tabela 5.2 Tipos de RUP's.

Símbolo: **Nome:** **Significado:**	RUP_{marc} RUP de marcação. Representa a produtividade, em homens-hora por metro linear (Hh/m), da etapa de marcação. Seu cálculo é feito através da razão entre os homens-hora da marcação (Hh_{marc}) e a quantidade de marcação (Q_{marc}).
Símbolo: **Nome:** **Significado:**	RUP_{elev} RUP de elevação. Representa a produtividade, em homens-hora por metro quadrado (Hh/m^2), da etapa de elevação. Seu cálculo é feito através da razão entre os homens-hora da elevação (Hh_{elev}) e a quantidade de elevação (Q_{elev}).
Símbolo: **Nome:** **Significado:**	$RUP_{(m+e)}$ RUP da marcação mais elevação. Representa a produtividade, em homens-hora por metro quadrado (Hh/m^2), da área total de alvenaria. Seu cálculo é feito através da razão entre a soma dos homens-hora da marcação (expressa agora em m^2) e da elevação (Hh_{marc} + Hh_{elev}) e a soma da quantidade de marcação e de elevação (Q_{marc} + Q_{elev}). Este cálculo das quantidades acontece de acordo com o estabelecido no item 5.2.2.
Símbolos: **Nome:** **Significado:**	$RUP_{(enc + limp)}$ RUP_{enc} RUP de encarregado mais limpeza. RUP de encarregado. Representa a produtividade, em homens-hora por metro quadrado (Hh/m^2), da área total de alvenaria, incluindo, além dos homens-hora de marcação e de elevação, os homens-hora que atuam exclusivamente na alvenaria mas que não fazem parte da equipe de produção direta. No caso das obras estudadas, esta equipe consistia no encarregado do serviço e/ou nas pessoas responsáveis pela limpeza do pavimento, no que diz respeito à alvenaria. Seu cálculo é feito através da razão entre os homens-hora de encarregado mais limpeza ($Hh_{enc+limp}$) ou só de encarregado (Hh_{enc}), no caso de não haver equipe específica para limpeza, e a quantidade total de alvenaria (Q_{marc} + Q_{elev}).
Símbolo: **Nome:** **Significado:**	$RUP_{(m+e+g)}$ RUP de marcação mais elevação mais grauteamento. Representa a produtividade, em homens-hora por metro quadrado (Hh/m^2), da área total de alvenaria, incluindo os homens-hora dedicados ao grauteamento. Seu cálculo é feito através da razão entre a soma dos homens-hora de marcação, elevação e grauteamento (Hh_{m+e+g}) e a quantidade total de alvenaria (Q_{marc} + Q_{elev}).
Símbolo: **Nome:** **Significado:**	RUP_{total} RUP total. Representa a produtividade, em homens-hora por metro quadrado (Hh/m^2), de todo o serviço de alvenaria, incluindo os homens-hora de transporte (exceto operadores de equipamentos de transporte vertical), fabricação de vergas etc. (Hh_{total}). Seu cálculo é feito através da razão entre os homens-hora totais (Hh_{total}) e a quantidade total de alvenaria (Q_{marc} + Q_{elev}).

5.2.3.1 RUP diária e RUP cumulativa

O cálculo das RUP's pode ser com base diária, analisando a variação da produtividade no dia-a-dia da obra, ou cumulativa, analisando o desempenho acumulado ao longo do período de coleta e indicando tendências de melhora ou de piora da produtividade. Para fins deste texto, as RUP's que estiverem

acompanhadas da letra 'd' estarão se referindo a dados diários. Por sua vez, quando a letra 'c' estiver acompanhando as RUP's, elas estarão se referindo a valores cumulativos. Esta padronização vale não apenas para as RUP's (**RUPd** ou **RUPc**), mas para as demais variáveis também: homens-hora (**Hhd** ou **Hhc**) e quantidades (**Qd** ou **Qc**).

5.2.3.2 RUP potencial

Muito já se discutiu sobre produtividade até o momento. Entretanto, uma dúvida sempre prevaleceu: qual seria um 'bom' índice de produtividade que determinada empresa teria capacidade de atingir em suas obras?

Pensando nisto, surgiu a idéia da **RUP potencial**. Segundo seu criador (SOUZA, 1998), pode-se defini-la como a produtividade "considerada representativa de um bom desempenho e passível de ser repetida muitas vezes na obra" que esteja sendo avaliada.

Matematicamente, a 'RUP potencial' é definida como a mediana das RUP's diárias que possuam valor numericamente inferior ao da respectiva RUP cumulativa do último dia de coleta.

Os princípios que norteiam esta definição baseiam-se nas seguintes considerações:

- pela própria definição de RUP cumulativa, seu valor é formado pela agregação das produtividades ocorridas tanto em dias 'bons' quanto em dias 'ruins'. Assim, pode-se dizer que, qualquer valor superior ao da RUP cumulativa, não representa um dia com boa produtividade;

- por sua vez, os valores de RUP diária inferiores ao da RUP cumulativa sugerem dias com produtividade de normal a boa. Assim, o valor mediano destes dias representa um dia de produtividade boa em relação àquela obra e, mais do que isso, uma produtividade real, possível de se obter na respectiva obra.

Em função destas considerações, incentiva-se a utilização deste índice como

parâmetro de produtividade atingível nas obras em que o estudo ocorra.

5.3 RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os valores de produtividade (RUP's) das empresas, coletados durante as duas fases da pesquisa. Para cada obra, os dados serão evidenciados através de uma tabela geral e de gráficos contendo as RUP's diárias e cumulativas. Por uma questão de padronização da apresentação dos resultados, as tabelas e gráficos serão simplesmente apresentados (devidamente identificados), sem qualquer texto explicativo. As tabelas completas de cada obra, incluindo as quantidades diárias e cumulativas de alvenaria executada, bem como os homens-hora, encontram-se no Anexo L.

Em algumas das tabelas seguintes, notar-se-á que faltam alguns valores da produtividade diária, pois seus respectivos espaços estão em branco. Há dois casos que explicam este fato. No primeiro, o 'dia de coleta' refere-se não a um dia específico, porém a dois ou mais dias. Isto ocorreu quando a pessoa encarregada da coleta não teve condições de levantar os dados em um determinado dia. Neste caso, não se tem RUP's diárias, mas apenas as RUP's cumulativas, pois os valores correspondem a um conjunto de dias, descaracterizando, portanto, a análise diária. Este acontecimento pode ser verificado observando, na coluna 'Data' da tabela, se a data da coleta corresponde a um único dia ou a um intervalo de dias. No segundo caso, as RUP's diárias não aparecem devido à não execução de qualquer atividade quantificável (marcação ou elevação) naquele determinado dia. São dias em que, por exemplo, fez-se apenas limpeza do pavimento ou apenas grauteamento de fiadas. Nestes casos, não houve quantidade de alvenaria executada, apesar de os homens-hora relativos a estas atividades terem sido devidamente contabilizados, acrescendo o valor da RUP cumulativa.

5.3.1 Obra 'A'

Tabela 5.3 Resultados da obra 'A'.

Data	Dia	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(enc+limp)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(enc+limp)}$ (Hh/m2)
09/09/97	1	0,60	0,68	0,60	0,68
10/09/97	2	1,40	1,60	0,83	0,94
11/09/97	3	0,98	1,13	0,89	1,03
12/09/97	4	1,49	1,71	1,03	1,18
15/09/97	5	0,63	0,75	0,90	1,04
16/09/97	6	0,73	0,85	0,86	0,99
17/09/97	7	0,67	0,77	0,82	0,95
18/09/97	8	0,84	0,96	0,82	0,95
19/09/97	9	0,83	0,95	0,82	0,95
22/09/97	10	0,73	0,82	0,81	0,93
23/09/97	11	0,86	0,97	0,81	0,93
24/09/97	12	0,89	1,01	0,82	0,94
25/09/97	13	0,94	1,05	0,83	0,95
26/09/97	14	0,94	1,08	0,83	0,95
29/09/97	15	0,90	1,05	0,84	0,96
30/09/97	16	0,86	0,97	0,84	0,96
01/10/97	17	1,05	1,20	0,85	0,97
02/10/97	18	0,65	0,74	0,83	0,95
03/10/97	19	1,01	1,15	0,84	0,96
06/10/97	20	0,89	1,03	0,84	0,97
07/10/97	21	0,94	1,08	0,85	0,97
08/10/97	22	0,79	0,93	0,85	0,97
09/10/97	23	1,61	1,88	0,85	0,98
10/10/97	24	1,38	1,64	0,87	0,99
13/10/97	25	1,21	1,36	0,87	1,00
14/10/97	26	0,97	1,10	0,88	1,00
15/10/97	27	1,58	2,07	0,88	1,01
16/10/97	28	2,91	3,64	0,89	1,02
17/10/97	29	1,31	1,31	0,89	1,02

RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	**0,76**
RUP potencial $_{(enc+limp)}$ (Hh/m^2)	**0,89**

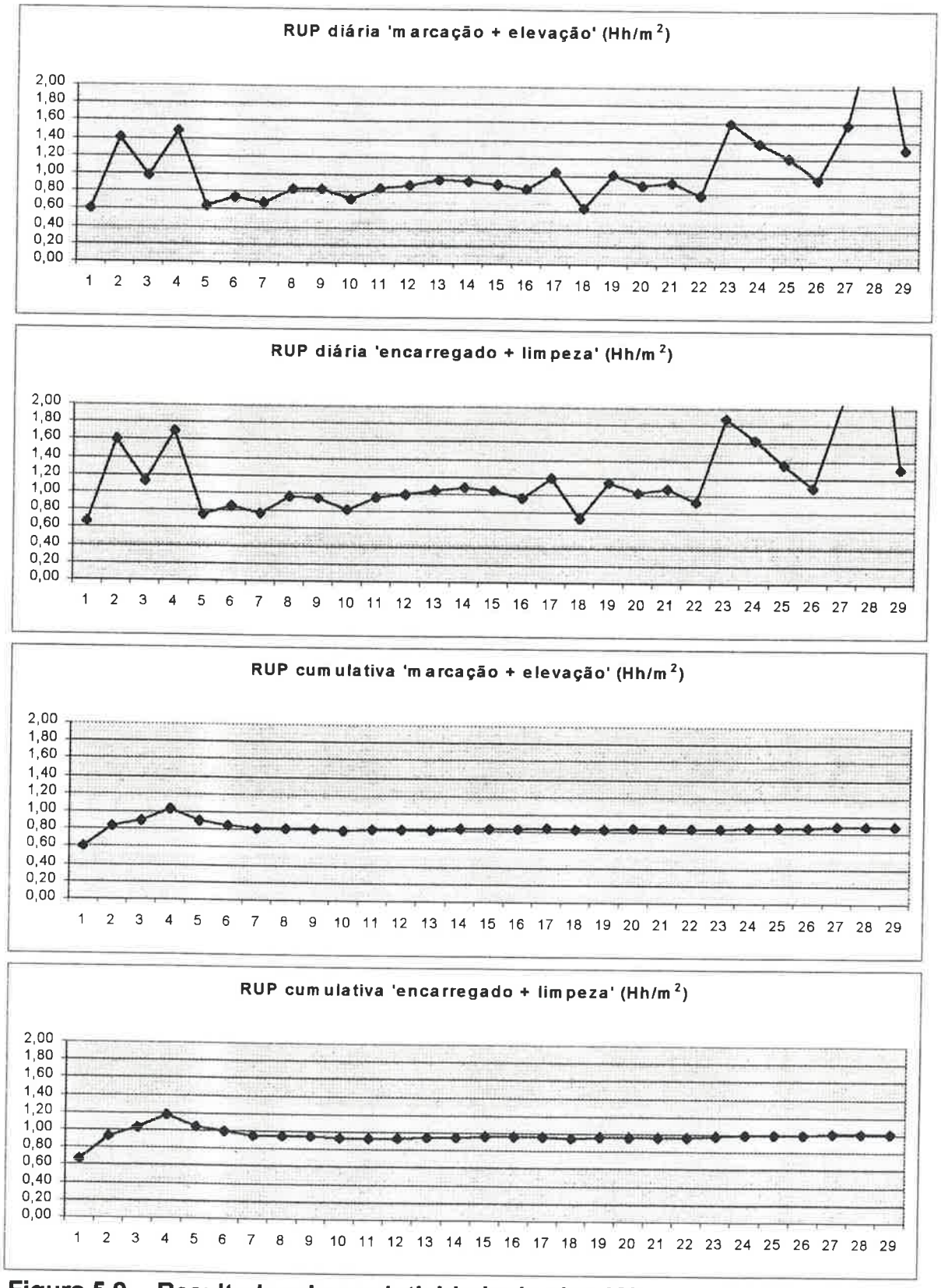


Figura 5.9 Resultados de produtividade da obra 'A'.

5.3.2 Obra 'B'

Tabela 5.4 Resultados da obra 'B'.

Data	Dia	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(enc)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(enc)}$ (Hh/m2)
22-24/10/97	1			0,82	0,98
27/10/97	2	0,92	1,08	0,84	1,00
28/10/97	3	0,88	1,03	0,85	1,01
29/10/97	4	0,73	0,85	0,83	0,98
30/10/97	5	0,73	0,86	0,81	0,95
31/10/97	6	1,01	1,18	0,83	0,98
03/11/97	7	1,16	1,39	0,86	1,01
04/11/97	8	0,86	1,03	0,86	1,01
05/11/97	9	0,49	0,59	0,81	0,95
06/11/97	10	0,72	0,87	0,80	0,95
07/11/97	11	0,69	0,83	0,79	0,94
10/11/97	12	1,13	1,36	0,81	0,96
11/11/97	13	0,41	0,49	0,76	0,90
12/11/97	14	1,03	1,23	0,77	0,92
13/11/97	15	0,74	0,89	0,77	0,92
14/11/97	16	1,56	1,87	0,79	0,94
17/11/97	17	1,49	1,79	0,81	0,96
18/11/97	18	0,73	0,88	0,81	0,96
19/11/97	19	1,11	1,33	0,82	0,97
20/11/97	20	0,91	1,10	0,82	0,98
21/11/97	21	1,26	1,51	0,83	0,99
24/11/97	22	1,58	1,89	0,85	1,01
25/11/97	23	2,16	2,59	0,87	1,03
27/11/97	24	0,47	0,56	0,84	1,00
28/11/97	25	0,60	0,72	0,83	0,99
29/11/97	26	3,04	3,65	0,85	1,01
01/12/97	27	0,58	0,58	0,83	0,99
02/12/97	28	1,86	2,23	0,85	1,01
03/12/97	29	1,54	1,85	0,86	1,02
04/12/97	30	1,11	1,33	0,87	1,03
05/12/97	31	0,50	0,60	0,85	1,01
06/12/97	32	1,20	1,44	0,86	1,02
08/12/97	33	1,24	1,49	0,86	1,03
09/12/97	34	1,02	1,22	0,87	1,03
10/12/97	35	1,83	2,19	0,88	1,05
11/12/97	36	1,43	1,72	0,89	1,06
15/12/97	37	3,18	3,97	0,90	1,08
16/12/97	38	2,90	3,47	0,92	1,09
17/12/97	39	1,56	1,87	0,93	1,11
18/12/97	40	1,58	1,89	0,94	1,12
05/01/98	41	0,55	0,66	0,92	1,10
06/01/98	42	0,82	0,98	0,92	1,10
07/01/98	43	0,59	0,70	0,91	1,08
08/01/98	44	0,73	0,87	0,90	1,08
09/01/98	45	1,14	1,43	0,91	1,08
12/01/98	46	0,62	0,77	0,90	1,07
13/01/98	47	1,73	2,08	0,91	1,08
14/01/98	48	0,59	0,71	0,90	1,07
15/01/98	49	0,61	0,73	0,89	1,06
16/01/98	50	0,71	0,85	0,89	1,06
19/01/98	51	0,71	0,89	0,88	1,05
20/01/98	52	1,09	1,30	0,89	1,06
21/01/98	53	1,41	1,70	0,89	1,07
22/01/98	54	1,21	1,45	0,90	1,07
23/01/98	55	0,99	1,19	0,90	1,07
26/01/98	56	0,97	1,16	0,90	1,07
27/01/98	57	0,65	0,78	0,89	1,07
28/01/98	58	0,53	0,64	0,88	1,06
29/01/98	59	0,84	1,00	0,88	1,05
30/01/98	60	0,67	0,81	0,88	1,05
02/02/98	61	1,29	1,54	0,88	1,06
03/02/98	62	0,81	0,97	0,88	1,05
04/02/98	63	0,73	0,87	0,88	1,05
05/02/98	64	1,15	1,38	0,88	1,05
06/02/98	65	1,30	1,56	0,89	1,06
09/02/98	66	3,59	4,30	0,90	1,07
10/02/98	67	1,54	1,84	0,90	1,08
11/02/98	68	1,86	2,23	0,91	1,09
12/02/98	69	3,53	4,23	0,92	1,10

RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	0,70
RUP potencial $_{(enc)}$ (Hh/m^2)	0,84

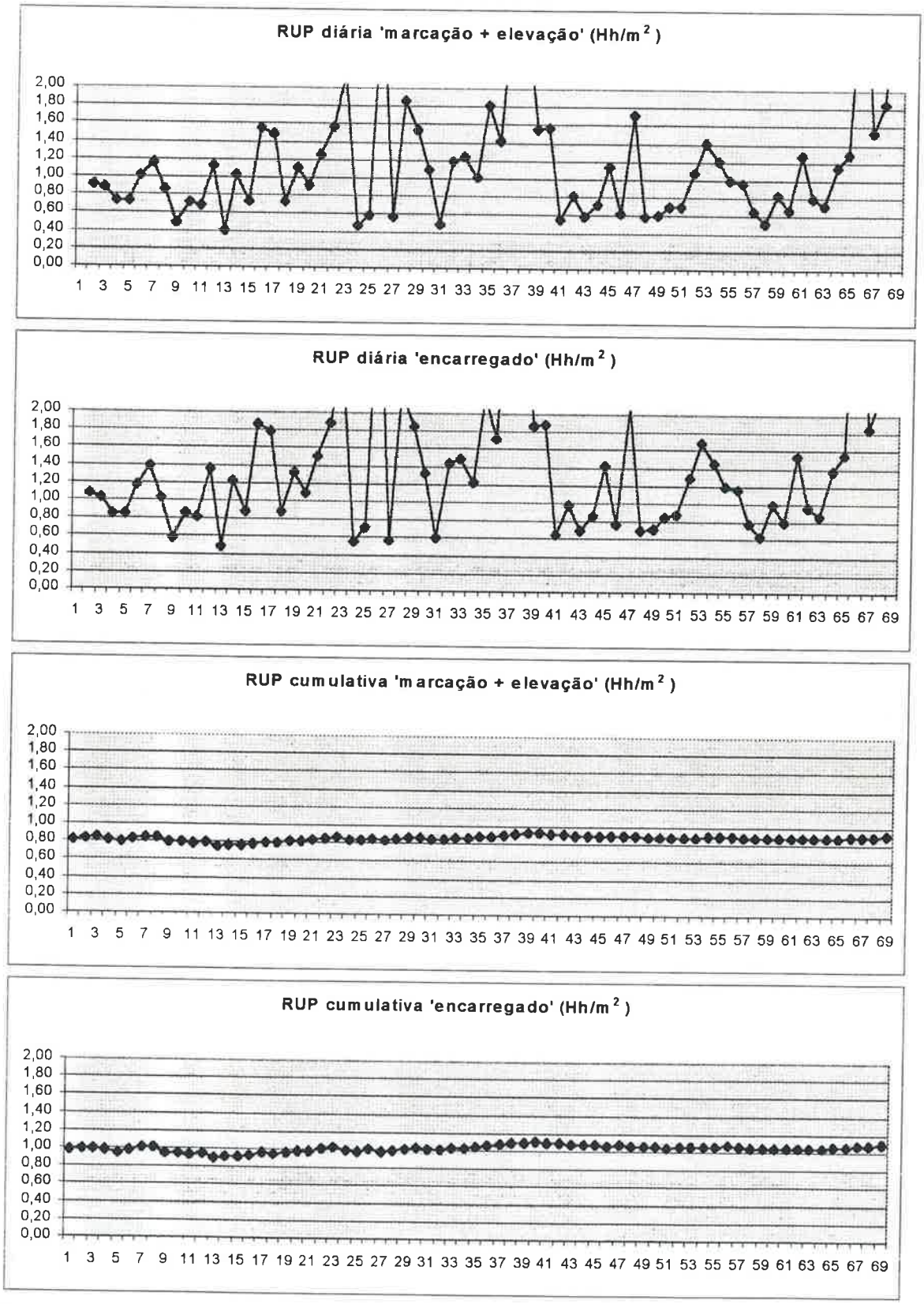


Figura 5.10 Resultados de produtividade da obra 'B'.

5.3.3 Obras 'C1' e 'C2'

Tabela 5.5 Resultados da obra 'C1'.

Data	Dia	$RUPd_{total}$ (Hh/m2)	$RUPc_{total}$ (Hh/m2)
06/11/97	1	1,53	1,53
07/11/97	2	0,98	1,23
10/11/97	3	6,27	1,62
11/11/97	4	1,23	1,50
12/11/97	5	9,09	1,70
13/11/97	6	1,27	1,60
14/11/97	7	1,25	1,54
17/11/97	8		1,75
18/11/97	9	1,25	1,71
19/11/97	10	2,20	1,74

RUP potencial $_{total}$ (Hh/m^2)	1,25

Tabela 5.6 Resultados da obra 'C2'.

Data	Dia	$RUPd_{(m+e+g)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{total}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e+g)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{total}$ (Hh/m2)
19/01/98	1	0,48	1,12	0,48	1,12
20/01/98	2	0,41	0,66	0,43	0,81
21/01/98	3	0,68	0,81	0,50	0,81
22/01/98	4	2,13	2,37	0,71	1,00
23/01/98	5	1,50	1,79	0,82	1,12
26/01/98	6	0,93	1,04	0,84	1,10
27/01/98	7	1,23	1,38	0,89	1,14
28/01/98	8	1,32	1,67	0,92	1,18
29/01/98	9	0,85	0,93	0,92	1,16
30/01/98	10			0,96	1,21

RUP potencial $_{(m+e+g)}$ (Hh/m^2)	0,68
RUP potencial $_{total}$ (Hh/m^2)	0,93

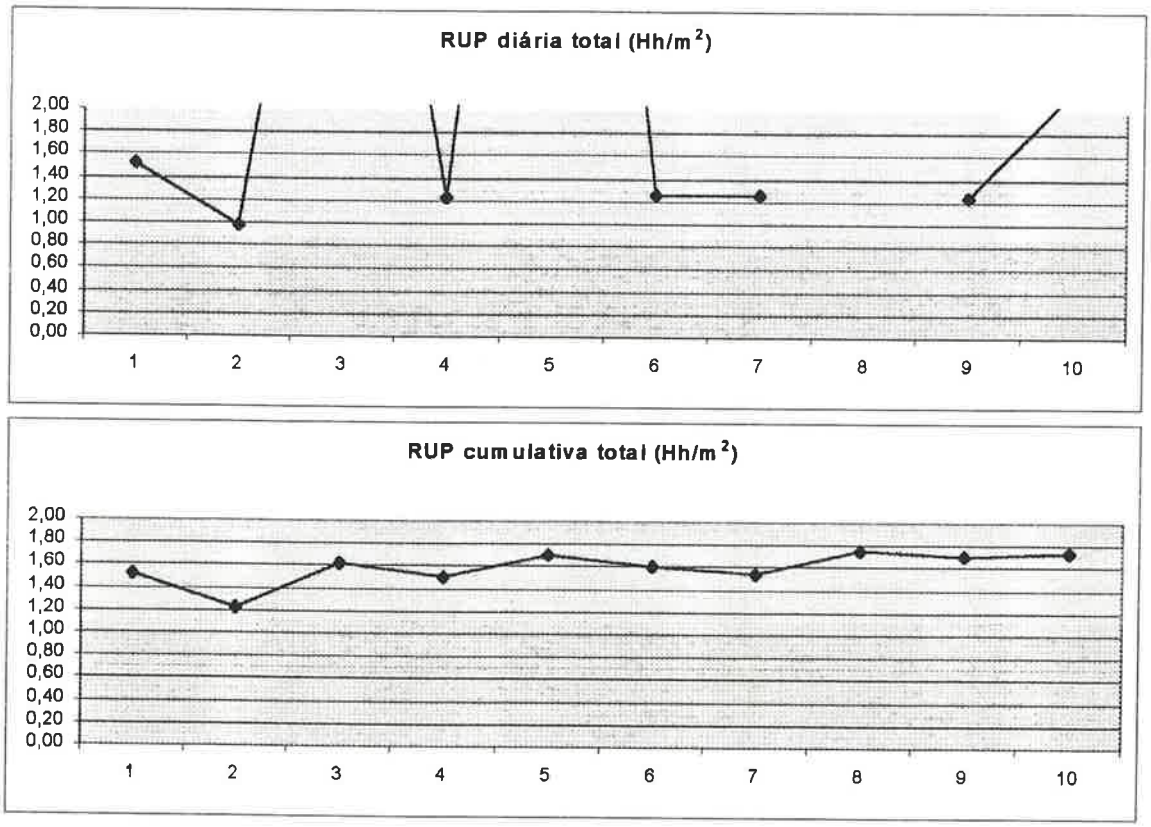


Figura 5.11 Resultados de produtividade da obra 'C1'.

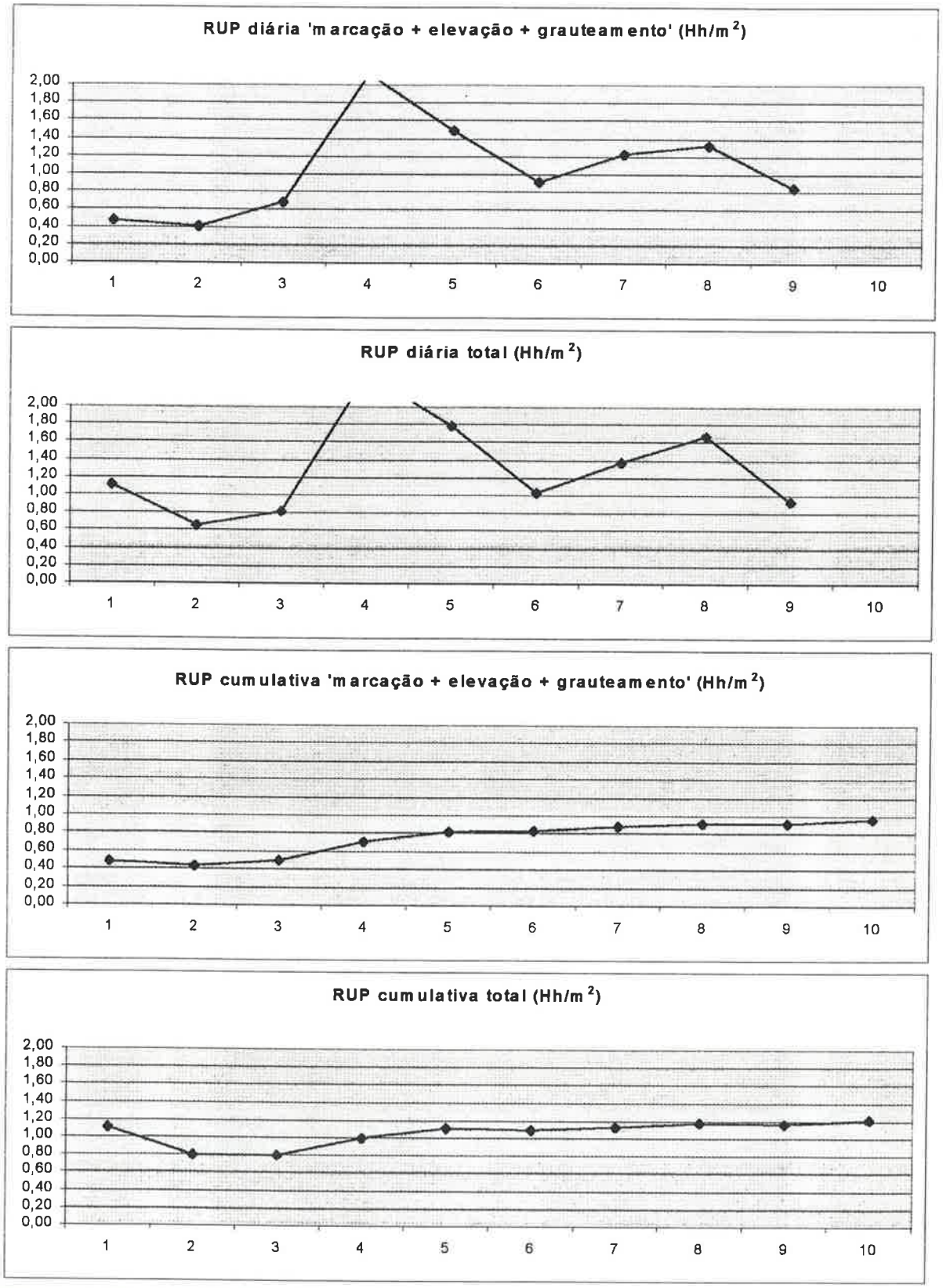


Figura 5.12 Resultados de produtividade da obra 'C2'.

5.3.4 Obra 'D'

Tabela 5.7 Resultados da obra 'D'.

Data	Dia	$RUPd_{total}$	$RUPc_{total}$
27/10/97	1	1,41	1,41
28/10/97	2	1,18	1,29
29/10/97	3	1,80	1,42
30/10/97	4	1,28	1,38
31/10/97	5	1,18	1,34
03/11/97	6	1,24	1,32
04/11/97	7	1,16	1,31
05/11/97	8	1,16	1,29
06/11/97	9	1,21	1,28
07/11/97	10	1,28	1,28
10/11/97	11	6,19	1,44
11/11/97	12	1,96	1,50
12/11/97	13	10,45	1,66
13/11/97	14	2,60	1,73
14/11/97	15	2,44	1,79
18/11/97	16	2,08	1,81
19/11/97	17	1,88	1,82
20/11/97	18	1,31	1,78
24/11/97	19	3,25	1,84
25/11/97	20	2,62	1,88
26/11/97	21	3,11	1,93
27/11/97	22	1,53	1,91
01/12/97	23	3,45	1,96
03/12/97	24	3,82	2,02
04/12/97	25	1,67	2,00
05/12/97	26	1,56	1,97
08/12/97	27	1,96	1,97
09/12/97	28	1,09	1,95
10/12/97	29	2,23	1,96
11/12/97	30	1,80	1,96
12/12/97	31	3,09	1,98
15/12/97	32	1,80	1,98

$RUPpotencial_{total}$ (Hh/m^2)	1,36

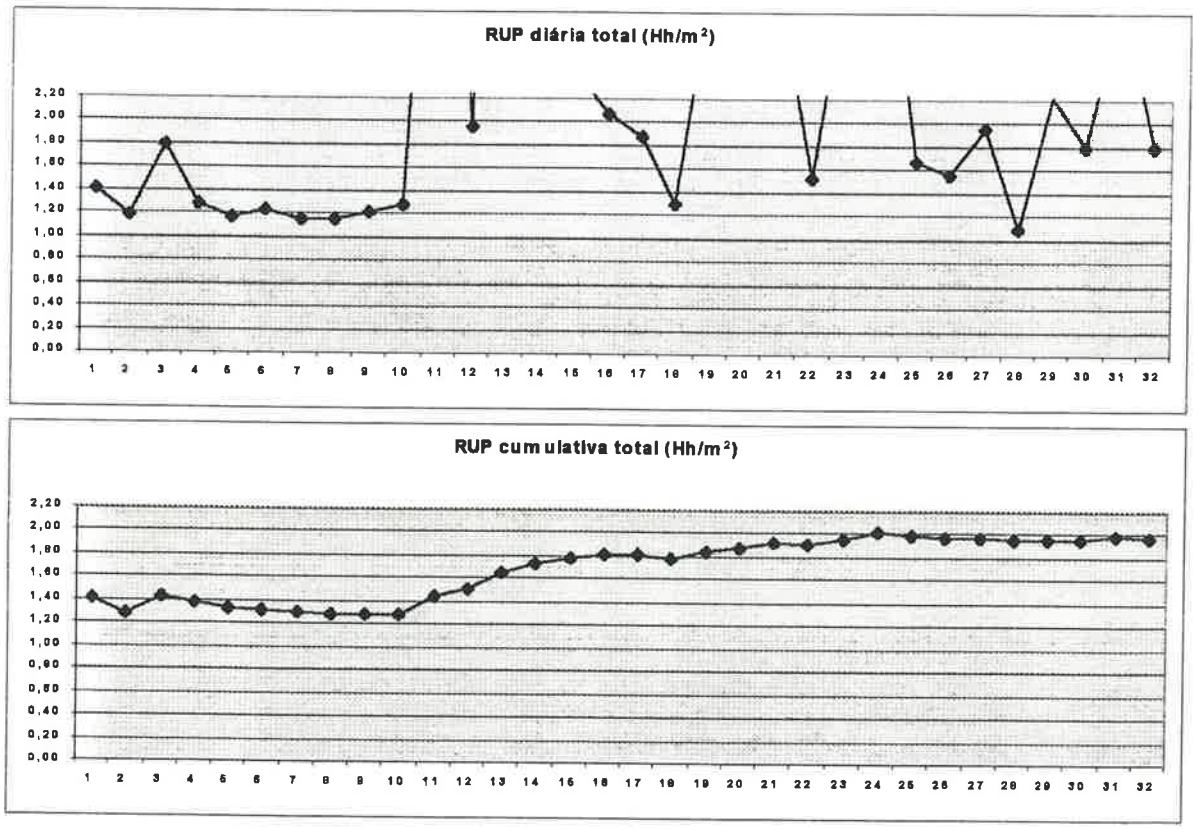


Figura 5.13 Resultados de produtividade da obra 'D'.

5.3.5 Obra 'E'

Tabela 5.8 Resultados da obra 'E'.

Data	Dia	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(enc+limp)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(total)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(enc+limp)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(total)}$ (Hh/m2)
21/05/98	1	0,81	0,71	0,80	0,99	1,20	0,81	0,71	0,80	0,99	1,20
22/05/98	2	0,47	0,69	0,77	0,96	1,23	0,60	0,70	0,79	0,97	1,21
23/05/98	3					100,00	0,60	0,70	0,79	1,01	1,52
25/05/98	4	0,32	1,54	1,46	1,96	2,71	0,46	0,81	0,90	1,16	1,72
26/05/98	5	0,12	1,06	0,97	1,10	1,40	0,33	0,88	0,92	1,14	1,62
27/05/98	6	0,28	0,31	0,39	0,54	0,72	0,31	0,67	0,73	0,92	1,30
28/05/98	7	0,20	0,80	0,80	0,99	1,34	0,28	0,69	0,74	0,94	1,31
29/05/98	8	0,59	1,86	1,92	2,36	3,23	0,30	0,76	0,81	1,02	1,42
01/06/98	9		1,96	1,96	2,59	5,73	0,30	0,81	0,85	1,07	1,56
02/06/98	10	0,12	1,17	1,04	1,30	2,25	0,28	0,84	0,87	1,10	1,63
03/06/98	11	0,23	0,91	0,91	1,05	1,26	0,27	0,85	0,88	1,09	1,57
04/06/98	12	0,92	3,31	3,33	3,85	4,61	0,29	0,96	0,98	1,20	1,70
05/06/98	13	0,00	1,01	0,82	1,02	1,76	0,25	0,96	0,96	1,19	1,70
06/06/98	14					100,00	0,25	0,96	0,96	1,20	1,76
08/06/98	15	0,16	0,83	0,81	0,92	1,10	0,24	0,95	0,95	1,17	1,69
09/06/98	16	0,00	1,16	1,03	1,19	1,47	0,23	0,96	0,95	1,17	1,68
10/06/98	17	0,63	0,63	0,97	1,43	2,28	0,24	0,96	0,95	1,18	1,70
11-15/06/98	18						0,22	0,95	0,94	1,13	1,75
16/06/98	19	0,22	0,89	0,89	1,05	1,29	0,22	0,95	0,93	1,13	1,73
18/06/98	20	0,13	0,40	0,41	0,47	0,60	0,21	0,88	0,87	1,06	1,60
22/06/98	21	0,37	0,65	0,71	0,77	1,11	0,22	0,86	0,86	1,03	1,55
23/06/98	22	0,36	0,88	0,93	1,09	1,34	0,23	0,86	0,86	1,03	1,54
24/06/98	23	0,42	0,83	0,91	1,05	1,31	0,23	0,86	0,86	1,03	1,53
25-26/06/98	24						0,24	0,86	0,87	1,03	1,53
27/06/98	25					100,00	0,24	0,86	0,87	1,04	1,54
29-30/06/98	26						0,24	0,86	0,87	1,04	1,56
01/07/98	27	1,26	0,67	0,89	1,05	1,32	0,25	0,86	0,87	1,04	1,55
02/07/98	28		0,97	1,33	1,45	1,87	0,27	0,86	0,88	1,05	1,56
03-06/07/98	29						0,29	0,88	0,91	1,08	1,60
07/07/98	30		1,82	1,82	2,23	2,69	0,29	0,89	0,91	1,09	1,61
08/07/98	31		0,77	0,77	0,92	1,07	0,29	0,89	0,91	1,09	1,60
10/07/98	32		1,35	1,35	1,64	1,93	0,29	0,89	0,91	1,09	1,60
11/07/98	33					100,00	0,29	0,89	0,91	1,10	1,61
13/07/98	34		0,80	0,80	0,95	1,27	0,29	0,89	0,91	1,10	1,61
14/07/98	35		3,07	3,07	3,69	4,92	0,29	0,90	0,92	1,11	1,62
15/07/98	36		1,20	1,20	1,44	1,92	0,29	0,90	0,92	1,11	1,62
16/07/98	37		1,18	1,18	1,41	1,88	0,29	0,91	0,93	1,11	1,62
17/07/98	38		1,29	1,29	1,55	2,07	0,29	0,91	0,93	1,12	1,63
20/07/98	39		2,30	2,30	2,30	3,69	0,29	0,92	0,93	1,12	1,64
21-22/07/98	40						0,29	0,93	0,95	1,14	1,66
23/07/98	41		2,40	2,40	2,40	3,85	0,29	0,94	0,96	1,14	1,67
24/07/98	42		2,59	2,59	2,59	4,20	0,29	0,95	0,96	1,15	1,68

RUP potencial $_{marc}$ (Hh/m)	0,20	RUP potencial $_{(enc+limp)}$ (Hh/m^2)	0,99
RUP potencial $_{elev}$ (Hh/m^2)	0,80	RUP potencial $_{total}$ (Hh/m^2)	1,26
RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	0,80		

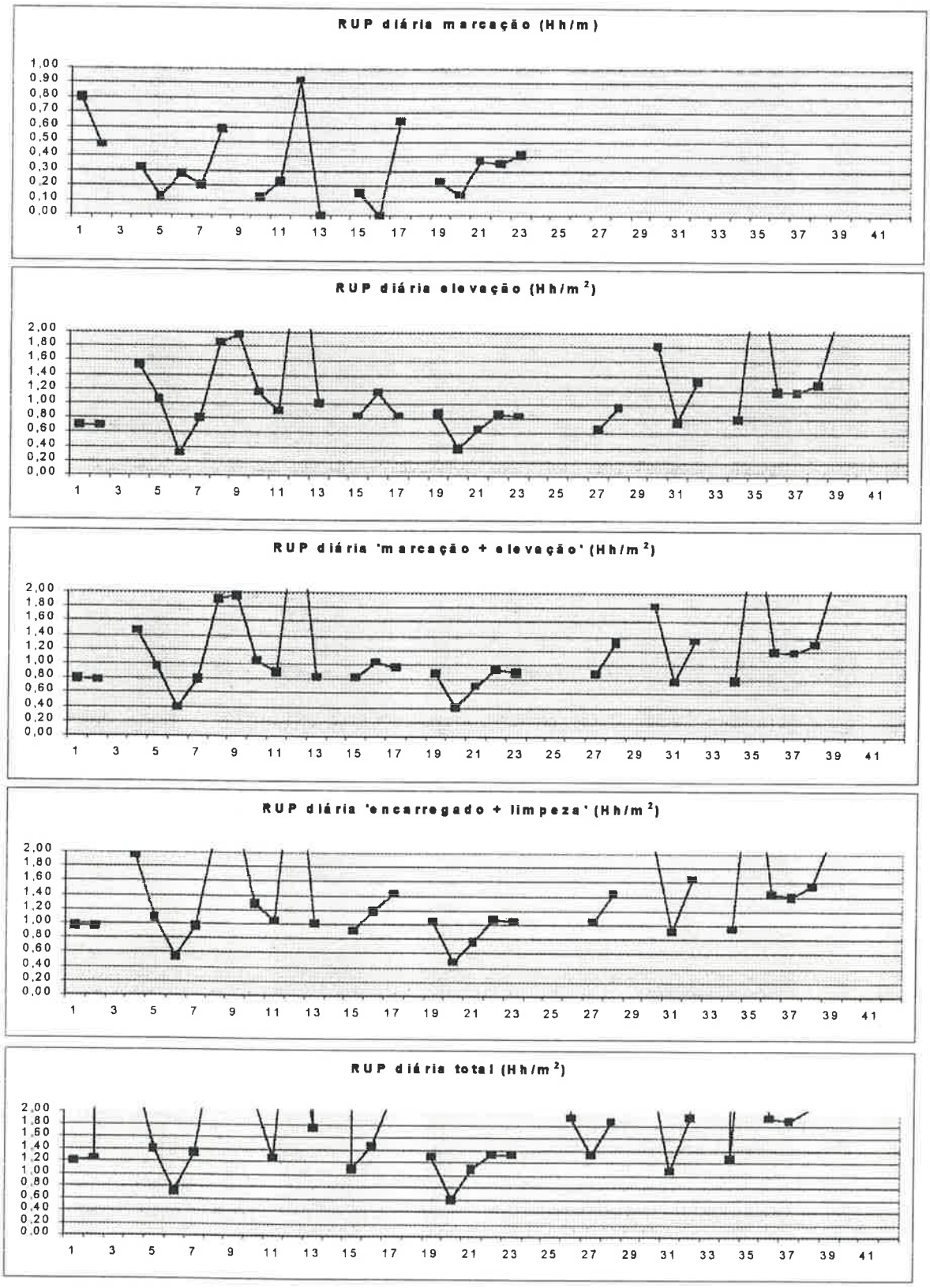


Figura 5.14 Resultados de produtividade diária da obra 'E'.

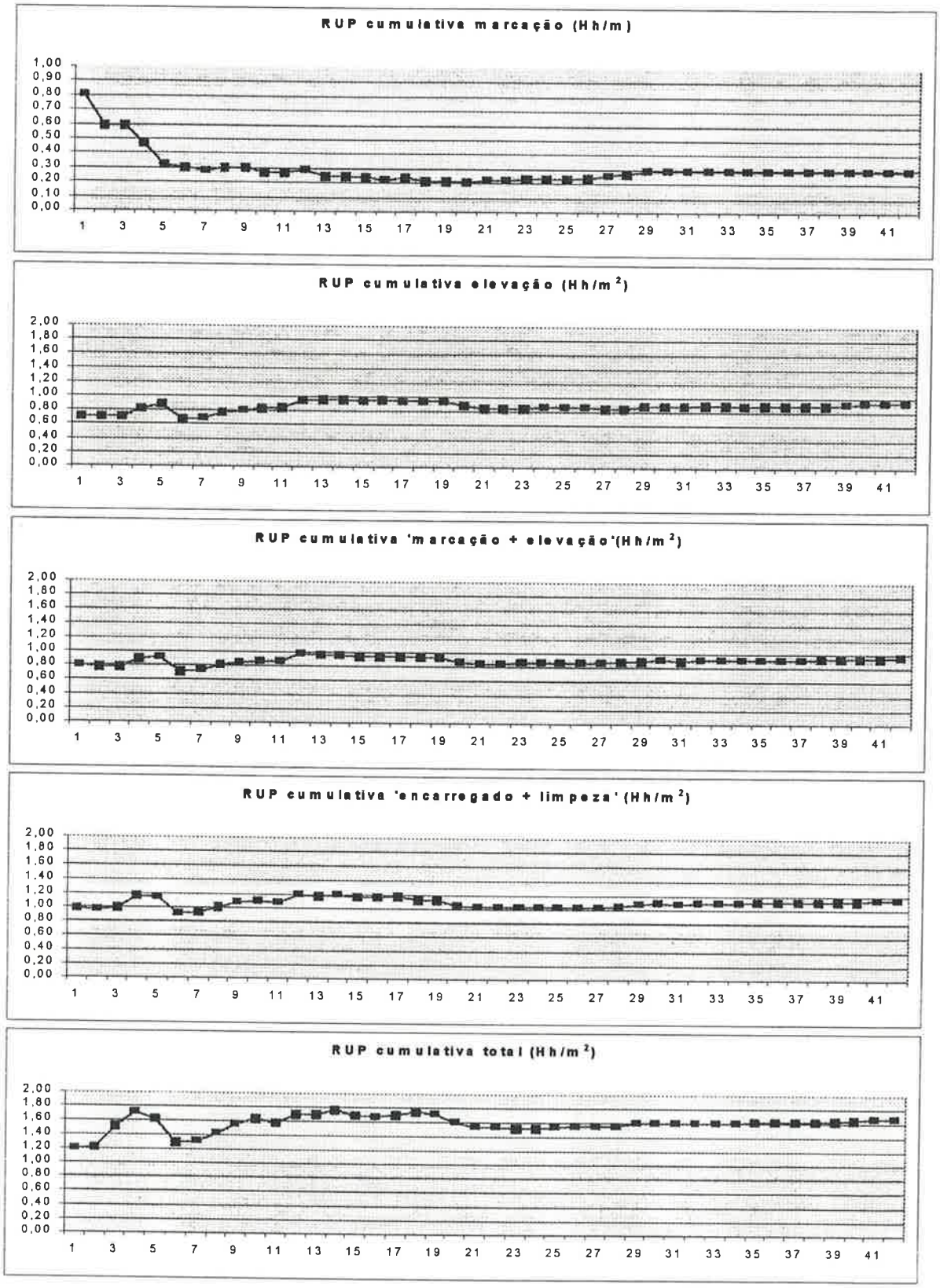


Figura 5.15 Resultados de produtividade cumulativa da obra 'E'.

5.3.6 Obra 'F'

Tabela 5.9 Resultados da obra 'F'.

Data	Dia	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{enc}$ (Hh/m2)	$RUPd_{total}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{enc}$ (Hh/m2)	$RUPc_{total}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	0,69		3,43	3,43	4,42	0,69		2,64	3,43	4,42
20/05/98	2	0,29		1,47	1,47	1,97	0,42		1,63	2,12	2,78
21/05/98	3	0,24		1,20	1,20	1,41	0,34		1,31	1,71	2,16
22/05/98	4	0,12		0,58	0,58	0,58	0,28		1,06	1,38	1,70
26/05/98	5						0,28		1,06	1,38	2,08
27/05/98	6						0,28		1,06	1,38	2,33
28/05/98	7		1,48	1,48	1,48	1,48	0,28	1,48	1,13	1,40	2,15
29/05/98	8		0,70	0,70	0,70	0,70	0,28	0,95	1,02	1,19	1,71
30/05/98	9		0,91	0,91	0,91	0,91	0,28	0,94	1,00	1,13	1,56
01/06/98	10		0,72	0,72	0,72	1,15	0,28	0,87	0,95	1,05	1,48
02/06/98	11	0,81	0,77	1,50	1,50	1,86	0,35	0,84	1,04	1,14	1,55
03/06/98	12	0,83	1,24	2,31	2,31	2,92	0,40	0,88	1,15	1,26	1,70
04/06/98	13	0,81	0,61	1,39	1,39	1,56	0,45	0,84	1,17	1,28	1,68
05/06/98	14	0,73	1,45	1,95	1,95	2,62	0,46	0,89	1,22	1,33	1,75
08/06/98	15	0,35	0,44	0,83	0,83	0,83	0,44	0,79	1,12	1,23	1,55
09/06/98	16		1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	0,83	1,10	1,19	1,47
10/06/98	17		0,78	0,78	0,78	0,78	0,44	0,83	1,09	1,17	1,43
12/06/98	18		0,64	0,64	0,64	2,25	0,44	0,82	1,07	1,14	1,48
13/06/98	19		1,39	2,51	2,51	2,51	0,46	0,83	1,09	1,17	1,49
15/06/98	20	0,05	0,96	0,90	0,90	0,90	0,44	0,85	1,06	1,13	1,42
16/06/98	21		1,65	1,65	1,65	1,65	0,44	0,90	1,09	1,16	1,43
17/06/98	22		1,29	1,29	1,29	1,29	0,44	0,93	1,10	1,17	1,42
18/06/98	23		1,82	1,82	1,82	1,82	0,44	0,99	1,14	1,20	1,44
19/06/98	24	0,57	1,24	1,25	1,25	1,25	0,44	1,01	1,15	1,20	1,43
22/06/98	25	0,55	2,00	2,05	2,30	4,09	0,44	1,05	1,18	1,24	1,53
23/06/98	26		1,20	1,20	1,35	2,41	0,44	1,06	1,18	1,25	1,57
24/06/98	27	0,47	1,14	1,25	1,40	2,68	0,44	1,06	1,18	1,26	1,63
25/06/98	28	0,85	0,90	1,06	1,14	1,06	0,46	1,04	1,17	1,25	1,57
26/06/98	29	0,77	2,06	2,29	2,45	2,29	0,47	1,09	1,21	1,30	1,60
29/06/98	30	2,29	1,03	1,73	1,73	1,73	0,51	1,08	1,23	1,32	1,60
30/06/98	31	0,57	1,69	1,74	1,74	1,77	0,51	1,11	1,25	1,34	1,61
01/07/98	32	3,88	0,51	0,76	0,76	0,96	0,54	1,06	1,22	1,29	1,56
02/07/98	33	0,03	1,28	1,19	1,19	1,23	0,52	1,07	1,21	1,29	1,54
03/07/98	34	0,41	1,25	1,28	1,28	1,28	0,52	1,08	1,22	1,28	1,53
04/07/98	35		1,14	1,14	1,14	2,28	0,52	1,08	1,22	1,28	1,53
06/07/98	36	0,05	1,68	1,63	1,63	2,13	0,52	1,11	1,23	1,30	1,56
07/07/98	37	0,32	1,33	1,41	1,41	1,41	0,50	1,11	1,23	1,30	1,55
08/07/98	38	0,33	1,38	1,45	1,45	1,52	0,48	1,13	1,24	1,31	1,55
09/07/98	39		1,03	1,03	1,03	1,03	0,48	1,12	1,24	1,31	1,54
10/07/98	40	0,12	0,91	0,88	0,88	0,92	0,46	1,11	1,21	1,28	1,51
13/07/98	41	0,23	1,37	1,36	1,36	1,76	0,46	1,12	1,22	1,28	1,51
14/07/98	42	0,05	1,30	1,26	1,26	2,28	0,45	1,13	1,22	1,28	1,54
15/07/98	43	0,39	1,21	1,25	1,25	1,36	0,45	1,13	1,22	1,28	1,53
16/07/98	44	0,40	1,13	1,34	1,43	1,43	0,45	1,13	1,22	1,29	1,52
17/07/98	45	0,34	1,04	1,19	1,26	1,26	0,44	1,13	1,22	1,29	1,51
18/07/98	46	0,15	1,59	1,50	1,59	1,59	0,43	1,14	1,22	1,30	1,51
20/07/98	47	0,07	1,09	1,03	1,07	1,10	0,42	1,14	1,21	1,28	1,49
21/07/98	48	0,14	0,87	0,86	0,91	0,91	0,40	1,12	1,19	1,26	1,45
22/07/98	49	0,18	0,84	0,84	0,90	0,92	0,40	1,11	1,17	1,24	1,42
23/07/98	50	0,15	0,85	0,84	0,89	0,93	0,39	1,09	1,15	1,22	1,39
24/07/98	51	0,14	1,21	1,13	1,21	1,23	0,38	1,09	1,15	1,22	1,39
25/07/98	52	0,07	1,51	1,34	1,46	1,46	0,37	1,10	1,15	1,22	1,39
27/07/98	53	0,12	1,95	1,77	1,88	1,88	0,36	1,12	1,16	1,24	1,40
28/07/98	54	0,09	1,21	1,14	1,21	1,27	0,36	1,12	1,16	1,24	1,40
29/07/98	55	0,01	1,00	0,84	0,94	1,38	0,34	1,12	1,15	1,23	1,40
30/07/98	56	0,20	0,88	0,88	0,94	0,94	0,34	1,11	1,14	1,22	1,38
31/07/98	57	0,18	1,08	1,03	1,09	1,09	0,33	1,11	1,14	1,22	1,37
01/08/98	58	0,12	1,21	1,03	1,03	1,03	0,33	1,11	1,13	1,22	1,37
03/08/98	59	0,06	0,79	0,76	0,81	0,82	0,32	1,10	1,12	1,20	1,35
04/08/98	60	0,15	1,08	1,07	1,17	1,46	0,32	1,10	1,12	1,20	1,35
05/08/98	61	0,43	1,00	1,18	1,26	1,26	0,33	1,09	1,12	1,20	1,35
06/08/98	62	0,23	1,39	1,36	1,45	1,45	0,32	1,10	1,12	1,21	1,35
07/08/98	63	0,09	1,25	1,19	1,26	1,29	0,32	1,10	1,12	1,21	1,35
10/08/98	64	0,23	0,99	1,02	1,08	1,08	0,32	1,10	1,12	1,20	1,34
11/08/98	65	0,34	0,86	0,87	0,92	0,96	0,32	1,09	1,11	1,19	1,33
12/08/98	66	0,31	1,27	1,28	1,38	1,66	0,32	1,10	1,11	1,20	1,33
13/08/98	67	0,08	1,12	1,07	1,16	1,30	0,31	1,10	1,11	1,20	1,33

RUP potencial $_{marc}$ (Hh/m)	0,12	RUP potencial $_{enc}$ (Hh/m^2)	0,92
RUP potencial $_{elev}$ (Hh/m^2)	0,89	RUP potencial $_{total}$ (Hh/m^2)	1,03
RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	0,88		

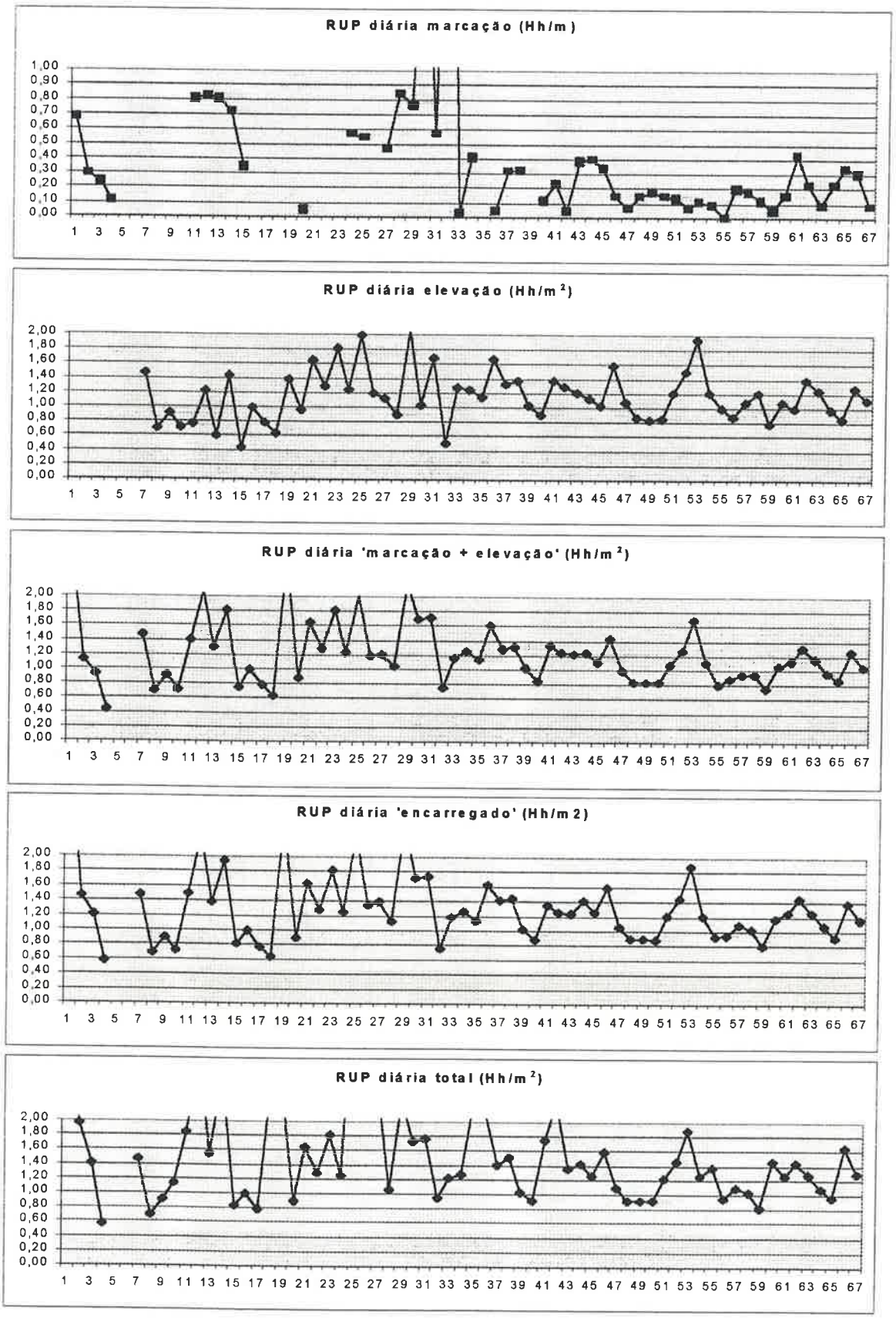


Figura 5.16 Resultados de produtividade diária da obra 'F'.

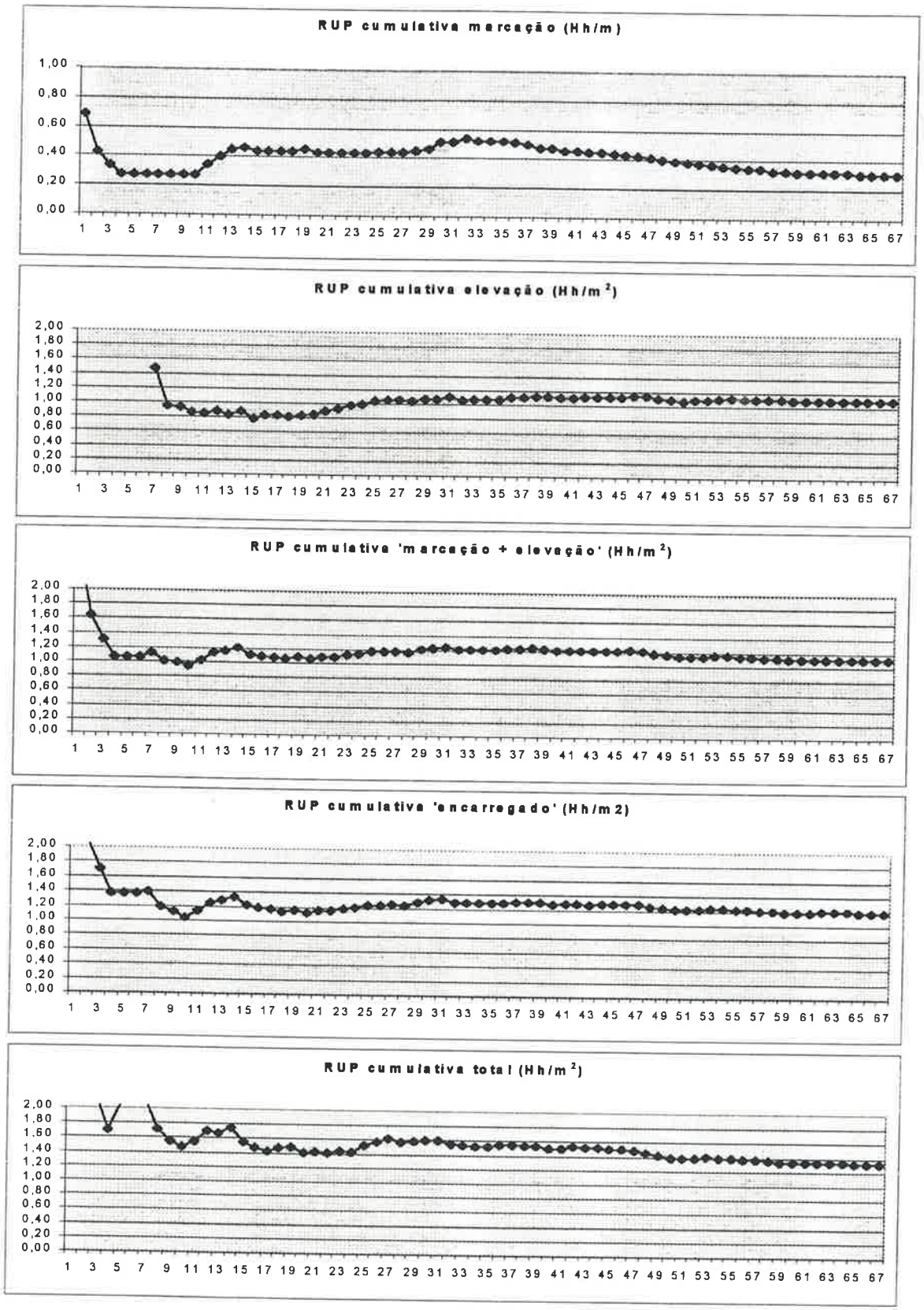


Figura 5.17 Resultados de produtividade cumulativa da obra 'F'.

5.3.7 Obra 'G'

Tabela 5.10 Resultados da obra 'G'.

Data	Dia	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e+g)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{total}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e+g)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{total}$ (Hh/m2)
28/05/98	1		1,01	1,01	1,30	1,44		1,01	1,01	1,30	1,44
29/05/98	2		1,11	1,11	1,43	1,59		1,06	1,06	1,36	1,51
01/06/98	3		0,75	0,75	0,99	1,10		0,93	0,93	1,21	1,34
02/06/98	4		1,43	1,43	1,87	2,07		1,02	1,02	1,33	1,48
03/06/98	5		2,07	2,07	2,35	2,64		1,14	1,14	1,45	1,61
09/06/98	6	0,31		1,54	1,54	1,71	0,31	1,14	1,20	1,46	1,62
10/06/98	7	0,62	0,36	0,75	0,75	0,84	0,37	0,96	1,10	1,30	1,44
12/06/98	8		0,57	0,57	0,57	0,65	0,37	0,86	0,98	1,14	1,27
15/06/98	9		0,58	0,58	0,75	0,83	0,37	0,81	0,92	1,08	1,20
16/06/98	10		1,22	1,22	1,53	1,72	0,37	0,84	0,94	1,10	1,23
17/06/98	11		0,65	0,65	0,83	0,93	0,37	0,82	0,90	1,07	1,20
18/06/98	12		0,63	0,63	0,81	0,90	0,37	0,79	0,87	1,04	1,16
19/06/98	13		1,52	1,52	1,95	2,17	0,37	0,83	0,90	1,08	1,21
20/06/98	14		1,40	1,40	1,98	2,24	0,37	0,84	0,91	1,10	1,22
22/06/98	15		1,12	1,12	1,49	1,68	0,37	0,85	0,92	1,11	1,24
23/06/98	16		1,14	1,14	1,14	2,28	0,37	0,85	0,92	1,11	1,25

RUP potencial $_{elev}$ (Hh/m^2)	0,61
RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	0,64
RUP potencial $_{(m+e+g)}$ (Hh/m^2)	0,78
RUP potencial $_{total}$ (Hh/m^2)	0,87

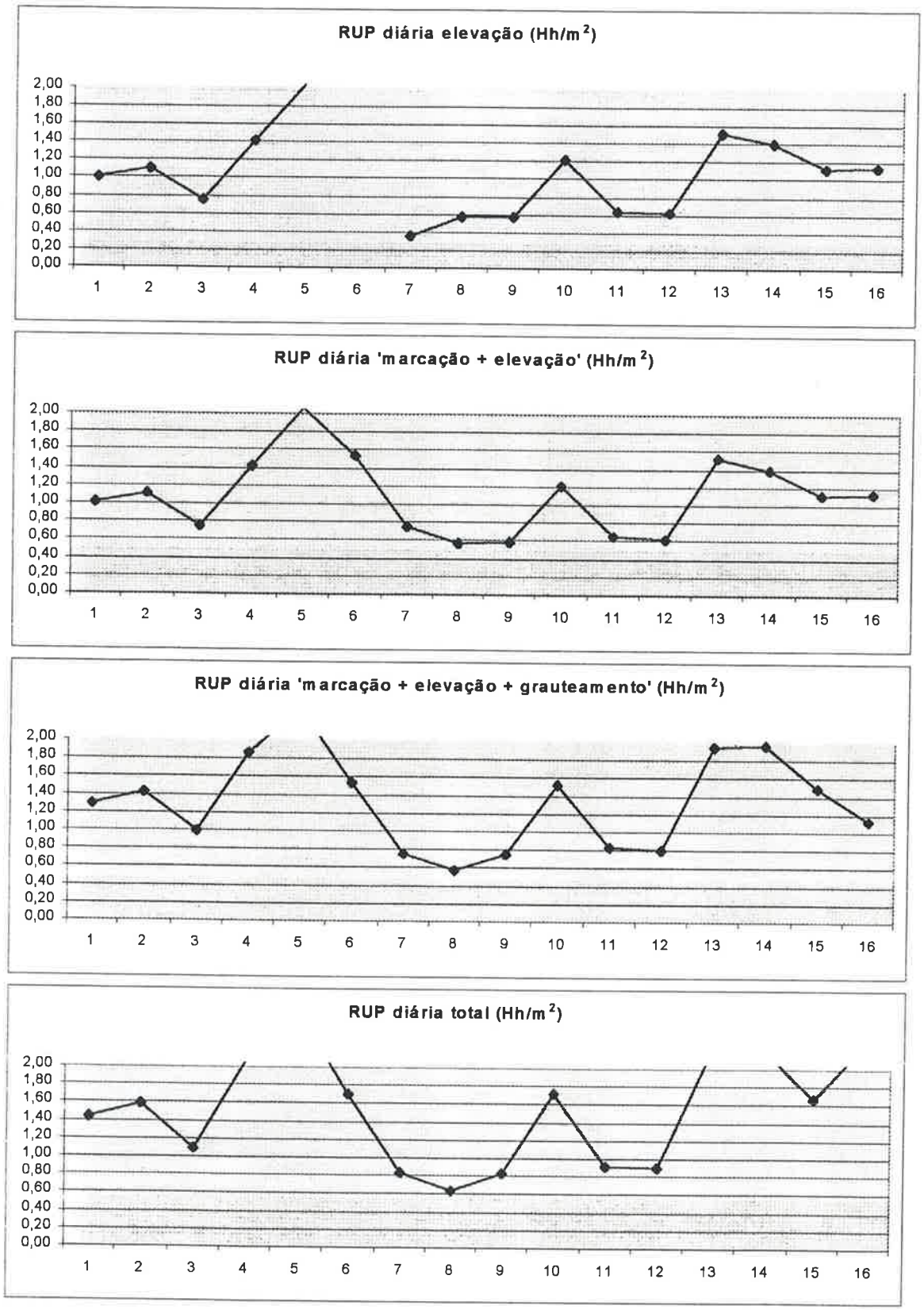


Figura 5.18 Resultados de produtividade diária da obra 'G'.

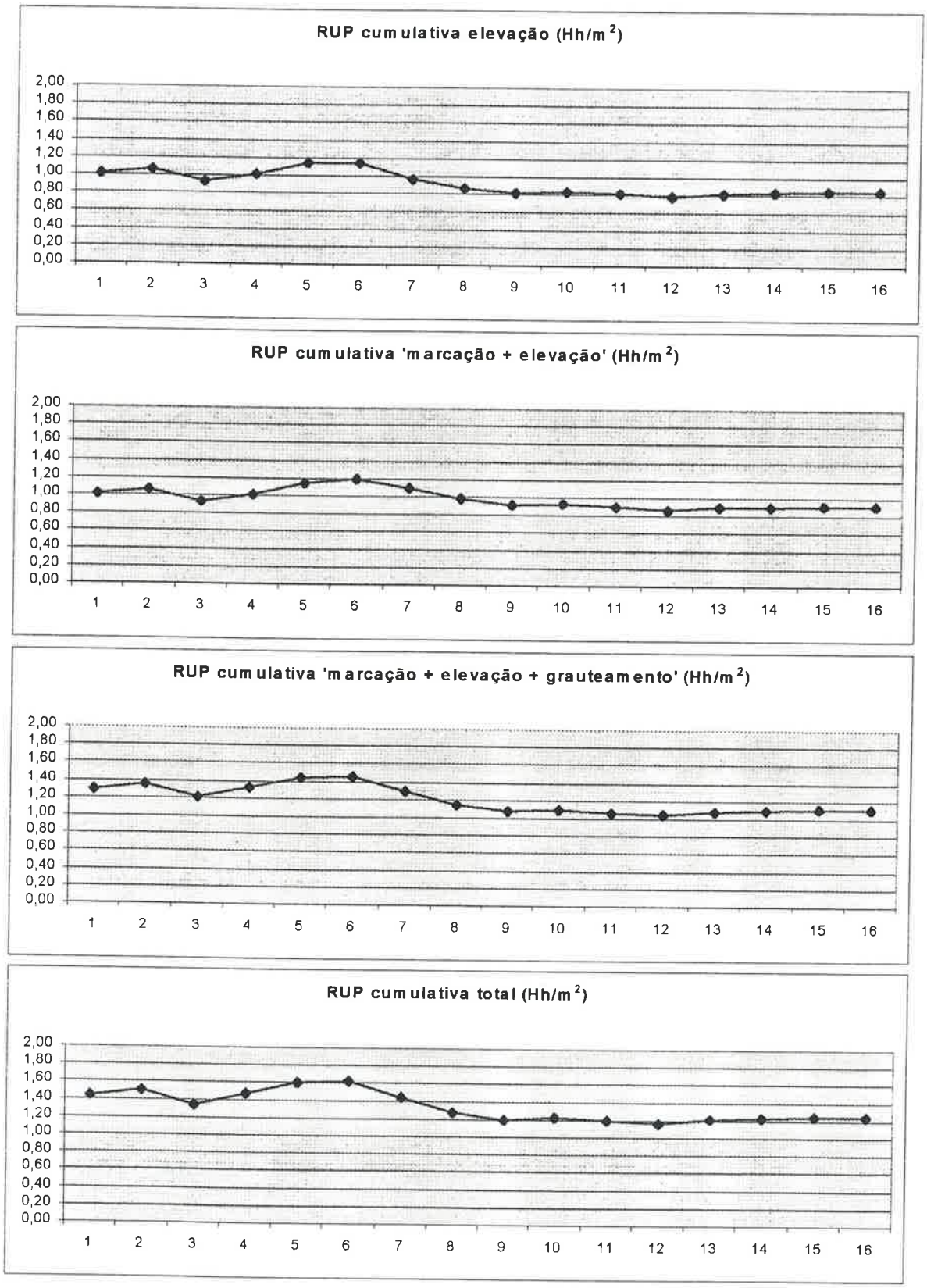


Figura 5.19 Resultados de produtividade cumulativa da obra 'G'.

5.3.8 Obra 'H'

Tabela 5.11 Resultados da equipe 1 da obra 'H'.

Data	Dia	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	0,36	0,83	0,86	0,36	0,83	0,86
20/05/98	2	0,19	1,06	1,00	0,23	0,93	0,93
21/05/98	3	0,22	0,84	0,84	0,23	0,90	0,89
22/05/98	4	0,45	1,19	1,41	0,35	0,93	0,99
25/05/98	5	0,19	0,36	0,40	0,29	0,68	0,74
26/05/98	6	2,51	1,77	1,97	0,33	0,76	0,82
27/05/98	7	0,29	1,08	1,08	0,32	0,79	0,84
28/05/98	8	0,10	0,66	0,61	0,27	0,77	0,81
29/05/98	9	0,33	0,75	0,77	0,27	0,77	0,80
01/06/98	10	0,15	0,40	0,40	0,27	0,69	0,73
02/06/98	11	0,42	0,82	0,82	0,27	0,70	0,73
03/06/98	12	2,25	1,40	1,63	0,30	0,73	0,77
04/06/98	13	0,18	0,69	0,68	0,28	0,73	0,77
05/06/98	14	0,51	0,71	0,75	0,29	0,73	0,76
08/06/98	15	0,24	0,85	0,86	0,28	0,74	0,77
09/06/98	16	0,29	0,70	0,71	0,28	0,73	0,77
10/06/98	17	0,10	1,25	1,18	0,28	0,74	0,78
12/06/98	18	0,24	1,98	1,88	0,28	0,76	0,80
15/06/98	19	0,69	0,24	1,07	0,32	0,75	0,81
16/06/98	20	0,16	0,63	0,62	0,30	0,75	0,80
17/06/98	21	0,26	0,69	0,69	0,30	0,74	0,79
18/06/98	22	0,45	0,70	0,74	0,30	0,74	0,79
19/06/98	23	0,33	0,87	0,89	0,30	0,75	0,79
22-24/06/98	24				0,30	0,80	0,84
25/06/98	25	0,30	0,42	0,51	0,30	0,78	0,82
26-29/06/98	26				0,31	0,79	0,84
30/06/98	27	0,60	0,36	0,76	0,33	0,78	0,84
01/07/98	28		0,64	0,64	0,33	0,77	0,83
02/07/98	29	0,27	1,48	1,36	0,32	0,78	0,84
03/07/98	30		0,72	0,72	0,32	0,78	0,83
06/07/98	31	0,23	0,88	0,88	0,32	0,78	0,84
07/07/98	32		0,53	0,53	0,32	0,78	0,83
08/07/98	33		0,55	0,55	0,32	0,78	0,83
10/07/98	34	0,36	0,86	0,88	0,32	0,78	0,83
13/07/98	35		3,43	3,43	0,32	0,78	0,83
14/07/98	36		1,54	1,54	0,32	0,79	0,84

RUP potencial $_{marc}$ (Hh/m)	**0,22**
RUP potencial $_{elev}$ (Hh/m^2)	**0,64**
RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	**0,68**

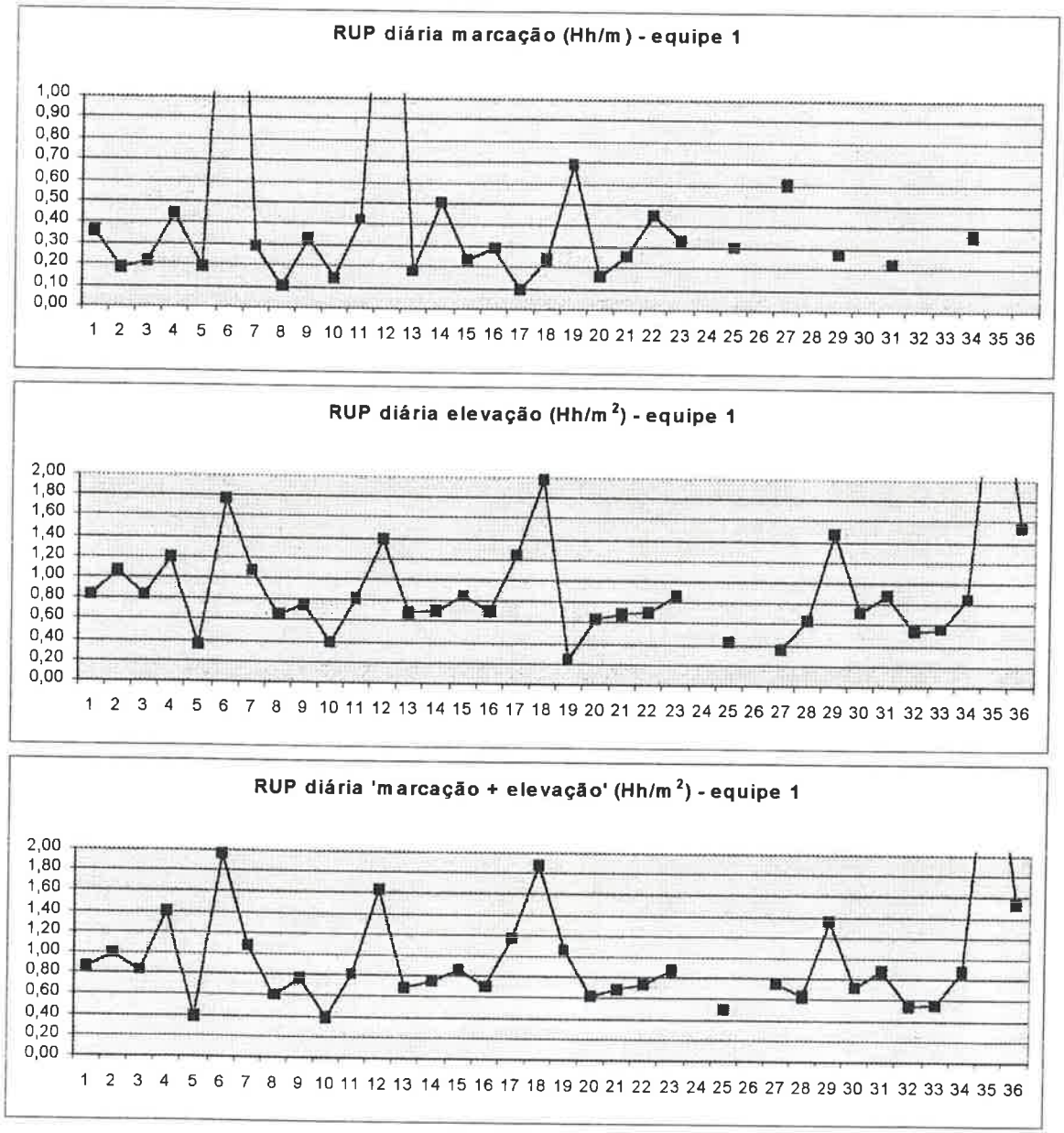


Figura 5.20 Resultados de produtividade diária da equipe 1 da obra 'H'.

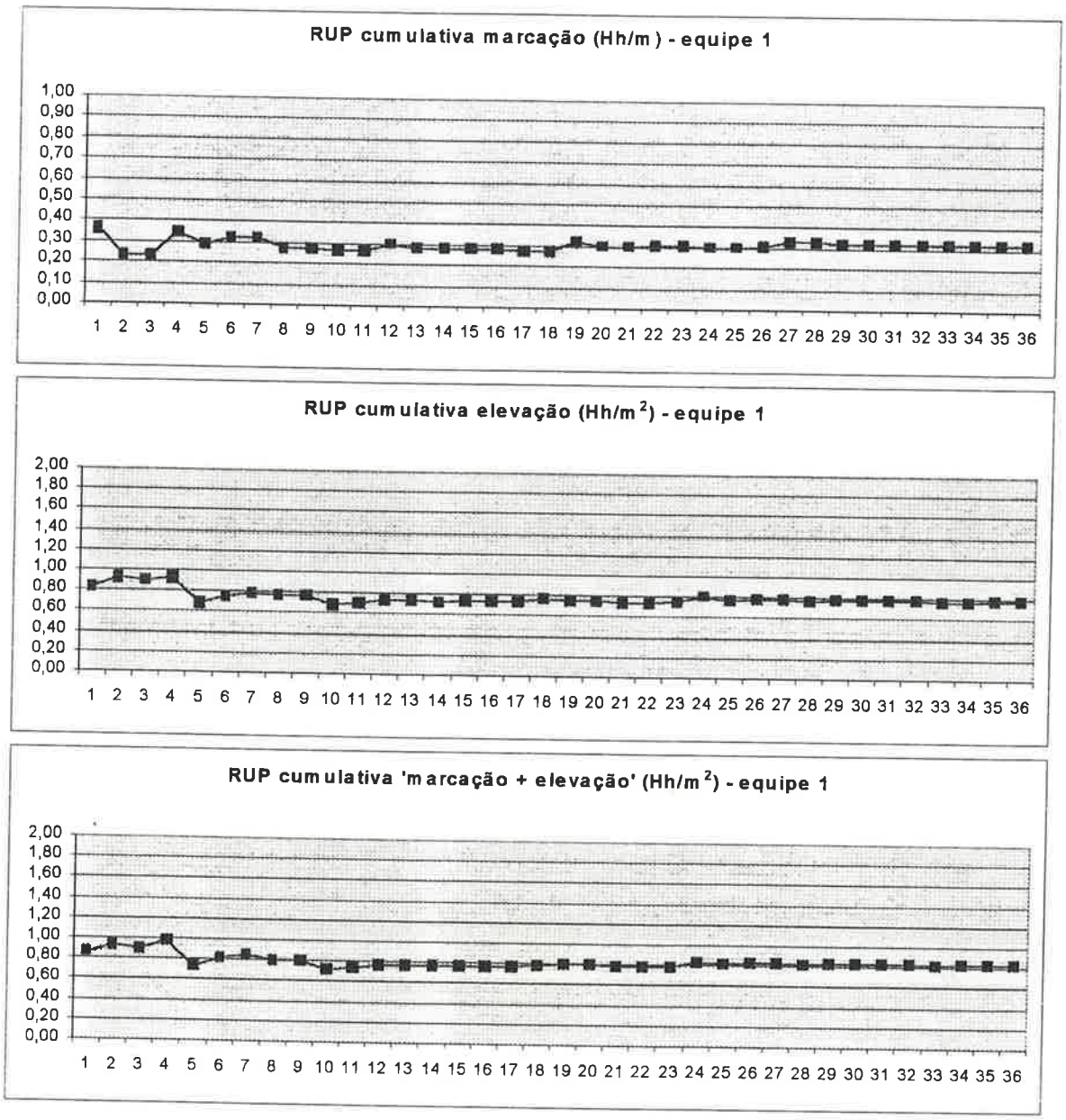


Figura 5.21 Resultados de produtividade cumulativa da equipe 1 da obra 'H'.

Tabela 5.12 Resultados da equipe 2 da obra 'H'.

Data	Dia	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	0,36	0,98	1,22	0,36	0,98	1,22
20/05/98	2	0,20	0,78	0,78	0,35	0,82	0,95
21/05/98	3	0,24	0,37	0,48	0,30	0,59	0,72
22/05/98	4	0,67	0,70	0,88	0,34	0,62	0,75
25/05/98	5	0,32	0,89	0,90	0,34	0,67	0,78
26/05/98	6	2,61	1,09	1,41	0,39	0,72	0,84
27/05/98	7	0,98	3,32	3,40	0,42	0,82	0,94
28/05/98	8	0,33	1,55	1,54	0,42	0,89	0,99
29/05/98	9	0,03	0,88	0,81	0,39	0,89	0,97
01/06/98	10		4,16	4,16	0,39	0,98	1,05
02/06/98	11	0,31	2,31	2,25	0,39	1,05	1,10
03/06/98	12		52,94	52,94	0,39	1,16	1,20
04/06/98	13		0,77	0,77	0,39	1,11	1,15
05/06/98	14		7,92	7,92	0,39	1,19	1,22
08/06/98	15		5,77	5,77	0,39	1,26	1,29
09/06/98	16	0,14	0,83	0,78	0,35	1,22	1,24
10/06/98	17	0,17	0,67	0,66	0,34	1,20	1,21
12/06/98	18	0,13	0,99	0,89	0,31	1,18	1,18
15/06/98	19	0,37	1,05	1,36	0,33	1,18	1,19
16/06/98	20		0,52	0,52	0,33	1,15	1,16
17/06/98	21		0,49	0,49	0,33	1,10	1,12
18/06/98	22	0,40	2,02	2,02	0,33	1,13	1,15
19/06/98	23	0,29	0,89	0,89	0,33	1,12	1,13
22-24/06/98	24				0,30	1,07	1,08
25/06/98	25	0,20	0,59	0,61	0,29	1,04	1,05
26-29/06/98	26				0,31	1,07	1,08
30/06/98	27	0,49	0,57	0,94	0,33	1,05	1,08
01/07/98	28		0,87	0,87	0,33	1,04	1,07
02/07/98	29		0,87	0,87	0,33	1,03	1,06
03/07/98	30	0,40	0,45	0,58	0,33	1,01	1,04
06/07/98	31		0,92	0,92	0,33	1,01	1,04
07/07/98	32		1,16	1,16	0,33	1,01	1,04
10/07/98	33		2,56	2,56	0,33	1,03	1,06
13/07/98	34		5,89	5,89	0,33	1,05	1,08
14/07/98	35		3,44	3,44	0,33	1,06	1,09
16/07/98	36		3,19	3,19	0,33	1,07	1,09

RUP potencial $_{marc}$ (Hh/m)	**0,20**
RUP potencial $_{elev}$ (Hh/m^2)	**0,81**
RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	**0,80**

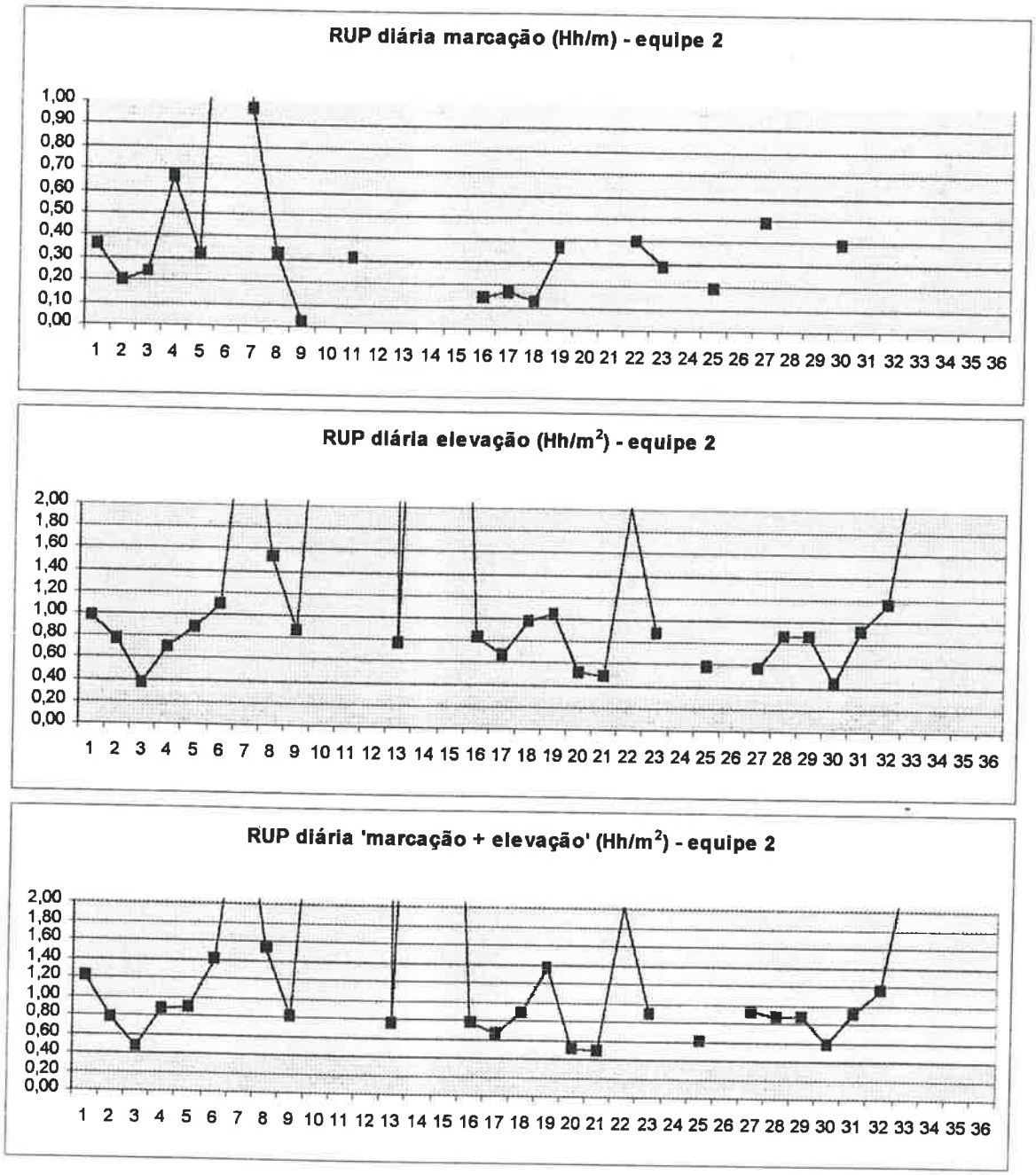


Figura 5.22 Resultados de produtividade diária da equipe 2 da obra 'H'.

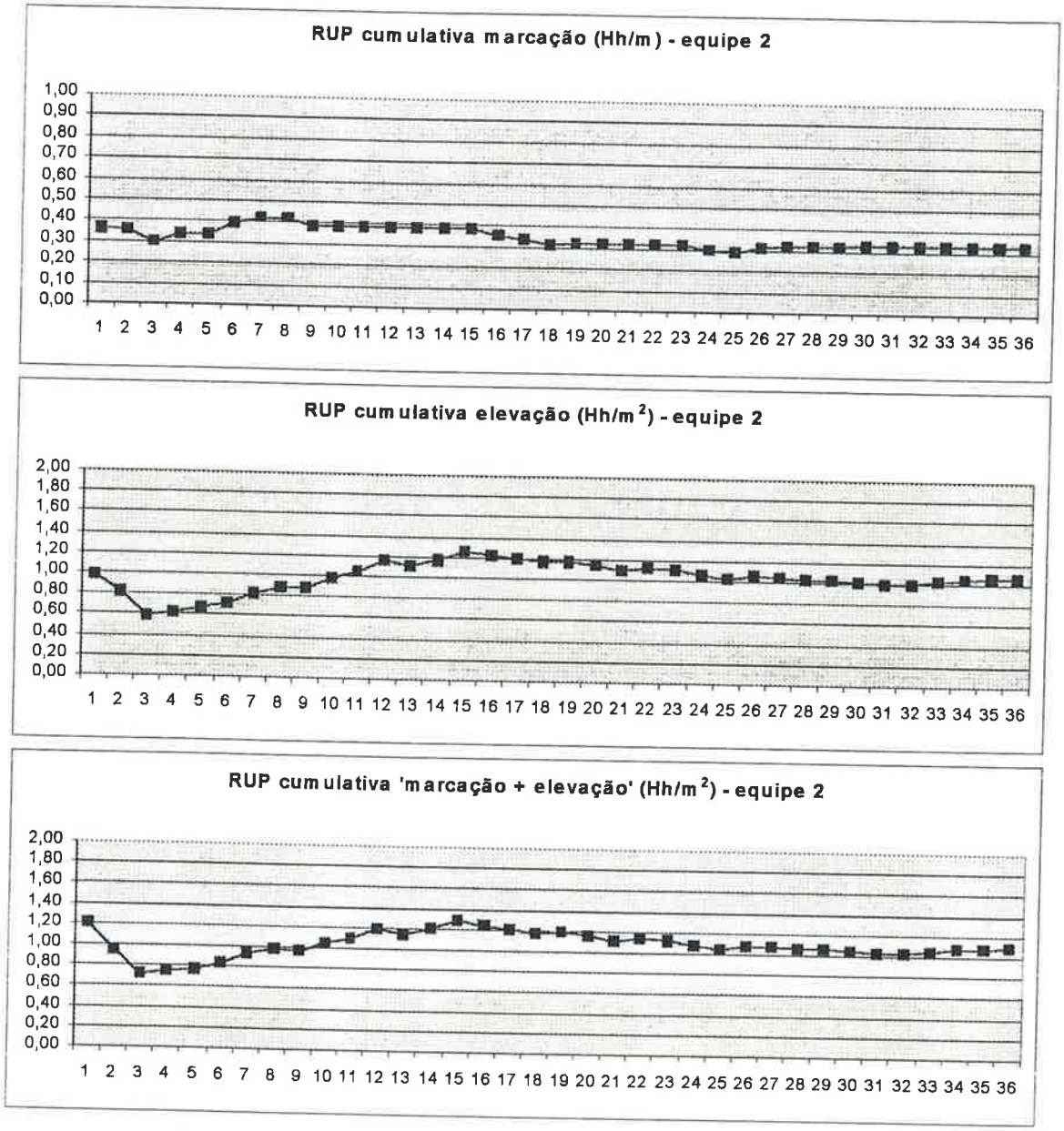


Figura 5.23 Resultados de produtividade cumulativa da equipe 2 da obra 'H'.

Tabela 5.13 Resultados conjuntos das duas equipes da obra 'H'.

Data	Dia	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(total)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(total)}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	0,36	0,87	1,02	1,08	0,36	0,87	1,02	1,14
20/05/98	2	0,19	0,88	0,87	0,94	0,32	0,88	0,94	1,03
21/05/98	3	0,24	0,55	0,61	0,64	0,29	0,73	0,79	0,86
22/05/98	4	0,51	0,83	1,07	1,11	0,34	0,75	0,85	0,91
25/05/98	5	0,20	0,52	0,54	0,58	0,32	0,68	0,76	0,81
26/05/98	6	2,58	1,36	1,63	1,91	0,36	0,74	0,83	0,90
27/05/98	7	0,47	1,71	1,73	1,76	0,37	0,81	0,89	0,96
28/05/98	8	0,13	0,96	0,89	0,95	0,34	0,83	0,89	0,96
29/05/98	9	0,10	0,82	0,79	0,83	0,33	0,82	0,88	0,95
01/06/98	10	0,15	0,75	0,75	0,78	0,33	0,81	0,87	0,93
02/06/98	11	0,33	1,24	1,24	1,32	0,33	0,85	0,89	0,95
03/06/98	12	2,25	3,26	3,43	3,57	0,34	0,90	0,95	1,01
04/06/98	13	0,18	0,76	0,75	0,77	0,33	0,90	0,93	1,00
05/06/98	14	0,51	1,35	1,37	1,66	0,33	0,92	0,96	1,03
08/06/98	15	0,24	1,57	1,45	1,35	0,32	0,95	0,98	1,04
09/06/98	16	0,17	0,76	0,75	0,84	0,31	0,93	0,96	1,03
10/06/98	17	0,15	0,86	0,82	1,20	0,30	0,93	0,96	1,03
12/06/98	18	0,14	1,24	1,12	1,53	0,29	0,95	0,97	1,05
15/06/98	19	0,47	0,38	1,21	1,24	0,32	0,93	0,98	1,06
16/06/98	20	0,16	0,56	0,57	0,72	0,31	0,92	0,96	1,05
17/06/98	21	0,26	0,60	0,60	0,66	0,31	0,90	0,94	1,03
18/06/98	22	0,44	1,12	1,14	1,32	0,31	0,91	0,95	1,04
19/06/98	23	0,32	0,88	0,89	1,01	0,31	0,91	0,94	1,04
22-24/06/98	24					0,30	0,92	0,95	1,03
25/06/98	25	0,24	0,51	0,56	0,61	0,30	0,90	0,93	1,01
26-29/06/98	26					0,31	0,92	0,95	1,03
30/06/98	27	0,54	0,47	0,85	0,85	0,33	0,90	0,95	1,03
01/07/98	28		0,74	0,74	0,74	0,33	0,90	0,94	1,01
02/07/98	29	0,27	1,04	1,04	1,04	0,33	0,90	0,94	1,01
03/07/98	30	0,40	0,56	0,64	0,64	0,33	0,89	0,93	1,00
06/07/98	31	0,23	0,90	0,90	0,90	0,32	0,89	0,93	1,00
07/07/98	32		0,74	0,74	0,74	0,32	0,89	0,93	0,99
08/07/98	33		0,55	0,55	0,55	0,32	0,88	0,93	0,99
10/07/98	34	0,36	1,37	1,37	1,37	0,32	0,89	0,94	1,00
13/07/98	35		5,13	5,13	5,13	0,32	0,91	0,95	1,01
14/07/98	36		2,44	2,44	2,44	0,32	0,92	0,95	1,02
16/07/98	37		3,19	3,19	3,19	0,32	0,92	0,96	1,02

RUP potencial $_{marc}$ (Hh/m)	0,18
RUP potencial $_{elev}$ (Hh/m^2)	0,74
RUP potencial $_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	0,75
RUP potencial $_{total}$ (Hh/m^2)	0,77

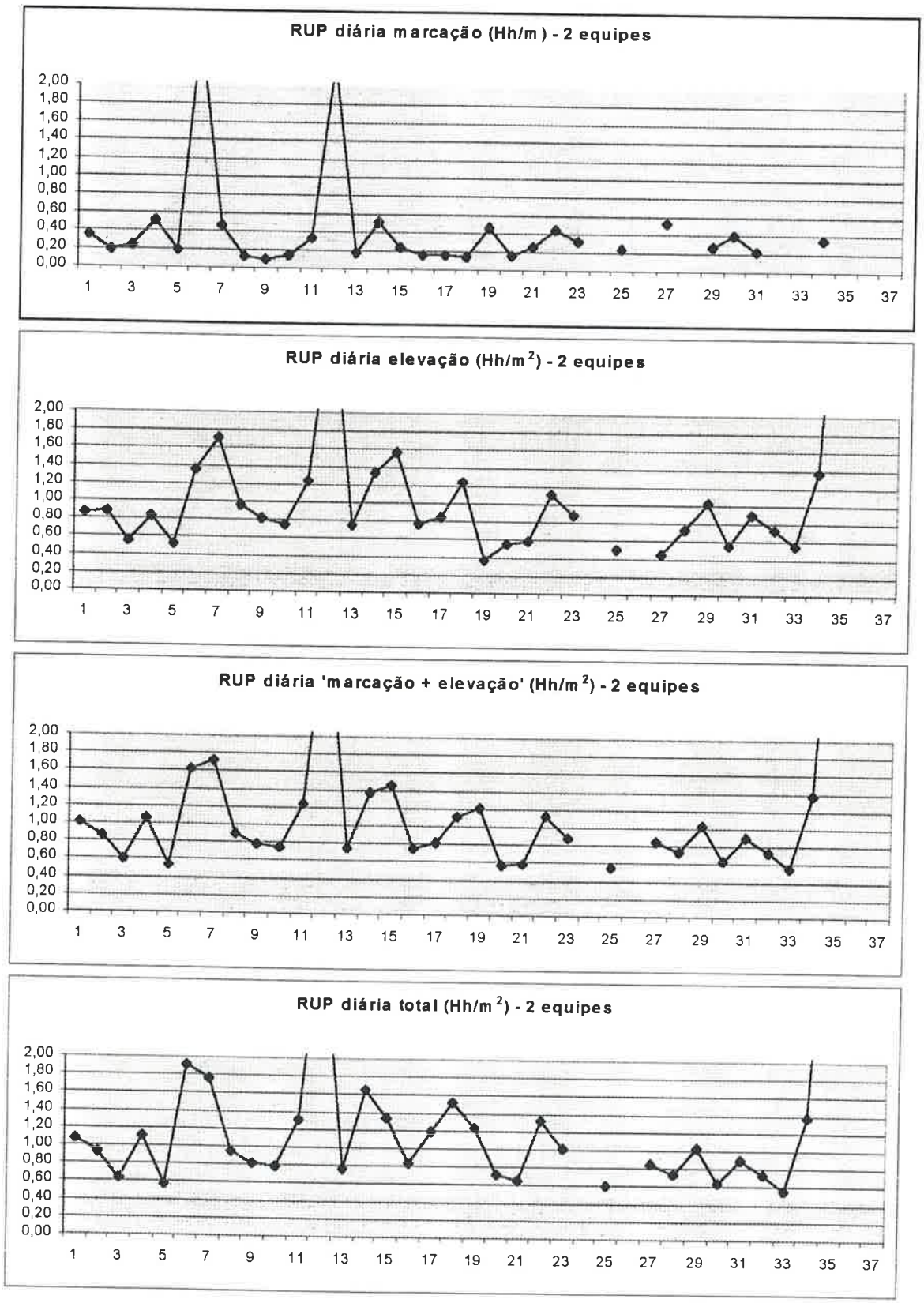


Figura 5.24 Resultados de produtividade diária da obra 'H'.

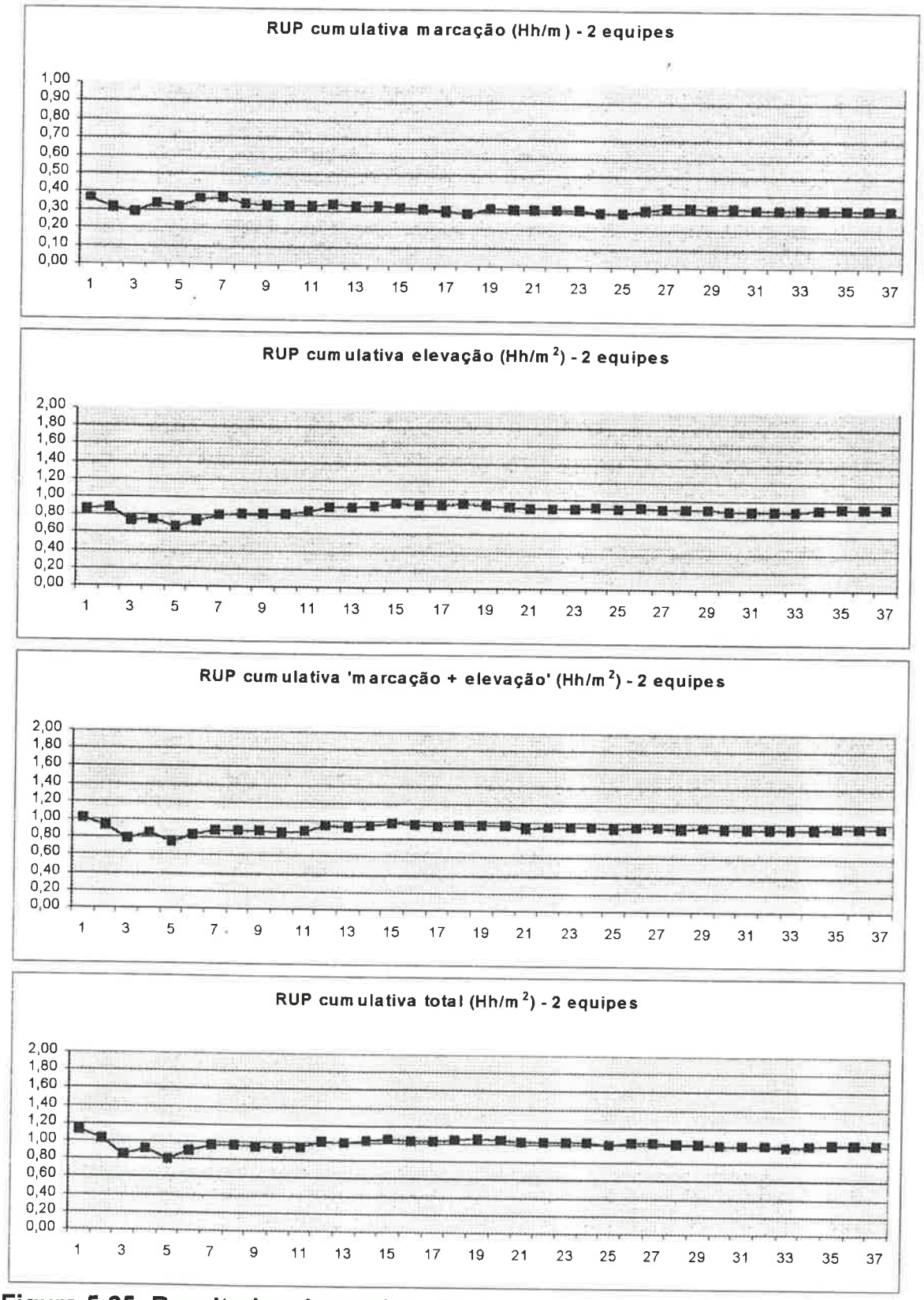


Figura 5.25 Resultados de produtividade cumulativa da obra 'H'.

6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados coletados durante esta pesquisa será procedida em duas etapas. Na primeira, as obras serão avaliadas individualmente. Esta avaliação levará em conta as oscilações dos resultados diários de produtividade, explicando seus motivos mais evidentes, que podem estar relacionados tanto às características tecnológicas do produto em execução, quanto às características gerenciais do empreendimento. Com isto, será possível traçar um histórico da obra durante o período de pesquisa, o que contribuirá para que se proceda a considerações importantes relativas não apenas ao entendimento da produtividade, mas também às possibilidades de intervenção, com conseqüente melhoria da gestão de todo o processo.

Em seguida, as obras serão agrupadas e proceder-se-á a análise conjunta dos dados, comparando obra com obra e tentando ora identificar semelhanças, ora apurar distinções frente a colocações disponíveis na bibliografia sobre o assunto.

6.1 ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE CADA OBRA

6.1.1 Obra 'A'

A grande característica da obra 'A' consistiu na uniformidade diária da execução dos serviços. Prova disto são as diferenças percentuais entre suas RUP's potenciais e cumulativas, as menores dentre todas as obras: 17,1% para a $RUP_{(m+e)}$ e 14,6% para a $RUP_{(enc+limp)}$. Tais índices revelam que esta obra obteve o melhor aproveitamento potencial de sua equipe, aproximando-o do resultado efetivo alcançado. Este aparente sucesso gerencial (comparado com as demais obras deste estudo) deve-se, em grande parte, à organização da equipe. A execução do serviço foi entregue a uma subempreiteira que trabalha

há vários anos com esta construtora. As relações entre subempreiteira e construtora são bem especificadas em contrato, o que restringe dúvidas quanto a direitos e deveres de ambas as partes.

Outros fatores que contribuíram para a estabilização das condições de trabalho e conseqüente minimização das anormalidades foram:

- a obra possuía um projeto específico de alvenaria, com simbologia e detalhamentos padronizados em todos empreendimentos da construtora, de modo que o subempreiteiro já estava acostumado com este tipo de projeto;
- a construtora possuía vários empreendimentos com tipologias arquitetônicas muito semelhantes e o subempreiteiro já havia participado de alguns destes empreendimentos;
- a rotatividade da equipe foi pequena, tendo-se verificado apenas a saída de dois funcionários e a inclusão de outro, que veio substituir um pedreiro, falecido por motivo de doença;
- as funções de cada pedreiro eram bem especificadas; cada um ficava responsável pela execução de um apartamento e o pagamento era efetuado por produção, individualmente. Para resolver a questão dos ambientes com alvenaria mais complicada (hall e escada), a subempreiteira pagava um valor adicional por área de alvenaria executada naquelas regiões.

Um destaque desta obra vem da análise dos gráficos de RUP's diárias. Através deles, é possível observar-se duas fases distintas. A primeira perdura até 08/10/97 (dia 22) e se configura em uma etapa de grande uniformidade da produtividade, com exceção do dia 01/10/97 (dia 17), quando choveu muito durante toda a jornada, atrapalhando o serviço de alvenaria externa que estava sendo executado e dos dias 10/09/97 (dia 2) e 12/09/97 (dia 4), cujas causas não foram identificadas.

A segunda fase ocorreu a partir do dia 09/10/97 (dia 23) e caracterizou-se pela desaceleração do ritmo de trabalho da equipe de alvenaria em função de o serviço de alvenaria estar acabando e de a equipe estar adiantada em relação

ao cronograma estabelecido. Além disto, o revestimento externo se iniciava e parte dos operários começou a ser transferida para este serviço. Os funcionários que restaram na alvenaria ficaram cuidando de pequenos arremates nos apartamentos, bem como da elevação da alvenaria das escadas, cuja execução constitui-se em um serviço notadamente mais complicado.

Outro ponto a ser salientado refere-se ao dia 15/10/97 (dia 27), quando duas paredes grandes (8,30m) foram quebradas e reerguidas, pois constatou-se que as mesmas encontravam-se fora do prumo em relação às demais.

A elevada RUP em 16/10/97 (dia 28) representou o fim oficial do serviço de alvenaria, caracterizado pela falta de frente de trabalho. Neste dia, sete integrantes da equipe de alvenaria ainda trabalharam neste serviço, pelo menos teoricamente, mas o serviço a ser executado era muito pouco, restringindo-se ao fechamento da escada e do *hall* do 15° pavimento e a alguns arremates em dois apartamentos. No dia 17/10/97 (dia 29), já com a equipe reduzida, apenas se completou o serviço.

6.1.2 Obra 'B'

Um primeiro ponto a observar é que esta obra teve uma oscilação alta da produtividade diária. A análise sobre os motivos desta oscilação indicou que a causa principal foi a polarização dos esforços diários dos operários em tarefas com diferentes graus de dificuldade. Assim, em um determinado dia, a equipe de alvenaria se concentrava na execução dos serviços mais fáceis como, por exemplo, a elevação das paredes cegas (sem aberturas), enquanto nos outros dias executava-se o serviço mais difícil, qual seja, execução de paredes com aberturas (portas, janelas), com embutimento de tubulação elétrica e hidráulica, caixas de passagem etc. Esta inconstância da equipe provavelmente camuflou a sensação de progresso do serviço, ou seja, a equipe se sentia muito produtiva quando executava grandes áreas de alvenaria fácil, o que compensaria a lentidão na execução da alvenaria mais difícil.

Além disto, alguns problemas relacionados ao transporte dentro da obra foram verificados. Um exemplo claro foi constatado em 14/11/97 (dia 16) quando o elevador de carga não pôde levar argamassa até o pavimento onde a alvenaria era executada, em função de sua utilização exclusiva pelo pessoal incumbido da concretagem de uma laje.

O dia 17/11/97 (dia 17) foi afetado pois, neste dia, o encarregado da alvenaria foi demitido e um dos pedreiros foi efetivado em seu lugar, o que gerou uma certa instabilidade na equipe e, conseqüentemente, na produtividade daquele dia.

Em 15/12/97 (dia 37), houve um desentendimento entre os operários da equipe de alvenaria. Dois pedreiros consideraram que o rendimento de um terceiro pedreiro estava aquém do necessário, o que os estaria prejudicando, uma vez que o pagamento era efetuado por produção da equipe como um todo. Como se aproximava o recesso de fim de ano, a direção da obra considerou adequado separar estes funcionários em duas subequipes e passou-lhes a função de, até o final do ano (dia 40), fazer apenas marcação dos pavimentos, o que provocou alterações na produtividade.

Os últimos dias de coleta corresponderam também aos últimos dias com alvenaria a ser executada. E, da mesma forma que na obra 'A', notou-se o que se pode chamar de 'efeito desmobilização', ou seja, com a aproximação do término dos serviços e as indefinições sobre os rumos a serem tomados pelos funcionários das equipes, a produtividade piora sensivelmente, sem que haja qualquer outra razão aparente.

A análise da obra 'B' indica a existência de relações envolvendo as RUP's potenciais com a tecnologia construtiva adotada, bem como as RUP's cumulativas com a gestão da produção. Assim, uma tecnologia construtiva avançada responderia a RUP's potenciais baixas (boas), enquanto uma tecnologia tradicional, não racionalizada, tenderia a apresentar valores altos de RUP's potenciais; esta analogia vale para obras cujas características do produtos sejam semelhantes.

O mesmo ocorre para a gestão da produção; uma gestão eficiente aproximaria os valores entre RUP's cumulativas e RUP's potenciais, o que seria um indício de que a gerência da obra estaria aproveitando da melhor forma possível a tecnologia disponível; por outro lado, uma gestão ineficiente afastaria os valores entre as RUP's cumulativas e as RUP's potenciais. A Figura 6.1, obtida a partir dos dados das obras 'A' e 'B', ilustra bem estas relações.

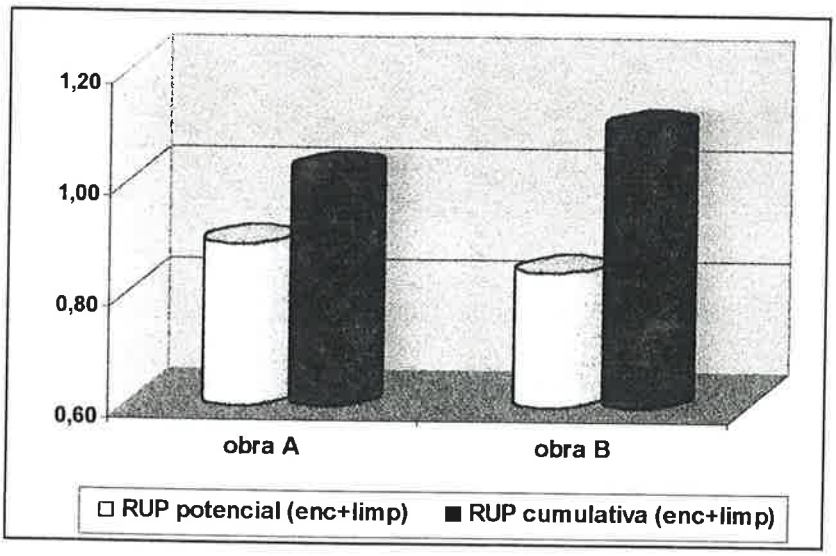


Figura 6.1 Efeitos da tecnologia e da gestão na produtividade.

As obras 'A' e 'B' possuíam tecnologias construtivas semelhantes, sendo que a principal diferença consistia nas características de projeto. A alvenaria da obra 'B' era, teoricamente, mais fácil de se executar, pois havia grandes panos retos de alvenaria sem aberturas, além de uma baixa densidade de paredes no pavimento. Por isto, a equipe de alvenaria desta obra conseguia, em determinados dias, produzir muita quantidade de alvenaria, resultando em uma RUP potencial mais baixa que a da obra 'A'. Entretanto, a gestão mais eficiente da obra 'A' aproximou os seus valores de RUP potencial e RUP cumulativa, culminando em um resultado final melhor que o da obra 'B'.

Analisando este caso, conclui-se que o sucesso de um empreendimento, qualquer que seja, é função conjunta da tecnologia construtiva e da gestão da produção. Assim, uma excelente gestão da produção possui um limite de eficiência a partir do qual suas possibilidades de melhoria esbarram no

potencial que determinada tecnologia oferece. O oposto também ocorre, ou seja, a implementação de uma tecnologia mais avançada de produção, juntamente com as características do produto, que possuam grande potencial quanto à produtividade (caso da obra 'B'), pode sucumbir frente a uma gestão não eficaz dos recursos.

6.1.3 Obras 'C1' e 'C2'

As obras 'C1' e 'C2' possuem um significado especial em relação ao seu estudo sobre a produtividade. Constituem-se em dois prédios com a mesma configuração arquitetônica, fazendo parte de um único empreendimento. Foram levantados dados referentes à execução completa da alvenaria estrutural de um pavimento em cada obra. Os resultados mostram uma diferença grande entre suas RUP's cumulativas: 1,74 Hh/m^2 da obra 'C1' e 1,21Hh/m^2 da 'C2'.

O motivo que explica tal fato é uma clara demonstração da utilidade deste tipo de estudo. Segundo relato da engenheira responsável pelas obras, a alvenaria estrutural dos edifícios deste empreendimento vinha sendo executada por um único pedreiro. Em função de sua posição de destaque como único pedreiro de alvenaria estrutural, este funcionário relaxou no serviço, demorando mais na execução e caprichando menos na qualidade. Esta situação fez com que a engenheira tomasse a decisão de deslocar três pedreiros comuns para a alvenaria estrutural, formando uma equipe muito numerosa. Este esquema aconteceu na obra 'C1'. O resultado não foi bom, o que levou a uma reformulação da equipe, retirando dois pedreiros e mantendo apenas dois no pavimento da obra 'C2'. Este esquema, por sua vez, funcionou e o resultado pode ser comprovado através da constatação de que os dois pavimentos foram completamente executados no mesmo período de tempo, 10 dias.

Por isto, acredita-se que as RUP's totais destes prédios representem exemplos de boa (1,21Hh/m^2 na obra 'C2') e de má (1,74Hh/m^2 na obra 'C1') produtividade, uma vez que o resultado cumulativo da obra 'C2' superou o da obra 'G' (como será visto adiante), também em alvenaria estrutural de blocos de concreto.

Em relação ao valor da produtividade cumulativa total da obra 'C2', de certa forma surpreendente, conclui-se que se deve a fatores ligados ao conteúdo do trabalho. Os edifícios deste empreendimento, localizados na cidade de Aparecida de Goiânia-GO, possuem um conteúdo de trabalho menor que o da obra 'G'. As amarrações entre paredes são feitas com grapas e não com amarração entre blocos; o controle de qualidade é menos rigoroso; nas janelas, são deixados apenas os vãos, não se assentando os contramarcos (Figura 6.2); há pouco embutimento de instalações, pois as paredes hidráulicas não são estruturais e somente são executadas após concluída a alvenaria estrutural. Além disto, o componente básico da alvenaria, bloco de concreto (14x19x39)cm, de 12,5kg, é mais leve que o da obra 'G', (19x39x39)cm, de 14,0kg. Por isto, conclui-se que as obras 'C' tinham menos conteúdo de trabalho embutido.

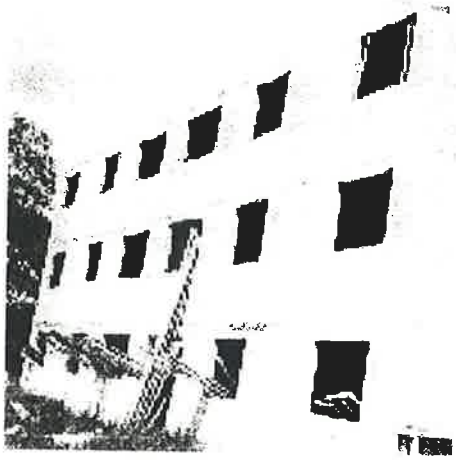


Figura 6.2 Vão de janela sem contramarco da obra 'C1'.

O estudo da produtividade nas obras 'C1' e 'C2' demonstra uma de suas utilidades, no tocante ao dimensionamento da equipe. Provou-se que, com uma equipe menor, a capacidade de produção não foi alterada, apesar de se estar gastando menos dinheiro com pessoal. Acredita-se que neste diferencial de gastos com mão-de-obra esteja uma das maiores possibilidades de redução dos custos de uma obra.

6.1.4 Obra 'D'

O interesse em se estudar esta obra está relacionado às suas características, que diferem substancialmente das demais. Trata-se de uma obra particular de pequenas proporções, executada por um único pedreiro de forma tradicional (Figura 6.3). A intenção foi comparar a produtividade em uma situação muito diferente daquela encontrada nos demais canteiros. Os resultados de RUP_{total}, tanto cumulativa (1,98Hh/m^2) quanto potencial (1,36Hh/m^2), confirmam a hipótese de que empreendimentos descomprometidos com prazos de execução tendem a desperdiçar mais recursos do que obras com prazos de entrega definidos e fiscalizados.

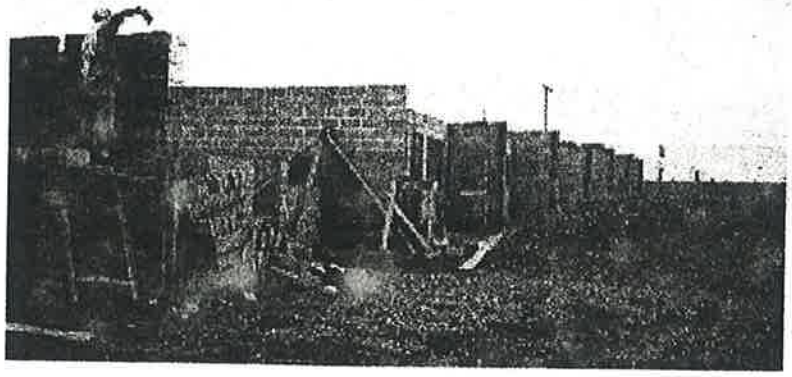


Figura 6.3 Execução de alvenaria da obra 'D'.

A observação mais interessante quanto a esta obra provem da constatação do aumento das oscilações de produtividade que ocorreram a partir de 10/11/97 (dia 11). O que aconteceu foi que, neste dia, deslocou-se um servente para auxiliar o pedreiro que, até então, trabalhava sozinho. No entanto, percebeu-se que, além de uma piora na produtividade do serviço, devida ao acréscimo de mais um funcionário na obra, não houve uma melhora significativa no ritmo de produção, ou seja, a média de produção de alvenaria não aumentou em comparação com aquela observada quando o funcionário trabalhava sozinho. Esta informação pode ser comprovada pelas medianas das RUP's diárias compreendidas nos dois períodos, com um e com dois funcionários, respectivamente, de 1,23Hh/m^2 e 2,15Hh/m^2, o que representa uma piora de

produtividade da ordem de 75%. A média da área de alvenaria executada diariamente, quando havia apenas uma pessoa trabalhando, foi de 6,54m^2; com duas pessoas, esse valor aumentou para 7,08m^2, um incremento menor que 10%. Conclui-se, portanto, que o auxílio do servente não implicou em melhoria efetiva na produção da alvenaria para esta obra. Uma razão adicional que ajuda a explicar esta produtividade ruim consistiu na maior dificuldade de o pedreiro executar a alvenaria das fiadas altas, atividade esta que se iniciou simultaneamente à entrada do novo integrante da equipe.

Quanto às anormalidades, a chuva foi a única causa externa de problemas, tendo ocorrido nos dias 13, 16 e 17. Já os dias 11, 12, 13 e 15 foram afetados pois os andaimes estavam sendo montados. Os demais dias ruins referem-se a características próprias de um processo tradicional de execução de alvenaria, como preparo de argamassa e transporte manual de materiais.

6.1.5 Obra 'E'

Para se entender a obra 'E', é necessário primeiramente contextualizá-la no que se refere à logística de canteiro adotada.

O serviço de alvenaria era subempreitado. Esta empresa de prestação de serviços optou pelo sistema de transporte com elevador de carga ao invés da grua. Na tentativa de racionalizar o processo de transporte de materiais, utilizou-se dois carrinhos especiais para transporte de blocos. Entretanto, em função das difíceis condições de acesso do canteiro e da grande quantidade de material que chegava na obra (um caminhão de blocos e/ou argamassa todos os dias), foi necessário mobilizar quatro funcionários para servir exclusivamente ao transporte de materiais. Os materiais, por sua vez, passavam por várias etapas antes de chegarem a seu destino final, qual seja, o pavimento em execução. Entre estas etapas, destacam-se: descarga do material na rua, transporte da rua até o estoque no subsolo, transporte do estoque no subsolo até o elevador, subida no elevador até o pavimento em execução, descarga do material no pavimento e distribuição do mesmo até o local onde os pedreiros estavam trabalhando.

Este sistema causou a utilização do elevador de cargas sempre no seu limite máximo, provocando uma dependência muito grande de todas as equipes em relação a este equipamento. Deste fato, diretamente relacionado à gestão da produção, originaram-se pelo menos duas conseqüências que se refletiram na equipe de alvenaria: em primeiro lugar, além dos homens-hora despendidos durante a semana nesta atividade, era necessário mobilizar a mão-de-obra também durante os finais de semana para tentar organizar os estoques e transportar material para os pavimentos, de forma a não faltar material para a equipe trabalhar normalmente. Em segundo lugar, qualquer falha, ou necessidade de manutenção, ou utilização majoritária do elevador para outro serviço (concretagem, por exemplo), causava anormalidades na produção. Foram os casos dos dias 4, 8 e 9 que, em função da manutenção do elevador, obtiveram como RUP's totais, respectivamente, 2,71Hh/m^2, 3,23Hh/m^2 e 5,73Hh/m^2. Somado a tudo isto, ainda convivia-se com o fato de que, conforme a forma de organização adotada pela subempreiteira, as equipes foram subdivididas pelos vários pavimentos do edifício, de tal maneira que o sistema de transporte era obrigado a abastecer de material, em alguns dias, até sete pavimentos simultaneamente.

O resultado deste problema foi a grande diferença entre a $RUPc_{(enc+limp)}$ e a $RUPc_{total}$, equivalente a 46% da mão-de-obra utilizada. Em suma: devido ao sistema de transporte, a obra 'E' precisou gastar quase a metade dos homens-hora necessários para, efetivamente, produzir alvenaria.

A título de comparação, calculou-se o valor médio mensal dos homens-hora gastos com transporte nesta obra (incluindo encargos sociais). A quantia foi de R$4.609,00. O preço do aluguel de uma grua, incluindo salário do operador, vale aproximadamente R$6.000,00 mensais. Se a construtora e o subempreiteiro dividissem os custos do aluguel de uma grua, ambos lucrariam: o empreiteiro, além de pagar apenas a metade do valor do aluguel, poderia beneficiar-se utilizando a grua para os demais serviços; por sua vez, a subempreiteira estaria economizando pelo menos R$1.609,00 mensais somente com custeio de pessoal para transporte. Este caso real ilustra de

maneira bastante clara como a análise dos índices de produtividade podem auxiliar na redução dos custos dos serviços.

As conclusões relativas à obra 'E' tornam-se ainda mais relevantes quando se analisa o resultado da $RUPc_{(m+e)}$, igual a 0,96Hh/m^2. Este valor é intermediário em relação às demais obras podendo ser considerado um resultado 'normal', o que reforça o peso que a questão do transporte impôs ao sucesso gerencial do serviço de alvenaria nesta obra.

6.1.6 Obra 'F'

O fato de a RUP potencial $_{(m+e)}$ da obra 'F' ter sido o pior valor entre todas as obras (0,88Hh/m^2) é explicável pelas exigências de qualidade da construtora, mais restritivas que as demais, e também pelo acréscimo da atividade de limpeza como tarefa de responsabilidade dos próprios pedreiros. Assim, não havia nesta obra a figura do servente que trabalhava exclusivamente na limpeza dos pavimentos, uma vez que ela era efetuada pelos pedreiros.

A análise do histórico da obra 'F' se baseia em três acontecimentos principais:

I. **Rotatividade:** a construtora possuía um sistema de controle da qualidade bastante austero, o que exigia bons profissionais de alvenaria. Isto fez com que alguns membros da equipe inicial fossem demitidos e vários outros profissionais passassem por períodos de teste na obra, até que fossem aprovados pela equipe técnica (encarregado, mestre e engenheiro) e contratados para trabalharem na obra. Esta alta rotatividade da equipe durou até 26/06/98 (dia 30), provocando oscilações significativas nas RUP's diárias, como pode ser constatado na Figura 5.8. Os valores de $RUPd_{total}$ dos dias 12, 13, 15, 19, 20, 24, 26, 27, 28 e 30 são exemplos dos efeitos que a rotatividade causou nesta obra.

II. **Efeito aprendizado na etapa de marcação:** esta obra foi a única onde se constatou os efeitos do aprendizado ao longo do tempo, especificamente na etapa de marcação. No início dos serviços, o mestre da obra ajudava a fazer a locação dos eixos e esta atividade exigia uma excelente precisão,

em decorrência dos padrões de qualidade adotados pela construtora. Percebe-se que, enquanto os efeitos da rotatividade não acabaram, não foi possível que a equipe se acostumasse com o modo pelo qual se executava a marcação, acarretando em dias com valores altos de $RUPd_{marc}$. A partir do momento em que cessou esta rotatividade da equipe (dia 30), a produtividade da marcação começou a melhorar. Esta tendência pode ser visualizada no gráfico de $RUPc_{marc}$ (Figura 5.9). A conseqüência desta melhora na execução da marcação foi uma leve diminuição dos valores de RUP cumulativa, conforme mostram os gráficos da Figura 5.9.

III. **Sistema de transporte eficiente:** a utilização da grua como sistema de transporte funcionou bem, tanto nesta obra como nas obras 'G' e 'H'. Porém, esta eficiência deveu-se não apenas às características do equipamento em si, mas também ao adequado planejamento efetuado pelas construtoras, programando horários de entrega de materiais e subida na grua, de modo que fossem eliminados manuseios intermediários e estoques provisórios. Assim, no caso dos blocos, por exemplo, o caminhão estacionava no pátio da obra com os blocos já paletizados e os páletes eram içados pela grua diretamente do caminhão para as plataformas que se localizavam no pavimento em que os componentes seriam utilizados (Figura 6.4).

Figura 6.4 Plataforma para recebimento de blocos no pavimento.

Comparando a obra 'F' com a obra 'E', o efeito deste sistema de transporte fica ainda mais evidente. Apesar de a $RUPc_{(enc+limp)}$ da obra 'E' ter sido

menor (1,15Hh/m^2) que a $RUPc_{enc}$ da obra 'F' (1,20Hh/m^2), a $RUPc_{total}$ daquela (1,68Hh/m^2) foi 26% pior que a desta (1,33Hh/m^2). A diferença devida somente à variação dos sistemas de transporte ainda poderia ser percentualmente maior que 26%. Isto só não aconteceu devido à $RUPc_{total}$ da obra 'F' incluir gastos com outros serviços (fabricação de vergas, corte de telas etc.). O detalhe negativo fica por conta da vulnerabilidade frente aos fornecedores de blocos e argamassa, cujos atrasos na entrega atrapalharam as atividades em 23/06/98 (falta de blocos) e 13-14/07/98 (falta de argamassa).

6.1.7 Obra 'G'

Apesar de a RUP potencial $_{(m+e)}$ da obra 'G' ter sido a melhor dentre todas as obras (0,64 Hh/m^2), é importante frisar que, para alvenaria estrutural, o valor potencial está fortemente relacionado a dias de produtividade muito boa. Normalmente, isto acontece quando a equipe está trabalhando apenas no assentamento de blocos e não em outras atividades como grauteamento, colocação de contramarcos de janelas ou finalização da última fiada. E, para esta tipologia construtiva, as outras atividades são indissociáveis. Desta forma, faz-se uma autocrítica a este valor "potencial" de produtividade, pois considera-se que o mesmo reflete uma situação que não corresponde a todo o conteúdo do trabalho.

Por sua vez, os demais resultados da obra 'G' levam a uma reflexão interessante. A obra, constituída de um edifício residencial com 12 pavimentos, utiliza-se de tecnologias construtivas avançadas, tendendo a um modelo de industrialização das etapas. Assim, as lajes de concreto dos pavimentos são fabricadas em uma indústria, trazidas para o canteiro e transportadas pela grua até a posição final; os blocos são transportados em *racks* com a quantidade exata de componentes necessários para se executar a alvenaria de cada ambiente (Figura 6.5) e os contramarcos das janelas são assentados juntamente com a alvenaria, bem como as vergas e as contravergas.

Em função destes avanços, faz-se necessária uma gestão compatível com as exigências do modelo adotado. Assim, o controle geométrico da alvenaria, por exemplo, exige muita precisão, especialmente o nivelamento da última fiada, já que a laje pré-fabricada deve se apoiar em todos os blocos, para não ocorrer concentrações de esforços em pontos localizados. Também há uma série de outros detalhes, como a amarração entre paredes, que aumenta o conteúdo do trabalho.

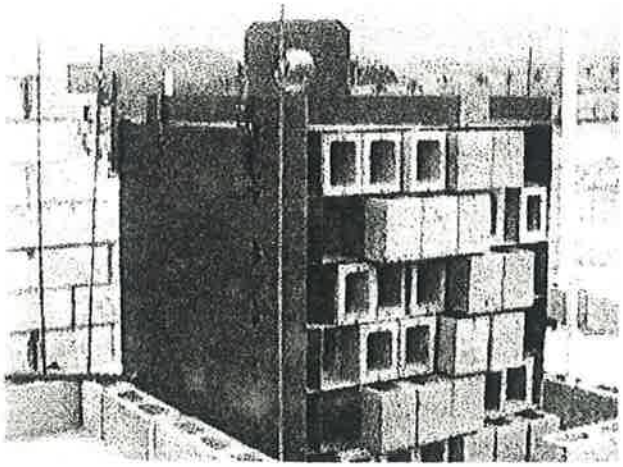


Figura 6.5 *"Rack"* para transporte de blocos.

O resultado do binômio 'avanços tecnológicos *versus* aumento do conteúdo do trabalho' é uma produtividade intermediária entre todas as encontradas (1,25Hh/m^2), porém pior que a da obra 'C2', também em alvenaria estrutural. Não obstante, a explicação para este resultado vem das mesmas considerações supracitadas. O conteúdo de trabalho da obra 'G' é muito mais denso que o da obra 'C2'. E as atividades extras como, por exemplo, a colocação simultânea de contramarcos das janelas, são, na realidade, atividades que estão sendo antecipadas no tempo. Desta forma, a produtividade do serviço de alvenaria sofrerá uma piora que, entretanto, será recompensada na produtividade geral da obra, pois um serviço deixará de ser realizado mais à frente, uma vez que já estará pronto. E, mesmo assim, apesar de numericamente pior, a diferença entre as duas obras é muito pequena (1,25Hh/m^2 da obra 'G' contra 1,21Hh/m^2 da obra 'C2'), representando desempenho praticamente igual. Se ainda for levado em consideração a altura de execução, pois a coleta da obra 'C2' refere-se ao segundo pavimento e a da

obra 'G' refere-se ao décimo segundo, então esta diferença torna-se insignificante.

Outra observação a respeito desta obra são os bons e consistentes valores de $RUPd_{elev}$ obtidos nos dias em que o assentamento dos componentes, em fiadas abaixo dos vãos, era a principal atividade: 0,36Hh/m^2, 0,57Hh/m^2, 0,58Hh/m^2, 0,65Hh/m^2 e 0,63Hh/m^2. Isto demonstra que um modelo de tecnologia e gestão da produção voltado para a melhoria da produtividade e da qualidade é capaz de atingir tais valores, apesar do incremento no conteúdo das atividades.

6.1.8 Obra 'H'

A maior particularidade sobre o estudo efetuado na obra 'H' residiu no fato de que, nesta obra, haviam duas equipes de alvenaria trabalhando separadamente uma da outra. Cada equipe era responsável pela execução de um pavimento inteiro. Sendo assim, foi possível avaliar a produtividade de cada uma destas equipes isoladamente e, também, a da obra como um todo. As diferenças na organização de cada equipe despertaram interesse especial no estudo. A equipe 1 (3 pedreiros : 2 serventes) organizava-se de um modo mais individualista quanto à forma de remuneração, ou seja, cada pedreiro recebia de acordo com sua produção de alvenaria. Assim, eles se dividiam e cada um fazia a alvenaria de um apartamento. À medida em que o pedreiro mais rápido terminasse a execução do seu apartamento, ele partia para o próximo pavimento sem esperar por seus companheiros. A equipe 2 (4 pedreiros: 2 serventes), por sua vez, organizava-se de forma coletiva quanto à remuneração, ou seja, o montante referente à execução da alvenaria executada por toda a equipe era dividido igualmente entre seus membros. Com isto, a equipe 2 trabalhava mais em conjunto, ou seja, cada pedreiro ficava responsável pela execução de um apartamento (eram quatro apartamentos por andar), mas, à medida em que os operários mais rápidos terminavam seus apartamentos, eles partiam para auxiliar os demais a concluírem os seus também.

A análise dos valores mostrou que o esquema da equipe 1 funcionou melhor que o da equipe 2. As razões para isto foram:

- a equipe 1 era mais experiente, pois estava trabalhando nesta obra desde o início dos serviços, enquanto a equipe 2 entrou na obra quando mais da metade do serviço de alvenaria já havia sido executado. Além disto, o líder da equipe 1 era um pedreiro que executava alvenaria com muita rapidez;
- o fato de a equipe 1 trabalhar de forma individual amenizava problemas localizados (falta de material) ou dias com atividades mais difíceis (colocação de vergas de portas, por exemplo);
- à equipe 2 faltavam alguns equipamentos, o que obrigava seus membros a retornarem ao local posteriormente para completar um serviço, como por exemplo, o corte de blocos com serras elétricas manuais.

Portanto, para esta obra, o esquema individualista funcionou melhor que o coletivo, afirmação esta confirmada pelos valores de $RUPc_{(m+e)}$: 0,84Hh/m^2 da equipe 1 e 1,09Hh/m^2 da equipe 2. Esta avaliação foi importante pois, ao se estudar duas equipes em um mesmo contexto, foi possível reduzir muitas variáveis e analisar o desempenho do ponto de vista da capacidade produtiva de cada equipe.

Em relação à estrutura de apoio das duas equipes, o sistema de transporte com grua merece destaque, pois a eliminação dos manuseios dos materiais reduziu em muito a quantidade de recursos humanos necessários para se fazer este transporte. Tal situação, aliada a um planejamento eficiente de entrega dos materiais, transferiu boa parte da responsabilidade pelo sucesso do serviço de alvenaria, no que se refere exclusivamente à produtividade, às equipes de produção direta.

Portanto, a boa produtividade da equipe 1 (melhor $RUPc_{(m+e)}$ entre todas as obras: 0,84Hh/m^2), somada a um sistema de transporte eficiente, induziram a obra 'H' a obter o melhor resultado cumulativo total de produtividade dentre todas as obras estudadas: 1,02Hh/m^2.

Considerando-se que: os dados da obra 'H' representam um misto entre um desempenho considerado normal (equipe 2) e outro considerado bom (equipe 1); o número de dias coletados (37) foram representativos da obra como um todo e os dados totais mesclaram atividades variadas ocorridas no dia-a-dia, conclui-se que a RUP $potencial_{total}$ da obra 'H', igual a 0,77Hh/m^2, represente um valor de produtividade desejável e passível de ser atingido em obras com características semelhantes às desta.

6.2 ANÁLISE CONJUNTA DA PRODUTIVIDADE DAS OBRAS NO SERVIÇO DE ALVENARIA

6.2.1 RUP's Potenciais

Tabela 6.1 RUP's potenciais das obras estudadas.

Obra	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m^2)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	$RUP_{enc/(enc+limp)}$ (Hh/m^2)	$RUP_{(m+e+g)}$ (Hh/m^2)	RUP_{total} (Hh/m^2)
A	-	-	0,76	0,89	-	-
B	-	-	0,70	0,84	-	-
C1	-	-	-	-	-	1,25
C2	-	-	-	-	0,68	0,93
D	-	-	-	-	-	1,36
E	0,20	0,80	0,80	0,99	-	1,26
F	0,12	0,89	0,88	0,92	-	1,03
G	-	0,61	0,64		0,78	0,87
H(equipe1)	0,22	0,64	0,68	-	-	-
H(equipe2)	0,20	0,81	0,80	-	-	-
H(2 equipes)	0,18	0,74	0,75	-	-	0,77

A produtividade potencial, mensurada por SOUZA (1998) através da RUP potencial, trata-se de um índice interessante, porém passível de interpretações precipitadas no sentido de tomá-lo como parâmetro para o traçado de metas de produção. Alerta-se, portanto, que as RUP's potenciais devem ser analisadas

com muito cuidado antes de considerá-las um objetivo a ser alcançado. Além disto, cada índice deve ser analisado à luz das circunstâncias que o originaram.

A experiência adquirida pela avaliação deste índice permitiu traçar as seguintes opiniões sobre as RUP's potenciais levantadas nesta pesquisa:

- **necessidade de um banco de dados numeroso**: uma quantidade de dados representativa de cada obra é fundamental para que as RUP's potenciais exerçam sua finalidade. Bancos de dados pequenos (menores que 25 dias) tendem a realçar sobremaneira resultados excelentes, o que pode culminar em erros de avaliação;

- **RUP potencial** $_{marc}$: ainda não é um valor confiável e não deve servir como parâmetro para orçamentos ou gestão;

- **RUP potencial** $_{elev}$: é um valor interessante desde que balizado por uma quantidade razoável de dias coletados. Nas obras estudadas, esta observação fica clara. O valor 0,61Hh/m^2, relativo à obra 'G', representa a parcela da alvenaria com menor dificuldade de conteúdo, geralmente a execução da segunda até a sexta fiada, onde existem poucas interferências. Assim, seria errado considerar este valor como um objetivo a ser atingido por obras em alvenaria estrutural como um todo, uma vez que ele não representa todo o conteúdo do trabalho. A contrapartida desta opinião é o valor alcançado pela equipe 1 da obra 'H', igual a 0,64Hh/m^2. Em função da quantidade de dias apropriados (trinta e seis) e do conteúdo das atividades que formaram este valor, considera-se que o mesmo seja representativo da potencialidade de obras com características semelhantes às da obra 'H'. Esta afirmação baseia-se na constatação de que, em 25% dos dias apropriados nesta obra, a RUP$_{elev}$ atingiu valores próximos a este: 0,55Hh/m^2, 0,64Hh/m^2, 0,66Hh/m^2, 0,69Hh/m^2, 0,70Hh/m^2, 0,71Hh/m^2 e 0,72Hh/m^2;

- **RUP potencial** $_{(m+e)}$: com exceção do valor da obra 'G', acredita-se que o intervalo entre os valores das outras obras sejam representativos da capacidade produtiva que cada equipe demonstrou em executar a

marcação e a elevação de suas alvenarias. É um valor interessante a ser considerado como meta atingível pela empresa;

- **RUP potencial** $_{enc}$ e **RUP potencial** $_{(enc+limp)}$: a inclusão de um grupo de apoio, que trabalha juntamente com a equipe de produção direta, mas não produz alvenaria efetivamente, como são os casos do encarregado e, eventualmente, do pessoal de limpeza do pavimento, pode provocar uma inversão de potencialidades em relação à produção efetiva. Foi o que aconteceu entre as obras 'E' e 'F'. Apesar de a obra 'E' ter um potencial de produção de alvenaria melhor que o da obra 'F', esta superou aquela quando se considerou a equipe de apoio no pavimento. Isto ocorreu pois, na obra 'F', a atividade de limpeza faz parte das obrigações da equipe de produção direta. Assim, o que parecia ser um ônus para a equipe, foi recompensado posteriormente, como demonstram os valores calculados;

- **RUP potencial** $_{(m+e+g)}$: a quantidade de dados não permite fazer observações aprofundadas ou tirar conclusões definitivas;

- **RUP potencial** $_{total}$: sabendo-se que o serviço de alvenaria não se resume apenas ao assentamento de blocos, a RUP potencial total leva em consideração toda a estrutura mobilizada para se executar tal serviço. A análise dos dados permite concluir que a produtividade da alvenaria pode variar sensivelmente de uma obra para outra. Assim, segundo os dados disponíveis nesta pesquisa, verificou-se uma diferença máxima de potencial de produtividade de 77% entre as obras com melhor (0,77Hh/m^2) e com pior (1,36Hh/m^2) resultado. Fica provado, portanto, que as diversas características entre obras, sejam elas tecnológicas, gerenciais ou contextuais, podem causar alterações significativas no resultado final de cada empreendimento. Esta diferença torna-se mais relevante se forem consideradas obras com características de conteúdo semelhantes. São os casos das obras 'E' e 'H' que, apesar de utilizarem o mesmo tipo de componente (cerâmico 25x25cm) e possuírem densidades de parede semelhantes (1,36 e 1,31), obtiveram resultados potenciais muito distintos - 1,26Hh/m^2 da obra 'E' e 0,77Hh/m^2 da obra 'H' – resultando em uma

diferença de 64% quanto ao potencial total de produtividade.

6.2.2 RUP's Cumulativas

Tabela 6.2 RUP's cumulativas das obras estudadas.

Obra	RUP_{marc}	RUP_{elev} (Hh/m²)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m²)	$RUP_{enc/(enc+limp)/}$ (Hh/m²)	$RUP_{(m+e+g)}$ (Hh/m²)	RUP_{total} (Hh/m²)
A	-	-	0,89	1,02	-	-
B	-	-	0,92	1,10	-	-
C1	-	-	-	-	-	1,74
C2	-	-	-	-	0,96	1,21
D	-	-	-	-	-	1,98
E	0,29 Hh/m 1,12 Hh/m²	0,95	0,96	1,15	-	1,68
F	0,31 Hh/m 1,55 Hh/m²	1,10	1,11	1,20	-	1,33
G	0,37 Hh/m 1,85 Hh/m²	0,85	0,92	-	1,11	1,25
H (equipe1)	0,32 Hh/m 1,23 Hh/m²	0,79	0,84	-	-	-
H (equipe2)	0,33 Hh/m 1,27 Hh/m²	1,07	1,09	-	-	-
H (2 equipes)	0,32 Hh/m 1,23 Hh/m²	0,92	0,96	-	-	1,02

A Tabela 6.2 apresenta os dados de cada obra quanto aos resultados alcançados durante os períodos de coleta. A análise destes dados permite fazer as seguintes considerações:

- **RUP cumulativa** $_{marc}$: a produtividade da marcação consistiu em um dos resultados sobre o qual tem-se grande confiança. A consistência do valor, por volta de 0,30Hh/m, prevaleceu nas quatro obras em que foi possível separar o estudo das etapas de marcação e de elevação. Mesmo na obra 'G', cujo valor (0,37Hh/m) fugiu àquele encontrado nos outros canteiros,

considera-se que o valor mais representativo seja o da $RUPd_{marc}$ do dia 6, 0,31Hh/m, correspondente ao primeiro dos dois dias em que se apropriou os dados da marcação nesta obra. Neste dia, fez-se a locação e o assentamento da maioria das primeiras fiadas, enquanto no dia seguinte pode ter havido alguma mistura entre os homens-hora dedicados à marcação e à elevação. Assim, conclui-se que 0,30Hh/m pode ser usado como valor referencial para o cálculo do tempo deste serviço e do dimensionamento da equipe que o executa. Outra observação importante diz respeito à comparação entre o esforço necessário para se marcar uma alvenaria e para elevá-la. Temia-se que o cálculo da produtividade, utilizando como valor das saídas a área de marcação mais elevação, pudesse ser distorcida em função dos diferentes esforços necessários para se executar estas duas etapas. A média das $RUP's_{marc}$ (em Hh/m^2) e $RUP's_{elev}$ (em Hh/m^2) mostram uma diferença percentual de 45%, ou seja, a etapa de marcação necessita de quase a metade de homens-hora a mais para ser realizada do que a etapa de elevação. Não obstante, como a área da primeira fiada em uma alvenaria normalmente corresponde a menos de 10% da área total de alvenaria, esta fusão acarretaria em distorções inferiores a 4,5% no que se refere à alocação de recursos humanos. Este 'erro', porém, é bastante razoável frente a outras imprecisões inerentes ao próprio processo de coleta dos dados. Daí, surge uma recomendação de simplificação da metodologia de coleta, que será evidenciada no capítulo 7;

- **RUP cumulativa** $_{elev}$: o destaque deste índice vai para a diferença entre as equipes que produziam a alvenaria da obra 'H'. A equipe 2 despendeu 35% a mais de homens-hora para produzir a mesma quantidade de alvenaria que a equipe 1. Uma vez que as duas equipes trabalhavam sob um mesmo contexto, há indícios levando a considerar que a capacidade pessoal dos pedreiros, a quantidade de pessoas na equipe e o sistema de remuneração são determinantes de sua capacidade produtiva;

- **RUP cumulativa** $_{(m+e)}$: quando se fala em produtividade da alvenaria, acredita-se que a maioria das pessoas estejam se referindo a este índice - $\mathbf{RUP_{(m+e)}}$ - que mostra quantas horas os pedreiros e os serventes gastam

para fazer um metro quadrado de parede. A observação dos números leva à ponderação de que os valores compreendidos entre 0,84Hh/m^2 e 1,11Hh/m^2 diriam respeito a produtividades boas e ruins, respectivamente. Mas esta impressão pode estar falseando a realidade por dois motivos básicos: primeiro, os conteúdos dos trabalhos podem variar sensivelmente, como no caso da obra 'F' que, apesar de ostentar a "pior" **RUP$_{(m+e)}$**, inclui neste valor a atividade de limpeza rigorosa, que é feita pelos próprios pedreiros, além de um rígido controle de qualidade. O mesmo acontece com a obra 'G' que, apesar do grau de industrialização embutido no seu processo, não obteve resultados extraordinários. Entretanto, no seu processo de execução da alvenaria está embutida a instalação dos contramarcos das janelas, o que, posteriormente, contribuirá para a melhoria da produtividade global da obra. O segundo motivo é que a RUPc$_{(m+e)}$ não demonstra, necessariamente, se uma obra obteve uma boa ou má produtividade, pois a execução do serviço de alvenaria não está condicionada apenas à capacidade da equipe de produção direta. Outros aspectos também podem ser fundamentais, como por exemplo o sistema de transporte vertical adotado;

- **RUP cumulativa $_{enc}$** e **RUP cumulativa $_{(enc+limp)}$**: quando se examina a estrutura montada para que o serviço se desenvolva, incluindo-se supervisão e organização nos pavimentos onde ele acontece, as diferenças entre as obras diminuem (18%). E, neste sentido, a obra 'A' merece um destaque frente às outras. De fato, observava-se nesta obra uma influência benéfica do encarregado da equipe sobre a mesma. A contribuição do encarregado nesta obra, organizando e supervisionando as equipes, pode ser sentida pela observação da Figura 5.1 que mostra a baixa variabilidade diária de produtividade, constituindo-se no melhor resultado de RUP$_{(enc+limp)}$;

- **RUP cumulativa $_{total}$**: ao se analisar esta RUP, que envolve todos os recursos utilizados na execução da alvenaria das obras estudadas, forma-se uma idéia clara de qual obra despendeu mais recursos. Verifica-se que a obra 'D' obteve o pior resultado, explicável em decorrência de seus métodos tradicionais e descompromisso com prazos. Tal revelação suscita o debate

sobre o montante de recursos que são desperdiçados devido à construção de obras sem compromisso com prazos de entrega ou ressarcimentos financeiros. Outra avaliação decorre da grande diferença percentual - 94% - entre o melhor resultado (1,02Hh/m^2) e o pior (1,98Hh/m^2). Isto significa que uma obra gastou praticamente o dobro de mão-de-obra que a outra, o que ratifica a idéia de que a produtividade no serviço de alvenaria pode sofrer oscilações significativas em função de vários fatores. Outro detalhe curioso diz respeito às obras 'E' e 'F'. Esta, que vinha mantendo índices piores que aquela, inverteu a situação no final. Esta inversão ocorreu por causa dos sistemas de transporte adotados entre essas obras, quais sejam, elevador de carga e grua. Finalmente, a experiência adquirida durante esta pesquisa permite aceitar os extremos dos valores apresentados (1,02Hh/m^2 e 1,98Hh/m^2) como representativos de boa ou má produtividade, para obras com características parecidas. E, destes dados, conclui-se também que os mesmos possam ser utilizados para fins de orçamentação do serviço de alvenaria em obras com as características análogas às obras estudadas nesta pesquisa.

O próximo passo da análise consiste na avaliação de algumas características específicas das obras, a fim de detectar se existem fatores que, isoladamente, possam interferir de forma significativa na produtividade do serviço de alvenaria.

6.2.3 Influência da Função da Alvenaria

Tabela 6.3 Influência da função da alvenaria.

Obra	Função da alvenaria	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m²)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m²)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m²)	RUP_{total} (Hh/m²)
C1	estrutural	-	-	-	-	1,74
C2		-	-	-	0,96	1,21
G		0,37	0,85	0,92	1,11	1,25
D	resistente	-	-	-	-	1,98
A	vedação	-	-	0,89	1,02	-
B		-	-	0,92	1,10	-
E		0,29	0,95	0,96	1,15	1,68
F		0,31	1,10	1,11	1,20	1,33
H(equipe1)		0,32	0,79	0,84	-	-
H(equipe2)		0,33	1,07	1,09	-	-
H(2 equipes)		0,32	0,92	0,96	-	1,02

Há que se notar que os valores de $RUPc_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ encontram-se em um mesmo patamar – de 1,00Hh/m² a 1,20Hh/m² – apesar de, nestes valores, estar incluído um conteúdo a mais na alvenaria estrutural, qual seja, o grauteamento. Se este conteúdo a mais (grauteamento) não for considerado, notar-se-á que as produtividades do assentamento da alvenaria nas obras em alvenaria estrutural são menores que nas obras com alvenaria de vedação. São os casos da obra 'C2' e 'G'.

Na obra 'C2', o valor de $RUP_{(m+e+g)}$, que inclui a etapa de grauteamento, é igual a 0,96Hh/m². Este resultado é menor que os valores de $RUPc_{enc/(enc+limp)}$ das obras com alvenaria de vedação. O mesmo ocorre na obra 'G'; seu valor referente ao assentamento de alvenaria sem incluir o grauteamento – igual a 0,92Hh/m² – é menor que as produtividades do assentamento das obras com alvenaria de vedação.

Estas observações levam à ponderação de que parece ser um pouco menos trabalhoso assentar 1m^2 de alvenaria estrutural, sem grauteamento, do que assentar 1m^2 de alvenaria de vedação. Esta consideração pode não coincidir com o senso de que a alvenaria estrutural seria mais difícil de se executar, em função das exigências altas relativas a uma alvenaria com função estrutural.

6.2.4 Influência do Tipo de Componente

Tabela 6.4 Influência do tipo de componente.

Obra	Tipo de bloco	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m^2)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m^2)	RUP_{total} (Hh/m^2)
A	concreto	-	-	0,89	1,02	-
C1		-	-	-	-	1,74
C2		-	-	-	0,96	1,21
D		-	-	-	-	1,98
G		0,37	0,85	0,92	1,11	1,25
B	cerâmico	-	-	0,92	1,10	-
E		0,29	0,95	0,96	1,15	1,68
F		0,31	1,10	1,11	1,20	1,33
H(equipe1)		0,32	0,79	0,84	-	-
H(equipe2)		0,33	1,07	1,09	-	-
H(2 equipes)		0,32	0,92	0,96	-	1,02

Não se percebe nenhum tipo de resultado levando à dedução de que o tipo de componente interfira na produtividade.

6.2.5 Influência do Tamanho dos Blocos

Tabela 6.5 Influência do tamanho dos blocos.

Obra	Área da face dos blocos (cm)	RUP_{marc}	RUP_{elev} (Hh/m^2)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m^2)	RUP_{total} (Hh/m^2)
A	19x39 (741cm²)	-	-	0,89	1,02	-
B		-	-	0,92	1,10	-
C1		-	-	-	-	1,74
C2		-	-	-	0,96	1,21
F		0,31 Hh/m 1,55 Hh/m^2	1,10	1,11	1,20	1,33
G		0,37 Hh/m 1,85 Hh/m^2	0,85	0,92	1,11	1,25
D	17x39 (663 cm²)	-	-	-	-	1,98
E	25x25 (625 cm²)	0,29 Hh/m 1,12 Hh/m^2	0,95	0,96	1,15	1,68
H (equipe1)		0,32 Hh/m 1,23 Hh/m^2	0,79	0,84	-	-
H (equipe2)		0,33 Hh/m 1,27 Hh/m^2	1,07	1,09	-	-
H (2 equipes)		0,32 Hh/m 1,23 Hh/m^2	0,92	0,96	-	1,02

Esperava-se que blocos maiores induzissem a melhores produtividades. No entanto, esta hipótese não se confirmou; aliás, o melhor resultado de produção efetiva - $RUPc_{(m+e)}$ - foi obtido justamente pela equipe 1 da obra 'H', que utilizava o menor dos componentes. Da mesma forma, como os demais resultados das obras que usavam blocos (25x25)cm não indicam desempenhos melhores, não se pode afirmar que a melhoria da produtividade seja inversamente proporcional ao tamanho dos componentes.

A $RUPc_{marc}$, por sua vez, é influenciada pela área da face dos blocos. Porém, conforme explicado no item 4.3.2.2.1, parece que a RUP_{marc} expressa em homens-hora por área de marcação não é uma medida representativa do que realmente significa o esforço na etapa de marcação. Por isto, não se considera o tamanho do componente como um fator capaz de afetar a produtividade da etapa de marcação.

6.2.6 Influência do Peso dos Blocos

Tabela 6.6 Influência do peso dos blocos.

Obra	Peso dos blocos predominantes (kg)	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m²)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m²)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m²)	RUP_{total} (Hh/m²)
G	14,0	0,37	0,85	0,92	1,11	1,25
C1	12,5	-	-	-	-	1,74
C2	12,5	-	-	-	0,96	1,21
A	7,7	-	-	0,89	1,02	-
F	7,5	0,31	1,10	1,11	1,20	1,33
D	7,5	-	-	-	-	1,98
B	6,4	-	-	0,92	1,10	-
H(equipe1)	5,9	0,32	0,79	0,84	-	-
H(equipe2)	5,9	0,33	1,07	1,09	-	-
H(2 equipes)	5,9	0,32	0,92	0,96	-	1,02
E	5,0	0,29	0,95	0,96	1,15	1,68

Não se encontrou nenhuma relação entre o peso dos blocos mais usados nas obras e a produtividade no serviço de alvenaria.

6.2.7 Influência do Regime de Contratação da Mão-de-obra

Tabela 6.7 Influência do regime de contratação da mão-de-obra.

Obra	Regime de contratação	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m²)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m²)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m²)	RUP_{total} (Hh/m²)
B	mão-de-obra própria	-	-	0,92	1,10	-
C1		-	-	-	-	1,74
C2		-	-	-	0,96	1,21
D		-	-	-	-	1,98
G		0,37	0,85	0,92	1,11	1,25
H(equipe1)		0,32	0,79	0,84	-	-
H(equipe2)		0,33	1,07	1,09	-	-
H(2 equipes)		0,32	0,92	0,96	-	1,02
A	mão-de-obra subempreitada	-	-	0,89	1,02	-
E		0,29	0,95	0,96	1,15	1,68
F		0,31	1,10	1,11	1,20	1,33

O regime de contratação da mão-de-obra não se mostrou determinante na produtividade das equipes. De certa forma, esta conclusão é um pouco frustrante, pois acreditava-se que as equipes subempreitadas seriam mais produtivas que as equipes da própria construtora. Esta crença baseava-se na suposição de que, no caso da mão-de-obra própria, a dependência da relação *'lucro da empresa x produtividade no serviço de alvenaria'* está mais distante, do ponto de vista de quem faz e gestão do serviço (construtora). Já no caso das subempreiteiras, a relação *'lucro da empresa x produtividade no serviço de alvenaria'* está inexoravelmente relacionada ao sucesso no serviço específico, uma vez que o lucro é diretamente proporcional à capacidade e velocidade de produção de alvenaria. Os números mostram que isto não aconteceu.

Se o regime de contratação parece não influenciar a produtividade, o mesmo não se pode dizer da forma de pagamento. Infelizmente para esta pesquisa, das nove obras estudadas, oito pagavam seus funcionários por produção. Na

única obra em que o pagamento era feito por hora trabalhada (obra 'D'), o resultado foi o pior de todos. Todavia, em função de a obra 'D' possuir características que a diferem muito das outras e de ter sido a única obra cuja forma de pagamento não era por produção, não se pode traçar uma conclusão definitiva sobre isto. Porém, ressalta-se que, a princípio, parece haver uma relação direta entre a produtividade e a forma de pagamento dos operários.

6.2.8 Influência do Sistema de Transporte

Tabela 6.8 Influência dos equipamentos de transporte.

Obra	Equipamento de transporte	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m²)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m²)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m²)	RUP_{total} (Hh/m²)
A	elevador de carga	-	-	0,89	1,02	-
E		0,29	0,95	0,96	1,15	1,68
B	grua	-	-	0,92	1,10	-
F		0,31	1,10	1,11	1,20	1,33
G		0,37	0,85	0,92	1,11	1,25
H(equipe1)		0,32	0,79	0,84	-	-
H(equipe2)		0,33	1,07	1,09	-	-
H(2 equipes)		0,32	0,92	0,96	-	1,02
C1	guincho de coluna	-	-	-	-	1,74
C2		-	-	-	0,96	1,21
D	manual	-	-	-	-	1,98

De todos os fatores analisados, o sistema de transporte foi o único que, comprovadamente, teve efeito sobre a produtividade total do serviço de alvenaria. As obras que se utilizaram de gruas reduziram em muito os homens-horas que seriam necessários para transportar blocos, argamassas, elementos pré-fabricados etc. O resultado disto é uma aproximação entre as RUP's intimamente relacionadas à produção e as RUP's totais, mesmo considerando que, no cálculo das RUP's totais, além do transporte, estão incluídos os homens-hora de apoio (fabricação de vergas, corte de telas etc.). Esta

aproximação entre as produtividades totais e aquelas relativas apenas à produção da alvenaria fica clara quando se compara a obra 'E' (46%), que usou elevador de carga, com as obras 'F' (11%), 'G' (13%) e 'H' (menor que 7%), que usaram grua. Quanto à obra 'C2', é preferível não compará-la a este nível, pois, dos homens-hora incluídos na $RUPc_{total}$, grande parte refere-se à equipe de produção de argamassa e, além disto, o transporte não implicava em grandes problemas, uma vez que a obra possuía apenas três pavimentos e os materiais eram içados por meio de talha ou guincho de coluna.

Embora tenha sido comprovado que a utilização de grua favorece a produtividade, isto não implica em uma recomendação expressa quanto à escolha deste sistema de transporte, enquanto solução para todos os problemas de logística de uma obra.

Infelizmente, não foi possível extrair a RUP_{total} da obra 'A'; entretanto, pela experiência vivida na obra, tem-se a impressão de que a diferença entre a $RUPc_{(enc+limp)}$ e a $RUPc_{total}$ seria bem menor que a da obra 'E', em função da melhor programação de uso do elevador e das condições do canteiro, que permitiam o estacionamento dos caminhões com materiais bem próximo ao elevador.

Portanto, conclui-se que o equipamento de transporte de uma obra, juntamente com o planejamento de sua utilização, constituem-se em dois fatores que, quando devidamente combinados, têm o poder de melhorar a produtividade no serviço de alvenaria.

6.2.9 Influência da Densidade de Paredes

A densidade de paredes é entendida como a razão entre a área de alvenaria do pavimento-tipo e a área de projeção do mesmo. Este índice dá uma idéia do 'congestionamento' de paredes existente no pavimento, o que normalmente implica em mais interferências, mais amarrações entre paredes e menos espaço para os pedreiros trabalharem, o que poderia ser prejudicial à produtividade.

Tabela 6.9 Influência da densidade de paredes.

Obra	Densidade de paredes	RUP_{marc} (Hh/m)	RUP_{elev} (Hh/m^2)	$RUP_{(m+e)}$ (Hh/m^2)	$RUP_{enc/(enc+limp)/(m+e+g)}$ (Hh/m^2)	RUP_{total} (Hh/m^2)
C1	1,89	-	-	-	-	1,74
C2	1,89	-	-	-	0,96	1,21
G	1,78	0,37	0,85	0,92	1,11	1,25
D	1,76	-	-	-	-	1,98
A	1,55	-	-	0,89	1,02	-
E	1,36	0,29	0,95	0,96	1,15	1,68
F	1,36	0,31	1,10	1,11	1,20	1,33
H(equipe1)	1,31	0,32	0,79	0,84	-	-
H(equipe2)	1,31	0,33	1,07	1,09	-	-
H(2 equipes)	1,31	0,32	0,92	0,96	-	1,02
B	0,61	-	-	0,92	1,10	-

Os dados da Tabela 6.9 mostram que esta característica de projeto não teve influência detectável sobre a produtividade.

6.3 COMPARAÇÃO COM A BIBLIOGRAFIA

6.3.1 Análise de Valores de Produtividade

O desenvolvimento desta pesquisa, desde o aprimoramento da metodologia até a análise dos dados, forneceu um embasamento respeitável sobre valores de produtividade e sobre possibilidades de variações de escopo das análises. Desta forma, pode-se proferir duas considerações decorrentes deste estudo:

- **quanto ao tipo de indicador de produtividade:** as médias dos valores dos diversos tipos de RUP cumulativa levantados nas 9 obras analisadas foram:
  - RUP_{marc} : 0,32Hh/m;
  - RUP_{elev} : 0,95Hh/m^2;
  - $RUP_{(m+e)}$: 0,96Hh/m^2;

- $RUP_{(m+e+g)}$: 1,04Hh/m^2;
- RUP_{enc} e $RUP_{(enc+limp)}$: 1,12Hh/m^2;
- RUP_{total} : 1,46Hh/m^2.

Percebe-se, portanto, que apontar um único número representando a produtividade no serviço de alvenaria de uma obra pode não bastar. Por exemplo, ao se comparar uma RUP de 1,0Hh/m^2 de uma obra com outra de 1,2Hh/m^2, há que se saber de qual tipo de RUP se está tratando.

- **quanto aos valores de RUP cumulativa encontrados:** considerando todos os tipos de indicadores de produtividade (com exceção da $RUPc_{marc}$), e observando o menor e o maior valor de RUP de cada um deles, obter-se-á os seguintes intervalos: **RUP_{elev}** de **0,79Hh/m^2** a **1,10Hh/m^2**; **$RUP_{(m+e)}$** de **0,84Hh/m^2** a **1,11Hh/m^2**; **$RUP_{enc/(enc+limp)}$** de **1,02Hh/m^2** a **1,20Hh/m^2**; **$RUP_{(m+e+g)}$** de **0,96Hh/m^2** a **1,11Hh/m^2** e a **RUP_{total}** de **1,02Hh/m^2** a **1,98Hh/m^2**. Levando-se em conta que: esta pesquisa foi realizada nos mais variados ambientes (três obras em São Paulo-SP, três em Aparecida de Goiânia-GO, uma em Mogi das Cruzes-SP, uma em Suzano-SP e uma em Jundiaí-SP), utilizando-se de tecnologias desde as mais tradicionais às mais modernas, com sistemas de gestão variados e com tipologias de alvenarias diferentes, acredita-se que estes intervalos de valores contenham a grande maioria dos índices de produtividade passíveis de serem obtidos. Em decorrência disto, conclui-se que a divulgação de qualquer índice fora deste intervalo deve ser encarada com atenção especial. Neste caso, faz-se necessária a elucidação dos critérios para obtenção de tal valor. Se estes forem semelhantes aos critérios utilizados nesta dissertação, deve-se buscar a explicação para desempenhos tão bons ou tão ruins. Caso algum destes passos não se encaixar em uma das hipóteses acima, tal índice poderá ser contestado.

Desta forma, a revisão dos valores apresentados no capítulo 3 (item 3.3.2) permite fazer as seguintes observações:

- os índices de SÃO PAULO (1998) parecem estar superdimensionados: 1,93Hh/m^2 para alvenaria de blocos (09x19x39)cm e 2,13Hh/m^2 para alvenaria de blocos (19x19x39)cm;

- os valores encontrados por pesquisadores brasileiros estão, em sua maioria, dentro do intervalo proposto. As exceções puderam ser explicadas. São os casos de GUTSCHOW et al. (1997) que encontraram 0,63Hh/m^2 em uma alvenaria de vedação com componentes cerâmicos. Este valor, contudo, refere-se à melhor produtividade diária detectada e não à cumulativa. Esta explicação já seria suficiente para entender este valor, mas, além disto, os homens-hora dos serventes não foram computados nesta pesquisa; os dados apresentados por MARCHIORI (1998), relativos à alvenaria de blocos cerâmicos (19x29)cm, indicam 2,70Hh/m^2 em um dos pavimentos do edifício. Este, porém, foi o único dos dez valores apropriados que fugiu do intervalo proposto, não se configurando, à primeira vista, em um problema metodológico; SERRA;TAMAI (1996) apresentaram 2,41Hh/m^2 como RUP cumulativa da alvenaria com blocos de concreto. Entretanto, este valor refere-se a uma casa de padrão popular construída sob o regime de mutirão, com argamassa produzida na obra. Estes valores seriam comparáveis aos da obra 'D' desta dissertação, podendo, realmente, ter atingido um valor dessa magnitude;

- o valor apresentado por TCPO 10 (1996), de 0,44Hh/m^2 para alvenaria de elevação com blocos de concreto, dimensões (09x19x39)cm, assentes com pasta de cimento colante, provavelmente está subdimensionado. Esta ressalva se eleva à medida em que, segundo esta publicação, tal valor inclui os homens-hora gastos no preparo da pasta (argamassa);

- THOMAS et al. (1992) apresentaram valores de 13 obras em diversos países (Tabela 3.10). As quatro obras cujos resultados cumulativos extrapolaram o intervalo proposto tiveram sérios problemas devidos, segundo os autores, a: rotatividade de pedreiros bons, características de projeto, organização e supervisão fracas, estocagem e distribuição de materiais inadequadas e quantidade excessiva de equipes em uma mesma obra.

  Cabe ressaltar que, em se considerando tais resultados representativos de vários países, entre eles países reconhecidos como desenvolvidos, a produtividade brasileira não estaria deixando a desejar, pois obteve valores compatíveis com os desses países.

6.3.2 Análise dos Fatores que Afetam a Produtividade da Mão-de-obra no Serviço de Alvenaria

Em relação aos fatores anunciados pela literatura técnica como capazes de afetar a produtividade no serviço de alvenaria, notou-se três diferentes situações, quais sejam:

- alguns fatores não foram detectados;
- alguns fatores foram detectados e afetaram a produtividade;
- alguns fatores foram analisados, mas não se mostraram prejudiciais à produtividade.

Dos 312 dias de coleta, pelo menos 43 foram afetados por anormalidades. Diz-se "pelo menos", pois estes dias anormais referem-se àqueles em que se conseguiu detectar com precisão a origem do problema. Houve dias com RUP's diárias ruins cuja causa não foi apurada. Os motivos para isto podem ter sido desde a não percepção por parte da pessoa que procedia à coleta até a presença de causas não facilmente perceptíveis (falta de motivação da equipe, por exemplo). De qualquer forma, é muito importante avaliar que os dias anormais representaram, no mínimo, 14% da quantidade total de dias

coletados. Esta constatação conduz à seguinte análise: se, por um lado, está demonstrado que a produtividade das obras vem sendo prejudicada por anormalidades, por outro, esta pode ser a grande oportunidade de melhoria na eficiência da utilização dos recursos.

A Tabela 6.10 identifica os fatores citados na bibliografia, comparando sua situação frente ao que foi verificado nesta pesquisa.

Tabela 6.10 Comparação dos fatores encontrados com os anunciados pela literatura.

Fator	Citado por	Situação	Obra(s) afetada(s)
treinamento da mão-de-obra	Thomas et al., 1992	não foi avaliado	-
trabalho fora de seqüência	Lordsleem Jr., 1998 Thomas et al., 1992	não foi detectado	-
efeito aprendizado	Soares, 1994	verificou-se em apenas uma obra	'F'
tamanho dos componentes	Serra; Tamai, 1996 Gutschow et al., 1997	não afetou	-
pavimentos repetitivos	Sanders;Thomas,1991	não afetaram	-
logística de canteiro	Sanders;Thomas,1991 Thomas et al., 1992	afetou	'E'
organização da produção	Obata; Ruiz, 1996 Thomas et al., 1992	afetou	'A' (positivamente) 'E' (negativamente)
relacionamento entre as pessoas	Lordsleem Jr., 1998	afetou	'B'
falta de materiais	Gutschow et al., 1997	afetou	'F'
exigências de qualidade do serviço	Gutschow et al., 1997	afetaram	'F' e 'G'
características de projeto	Sanders;Thomas,1991 Serra; Tamai, 1996 Obata; Ruiz, 1996 Gutschow et al., 1997 Thomas et al., 1992	afetaram	'F' e 'G'
tamanho da equipe	Gutschow et al., 1997 Thomas et al., 1992	afetou muito	'C1' e 'D'
rotatividade	Thomas et al., 1992	afetou muito	'F'
planejamento do transporte vertical	Lordsleem Jr., 1998	afetou muito	'B' e 'E'

Além destes, outros fatores também afetaram a produtividade nas obras estudadas, dentre os quais:

- chuva – afetou um dia na obra 'A' e três dias na obra 'D';
- retrabalho – afetou um dia na obra 'A';
- final de serviço / desmobilização da equipe – afetaram sete dias na obra 'A' e cinco dias na obra 'B';
- montagem de andaime – afetou quatro dias na obra 'D'.

O desenvolvimento desta pesquisa mostrou que não se pode generalizar as conclusões a respeito dos fatores que afetam a produtividade. Cada obra possui suas particularidades e o seu desempenho depende de vários fatores que, quando combinados, criam as condições para uma boa ou uma má produtividade.

Não obstante, é válido ressaltar que existem fatores localizados, pontuais, que afetam um dia ou um conjunto de dias e fatores permanentes, sistêmicos, com os quais deve-se conviver durante o decorrer de todo o serviço. Ambos podem ou não ser controláveis pela gerência da obra. Exemplos destes tipos de fatores podem ser contemplados na Tabela 6.11.

Tabela 6.11 Tipos e exemplos de fatores que afetam a produtividade.

TIPOS DE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE	EXEMPLO
pontuais não controláveis	chuva
pontuais controláveis	retrabalho
sistêmicos não controláveis	características de projeto
sistêmicos controláveis	planejamento do sistema de transporte

Acredita-se que, como ferramenta de gestão, a metodologia aplicada nesta pesquisa pode auxiliar a gerência da obra a se prevenir ou debelar os fatores pontuais controláveis, ainda com a obra em andamento. Já com os resultados finais, obtidos após o término do serviço, pode-se fazer um planejamento para evitar problemas com os fatores sistêmicos controláveis em obras futuras.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 PROGRESSOS EFETUADOS

O presente trabalho propôs-se a entender o comportamento da produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria, através do levantamento de dados em diversas obras. Para que isto fosse possível, fez-se necessário, primeiramente, aprimorar uma metodologia de coleta e análise de dados que fosse, ao mesmo tempo, confiável, de fácil aplicação e de custos baixos.

Acredita-se que tal desafio tenha sido superado. A metodologia utilizada mostrou-se eficiente nas três características supracitadas, quais sejam:

- **confiável:** a segmentação da produtividade em vários níveis permitiu avaliações criteriosas, eliminando dúvidas quanto ao conteúdo dos valores apresentados. Além disto, estabeleceu critérios bem definidos sobre como os dados deveriam ser apropriados, tanto em relação às entradas (homens-hora), como em relação às saídas (quantidades produzidas); como fruto do estabelecimento destes procedimentos, pode-se depositar grande confiança na comparação entre resultados de obras distintas, uma vez que se passou a comparar dados análogos entre si;

- **de fácil aplicação:** usando uma planilha muito simples para coleta dos homens-hora, uma cópia da planta baixa do pavimento em execução e um jogo de canetas coloridas, a coleta dos dados pode ser feita por uma única pessoa, ao final do dia de trabalho, todos os dias. Não há necessidade de se gastar mais que 10 minutos por pavimento para se proceder à coleta e não é preciso despender horas cronometrando o trabalho das equipes; a única condição compulsória é o acompanhamento diário do serviço;

- **de custos baixos:** não é necessária a presença de um especialista para se proceder à coleta; ela pode ser feita por qualquer pessoa da obra, gastando-se pouco tempo. Os custos com cópias de projetos e outros materiais também são desprezíveis.

Em relação ao entendimento da produtividade, o objetivo foi atingido, pois as análises das obras ocorreram sem maiores problemas. Foi possível analisar a influência de fatores que nem sempre são levados em consideração, como o sistema de transporte vertical, por exemplo.

Além destas, outras contribuições foram dadas para o progresso dos estudos sobre produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria.

Pela primeira vez, pelo que se tem notícia, foram levantados dados exclusivamente para o serviço de marcação da alvenaria, os quais foram comparados aos da elevação para descobrir se os índices que levam em consideração apenas a área total de alvenaria não estariam sofrendo distorções. Concluiu-se que o esforço por metro quadrado para se fazer a marcação é maior que para se fazer a elevação; entretanto, esta dificuldade extra não é significativa frente à área total da parede. Desta constatação, sugere-se uma simplificação da metodologia: o uso da $RUP_{(m+e)}$ é adequado, não havendo necessidade de se calcular a marcação e a elevação, separadamente. Tal sugestão reforça a opinião de MARCHIORI (1998) sobre o nível de detalhamento das coletas de dados nas obras.

Calculou-se, pioneiramente, um índice representativo dos dias com boas produtividades: a RUP potencial. Este índice conseguiu mostrar qual seria a capacidade produtiva no serviço de alvenaria de determinadas equipes, podendo ser utilizado como meta de produção.

Identificou-se vários fatores que, verdadeiramente, afetaram a produtividade das equipes.

Formou-se um banco de dados respeitável, com uma quantidade inédita de dias apropriados (trezentos e treze), sendo que todas as obras foram acompanhadas pelo autor.

Estudou-se obras com as mais diferentes tipologias, abrangendo desde as tecnologias mais tradicionais de produção de alvenaria às mais modernas. Ainda, o estudo foi conduzido em canteiros que se localizavam em diferentes cidades – São Paulo-SP, Aparecida de Goiânia-GO, Suzano-SP, Jundiaí-SP e Mogi das Cruzes-SP - conferindo um vasto rol de ambientes, cada qual com suas especificidades, o que contribuiu para a abrangência do estudo.

Propôs-se, em função dos valores encontrados e dos escopos das análises, intervalos numéricos (**RUP_{elev}**: 0,79Hh/m^2 a 1,10 Hh/m^2; **$RUP_{(m+e)}$**: 0,84Hh/m^2 a 1,11Hh/m^2; **$RUP_{enc/(enc+limp)}$**: 1,02Hh/m^2 a 1,20 Hh/m^2; **$RUP_{(m+e+g)}$**: 0,96Hh/m^2 a 1,11Hh/m^2; **RUP_{total}**: 1,02Hh/m^2 a 1,98Hh/m^2) dentro dos quais, supõe-se, localizar-se-iam a maioria dos valores de produtividade no serviço de alvenaria das mais diversas obras. Este artifício impede que a comunidade técnica seja surpreendida com a divulgação de valores 'espetaculares' de desempenho, proporcionando-lhe argumentos para questionar os critérios de quantificação adotados e, caso se faça necessário, contestar os valores.

7.2 PROGRESSOS A SEREM EFETUADOS

Por mais estimulante que seja o assunto, é muito difícil abranger todas as suas facetas em uma única dissertação. Assim, no transcorrer da pesquisa e da elaboração do texto, alguns pontos não puderam ser contemplados. Seria muito bom para a consolidação destes estudos e para o entendimento pleno da produtividade, que os seguintes temas fossem abordados:

- análise estatística dos dados;
- inclusão de parâmetros de qualidade como fator de comparação entre as produtividades das obras (tais parâmetros já estão sendo avaliados no Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP);

- levantamento de dados específicos sobre a subtarefa fixação;
- aprimoramento das formas de processamento dos dados;
- análise da influência da capacidade pessoal dos pedreiros, da quantidade de pessoas na equipe e da forma de pagamento na produtividade. Tem-se motivos para acreditar que estes fatores sejam importantes para a produtividade no serviço de alvenaria;
- formulação de um modelo de previsão da produtividade em função de características pré-definidas das obras, utilizando as ferramentas estatísticas do Modelo dos Fatores.

7.3 CONTRIBUIÇÃO PARA A COMUNIDADE TÉCNICA

Esta dissertação beneficiou a comunidade técnica, em especial as construtoras, a partir do momento em que:

- providenciou uma ferramenta confiável, de fácil aplicação e a custos baixos para a gestão dos recursos de uma obra;
- arrefeceu as expectativas quanto ao conhecimento do consumo de mão-de-obra para o serviço de alvenaria em obras com diversas tipologias;
- detectou problemas relativos à gestão e à tecnologia empregada, proporcionando parâmetros para tomadas de decisões no cotidiano da obra. Dois exemplos: detectou-se, em determinado momento, que a falta de uma serra elétrica manual para a equipe 2 da obra 'H' estava prejudicando sua produtividade; percebendo o problema, o engenheiro da obra providenciou o equipamento. Na obra 'C1', após notar que a produtividade da equipe foi ruim devido ao excesso de pessoas no pavimento, a engenheira da obra remanejou os funcionários, obtendo, a partir de então, resultados melhores;

- provocou um sério debate em torno do tema 'sistema de transporte vertical', abrindo caminhos para o diálogo entre contratantes e subempreiteiros, no sentido de discutir as vantagens, para ambas as partes, de se dividir os gastos com um equipamento de transporte mais eficiente (grua);

- apresentou dados reais que podem ser utilizados para se fazer orçamentos de obras.

O presente estudo provou ser útil como ferramenta apropriada para a gestão da produção, ao permitir o controle do consumo de recursos no serviço de alvenaria.

Encerra-se o trabalho, enfim, concordando com as colocações de SILVA (1993); segundo a autora, a medição da produtividade é uma premissa para as empresas que possuem estratégias voltadas ao aperfeiçoamento contínuo. Suas revelações sobre o grau de rendimento em que estão sendo utilizados os recursos possibilitam "a identificação dos pontos onde se pode exercer alguma ação no sentido de minimizar os custos".

ANEXO A - OBRA 'A'

A.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** edifício residencial pertencente a um condomínio composto de três edifícios. O prédio é constituído de térreo e 15 pavimentos-tipo, sendo quatro apartamentos por andar, totalizando 60 apartamentos. A obra é privada, administrada pelo regime de autofinanciamento pela própria construtora. O edifício localiza-se próximo à Cidade Universitária da Universidade de São Paulo.
- ***tipologia da obra:*** edifício com estrutura reticulada em concreto armado; alvenaria de vedação com blocos de concreto assentados com argamassa de mista de cimento e cal; revestimento interno em gesso e revestimento externo em argamassa mista preparada na obra.
- ***áreas:***
    - terreno: 7.575,86m^2 (terreno do condomínio; inclui os três prédios)
    - projeção:904,92m^2 (3 torres + depósitos de lixo e gás + churrasqueira)
    - computável (3 prédios): 12.770,10m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro de obra é amplo, com espaço suficiente para disposição das centrais de produção, almoxarifado, administração, alojamentos etc. As condições de acesso são muito boas, não há restrições viárias quanto ao tráfego de veículos pesados. Os caminhões de materiais para a alvenaria têm acesso ao interior da obra e há condições de descarregamento próximo ao local de estocagem dos materiais.
- ***custo de construção aproximado do condomínio:*** R$5.500.000,00
- ***cronograma da obra 'A':*** 14 meses; início: março/97 - término: abril/98

A.2 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DE ALVENARIA

- ***tipologia da alvenaria:*** a alvenaria cumpre apenas função de vedação
- ***áreas de alvenaria:***
    - 1 apartamento (excluindo vãos, incluindo marcação): 105 m^2
    - 4 apartamentos (excluindo vãos, incluindo marcação): 415 m^2
    - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 463 m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes dos apartamentos varia de 0,80m a 8,30m, podendo-se considerar 3,00m como uma média.
- ***altura das paredes:*** varia de 2,20m a 2,60m
- ***espessura da paredes:*** varia de 0,09m a 0,19m, sem revestimento.

- ***posição das paredes:***
    - área de alvenaria externa de 1 apartamento = 26,4%
    - área de alvenaria interna de 1 apartamento = 73,6%
    - área de alvenaria externa de 1 pavimento = 26,0%
    - área de alvenaria interna de 1 pavimento = 74,0%
- ***arranjo da alvenaria:***
    - todos os ângulos são retos (90°)
    - densidade de paredes de 1 apartamento
    (área de alvenaria de 1 apartamento/área do apartamento) = 1,62
    - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
    (área de alvenaria pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 1,55
- ***quantidade e tipos de aberturas (por apartamento) descontadas no cálculo das áreas***
    - 4 portas. Área total: 7,04m^2
    - 4 janelas. Área total: 4,56m^2
    - 1 *shaft* horizontal. Área: 2,24m^2
- ***forma de fixação alvenaria/estrutura:***
    - superior: argamassa mais fraca que a de assentamento (pouco cimento)
    - lateral (pilares): duas fitas metálicas perfuradas paralelas fixadas no pilar com fincapino
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** basicamente, as paredes externas são preenchidas e as internas não são.
- ***tipos de esquadrias:*** o vão da esquadria é deixado, durante a alvenaria, em uma dimensão aproximada. A requadração é feita durante a execução do revestimento da fachada. A janela, de ferro, é parafusada diretamente nos blocos.
- ***encontros entre paredes:*** os blocos são ligados uns nos outros por meio de argamassa e de telas metálicas tipo estuque juntamente com ganchos de ferro tipo 'U' a cada 3 fiadas.
- ***elementos agregados:*** há produção em obra de blocos com caixas de passagem para tubulação elétrica.

A.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos utilizados são de concreto. A unidade básica é o bloco (14x19x39)cm. Além deste, há variações de espessura (09cm e 19cm) e de área da face (½ bloco e ¼ bloco). O peso da unidade básica é 7,7 kg.
- ***argamassa:*** trata-se de argamassa mista de cimento e cal produzida em canteiro. No local de fabricação há baias onde fica armazenada a argamassa intermediária (areia + cal + água).

A.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** esquadro, fio de prumo, nível de bolha (de mão), régua de alumínio, linha de pedreiro.
- ***produção:*** "meia cana" para colocação de argamassa nos blocos, caixotes plásticos de argamassa, caixotes para dosagem de argamassa, betoneira.
- ***transporte:*** elevador de carga, carrinho especial de transporte de blocos (capacidade para 14 blocos 14x19x39cm), carrinho para transporte de caixotes de argamassa.

O elevador de carga se localiza adjacente à varanda do apartamento. As baias de argamassa intermediária ficam bem próximas à betoneira e ao elevador de carga.

- ***sustentação provisória:*** tábuas de madeira apoiadas em cavaletes metálicos.

A.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros e serventes.
- ***controle e supervisão:*** o controle e supervisão é responsabilidade do encarregado do serviço. O estagiário também acompanha o supervisiona o serviço.
- ***auxílio à produção:*** produtores de argamassa na obra, produtores de "blocos elétricos" (blocos com caixinhas de passagem de tubulação elétrica embutidas).
- ***transporte:*** operador de elevador de carga, transportadores de blocos/tijolos e argamassa.

A.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** subcontratação de uma prestadora de serviços que trabalha com a construtora em todas as suas obras.

- ***forma de pagamento:*** por metro quadrado executado mensalmente. O contrato define como obrigações da subempreiteira: chapisco em fundo de vigas e lateral de pilares, marcação, elevação, encunhamento, grauteamento e limpeza do andar após a execução.
- ***seqüência de execução adotada:*** um pedreiro e um servente fazem a marcação completa dos pavimentos e os liberam para a equipe de elevação. Cada pedreiro é responsável pela execução de um apartamento. Oficialmente, quem terminar primeiro o apartamento "ganha" o direito de fazer a parede divisória entre dois apartamentos. Os pedreiros se interessam por esta parede porque ela possui a maior área dentre todas as outras, não tem aberturas e é reta, ou seja, é a mais fácil de executar.
- ***interferência entre serviços:*** havia interferências entre a equipe de alvenaria e a equipe de concretagem no que diz respeito ao transporte. No serviço de alvenaria, identificou-se interferência entre a equipe de alvenaria e o eletricista encarregado de passar a tubulação elétrica dentro dos blocos.
- ***logística de canteiro:*** em geral não havia problemas com o canteiro, com exceção da unicidade do elevador de obra que trabalhava sobrecarregado servindo a todas as frentes de trabalho.
- ***definição da equipe de trabalho:*** a equipe sofreu algumas alterações durante o decorrer do serviço, mas a composição básica era: 1 encarregado, 5 serventes e 10 pedreiros da subempreiteira. Além deles, havia a equipe própria da construtora: 2 serventes na betoneira produzindo argamassa, 1 operador de elevador de carga e um servente encarregado pelo transporte horizontal no pavimento térreo (blocos e argamassa).
- ***estrutura de poder:*** na obra, a autoridade máxima é o engenheiro. A ele, reportam-se o mestre-de-obra e o encarregado. O estagiário participa informando os problemas primeiramente ao encarregado; caso ele não resolva, o problema é repassado ao mestre-de-obra e, caso haja necessidade, ao engenheiro. De qualquer forma, as decisões sempre passam pelo engenheiro.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho era de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira. Porém, como os funcionários recebiam por produção, eles relacionavam sua jornada à produção diária. A obra não funcionava aos sábados e domingos.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** a construtora oferece alguns benefícios exclusivamente para seus funcionários; não estão incluídos os funcionários da subempreiteira. Os benefícios são: assistência odontológica trimestral (uma unidade móvel percorre as obras), assistência médica semanal na obra, cesta de Natal e participação nos lucros (caso haja lucro, os funcionários recebem 50% do valor do salário semestralmente).
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** havia problemas em relação à segurança do trabalho, especialmente quanto ao fechamento dos vãos. As condições de higiene eram adequadas.

ANEXO B - OBRA 'B'

B.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** edifício comercial destinado a profissionais da área de saúde. O prédio é constituído de 3 subsolos, térreo, *mezanino*, e 19 pavimentos-tipo, contendo dez salas destinadas a consultórios. A obra é de caráter privado, administrada com recursos próprios da construtora. O edifício localiza-se no bairro Bela Vista, município de São Paulo.
- ***tipologia da obra:*** edifício com estrutura reticulada em concreto armado; alvenaria de vedação em blocos cerâmicos assentados com argamassa industrializada ensacada; revestimento interno a definir e revestimento externo em pele de vidro.
- ***áreas:***
    - terreno: 1816,76m^2
    - pavimento-tipo: 360,02m^2
    - projeção: 488,83m^2
    - computável: 12.611,29m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro de obra é bastante restrito, com pouco espaço para disposição de centrais de produção, almoxarifado, administração, alojamentos etc. As condições de acesso são ruins, há restrições viárias quanto ao tráfego de veículos pesados (centro de São Paulo). Os caminhões de materiais para a alvenaria não têm acesso ao interior da obra.
- ***custo da obra:*** R$ 5.000.000,00
- ***cronograma:*** 20 meses; início: junho/97 - término: janeiro/99

B.2 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DE ALVENARIA

- ***tipologia da alvenaria:*** a alvenaria cumpre apenas função de vedação.
- ***áreas de alvenaria:***
    - conjuntos 1,6,7,10 (excluindo vãos, incluindo marcação): 22,95 m^2
    - conjuntos 2,5 (excluindo vãos, incluindo marcação): 8,07 m^2
    - conjunto 3 (excluindo vãos, incluindo marcação):7,27 m^2
    - conjunto 4 (excluindo vãos, incluindo marcação): 5,98 m^2
    - conjunto 8 (excluindo vãos, incluindo marcação): 25,19 m^2
    - conjunto 9 (excluindo vãos, incluindo marcação): 24,31 m^2
    - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 221,33m^2

- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes dos conjuntos (consultórios) varia de 2,05m a 3,64m.
- ***altura das paredes:*** varia de 2,24m a 2,92m.
- ***espessura das paredes:*** varia de 0,09m a 0,19m, sem revestimento.
- ***posição das paredes:***
    - área de alvenaria externa de 1 pavimento = 63,6%
    - área de alvenaria interna de 1 pavimento = 36,4%
- ***arranjo da alvenaria:***
    - todos os ângulos são retos (90°), com exceção das escadas
    - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
    (área de alvenaria do pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 0,61
    - ***quantidade e tipos de aberturas descontadas no cálculo das áreas:*** em cada consultório há previsão, na alvenaria, de um vão de porta de dimensões 0,90x2,21m. Como são 10 consultórios, totaliza-se uma área de vãos de 19,89m^2. As paredes externas dos consultórios só possuem duas fiadas (o restante é vão), pois será aplicado revestimento envidraçado na fase de acabamento.
- ***forma de fixação alvenaria/estrutura:***
    - superior: usa-se a mesma argamassa de assentamento.
    - lateral (pilar/alvenaria e alvenaria/alvenaria): tela metálica fixada com fincapino
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** não é feito.
- ***tipos de esquadrias:***
- ***elementos agregados:*** há produção em obra de blocos com caixas de passagem para tubulação elétrica e de vergas pré-moldadas de concreto.

B.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos utilizados são cerâmicos. A unidade básica é o bloco (14x19x39)cm. Além deste, há variações de espessura (09cm, 11,5cm, 14cm e 19cm), de área da face (1/3 bloco, 1/2 bloco, 2/3 bloco) e de formato (bloco canaleta). O peso da unidade básica é 6,4 kg.
- ***argamassa:*** a argamassa para assentamento é industrializada, comprada em sacos de 50kg e misturada no pavimento onde será utilizada, através de um misturador mecânico. Para a fixação, utiliza-se a mesma argamassa de assentamento. Para o preenchimento dos blocos canaleta das fachadas, utiliza-se sobras do concreto usado na execução da estrutura.

B.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** prumos de centro e de face, escantilhão, esquadro, nível a laser, linha de pedreiro.
- ***produção:*** colher de pedreiro (para misturar argamassa no caixote e para retirar excessos de argamassa nos blocos), "tabuinha reta", "meia cana", caixotes metálicos de argamassa, argamassadeira, suporte metálico para caixotes de argamassa, máquina de serrar blocos.
- ***transporte:*** grua (até dezembro/97), elevador de carga (a partir de janeiro/98), elevador de passageiros, carrinhos de mão, carrinho de transporte de blocos.
- ***sustentação provisória:*** tela metálica apoiada sobre cavaletes metálicos.

B.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros e serventes.
- ***controle e supervisão:*** o encarregado e o técnico em edificações controlam e supervisionam o serviço da equipe de alvenaria.
- ***auxílio à produção:*** há um eletricista que acompanha o serviço de alvenaria, passando as tubulações e posicionando as caixas de passagem de tubulação.
- ***transporte:*** operadores de grua e de elevador de carga. A grua foi usada até dezembro de 1997. A partir daí, o serviço de transporte passou para o elevador de carga.

B.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** mão-de-obra própria da construtora.
- ***forma de pagamento:*** paga-se por produção da equipe.
- ***seqüência de execução adotada:*** cada equipe faz todo o serviço em um pavimento, ou seja, marcação, elevação e fixação da alvenaria.
- ***interferência entre serviços:*** no começo do serviço de alvenaria, o eletricista era chamado quando havia necessidade. Este procedimento trouxe alguns problemas. Decidiu-se, a partir daí, que o eletricista acompanharia o serviço de alvenaria em tempo integral.
- ***disponibilidade e gerenciamento de materiais:*** devido às condições restritivas do canteiro, optou-se por comprar blocos que fossem entregues em páletes e que pudessem ser transportados diretamente para o local de uso. Quanto à argamassa, as dificuldades em se montar uma central influenciaram na compra do material industrializado já ensacado.

- ***logística de canteiro:*** há problemas de acesso. Os caminhões não podem entrar na obra devido ao espaço exíguo e as manobras para aproximá-los do portão causam transtornos no trânsito da região (Anexo H - Foto 06). A política da construtora, neste caso, consiste em evitar ao máximo o transporte vertical de materiais no canteiro. Este procedimento foi possível enquanto havia grua na obra. Atualmente, porém, é necessário que todos os materiais sejam estocados no térreo antes de serem transportados pelo elevador de carga.
- ***definição da equipe de trabalho:*** a equipe básica é composta por 1 encarregado, 3 pedreiros e 2 serventes.
- ***estrutura de poder:*** o estagiário, o técnico em edificações e o mestre-de-obras reportam-se diretamente ao engenheiro. Este, por sua vez, presta contas ao coordenador de obras.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho é de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** cada funcionário recebe uma cesta básica, mensalmente. Além disto, ao final de cada mês são sorteadas mais duas cestas para um dos funcionários que não teve faltas durante o mês. Além disto, a empresa mantém um curso de alfabetização no canteiro, contando atualmente com quatro alunos.
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** foram verificados alguns problemas quanto à segurança do trabalho. Pode-se creditar uma parcela deste problema às condições naturais do canteiro. As condições de higiene são relativamente adequadas.

ANEXO C - OBRA 'C'

C.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** edifício residencial pertencente a um grande conjunto habitacional composto por 06 quadras, totalizando 51 edifícios. O prédio é constituído de 3 andares, sendo quatro apartamentos por andar. Não há portaria no prédio (ela fica na entrada de cada quadra). A obra é privada, financiada pela própria construtora. O conjunto localiza-se no município de Aparecida de Goiânia, Estado de Goiás.
- ***tipologia da obra:*** edifício em alvenaria estrutural de blocos de concreto; alvenaria de vedação com blocos de concreto fabricados na própria obra, assentados com argamassa mista de cimento e cal fabricada na própria obra; revestimento interno em gesso e revestimento externo em argamassa mista preparada na obra.
- ***áreas da Quadra 56:***
    - terreno: 9.910,28m^2, 10 edifícios
    - construída: 8.112,00m^2 (prédios, guarita, banheiro de serviço, central de gás)
    - edifício: 856,27m^2
    - projeção: 285,424m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro de obra é muito amplo. As distâncias de transporte horizontal são grandes. Há espaço de sobra para instalação de quaisquer tipos de centrais de produção. O acesso de caminhões é livre, o local possui pouca movimentação de veículos, por se tratar de uma área ainda pouco habitada.
- ***custo de construção aproximado de um edifício:*** R$170.000,00.
- ***cronograma:*** há um cronograma oficial, porém ele geralmente não é cumprido, pois a obra é executada de acordo com os recursos disponíveis.

C.2 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DE ALVENARIA

- ***tipologia das alvenarias:*** há alvenarias estrutural e de vedação.
- ***áreas de alvenaria:***
    - **estrutural:**
        - 1 apartamento (excluindo vãos, incluindo marcação): 103,27m^2
        - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 380,06m^2

- **vedação:**
    - 1 apartamento (excluindo vãos, incluindo marcação): 38,48m^2
    - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 160,16m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes dos apartamentos varia de 0,60m a 10,40m, podendo-se considerar 3,00m como um média.
- ***altura das paredes:*** 2,60m.
- ***espessura das paredes:*** estruturais = 0,14m; vedação = 0,09m.
- ***posição das paredes:***
    - área de alvenaria (estrut. + vedação) externa de 1 apt° = 40,27%
    - área de alvenaria (estrut. + vedação) interna de 1 apt° = 59,73%
    - área de alvenaria (estrut. + vedação) externa de 1 pavt° = 41,55%
    - área de alvenaria (estrut. + vedação) interna de 1 pavt° = 58,45%
- ***arranjo da alvenaria:***
    - todos os ângulos são retos (90°)
    - densidade de paredes de 1 apartamento
    (área de alvenaria de 1 apartamento/área do apartamento) = 2,09
    - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
    - (área de alvenaria pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 1,89
- ***quantidade e tipos de aberturas (por apartamento) descontadas no cálculo das áreas:***
    - 4 portas. Área total: 7,92m^2
    - 6 janelas. Área total: 7,84m^2
- ***fiadas de cintamento (alvenaria estrutural):*** há preenchimento com graute da 6ª e da 13ª fiadas e nos furos verticais indicados no projeto.
- ***formas de fixação alvenaria/estrutura:***
    - superior: solidarização com a laje de concreto armado, no caso da estrutura. Para a alvenaria de vedação, o encunhamento é feito com 2 fiadas de tijolo maciço cerâmico mais o assentamento de cunhas de concreto.
    - lateral: ganchos metálicos "chumbados" na parede.
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** sim, externa e internamente.
- ***tipos de esquadrias:*** durante a execução da alvenaria, são deixados os vãos para colocação posterior de esquadrias de alumínio.

- ***elementos agregados:*** bloco com caixa de elétrica feitos em obra e vergas pré-moldadas de concreto.

C.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** tanto os blocos estruturais como os de vedação são de concreto. A unidade básica de bloco estrutural é o (14x19x39)cm. Além deste, há os 1/2 bloco e os blocos verga. Os blocos de vedação são fabricados no próprio canteiro com as dimensões (09x17x39)cm. Usa-se, ainda, tijolos maciços cerâmicos para auxílio no encunhamento das paredes de vedação. O peso da unidade básica é 12,5kg.
- ***argamassa:*** a argamassa de assentamento é mista de cimento e cal, produzida em central instalada na obra.

C.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** fio de prumo, esquadro, nível de mão, linha de pedreiro.
- ***produção:*** colher de pedreiro, caixotes de madeira de argamassa, betoneira.
- ***transporte:*** carrinho de mão, talha, guincho de coluna (às vezes).
- ***sustentação provisória:*** tábuas e cavaletes de madeira.

C.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros e serventes (os serventes trabalham tanto na produção como no transporte).
- ***controle e supervisão:*** encarregado, mestre-de-obra e engenheira residente.
- ***auxílio à produção:*** produtores de argamassa na obra, produtores de componentes especiais (ex.: blocos com caixinhas elétricas embutidas), produtores de vergas pré-moldadas de concreto.

C.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** mão-de-obra própria da construtora.
- ***pagamentos:*** quinzenal, por tarefa individual.
- ***seqüência de execução adotada:*** o encarregado faz a marcação e libera o pavimento para o(s) pedreiro(s) elevarem a alvenaria. Este procedimento vale tanto para a alvenaria estrutural como para a de vedação.
- ***interferência entre serviços:*** às vezes, a equipe de alvenaria fica parada no aguardo do eletricista para colocar os blocos com caixinhas de elétrica as tubulações

- ***disponibilidade de equipamentos:*** às vezes não tem guincho de coluna; quando estraga betoneira, demora para arrumar.
- ***disponibilidade e gerenciamento de materiais:*** às vezes falta areia ou cimento
- ***logística de canteiro:*** por ser um conjunto habitacional grande (Anexo H - Foto 09), as distâncias a serem percorridas sempre são extensas. O canteiro principal fica centralizado em uma das quadras e há núcleos de estocagem de materiais, especialmente blocos e areia, espalhados pelos vários edifícios.
- ***definição da equipe de trabalho:*** 1 encarregado, 3 pedreiros e 5 serventes.
- ***estrutura de poder:*** centralizada na engenheira
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho é de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** nenhum.
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** devido às próprias condições do canteiro, a obra não oferece muitos perigos à segurança dos trabalhadores. As condições higiênicas não são muito adequadas, tanto que a firma já foi notificada por fiscais do Ministério do Trabalho.

ANEXO D - OBRA 'D'

D.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** conjunto de 15 casas térreas geminadas, padrão popular. A obra é de caráter privado, gerida com recursos próprios dos donos da construtora. O conjunto localiza-se no município de Aparecida de Goiânia, Estado de Goiás.
- ***tipologia da obra:*** casa térrea com estrutura em alvenaria resistente, reforçada com pilares em concreto armado, servindo de contenção lateral.
- ***áreas:***
    - terreno: 2.358,60m^2
    - casa: 61,03m^2
    - área total construída: 941,97m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro de obra é amplo e localiza-se na periferia do município, em uma região muito desfavorecida socialmente. O terreno é cercado por um muro que não tem sido eficiente para conter marginais que furtam desde material básico (cimento, blocos) até os fios da rede elétrica. Há um cão que vigia o local, mas não garante a segurança do mesmo. Não há problema com falta de espaço.
- ***custo de construção aproximado de uma casa:*** não disponível.
- ***cronograma:*** não há. A obra é executada de acordo com a disponibilidade dos recursos.

D.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- ***tipologia das alvenarias:*** a alvenaria é de blocos de concreto e funciona como estrutura e como vedação. Não há projeto específico de alvenaria.
- ***área de alvenaria:***
    - 1 casa (excluindo vãos, incluindo marcação): 106,09 m^2
    - 15 casas (excluindo vãos, incluindo marcação): 1.312,88m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes da casa varia de 1,20m a 7,00m, podendo-se considerar 3,00m como um média.
- ***altura das paredes:*** 2,80m.
- ***espessura das paredes:*** 0,09m.
- ***posição das paredes:***
    - área de alvenaria externa = 64%
    - área de alvenaria interna = 36%

- ***arranjo da alvenaria:***
  - todos os ângulos são retos (90°)
  - densidade de paredes de 1 casa
    (área de alvenaria de 1 casa/área da casa) = 1,76
- ***quantidade e tipos de aberturas (por apartamento) descontadas no cálculo das áreas:***
  - 5 portas. Área total: 7,98m^2
  - 5 janelas. Área total: 7,16m^2
- ***fiadas de cintamento (alvenaria estrutural):*** há uma cinta sobre a última fiada que serve como suporte para a estrutura do telhado
- ***formas de fixação alvenaria/estrutura:***
  - superior: não tem
  - lateral: amarração entre blocos
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** sim, externa e internamente.
- ***tipos de esquadrias:*** durante a execução da alvenaria, são deixados os vãos para colocação posterior de esquadrias de alumínio.
- ***elementos agregados:*** não há.

D.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos são fabricados no canteiro da obra 'C' com as dimensões 09x17x39cm. Usa-se, ainda, tijolos maciços cerâmicos para auxílio na fixação. O peso da unidade básica é 7,5kg.
- ***argamassa:*** a argamassa de assentamento é mista de cimento e cal, produzida manualmente na obra.

D.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** fio de prumo, nível de mão, linha de pedreiro.
- ***produção:*** colher de pedreiro, caixotes de madeira de argamassa.
- ***transporte:*** carrinho de mão.
- ***sustentação provisória:*** tábuas e cavaletes de madeira.

D.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiro e servente.
- ***controle e supervisão:*** engenheira residente.
- ***auxílio à produção:*** não há.

D.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** mão-de-obra própria da construtora.
- ***pagamentos:*** quinzenal, por hora trabalhada.
- ***seqüência de execução adotada:*** o pedreiro faz tudo, ou seja, marcação, elevação até a 6ª fiada, concretagem dos pilares, elevação até a 14ª fiada.
- ***interferência entre serviços:*** não há, pois o pedreiro trabalha sozinho.
- ***disponibilidade de equipamentos:*** não tem equipamentos.
- ***disponibilidade e gerenciamento de materiais:*** costuma atrasar a entrega de materiais básicos.
- ***logística de canteiro:*** por se tratar praticamente de uma obra artesanal, tudo é feito manualmente.
- ***definição da equipe de trabalho:*** 1 pedreiro e 1 servente.
- ***estrutura de poder:*** o pedreiro obedece às ordens da engenheira.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho é de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** hora-prêmio (4 horas por dia).
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** as condições de higiene não são muito adequadas. Há apenas um banheiro feito com chapas compensadas de madeira que possui apenas um buraco no chão. Os funcionários trocam de roupa dentro da única instalação do canteiro, o depósito de materiais. Quanto à segurança, a obra não oferece grandes riscos por se tratar de casas térreas e pelo fato do pedreiro trabalhar sozinho.

ANEXO E - OBRA 'E'

E.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** edifício comercial, constituído de 4 subsolos, térreo, mezanino e 16 pavimentos-tipo. A obra é de caráter privado, incorporada por recursos da própria construtora e localiza-se na cidade de São Paulo, na região da Av. Paulista.
- ***tipologia da obra:*** edifício com estrutura reticulada em concreto armado; alvenaria de vedação em blocos cerâmicos assentados com argamassa industrializada ensacada; revestimento interno em gesso corrido e revestimento externo em pele de vidro e pastilha.
- ***áreas:***
  - terreno: 1.717,83 m^2
  - projeção: 425 m^2
  - sala: 40 m^2 (aproximadamente)
  - área total construída: 13.561,20 m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** as áreas de trabalho da obra localizam-se na área de projeção do prédio, bem como os escritórios dos diversos subempreiteiros (alvenaria, instalações etc.). Os escritórios técnicos e administrativos encontram-se na frente do terreno, no limite com a calçada da rua. O acesso é restrito por três motivos: só há uma rua de acesso à obra; os caminhões não podem entrar na obra devido às condições topográficas do terreno e há restrições viárias quanto ao tráfego de veículos pesados nesta região. Assim, a descarga de materiais era feita na rua e os mesmos eram transportados para dentro da obra ou manualmente ou em carrinhos especiais.
- ***custo da obra:*** R$ 8.500.000,00
- ***cronograma:*** início da obra (janeiro 1997) – fim da obra (previsto para janeiro 1999)

E.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- ***tipologia da alvenaria:*** a alvenaria cumpre apenas a função de vedação. Não há projeto específico de alvenaria.
- ***área de alvenaria:***
  - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 632,83m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes varia de 0,34 m a 8,17m, podendo-se considerar 2,46m como uma média.
- ***altura das paredes:*** 2,92m.

- ***espessura das paredes:*** 0,09m (39,9%); 0,12m (38,9%); 0,14m (10,8%); 0,19 (10,4%).
- ***posição das paredes:***
  - área de alvenaria externa de 1 pavimento-tipo= 12,6%
  - área de alvenaria interna de 1 pavimento-tipo = 87,4%
- ***arranjo da alvenaria:***
  - todos os ângulos são retos (90°), exceto duas paredes externas (4,63m de comprimento) que são arqueadas.
  - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
    (área de alvenaria do pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 1,36
- ***quantidade e tipos de aberturas (por apartamento) descontadas no cálculo das áreas:***
  - 21 portas (0,70 x 2,10)m. Área total: 30,87m^2
  - 10 portas (0,80 x 2,10)m. Área total: 16,80m^2
  - 4 portas de elevadores (1,20 x 2,20)m. Área total: 10,56m^2
  - vão do hidrante: (0,64 x 0,94)m. Área total: 0,60m^2
- ***formas de fixação alvenaria/estrutura:***
  - superior: argamassa específica para fixação
  - lateral: chapisco rolado, chapisco desempenado e telas metálicas perfuradas
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** apenas na marcação, na alvenaria da escada e na alvenaria externa, a partir do 12º andar.
- ***tipos de esquadrias:*** durante a execução da alvenaria, são deixados os vãos para colocação posterior de esquadrias de alumínio.
- ***elementos agregados:*** caixas de passagem para tubulação elétrica e vergas fabricadas em central localizada na própria obra.

E.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos utilizados são cerâmicos. As unidades básicas são o bloco (12x25x25)cm, utilizados nas paredes divisórias dos escritórios e o bloco (09x25x25)cm, utilizados nos banheiros dos escritórios. Além destes, há outras variações de espessura (14cm e 19cm), de área da face (1/3 bloco, 1/2 bloco, 2/3 bloco) e de formato (bloco canaleta). Os pesos das unidades básicas são 4,6kg (09x25x25)cm e 5,0kg (12x25x25)cm.
- ***argamassa:*** a argamassa de assentamento é pré-fabricada, entregue ensacada, misturada no local.

E.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** fio de prumo, escantilhão metálico, nível a laser, régua com nível de bolha, mangueira de nível, linha de pedreiro, esquadro metálico.
- ***produção:***
  - assentamento: colher de pedreiro, "tabuinha" reta, caixotes de argamassa (madeira);
  - argamassa: betoneira, caixote no andar;
  - componentes complementares: o "bloco elétrico" vem cortado da fábrica e a caixinha é colocada com o bloco já assentado; as vergas são fabricadas em central na obra e levadas prontas para colocação no pavimento.
- ***transporte:***
  - vertical: 1 elevador de carga e 1 elevador de passageiros;
  - horizontal: carrinho especial para transporte de blocos, carrinho especial para transporte de argamassa e carrinho de mão.
- ***sustentação provisória:*** andaimes metálicos e de madeira.

E.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros e serventes.
- ***controle e supervisão:*** estagiário, encarregado, mestre-de-obra e engenheiro.
- ***auxílio à produção:*** um pedreiro fabrica as vergas, eventualmente.

E.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** subcontratação de uma fornecedora de mão-de-obra.
- ***pagamentos:*** a construtora contratou a subempreiteira por preço fechado (aproximadamente R$150.000,00) e os pagamentos são efetuados quinzenalmente após medições. A subempreiteira, por sua vez, paga seus funcionários por hora, conforme cartão de ponto.
- ***seqüência de execução adotada:*** o pedreiro que marca não é o mesmo que eleva. Há um pedreiro que só realiza a tarefa de marcação junto ao acompanhamento de um supervisor. Cada pedreiro é responsável por um determinado setor.
- ***interferência entre serviços:*** instalações hidráulicas, elétricas, de incêncio e de ar condicionado.
- ***disponibilidade de equipamentos:*** o elevador de carga trabalhou sobrecarregado o tempo inteiro. As conseqüências oriundas desta problema foram relatadas no capítulo 6.

- ***disponibilidade e gerenciamento de materiais:*** os caminhões com blocos e argamassa chegavam diariamente à obra, o que obrigava à mobilização de uma equpe exclusiva para fazer transporte de materiais.
- ***logística de canteiro:*** material descarregado na calçada e levado manualmente até o local de estoque. Depois, conforme a necessidade, deslocado pelo elevador até o local de uso.
- ***definição da equipe de trabalho:*** variada – até 13 pedreiros e 6 serventes.
- ***estrutura de poder:*** os operários obedecem às ordens do encarregado. O estagiário, o mestre-de-obra e o engenheiro reportam-se ao encarregado caso algum problema seja verificado e este soluciona o problema.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho é de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira. Aos sábados, fazia-se apenas transporte de materiais.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** cesta básica de alimentos.
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** havia preocupações efetivas quanto à segurança dos funcionários. O elevador de passageiros atendia às recomendações da NR-18.

ANEXO F - OBRA 'F'

F.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** edifício residencial. O prédio é constituído de 1 subsolo, térreo e 13 pavimentos-tipo, sendo quatro apartamentos por andar, totalizando 52 apartamentos. A obra é privada, administrada pelo regime de autofinanciamento pela própria construtora. O edifício localiza-se no município de Suzano - SP.
- ***tipologia da obra:*** edifício com estrutura reticulada em concreto armado; alvenaria de vedação com blocos cerâmicos assentados com argamassa pré-fabricada; revestimento interno em gesso e revestimento externo em argamassa mista pré-misturada.
- ***áreas:***
    - terreno: 2275 m^2
    - projeção: 569,86 m^2
    - área total construída: 10.964,14 m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro de obra é amplo, com espaço suficiente para disposição das centrais de produção, almoxarifado, administração, alojamentos etc. As condições de acesso são boas, não há restrições viárias quanto ao tráfego de veículos pesados. Os caminhões de materiais para a alvenaria têm acesso ao interior da obra, ficando ao alcance da grua.
- ***custo de construção:*** R$ 4.300.000,00
- ***cronograma:*** início da obra (julho 1997) – fim da obra (outubro 1999)

F.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- ***tipologia da alvenaria:*** a alvenaria cumpre apenas função de vedação
- ***áreas de alvenaria:***
    - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 796,24 m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes do apartamento varia de 0,34m a 5,50m, sendo 2,57m a média dos comprimentos de todas as paredes de um pavimento.
- ***altura das paredes:*** 2,60m.
- ***espessura da paredes:*** varia de 0,09m a 0,19m, sem revestimento.
- ***posição das paredes:***
    - área de alvenaria externa de 1 pavimento = 22,56%
    - área de alvenaria interna de 1 pavimento = 77,43%

- ***arranjo da alvenaria:***
  - todos os ângulos são retos (90°)
  - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
    (área de alvenaria pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 1,36
- ***quantidade e tipos de aberturas (por pavimento-tipo) descontadas no cálculo das áreas***
  - 4 portas (1,80 x 2,15)m. Área total: 15,48 m^2
  - 4 portas (1,36 x 2,15)m. Área total: 11,70 m^2
  - 25 portas (0,80 x 2,10)m. Área total: 42,00 m^2
  - 8 portas (0,70 x 2,10)m. Área total: 11,76 m^2
  - 16 portas (0,60 x 2,10)m. Área total: 20,16 m^2
  - 34 janelas. Área total: 39,46m^2
- ***forma de fixação alvenaria/estrutura:***
  - superior: argamassa específica para fixação;
  - lateral (pilares): chapisco desempenado e grampos metálicos (a cada duas fiadas).
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** são preenchidas as juntas dos últimos e dos penúltimos blocos de cada parede.
- ***tipos de esquadrias:*** o vão da esquadria é deixado, durante a alvenaria, em uma dimensão exata. O marco é parafusado diretamente nos blocos em uma etapa posterior.
- ***encontros entre paredes:*** as paredes são solidarizadas por amarração entre blocos e pela colocação de telas eletrossoldadas a cada duas fiadas, em todas as paredes.
- ***elementos agregados:*** há produção em obra de vergas e contravergas em uma central localizada no térreo. Os blocos "elétricos" são assentados com o corte das caixinhas, porém elas não são assentadas juntamente com a execução da alvenaria. As vergas e contravergas são assentadas juntamente com a alvenaria.

F.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos utilizados são cerâmicos. A unidade básica é o bloco (14x19x39)cm. Além deste, há variações de espessura (09cm e 19cm) e de área da face (½ bloco e bloco seccionável em 3 partes). O peso da unidade básica é 7,5 kg.
- ***argamassa:*** é adquirida industrializada, entregue em sacos. São utilizadas argamassas específicas para assentamento e para fixação, compradas de fábricas diferentes.

F.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** escantilhão metálico, régua com nível de bolha, mangueira de nível, nível a laser, linha de pedreiro, esquadro metálico, régua de alumínio.
- ***produção:***
  - assentamento: colher de pedreiro, "tabuinha reta";
  - argamassa: caixotes metálicos e de plástico, argamassadeira mecânica;
  - componentes complementares: o bloco "elétrico" é cortado e a caixinha é colocada com o bloco já assentado. Os blocos seccionáveis vem prontos da fábrica, necessitando apenas dar um golpe com a colher de pedreiro para que eles se repartam em um terço e dois terços do tamanho original. As vergas e contravergas são fabricadas em central na obra.
- ***sustentação provisória:*** tábuas e cavaletes de madeira.
- ***transporte:***
  - horizontal: carrinho com sistema hidráulico para transporte de páletes; três tipos de carrinhos de transporte de caixotes de argamassa: com 3 rodas para 1 caixote (usado para receber argamassa da argamassadeira mecânica), com 4 rodas para transporte de até 6 caixotes de argamassa e suporte de caixote de argamassa para uso pelo pedreiro;
  - composto: grua.

F.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros e serventes.
- ***controle e supervisão:*** o controle e a supervisão são de responsabilidade do encarregado do serviço e do mestre-de-obra.
- ***auxílio à produção:*** produtores de vergas e contravergas.
- ***transporte:*** operador de grua.

F.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** contratação de uma subempreiteira que fornece a mão-de-obra e as ferramentas.
- ***forma de pagamento:*** não disponível.
- ***seqüência de execução adotada:*** primeiramente, o mestre-de-obra tira todos os eixos e esquadros do pavimento, conferindo todas as medidas. A marcação é iniciada sempre com a supervisão do encarregado, do mestre-de-obra e do engenheiro da obra. A elevação só é liberada quando a marcação de todo o pavimento estiver completa. Há ordens expressas para que a elevação de uma parede seja finalizada sempre no mesmo dia em que

foi iniciada. A fixação é feita de cima para baixo, somente após uma defasagem de 8 pavimentos com alvenaria elevada, com uma semana de carência para começarem os serviços.

- ***interferência entre serviços:*** a equipe de instalações trabalha em conjunto com a de alvenaria, não havendo problemas significativos de interferências. O controle rígido da execução do projeto minimiza eventuais problemas.
- ***logística de canteiro:*** os contratos com os fornecedores de blocos e argamassa garantiam que os caminhões chegassem à obra na data e horário previamente estipulados pelo engenheiro. Com isto, a programação da utilização da grua ficava mais fácil. Quando chegavam os caminhões com blocos e argamassa, os mesmos já eram transportados diretamente do caminhão para o pavimento onde seriam utilizados.
- ***definição da equipe de trabalho:*** a equipe sofreu várias alterações durante o decorrer do serviço, mas a composição básica era: 1 encarregado, 5 serventes e 12 pedreiros da subempreiteira.
- ***estrutura de poder:*** na obra, a autoridade máxima é o engenheiro. A ele, reportam-se o mestre-de-obra e o encarregado. O apontador também acompanha o serviço, auxiliando a equipe de supervisão. Os operários obedecem às ordens do encarregado.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho era de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira. Alguns funcionários trabalhavam aos sábados. Na obra, havia três serventes da equipe de alvenaria alojada no canteiro.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** cesta básica de alimentos, seguro e havia um projeto de alfabetização no canteiro a ser iniciado.
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** a construtora se empenha bastante em atender às normas da NR-18. O canteiro é muito limpo e muito organizado. Percebia-se, claramente, tratar-se de uma obra diferenciada neste sentido. Os alojamentos e banheiro foram montados em contêineres de aço, localizados no interior da obra, protegidos da ação do sol e da chuva. As condições de higiene eram exemplares, bem como o fornecimento de equipamentos de segurança individual.

ANEXO G - OBRA 'G'

G.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** conjunto de 16 edifícios residenciais, localizados em um bairro próximo a uma área industrial do município de Jundiaí - SP. O edifício em estudo tem 12 pavimentos-tipo (o 1º pavimento coincide com o térreo), sem subsolo, sendo quatro apartamentos por andar, totalizando 48 apartamentos.
- ***tipologia da obra:*** edifício construído em alvenaria estrutural armada de blocos de concreto, utilizando lajes maciças de concreto pré-fabricadas, além de outros elementos industrializados, como contramarcos de argamassa armada e blocos com geometria especial, desenvolvidos exclusivamente para uso em obras desta construtora (Figura A.1).

Figura A.1 Blocos e componentes especiais.

- ***áreas:***
  - terreno: 102.000,00 m^2
  - área total construída: 74.000,00 m^2 (de todo o empreendimento – 16 torres)
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro de obra é muito amplo, havendo espaço de sobra para qualquer tipo de intervenção. O terreno onde localiza-se a obra é muito grande. O acesso viário é fácil, mas o empreendimento fica um pouco afastado do centro urbano. As instalações físicas (escritório, refeitório etc.) localizam-se em uma edificação que já havia no local (este local foi construído na ocasião da execução de um outro empreendimento, que se localiza ao lado do atual; será destinado a uma creche ao final das obras) e o depósito de materiais em um galpão anexo a esta edificação.
- ***custo de construção aproximado da obra:*** R$ 30.000.000,00 (de todo o empreendimento – 16 blocos)

- ***cronograma:*** início do empreendimento (junho 1997) - fim do empreendimento (dezembro de 2002)

G.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- ***tipologia da alvenaria:*** a alvenaria é de blocos de concreto e funciona como estrutura. O projeto foi concebido utilizando conceitos de racionalização construtiva, construtibilidade e otimização dos recursos, tendendo para um sistema industrial de construção.
- ***área de alvenaria:***
    - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 725,03 m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes do apartamento varia de 8,88 m a 0,66 m, sendo 3,24 m a média dos comprimentos de todas as paredes de um pavimento.
- ***altura das paredes:*** 2,60m.
- ***espessura das paredes:*** 0,14m.
- ***posição das paredes:***
    - área de alvenaria externa = 37,65%
    - área de alvenaria interna = 62,35%
- ***arranjo da alvenaria:***
    - de todas as paredes, oito delas apresentam ângulos de 45º
    - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
    (área de alvenaria pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 1,78
- ***quantidade e tipos de aberturas (por apartamento) descontadas no cálculo das áreas:***
    - 8 portas (0,80 x 2,10)m. Área total: 13,44 m^2
    - 1 porta (1,60 x 2,20)m. Área total: 3,52 m^2
    - 4 janelas (1,20 x 1,20)m. Área total: 5,76 m^2
    - 1 janela (1,0 x 1,20)m. Área total: 1,20 m^2
    - 2 janelas (0,80 x 0,80)m. Área total: 1,28 m^2
- ***fiadas de cintamento (alvenaria estrutural):*** na décima terceira fiada.
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** média de 50%
- ***tipos de esquadrias:*** durante a execução da alvenaria, já são assentados os contramarcos de argamassa armada, onde serão fixadas as esquadrias, posteriormente.

- ***elementos agregados:*** verga, contraverga, contramarco de argamassa armada etc.

G.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos são fabricados pela própria construtora, em suas instalações industriais. O principal componente utilizado é o bloco estrutural de concreto (14x19x39)cm. Seu peso é 14,0kg. Outros componentes, como os da Figura A.1, também são fabricados pela construtora.
- ***argamassa:*** a argamassa é fabricada pela própria construtora. Os materiais constituintes da argamassa são depositados em silos dosadores e misturadores que ficam localizados no pavimento em execução, conforme mostra a Figura A.2.

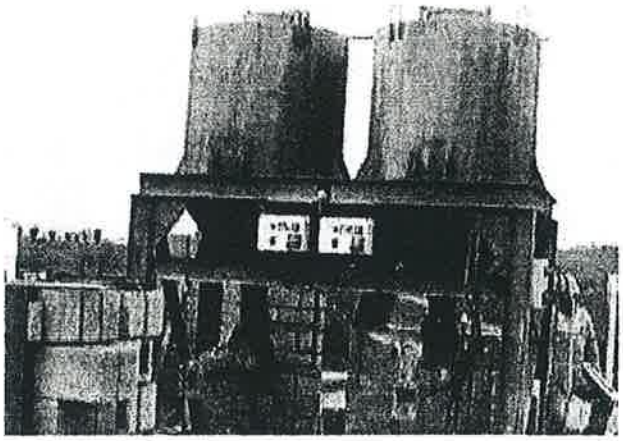


Figura A.2 Silos dosadores e misturadores de argamassa.

G.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** régua com bolha de nível, esquadro metálico, nível laser, linha de pedreiro e régua de alumínio.
- ***produção:***
  - assentamento: "tabuinha" reta e colher de pedreiro para auxiliar no posicionamento dos blocos;
  - argamassa: caixotes metálicos.
- ***transporte:***
  - horizontal: carrinhos para transporte de caixotes de argamassa
  - composto: grua para içamento de "racks" de blocos.
- ***sustentação provisória:*** cavalete metálico e tábuas.

G.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros, meio-oficiais e serventes.
- ***controle e supervisão:*** mestre-de-obra e engenheiro residente
- ***auxílio à produção:*** servente (fica no térreo auxiliando o operador da grua).

G.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** mão-de-obra própria da construtora.
- ***pagamentos:*** por produção
- ***seqüência de execução adotada:*** primeiramente, faz-se toda a marcação. Em seguida, os pedreiros elevam a alvenaria até a 7º fiada, fazendo o grauteamento até este ponto; colocam-se as barras de aço com o nível marcado até a 12ª fiada e procede-se da mesma maneira. Faz-se o assentamento da canaleta; em seguida, procede-se ao grauteamento da mesma e subseqüente instalação das lajes pré-fabricadas.
- ***interferência entre serviços:*** as instalações hidráulicas são montadas juntamente com a alvenaria pelos próprios pedreiros
- ***disponibilidade e gerenciamento de materiais:*** pelo fato de a construtora também possuir uma indústria de componentes para a construção civil, a programação e entrega de materiais é feita de forma bastante eficaz.
- ***logística de canteiro:*** praticamente todas as atividades acontecem no pavimento em execução, devido ao esquema quase industrial montado pela construtora, o que praticamente elimina a necessidade de pessoal de apoio.
- ***definição da equipe de trabalho:*** 3 pedreiros, 2 meio-oficiais e 4 serventes.
- ***estrutura de poder:*** o engenheiro determina as ordens para o mestre-de-obra, que as repassa para os operários.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho é de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** cesta básica, vale transporte, refeição a um custo simbólico.
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** Todos os operários utilizam EPI; existe refeitório e banheiros para os operários.

ANEXO H - OBRA 'H'

H.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- ***tipo de empreendimento:*** de caráter privado, incorporado por uma empresa que contratou a construtora para executar a obra. Compõe-se de uma torre com subsolo, térreo e 18 pavimentos-tipo, mais cobertura duplex. O empreendimento fica no município de Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo.
- ***tipologia da obra:*** edifício com estrutura reticulada em concreto armado e alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, executados sob orientação de um projeto específico de alvenaria.
- ***áreas:***
  - terreno: 2.401,80 m^2
  - projeção da torre: 409,53 m^2
  - área total construída: 10.202,94 m^2
- ***condições da praça de trabalho:*** o canteiro da obra é amplo. Há espaço suficiente para manobra de caminhões e não há restrições viárias quanto ao acesso de veículos pesados. As instalações provisórias são bem organizadas e havia alojamento para 2 funcionários da equipe de alvenaria.
- ***custo de construção aproximado***: R$ 5.300.000,00
- ***cronograma:*** início (julho 1997) e término (janeiro 1999).

H.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- ***tipologia das alvenarias:*** a alvenaria é de blocos cerâmicos e funciona como vedação. Há projeto e procedimentos de execução específicos para alvenaria.
- ***área de alvenaria:***
  - 1 pavimento-tipo (excluindo vãos, incluindo marcação): 538,25 m^2
- ***comprimento das paredes:*** o comprimento das paredes de um apartamento varia de 0,13m a 6,81m, podendo-se considerar 1,94m como um média.
- ***altura das paredes:*** 2,73m (mediana)
- ***espessura das paredes:*** 0,09m, 0,12m e 0,19m.
- ***posição das paredes:***
  - área de alvenaria externa = 34,24%
  - área de alvenaria interna = 65,76%

- ***arranjo da alvenaria:***
  - nem todos os ângulos são retos (90°); há 13 paredes a 45° em todos os pavimentos;
  - densidade de paredes de 1 pavimento-tipo
  (área de alvenaria pavimento-tipo/área do pavimento-tipo) = 1,31
- ***quantidade e tipos de aberturas (por apartamento) descontadas no cálculo das áreas:***
  - 43 portas. Área total: 79,55m^2
  - 28 janelas. Área total: 58,96m^2
  - 8 vãos de (0,65x0,50) para ar condicionado. Área total: 2,6m^2
- ***formas de fixação alvenaria/estrutura:***
  - superior: mesma argamassa de assentamento
  - lateral: chapisco rolado
- ***amarração dos blocos:*** junta amarrada.
- ***preenchimento de juntas verticais com argamassa:*** não.
- ***tipos de esquadrias:*** deixa-se o vão para posterior colocação de marco.
- ***elementos agregados: vergas e contravergas fabricadas em central*** localizada na própria obra.

H.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- ***blocos:*** os blocos são cerâmicos. As dimensões e os pesos dos principais componentes de alvenaria usados são, respectivamente, (09x25x25)cm – seccionável – 4,7kg; (12x25x25)cm – 5,85kg e (19x25x25)cm – 6,94kg.
- ***argamassa:*** a argamassa de assentamento e fixação é industrializada, misturada no andar onde será aplicada. A argamassa para a marcação é produzida manualmente com areia e cimento, na própria obra.

H.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- ***controle geométrico:*** fio de prumo, escantilhão metálico, linha de pedreiro e esquadro metálico.
- ***produção:***
  - assentamento: colher de pedreiro, "tabuinha" reta, caixotes de madeira para argamassa e argamassadeira mecânica.
- ***transporte:***
  - horizontal: carrinhos especiais para transporte de blocos, de argamassa e de caixotes de argamassa;
  - composto: grua.

- ***sustentação provisória:*** tábuas e cavaletes de madeira.

H.5 MÃO-DE-OBRA

- ***produção:*** pedreiros e serventes.
- ***controle e supervisão:*** mestre-de-obra, técnica em edificações e engenheiro da obra.
- ***auxílio à produção:*** produtores de vergas e contravergas (1 carpinteiro e 1 servente).

H.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- ***forma de contratação dos serviços de alvenaria:*** mão-de-obra própria da construtora.
- ***pagamento:*** por produção. A equipe 1 recebia individualmente o valor da produção realizada por cada pedreiro, enquanto a equipe 2 recebia o valor total realizado por todos seus pedreiros que, posteriormente, dividiam o montante igualitariamente.
- ***seqüência de execução adotada:*** os pedreiros das equipes 1 e 2 marcam e elevam a alvenaria, de acordo com sua própria organização.
- ***interferência entre serviços:*** a tubulação elétrica é embutida pelos próprios pedreiros; o eletricista apenas acompanha o serviço.
- ***disponibilidade de equipamentos:*** a grua funcionou bem, atendendo às demandas dos vários serviços.
- ***logística de canteiro:*** os caminhões estacionam no pátio da obra e a grua iça os materiais diretamente dos caminhões para o pavimento em que serão utilizados.
- ***definição da equipe de trabalho:*** a equipe 1 era composta de 3 pedreiros e 2 serventes; a equipe 2 era composta de 4 pedreiros e 2 serventes.
- ***estrutura de poder:*** cada equipe trabalhava separadamente, seguindo orientações do mestre-de-obra e procedimentos de execução da empresa.
- ***definição da jornada de trabalho:*** a jornada normal de trabalho é de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e de 8 horas na sexta-feira.
- ***benefícios oferecidos aos trabalhadores:*** cesta básica de alimentos, plano de saúde e odontológico.
- ***condições de higiene e segurança do trabalho:*** boas condições de segurança e ótimas condições de higiene, atendendo à Norma Regulamentadora NR-18.

ANEXO I - PLANILHA DIÁRIA DE COLETA DAS ENTRADAS

OBRA:
PERÍODO:

NOME	FUNÇAO	HORAS TRABALHADAS							
		segunda	terça	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo	*TOTAL*
	TOTAL								

Ocorrências:

ANEXO J - PLANILHA EVENTUAL DE COLETA DAS ENTRADAS

OBRA:

Nome	Função	Tempo na função	Data de entrada na obra	Data de saída da obra

ANEXO K - ROTEIRO PARA COLETA DE INFORMAÇÕES SOBRE A OBRA E SOBRE O SERVIÇO DE ALVENARIA

Este roteiro foi elaborado de modo a organizar as informações sobre a obra e sobre o serviço de alvenaria. Através da sua aplicação, torna-se possível o resgate de informações que serão úteis durante a análise dos fatores que afetam a produtividade.

Para utilizá-lo, deve-se observar os itens relacionados dentro das classificações (de K.1 a K.6) e descrever a situação corrente na obra em estudo. Alguns itens vem acompanhados por opções que refletem grande parte das características observadas em obra atualmente, servindo como auxiliar na detecção das informações. Entretanto, estas opções não são únicas; podem haver outras que também devem ser anotadas.

K.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

- **tipo de empreendimento** (obra pública ou privada, regime de contratação da obra, finalidade da edificação, localização)
- **tipologia da obra** (estrutura em concreto armado, alvenaria estrutural etc.; alvenaria em blocos de concreto, cerâmicos etc.; revestimentos)
- **áreas** (terreno, projeção, construída etc.)
- **condições da praça de trabalho** (acessibilidade, espaço livre)
- **custo da obra**
- **cronograma a cumprir**

K.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- **tipologia da alvenaria** (estrutural ou de vedação)
- **comprimento, altura e espessura das paredes**
- **posição das paredes** (interna, externa)
- **arranjo da alvenaria** (densidade de paredes, angulação de cantos etc.)
- **quantidade e tipos de aberturas** (portas, janelas, ar condicionado)
- **fiadas de cintamento** (alvenaria estrutural)
- **formas de fixação alvenaria/estrutura** (chapisco rolado, chapisco desempenado, telas eletrossoldadas, espumas poliméricas etc.)
- **tipo de amarração dos blocos** (junta a prumo, junta amarrada etc.)

- **preenchimento ou não de juntas verticais**
- **tipos de esquadrias**
- **encontros entre paredes**
- **elementos agregados** (marcos de janelas, batentes, caixas de passagem para tubulação elétrica etc.)

K.3 MATERIAIS / COMPONENTES

- **blocos, tijolos** (estruturais, vedação; material; geometria: dimensões externas, existência de furos, regularidade geométrica)
- **argamassa e graute** (função: assentamento de blocos ou tijolos, preenchimento, fixação alvenaria/estrutura; local de fabricação)

K.4 EQUIPAMENTOS / FERRAMENTAS

- **controle geométrico:** fio de prumo, mangueira de nível, escantilhão, esquadro, régua com nível de bolha, nível a laser, nível alemão, linha de pedreiro...
- **produção:** colher de pedreiro, bisnaga, "tabuinha reta", "meia cana", caixotes de argamassa, argamassadeira, betoneira...
- **transporte:** grua, elevador de carga, carrinho de mão, carrinho de transporte de blocos, carrinho de transporte de caixotes de argamassa, carrinho especial de transporte de argamassa...
- **disposição e quantidade dos equipamentos de transporte**

K.5 MÃO-DE-OBRA

- **produção**
- **controle e supervisão:** encarregados, mestres-de-obra, técnicos em edificações, engenheiros etc.
- **auxílio à produção:** produtores de argamassa na obra, produtores de componentes especiais (ex.: blocos com caixinhas elétricas embutidas).
- **transporte:** operadores de grua e de elevador de carga, transportadores de blocos/tijolos e argamassa.
- **projetos:** projetistas de alvenaria estrutural, projetistas de alvenaria de vedação, projetistas de canteiros de obra, projetistas de processo de produção etc.
- **características pessoais** (idade, vigor físico, motivação)
- **características profissionais** (experiência, qualificação, responsabilidade)

K.6 ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

- **forma de contratação dos serviços de alvenaria** (mão-de-obra própria da empresa, a subcontratação de uma prestadora de serviços, a contratação de mão-de-obra temporária ou até mesmo a subcontratação de várias empresas em uma mesma obra.
- **pagamentos** (por hora trabalhada, por metro quadrado executado, por cumprimento de prazos previamente estipulados, por porcentagem de serviço realizado...)
- **seqüência de execução adotada**
- **interferência entre serviços**
- **congestionamentos**
- **disponibilidade de equipamentos**
- **disponibilidade e gerenciamento de materiais**
- **logística de canteiro**
- **definição da equipe de trabalho** (quantidade de pedreiros e ajudantes, presença ou não de um encarregado do serviço, delimitação de direitos e obrigações)
- **estrutura de poder** (estabelecimento dos níveis de autoridade e autonomia nos processos de decisão)
- **definição da jornada de trabalho**
- **benefícios oferecidos aos trabalhadores** (incentivos financeiros, cesta básica, plano de saúde, etc.)
- **condições de higiene e segurança do trabalho**

ANEXO L - TABELAS DE DADOS COMPLETAS

As tabelas a seguir contêm os dados completos sobre as obras estudadas, incluindo as quantidades diárias de homens-hora e de serviço realizado.

DADOS COMPLETOS OBRA 'A'

Data	Dia	$Qd_{marc}(m^2)$	$Qd_{elev}(m^2)$	$Qc_{marc}(m^2)$	$Qc_{elev}(m^2)$	$Hhd_{(m+e)}$	$Hhd_{(enc+limp)}$	$Hhc_{(m+e)}$	$Hhc_{(enc+limp)}$	$RUPd_{(m+e)}$	$RUPd_{(enc+limp)}$	$RUPc_{(m+e)}$	$RUPc_{(enc+limp)}$
09/09/97	1	3,86	98,01	3,86	98,01	61	69	61	69	0,60	0,68	0,60	0,68
10/09/97	2	8,18	32,46	12,04	130,47	57	65	118	134	1,40	1,60	0,83	0,94
11/09/97	3	20,94	93,74	32,98	224,21	112	130	230	264	0,98	1,13	0,89	1,03
12/09/97	4	17,14	56,52	50,12	280,73	110	126	340	390	1,49	1,71	1,03	1,18
15/09/97	5	36,32	119,78	86,44	400,51	99	117	439	507	0,63	0,75	0,90	1,04
16/09/97	6	14,44	145,19	100,88	545,70	117	135	556	642	0,73	0,85	0,86	0,99
17/09/97	7	11,56	163,84	112,44	709,54	117	135	673	777	0,67	0,77	0,82	0,95
18/09/97	8	10,82	139,22	123,26	848,76	126	144	799	921	0,84	0,96	0,82	0,95
19/09/97	9	6,76	94,30	130,02	943,06	84	96	883	1017	0,83	0,95	0,82	0,95
22/09/97	10	17,72	168,14	147,74	1111,20	135	153	1018	1170	0,73	0,82	0,81	0,93
23/09/97	11	14,62	142,61	162,36	1253,81	135	153	1153	1323	0,86	0,97	0,81	0,93
24/09/97	12	13,36	138,80	175,72	1392,61	135	153	1288	1476	0,89	1,01	0,82	0,94
25/09/97	13	2,20	71,96	177,92	1464,57	70	78	1358	1554	0,94	1,05	0,83	0,95
26/09/97	14	8,32	102,84	186,24	1567,41	104	120	1462	1674	0,94	1,08	0,83	0,95
29/09/97	15	8,16	112,36	194,40	1679,77	108	126	1570	1800	0,90	1,05	0,84	0,96
30/09/97	16	8,80	148,92	203,20	1828,69	135	153	1705	1953	0,86	0,97	0,84	0,96
01/10/97	17	9,68	110,70	212,88	1939,39	126	144	1831	2097	1,05	1,20	0,85	0,97
02/10/97	18	2,68	192,36	215,56	2131,75	126	144	1957	2241	0,65	0,74	0,83	0,95
03/10/97	19	0,00	118,62	215,56	2250,37	120	136	2077	2377	1,01	1,15	0,84	0,96
06/10/97	20	11,12	119,78	226,68	2370,15	117	135	2194	2512	0,89	1,03	0,84	0,97
07/10/97	21	10,82	116,76	237,50	2486,91	120	138	2314	2650	0,94	1,08	0,85	0,97
08/10/97	22	10,66	114,54	248,16	2601,45	99	117	2413	2767	0,79	0,93	0,85	0,97
09/10/97	23	3,04	26,78	251,20	2628,23	48	56	2461	2823	1,61	1,88	0,85	0,98
10/10/97	24	2,04	61,56	253,24	2689,79	88	104	2549	2927	1,38	1,64	0,87	0,99
13/10/97	25	0,00	62,60	253,24	2752,39	76	85	2625	3012	1,21	1,36	0,87	1,00
14/10/97	26	0,00	69,20	253,24	2821,59	67	76	2692	3088	0,97	1,10	0,88	1,00
15/10/97	27	0,00	18,32	253,24	2839,91	29	38	2721	3126	1,58	2,07	0,88	1,01
16/10/97	28	0,00	12,36	253,24	2852,27	36	45	2757	3171	2,91	3,64	0,89	1,02
17/10/97	29	0,00	24,36	253,24	2876,63	32	32	2789	3203	1,31	1,31	0,89	1,02

DADOS COMPLETOS OBRA 'B' (1ª página de duas)

Data	Dia	$Qd_{marc}(m^2)$	$Qd_{elev}(m^2)$	$Qc_{marc}(m^2)$	$Qc_{elev}(m^2)$	$Hhd_{(m+e)}$	$Hhd_{(enc)}$	$Hhc_{(m+e)}$	$Hhc_{(enc)}$	$RUPd_{(m+e)}$	$RUPd_{(enc)}$	$RUPc_{(m+e)}$	$RUPc_{(enc)}$
22-24/10/97	1	17,00	144,88	17,00	144,88	132	158	132	158			0,82	0,98
27/10/97	2	8,77	49,78	25,77	194,66	54	63	186	221	0,92	1,08	0,84	1,00
28/10/97	3	5,94	55,38	31,71	250,04	54	63	240	284	0,88	1,03	0,85	1,01
29/10/97	4	14,62	59,30	46,33	309,34	54	63	294	347	0,73	0,85	0,83	0,98
30/10/97	5	3,39	70,27	49,72	379,61	54	63	348	410	0,73	0,86	0,81	0,95
31/10/97	6	9,36	44,15	59,08	423,76	54	63	402	473	1,01	1,18	0,83	0,98
03/11/97	7	4,86	34,07	63,94	457,83	45	54	447	527	1,16	1,39	0,86	1,01
04/11/97	8	5,71	46,51	69,65	504,34	45	54	492	581	0,86	1,03	0,86	1,01
05/11/97	9	6,20	85,86	75,85	590,20	45	54	537	635	0,49	0,59	0,81	0,95
06/11/97	10	9,03	53,23	84,88	643,43	45	54	582	689	0,72	0,87	0,80	0,95
07/11/97	11	2,11	55,98	86,99	699,41	40	48	622	737	0,69	0,83	0,79	0,94
10/11/97	12	4,50	35,24	91,49	734,65	45	54	667	791	1,13	1,36	0,81	0,96
11/11/97	13	8,38	101,60	99,87	836,25	45	54	712	845	0,41	0,49	0,76	0,90
12/11/97	14	8,38	35,43	108,25	871,68	45	54	757	899	1,03	1,23	0,77	0,92
13/11/97	15	7,13	53,32	115,38	925,00	45	54	802	953	0,74	0,89	0,77	0,92
14/11/97	16	2,34	23,34	117,72	948,34	40	48	842	1001	1,56	1,87	0,79	0,94
17/11/97	17	6,60	23,64	124,32	971,98	45	54	887	1055	1,49	1,79	0,81	0,96
18/11/97	18	9,44	51,99	133,76	1023,97	45	54	932	1109	0,73	0,88	0,81	0,96
19/11/97	19	0,00	40,45	133,76	1064,42	45	54	977	1163	1,11	1,33	0,82	0,97
20/11/97	20	0,00	49,25	133,76	1113,67	45	54	1022	1217	0,91	1,10	0,82	0,98
21/11/97	21	1,83	29,92	135,59	1143,59	40	48	1062	1265	1,26	1,51	0,83	0,99
24/11/97	22	7,27	21,29	142,86	1164,88	45	54	1107	1319	1,58	1,89	0,85	1,01
25/11/97	23	7,36	13,47	150,22	1178,35	45	54	1152	1373	2,16	2,59	0,87	1,03
27/11/97	24	10,40	85,41	160,62	1263,76	45	54	1197	1427	0,47	0,56	0,84	1,00
28/11/97	25	4,79	62,06	165,41	1325,82	40	48	1237	1475	0,60	0,72	0,83	0,99
29/11/97	26	0,00	11,52	165,41	1337,34	35	42	1272	1517	3,04	3,65	0,85	1,01
01/12/97	27	7,26	70,23	172,67	1407,57	45	45	1317	1562	0,58	0,58	0,83	0,99
02/12/97	28	11,98	12,20	184,65	1419,77	45	54	1362	1616	1,86	2,23	0,85	1,01
03/12/97	29	10,18	18,96	194,83	1438,73	45	54	1407	1670	1,54	1,85	0,86	1,02
04/12/97	30	3,68	37,04	198,51	1475,77	45	54	1452	1724	1,11	1,33	0,87	1,03
05/12/97	31	0,00	80,03	198,51	1555,80	40	48	1492	1772	0,50	0,60	0,85	1,01
06/12/97	32	0,00	33,28	198,51	1589,08	40	48	1532	1820	1,20	1,44	0,86	1,02
08/12/97	33	5,74	30,43	204,25	1619,51	45	54	1577	1874	1,24	1,49	0,86	1,03
09/12/97	34	1,71	42,49	205,96	1662,00	45	54	1622	1928	1,02	1,22	0,87	1,03
10/12/97	35	2,44	22,21	208,40	1684,21	45	54	1667	1982	1,83	2,19	0,88	1,05

DADOS COMPLETOS OBRA 'B' (2ª página de duas)

11/12/97	36	2,48	28,95	210,88	1713,16	45	54	1712	2036	1,43	1,72	0,89	1,06
15/12/97	37	11,34	0,00	222,22	1713,16	36	45	1748	2081	3,18	3,97	0,90	1,08
16/12/97	38	15,54	0,00	237,76	1713,16	45	54	1793	2135	2,90	3,47	0,92	1,09
17/12/97	39	25,30	3,54	263,06	1716,70	45	54	1838	2189	1,56	1,87	0,93	1,11
18/12/97	40	28,54	0,00	291,60	1716,70	45	54	1883	2243	1,58	1,89	0,94	1,12
05/01/98	41	0,51	81,08	292,12	1797,77	45	54	1928	2297	0,55	0,66	0,92	1,10
06/01/98	42	0,00	54,84	292,12	1852,62	45	54	1973	2351	0,82	0,98	0,92	1,10
07/01/98	43	0,00	76,85	292,12	1929,47	45	54	2018	2405	0,59	0,70	0,91	1,08
08/01/98	44	0,00	61,78	292,12	1991,25	45	54	2063	2459	0,73	0,87	0,90	1,08
09/01/98	45	1,41	26,58	293,52	2017,83	32	40	2095	2499	1,14	1,43	0,91	1,08
12/01/98	46	0,00	58,46	293,52	2076,29	36	45	2131	2544	0,62	0,77	0,90	1,07
13/01/98	47	0,30	25,72	293,82	2102,01	45	54	2176	2598	1,73	2,08	0,91	1,08
14/01/98	48	0,00	76,02	293,82	2178,03	45	54	2221	2652	0,59	0,71	0,90	1,07
15/01/98	49	4,18	70,09	298,00	2248,12	45	54	2266	2706	0,61	0,73	0,89	1,06
16/01/98	50	0,38	56,22	298,38	2304,35	40	48	2306	2754	0,71	0,85	0,89	1,06
19/01/98	51	16,63	33,96	315,01	2338,30	36	45	2342	2799	0,71	0,89	0,88	1,05
20/01/98	52	16,55	24,92	331,56	2363,22	45	54	2387	2853	1,09	1,30	0,89	1,06
21/01/98	53	0,96	30,87	332,53	2394,08	45	54	2432	2907	1,41	1,70	0,89	1,07
22/01/98	54	1,99	35,13	334,52	2429,21	45	54	2477	2961	1,21	1,45	0,90	1,07
23/01/98	55	13,61	26,67	348,13	2455,88	40	48	2517	3009	0,99	1,19	0,90	1,07
26/01/98	56	4,03	42,42	352,16	2498,29	45	54	2562	3063	0,97	1,16	0,90	1,07
27/01/98	57	5,70	63,19	357,86	2561,49	45	54	2607	3117	0,65	0,78	0,89	1,07
28/01/98	58	1,53	83,20	359,40	2644,68	45	54	2652	3171	0,53	0,64	0,88	1,06
29/01/98	59	0,80	53,09	360,19	2697,77	45	54	2697	3225	0,84	1,00	0,88	1,05
30/01/98	60	1,46	57,96	361,66	2755,73	40	48	2737	3273	0,67	0,81	0,88	1,05
02/02/98	61	0,96	34,02	362,62	2789,75	45	54	2782	3327	1,29	1,54	0,88	1,06
03/02/98	62	13,10	42,66	375,72	2832,41	45	54	2827	3381	0,81	0,97	0,88	1,05
04/02/98	63	2,72	59,01	378,44	2891,42	45	54	2872	3435	0,73	0,87	0,88	1,05
05/02/98	64	1,81	37,41	380,25	2928,82	45	54	2917	3489	1,15	1,38	0,88	1,05
06/02/98	65	0,00	30,86	380,25	2959,68	40	48	2957	3537	1,30	1,56	0,89	1,06
09/02/98	66	0,51	12,03	380,76	2971,71	45	54	3002	3591	3,59	4,30	0,90	1,07
10/02/98	67	0,51	28,77	381,27	3000,48	45	54	3047	3645	1,54	1,84	0,90	1,08
11/02/98	68	1,93	22,32	383,20	3022,80	45	54	3092	3699	1,86	2,23	0,91	1,09
12/02/98	69	0,96	11,80	384,15	3034,60	45	54	3137	3753	3,53	4,23	0,92	1,10

DADOS COMPLETOS OBRA 'C1'

Data	Dia	$Qd_{marc}(m^2)$	$Qd_{elev}(m^2)$	$Qc_{marc}(m^2)$	$Qc_{elev}(m^2)$	Hhd_{total}	Hhc_{total}	$RUPd_{total}$	$RUPc_{total}$
06/11/97	1	15,77	38,76	15,77	38,76	83,5	83,5	1,53	1,53
07/11/97	2	10,43	57,30	26,21	96,06	66,5	150,0	0,98	1,23
10/11/97	3	1,01	9,44	27,21	105,50	65,5	215,5	6,27	1,62
11/11/97	4	4,35	56,01	31,56	161,51	74,5	290,0	1,23	1,50
12/11/97	5	0,00	5,23	31,56	166,73	47,5	337,5	9,09	1,70
13/11/97	6	0,00	58,85	31,56	225,59	74,5	412,0	1,27	1,60
14/11/97	7	0,00	52,99	31,56	278,58	66,5	478,5	1,25	1,54
17/11/97	8	0,00	0,00	31,56	278,58	65,5	544,0		1,75
18/11/97	9	0,00	30,78	31,56	309,36	38,5	582,5	1,25	1,71
19/11/97	10	0,00	19,28	31,56	328,64	42,5	625,0	2,20	1,74

DADOS COMPLETOS OBRA 'C2'

Data	Dia	$Qd_{marc}(m^2)$	$Qd_{elev}(m^2)$	$Qc_{marc}(m^2)$	$Qc_{elev}(m^2)$	$Hhd_{(m+e+g)}$	Hhd_{total}	$Hhc_{(m+e+g)}$	Hhc_{total}	$RUPd_{(m+e+g}$	$RUPd_{total}$	$RUPc_{(m+e+g}$	$RUPc_{total}$
19/01/98	1	7,42	29,20	7,42	29,20	17,5	41,0	17,5	41,0	0,48	1,12	0,48	1,12
20/01/98	2	13,28	63,74	20,70	92,94	31,5	50,5	49,0	91,5	0,41	0,66	0,43	0,81
21/01/98	3	6,76	39,36	27,46	132,30	31,5	37,5	80,5	129,0	0,68	0,81	0,50	0,81
22/01/98	4	4,10	18,90	31,56	151,20	49,0	54,5	129,5	183,5	2,13	2,37	0,71	1,00
23/01/98	5	0,00	30,10	31,56	181,30	45,0	54,0	174,5	237,5	1,50	1,79	0,82	1,12
26/01/98	6	0,00	48,62	31,56	229,92	45,0	50,5	219,5	288,0	0,93	1,04	0,84	1,10
27/01/98	7	0,00	36,65	31,56	266,57	45,0	50,5	264,5	338,5	1,23	1,38	0,89	1,14
28/01/98	8	0,00	27,21	31,56	293,78	36,0	45,5	300,5	384,0	1,32	1,67	0,92	1,18
29/01/98	9	0,00	34,86	31,56	328,64	29,5	32,5	330,0	416,5	0,85	0,93	0,92	1,16
30/01/98	10	0,00	0,00	31,56	328,64	16,0	21,0	346,0	437,5			0,96	1,21

DADOS COMPLETOS OBRA 'D'									
Data	Dia	$Qd_{marc}(m^2)$	$Qd_{elev}(m^2)$	$Qc_{marc}(m^2)$	$Qc_{elev}(m^2)$	Hhd_{total}	Hhc_{total}	$RUPd_{total}$	$RUPc_{total}$
27/10/97	1	0,88	5,49	0,88	5,49	9,0	9,0	1,41	1,41
28/10/97	2	1,25	6,37	2,13	11,86	9,0	18,0	1,18	1,29
29/10/97	3	0,00	4,99	2,13	16,85	9,0	27,0	1,80	1,42
30/10/97	4	1,29	5,74	3,42	22,59	9,0	36,0	1,28	1,38
31/10/97	5	1,53	5,70	4,95	28,29	8,5	44,5	1,18	1,34
03/11/97	6	1,15	6,12	6,10	34,41	9,0	53,5	1,24	1,32
04/11/97	7	0,00	3,44	6,10	37,85	4,0	57,5	1,16	1,31
05/11/97	8	0,98	6,76	7,08	44,61	9,0	66,5	1,16	1,29
06/11/97	9	0,54	6,88	7,62	51,49	9,0	75,5	1,21	1,28
07/11/97	10	0,00	6,24	7,62	57,73	8,0	83,5	1,28	1,28
10/11/97	11	0,32	1,94	7,94	59,67	14,0	97,5	6,19	1,44
11/11/97	12	0,00	9,18	7,94	68,85	18,0	115,5	1,96	1,50
12/11/97	13	0,00	1,34	7,94	70,19	14,0	129,5	10,45	1,66
13/11/97	14	0,00	6,91	7,94	77,10	18,0	147,5	2,60	1,73
14/11/97	15	0,00	6,55	7,94	83,65	16,0	163,5	2,44	1,79
18/11/97	16	0,00	8,67	7,94	92,32	18,0	181,5	2,08	1,81
19/11/97	17	0,32	9,25	8,26	101,57	18,0	199,5	1,88	1,82
20/11/97	18	0,00	9,18	8,26	110,75	12,0	211,5	1,31	1,78
24/11/97	19	0,00	5,54	8,26	116,29	18,0	229,5	3,25	1,84
25/11/97	20	0,00	6,88	8,26	123,17	18,0	247,5	2,62	1,88
26/11/97	21	0,00	5,78	8,26	128,95	18,0	265,5	3,11	1,93
27/11/97	22	0,00	9,18	8,26	138,13	14,0	279,5	1,53	1,91
01/12/97	23	0,00	5,22	8,26	143,35	18,0	297,5	3,45	1,96
03/12/97	24	0,00	4,71	8,26	148,06	18,0	315,5	3,82	2,02
04/12/97	25	0,00	10,77	8,26	158,83	18,0	333,5	1,67	2,00
05/12/97	26	0,00	10,27	8,26	169,10	16,0	349,5	1,56	1,97
08/12/97	27	0,00	9,18	8,26	178,28	18,0	367,5	1,96	1,97
09/12/97	28	0,00	3,66	8,26	181,94	4,0	371,5	1,09	1,95
10/12/97	29	0,00	8,08	8,26	190,02	18,0	389,5	2,23	1,96
11/12/97	30	1,14	8,84	9,40	198,86	18,0	407,5	1,80	1,96
12/12/97	31	0,00	5,18	9,40	204,04	16,0	423,5	3,09	1,98
15/12/97	32	0,32	7,45	9,72	211,49	14,0	437,5	1,80	1,98

DADOS COMPLETOS OBRA 'E'

Data	Dia	Qd_{marc} (m)	Qd_{elev} (m²)	Qc_{marc} (m)	Qc_{elev} (m²)	Hhd_{marc}	Hhd_{elev}	$Hhd_{(m+e)}$	Hhd_{total}	Hhc_{marc}	Hhc_{elev}	$Hhc_{(e+l)}$	Hhc_{total}	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(e+l)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(total)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(e+l)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(total)}$ (Hh/m2)
21/05/98	1	22,31	142,27	22,31	142,27	18	101	146	177	18	101	146	177	0,81	0,71	0,80	0,99	1,20	0,81	0,71	0,80	0,99	1,20
22/05/98	2	37,97	118,18	60,28	260,44	18	81	123	158	36	182	269	335	0,47	0,69	0,77	0,96	1,23	0,60	0,70	0,79	0,97	1,21
23/05/98	3			60,28	260,44	0	0	9	85	36	182	278	420					100,00	0,60	0,70	0,79	1,01	1,52
25/05/98	4	55,94	40,16	116,21	300,60	18	62	107	148	54	244	385	568	0,32	1,54	1,46	1,96	2,71	0,46	0,81	0,90	1,16	1,72
26/05/98	5	78,87	118,20	193,08	418,80	9	125	152	194	63	369	537	762	0,12	1,06	0,97	1,10	1,40	0,33	0,88	0,92	1,14	1,62
27/05/98	6	103,46	239,50	296,54	658,30	29	74	143	192	92	443	680	954	0,28	0,31	0,39	0,54	0,72	0,31	0,67	0,73	0,92	1,30
28/05/98	7	100,15	128,06	396,69	786,36	20	103	152	207	112	546	832	1161	0,20	0,80	0,80	0,99	1,34	0,28	0,69	0,74	0,94	1,31
29/05/98	8	30,47	50,53	427,16	836,89	18	94	136	189	130	640	970	1350	0,59	1,86	1,92	2,36	3,23	0,30	0,76	0,81	1,02	1,42
01/06/98	9		31,61	427,16	868,50	0	62	82	181	130	702	1052	1531		1,96	1,96	2,59	5,73	0,30	0,81	0,85	1,07	1,56
02/06/98	10	75,86	94,24	503,02	962,74	9	110	148	256	139	812	1200	1787	0,12	1,17	1,04	1,30	2,25	0,28	0,84	0,87	1,10	1,63
03/06/98	11	77,38	183,86	580,40	1146,60	18	167	214	258	157	979	1414	2043	0,23	0,91	0,91	1,05	1,26	0,27	0,85	0,88	1,09	1,57
04/06/98	12	19,53	50,49	599,93	1197,09	18	187	214	256	175	1146	1628	2299	0,92	3,31	3,33	3,85	4,61	0,29	0,96	0,98	1,20	1,70
05/06/98	13	98,76	104,47	696,69	1301,56	0	108	132	228	175	1252	1760	2527	0,00	1,01	0,82	1,02	1,76	0,25	0,96	0,96	1,19	1,70
06/06/98	14			696,69	1301,56	0	0	16	88	175	1252	1776	2615					100,00	0,25	0,96	0,96	1,20	1,76
08/06/98	15	57,60	163,47	754,28	1465,03	9	138	165	196	184	1388	1941	2811	0,16	0,83	0,81	0,92	1,10	0,24	0,95	0,95	1,17	1,69
09/06/98	16	52,46	107,84	806,76	1572,87	0	125	145	178	184	1513	2086	2989	0,00	1,16	1,03	1,19	1,47	0,23	0,96	0,95	1,17	1,68
10/06/98	17	22,07	61,46	828,83	1634,34	14	51	96	153	198	1564	2182	3142	0,63	0,83	0,97	1,43	2,28	0,24	0,96	0,95	1,18	1,70
11-15/06/9	18	259,52	391,79	1088,35	2026,13	43	358	437	893	241	1920	2619	4035						0,22	0,95	0,94	1,13	1,75
16/06/98	19	62,42	94,17	1150,77	2120,29	14	84	116	142	255	2004	2735	4177	0,22	0,89	0,89	1,05	1,29	0,22	0,95	0,93	1,13	1,73
18/06/98	20	133,87	274,09	1284,64	2394,38	18	110	146	188	273	2114	2881	4363	0,13	0,40	0,41	0,47	0,60	0,21	0,88	0,87	1,06	1,60
22/06/98	21	91,32	300,06	1375,96	2694,44	34	198	248	359	307	2310	3129	4722	0,37	0,65	0,71	0,77	1,11	0,22	0,86	0,86	1,03	1,55
23/06/98	22	39,34	79,94	1415,30	2774,38	14	70	98	121	321	2380	3227	4843	0,36	0,88	0,93	1,09	1,34	0,23	0,86	0,86	1,03	1,54
24/06/98	23	43,21	110,26	1458,51	2884,64	18	92	128	159	339	2472	3355	5002	0,42	0,83	0,91	1,05	1,31	0,23	0,86	0,86	1,03	1,53
25-29/06/9	24	50,08	176,38	1508,59	3061,02	17	164	215	270	356	2636	3570	5272						0,24	0,86	0,87	1,03	1,53
27/06/98	25			1508,59	3061,02	0	0	8	40	356	2636	3578	5312					100,00	0,24	0,86	0,87	1,04	1,54
29-30/06/9	26	51,36	177,13	1559,95	3236,14	18	153	207	368	374	2789	3785	5678						0,24	0,86	0,87	1,04	1,56
01/07/98	27	22,95	107,34	1582,90	3345,48	29	72	119	150	403	2861	3904	5828	1,26	0,67	0,89	1,05	1,32	0,25	0,86	0,87	1,04	1,55
02/07/98	28	0,00	73,12	1582,90	3418,59	26	71	108	137	429	2932	4010	5965		0,97	1,33	1,45	1,87	0,27	0,86	0,88	1,05	1,56
03-06/07/9	29	9,25	44,74	1592,15	3463,34	28	121	185	256	457	3053	4195	6223						0,29	0,88	0,91	1,08	1,60
07/07/98	30		34,61	1592,15	3497,94	0	63	77	93	457	3116	4272	6316		1,82	1,82	2,23	2,69	0,29	0,89	0,91	1,09	1,61
08/07/98	31		117,46	1592,15	3615,40	0	90	108	128	457	3206	4380	6442		0,77	0,77	0,92	1,07	0,29	0,89	0,91	1,09	1,60
10/07/98	32		54,27	1592,15	3669,67	0	73	89	105	457	3279	4469	6547		1,35	1,35	1,64	1,93	0,29	0,89	0,91	1,09	1,60
11/07/98	33			1592,15	3669,67	0	0	32	32	457	3279	4501	6579					100,00	0,29	0,89	0,91	1,10	1,61
13/07/98	34		56,56	1592,15	3726,23	0	45	54	72	457	3324	4555	6651		0,80	0,80	0,95	1,27	0,29	0,89	0,91	1,10	1,61
14/07/98	35		14,65	1592,15	3740,88	0	45	54	72	457	3369	4609	6723		3,07	3,07	3,69	4,92	0,29	0,90	0,92	1,11	1,62
15/07/98	36		37,43	1592,15	3778,31	0	45	54	72	457	3414	4663	6795		1,20	1,20	1,44	1,92	0,29	0,90	0,92	1,11	1,62
16/07/98	37		38,25	1592,15	3816,56	0	45	54	72	457	3459	4717	6867		1,18	1,18	1,41	1,88	0,29	0,91	0,93	1,11	1,62
17/07/98	38		30,92	1592,15	3847,48	0	40	48	64	457	3499	4765	6931		1,29	1,29	1,55	2,07	0,29	0,91	0,93	1,12	1,63
20/07/98	39		19,53	1592,15	3867,01	0	45	45	72	457	3544	4810	7008		2,30	2,30	2,30	3,69	0,29	0,92	0,93	1,12	1,64
21-22/07/9	40		30,11	1592,15	3897,12	0	90	90	144	457	3634	4900	7147					4,78	0,29	0,93	0,95	1,14	1,66
23/07/98	41		18,72	1592,15	3915,84	0	45	45	72	457	3679	4945	7219		2,40	2,40	2,40	3,85	0,29	0,94	0,96	1,14	1,67
24/07/98	42		15,46	1592,15	3931,30	0	40	40	66	457	3719	4985	7284		2,59	2,59	2,59	4,20	0,29	0,95	0,96	1,15	1,68

DADOS COMPLETOS OBRA 'F' (1ª página de duas)

Data	Dia	Qd_{marc} (m³)	Qd_{elev} (m³)	Qc_{marc} (m³)	Qc_{elev} (m³)	Hnd_{marc}	Hnd_{elev}	Hnd_{enc}	Hnd_{total}	Hnc_{marc}	Hnc_{elev}	Hnc_{enc}	Hnc_{total}	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{enc}$ (Hh/m2)	$RUPd_{total}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{enc}$ (Hh/m2)	$RUPc_{total}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	45,22	0,00	45,22	0,00	31	0	31	40	31	0	31	40	0,69		3,43	3,43	4,42	0,69		2,64	3,43	4,42
20/05/98	2	91,53	0,00	136,75	0,00	27	0	27	36	58	0	58	76	0,29		1,47	1,47	1,97	0,42		1,63	2,12	2,78
21/05/98	3	112,06	0,00	248,81	0,00	27	0	27	31,5	85	0	85	107,5	0,24		1,20	1,20	1,41	0,34		1,31	1,71	2,16
22/05/98	4	103,31	0,00	352,11	0,00	12	0	12	12	97	0	97	119,5	0,12		0,58	0,58	0,58	0,28		1,06	1,38	1,70
26/05/98	5	0,00	0,00	352,11	0,00	0	0	0	27	97	0	97	146,5						0,28		1,06	1,38	2,08
27/05/98	6	0,00	0,00	352,11	0,00	0	0	0	17,5	97	0	97	164						0,28		1,06	1,38	2,33
28/05/98	7	0,00	18,25	352,11	18,25	0	27	27	27	97	27	124	191		1,48	1,48	1,48	1,48	0,28	1,48	1,13	1,40	2,15
29/05/98	8	0,00	38,54	352,11	56,79	0	27	27	27	97	54	151	218		0,70	0,70	0,70	0,70	0,28	0,95	1,02	1,19	1,71
30/05/98	9	0,00	29,63	352,11	86,42	0	27	27	27	97	81	178	245		0,91	0,91	0,91	0,91	0,28	0,94	1,00	1,13	1,56
01/06/98	10	0,00	41,67	352,11	128,09	0	30	30	48	97	111	208	293		0,72	0,72	0,72	1,15	0,28	0,87	0,95	1,05	1,48
02/06/98	11	55,58	38,88	407,69	166,97	45	30	75	98	142	141	283	386	0,81	0,77	1,50	1,50	1,86	0,35	0,84	1,04	1,14	1,55
03/06/98	12	54,11	18,59	461,80	185,56	45	23	68	86	187	164	351	472	0,83	1,24	2,31	2,31	2,92	0,40	0,88	1,15	1,26	1,70
04/06/98	13	55,58	37,68	517,37	223,24	45	23	68	76	232	187	419	548	0,81	0,61	1,39	1,39	1,56	0,45	0,84	1,17	1,28	1,68
05/06/98	14	30,99	20,72	548,36	243,96	22,5	30	52,5	70,5	254,5	217	471,5	618,5	0,73	1,45	1,95	1,95	2,62	0,46	0,89	1,22	1,33	1,75
08/06/98	15	141,67	68,15	690,02	312,11	50	30	80	80	304,5	247	551,5	698,5	0,35	0,44	0,83	0,83	0,83	0,44	0,79	1,12	1,23	1,55
09/06/98	16	0,00	80,21	690,02	392,32	0	80	80	80	304,5	327	631,5	778,5		1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	0,83	1,10	1,19	1,47
10/06/98	17	0,00	28,81	690,02	421,13	0	22,5	22,5	22,5	304,5	349,5	654	801		0,78	0,78	0,78	0,78	0,44	0,83	1,09	1,17	1,43
12/06/98	18	0,00	31,14	690,02	452,27	0	20	20	70	304,5	369,5	674	871		0,64	0,64	0,64	2,25	0,44	0,82	1,07	1,14	1,48
13/06/98	19	0,00	10,76	690,02	463,03	12	15	27	27	316,5	384,5	701	898		1,39	2,51	2,51	2,51	0,46	0,83	1,09	1,17	1,49
15/06/98	20	37,73	83,23	727,75	546,26	2	80	82	82	318,5	464,5	783	980	0,05	0,96	0,90	0,90	0,90	0,44	0,85	1,06	1,13	1,42
16/06/98	21	0,00	33,88	727,75	580,14	0	56	56	56	318,5	520,5	839	1036		1,65	1,65	1,65	1,65	0,44	0,90	1,09	1,16	1,43
17/06/98	22	0,00	58,21	727,75	638,35	0	75	75	75	318,5	595,5	914	1111		1,29	1,29	1,29	1,29	0,44	0,93	1,10	1,17	1,42
18/06/98	23	0,00	41,14	727,75	679,49	0	75	75	75	318,5	670,5	989	1186		1,82	1,82	1,82	1,82	0,44	0,99	1,14	1,20	1,44
19/06/98	24	2,63	59,26	730,38	738,75	1,5	73,5	75	75	320	744	1064	1261	0,57	1,24	1,25	1,25	1,25	0,44	1,01	1,15	1,20	1,43
22/06/98	25	10,03	33,20	740,41	771,95	5,5	66,5	81	144	325,5	810,5	1145	1405	0,55	2,00	2,05	2,30	4,09	0,44	1,05	1,18	1,24	1,53
23/06/98	26	0,00	46,52	740,41	818,47	0	56	63	112	325,5	866,5	1208	1517		1,20	1,20	1,35	2,41	0,44	1,06	1,18	1,25	1,57
24/06/98	27	25,47	52,68	765,88	871,15	12	60	81	149	337,5	926,5	1289	1666	0,47	1,14	1,25	1,40	2,58	0,44	1,06	1,18	1,26	1,63
25/06/98	28	28,38	113,21	794,26	984,35	24	102	135	126	361,5	1028,5	1424	1792	0,85	0,90	1,06	1,14	1,06	0,46	1,04	1,17	1,25	1,57
26/06/98	29	31,01	42,76	825,26	1027,11	24	88	120	112	385,5	1116,5	1544	1904	0,77	2,06	2,29	2,45	2,29	0,47	1,09	1,21	1,30	1,60
29/06/98	30	21,01	58,09	846,27	1085,20	48	60	108	108	433,5	1176,5	1652	2012	2,29	1,03	1,73	1,73	1,73	0,51	1,08	1,23	1,32	1,60
30/06/98	31	11,46	54,65	857,73	1139,85	6,5	92,5	99	101	440	1269	1751	2113	0,57	1,69	1,74	1,74	1,77	0,51	1,11	1,25	1,34	1,61
01/07/98	32	7,23	109,11	864,95	1248,96	28	56	84	106	468	1325	1835	2219	3,88	0,51	0,76	0,76	0,96	0,54	1,06	1,22	1,29	1,56
02/07/98	33	33,32	78,77	898,27	1327,73	1,00	101,00	102	105	469	1426	1937	2324	0,03	1,28	1,19	1,19	1,23	0,52	1,07	1,21	1,29	1,54

DADOS COMPLETOS OBRA 'F' (2ª página de duas)

03/07/98	34	10,94	69,10	909,21	1396,83	4,5	86,5	91	91	473,5	1512,5	2028	2415	0,41	1,25	1,28	1,28	1,28	0,52	1,08	1,22	1,28	1,53
04/07/98	35	0,00	5,26	909,21	1402,09	0	6	6	12	473,5	1518,5	2034	2427		1,14	1,14	1,14	2,28	0,52	1,08	1,22	1,28	1,53
06/07/98	36	10,36	62,29	919,57	1464,38	0,5	104,5	105	137	474	1623	2139	2564	0,05	1,68	1,63	1,63	2,13	0,52	1,11	1,23	1,30	1,56
07/07/98	37	98,52	43,94	1018,09	1508,32	31,5	58,5	90	90	505,5	1681,5	2229	2654	0,32	1,33	1,41	1,41	1,41	0,50	1,11	1,23	1,30	1,55
08/07/98	38	134,74	64,64	1152,83	1572,96	44	89	133	139	549,5	1770,5	2362	2793	0,33	1,38	1,45	1,45	1,52	0,48	1,13	1,24	1,31	1,55
09/07/98	39	0,00	20,40	1152,83	1593,36	0	21	21	21	549,5	1791,5	2383	2814		1,03	1,03	1,03	1,03	0,48	1,12	1,24	1,31	1,54
10/07/98	40	56,88	106,78	1209,70	1700,14	7	97	104	109	556,5	1888,5	2487	2923	0,12	0,91	0,88	0,88	0,92	0,46	1,11	1,21	1,28	1,51
13/07/98	41	21,51	72,04	1231,21	1772,18	5	99	104	134	561,5	1987,5	2591	3057	0,23	1,37	1,36	1,36	1,76	0,46	1,12	1,22	1,28	1,51
14/07/98	42	10,22	56,66	1241,43	1828,83	0,5	73,5	74	134	562	2061	2665	3191	0,05	1,30	1,26	1,26	2,28	0,45	1,13	1,22	1,28	1,54
15/07/98	43	25,40	105,51	1266,83	1934,34	10	128	138	150	572	2189	2803	3341	0,39	1,21	1,25	1,25	1,36	0,45	1,13	1,22	1,28	1,53
16/07/98	44	138,05	82,45	1404,87	2016,80	55	93	157	157	627	2282	2960	3498	0,40	1,13	1,34	1,43	1,43	0,45	1,13	1,22	1,29	1,52
17/07/98	45	128,91	89,78	1533,78	2106,57	44	93	146	146	671	2375	3106	3644	0,34	1,04	1,19	1,26	1,26	0,44	1,13	1,22	1,29	1,51
18/07/98	46	46,86	74,80	1580,64	2181,37	7	119	134	134	678	2494	3240	3778	0,15	1,59	1,50	1,59	1,59	0,43	1,14	1,22	1,30	1,51
20/07/98	47	57,94	133,09	1638,58	2314,47	4	145	155	159	682	2639	3395	3937	0,07	1,09	1,03	1,07	1,10	0,42	1,14	1,21	1,28	1,49
21/07/98	48	83,21	161,33	1721,79	2475,80	12	141	162	162	694	2780	3557	4099	0,14	0,87	0,86	0,91	0,91	0,40	1,12	1,19	1,26	1,45
22/07/98	49	56,26	163,96	1778,05	2639,75	10	138	157	162	704	2918	3714	4261	0,18	0,84	0,84	0,90	0,92	0,40	1,11	1,17	1,24	1,42
23/07/98	50	50,06	171,48	1828,10	2811,23	7,5	145,5	162	168	711,5	3063,5	3876	4429	0,15	0,85	0,84	0,89	0,93	0,39	1,09	1,15	1,22	1,39
24/07/98	51	79,52	94,40	1907,62	2905,63	11	114	133	136	722,5	3177,5	4009	4565	0,14	1,21	1,13	1,21	1,23	0,38	1,09	1,15	1,22	1,39
25/07/98	52	49,72	55,86	1957,34	2961,49	3,5	84,5	96	96	726	3262	4105	4661	0,07	1,51	1,34	1,46	1,46	0,37	1,10	1,15	1,22	1,39
27/07/98	53	51,56	70,88	2008,90	3032,37	6	138	153	153	732	3400	4258	4814	0,12	1,95	1,77	1,88	1,88	0,36	1,12	1,16	1,24	1,40
28/07/98	54	60,28	121,38	2069,17	3153,75	5,5	147	161,5	169	737,5	3547	4419,5	4983	0,09	1,21	1,14	1,21	1,27	0,36	1,12	1,16	1,24	1,40
29/07/98	55	73,57	72,26	2142,74	3226,01	0,5	72,5	82	120	738	3619,5	4501,5	5103	0,01	1,09	0,84	0,94	1,38	0,34	1,12	1,15	1,23	1,40
30/07/98	56	2,48	130,82	2145,22	3356,83	0,5	115,5	124	124	738,5	3735	4625,5	5227	0,20	0,88	0,88	0,94	0,94	0,34	1,11	1,14	1,22	1,38
31/07/98	57	184,85	103,21	2330,07	3460,04	33	111	153	153	771,5	3846	4778,5	5380	0,18	1,08	1,03	1,09	1,09	0,33	1,11	1,14	1,22	1,37
01/08/98	58	41,12	18,98	2371,19	3479,00	5	23	28	28	776,5	3869	4806,5	5408	0,12	1,21	1,03	1,03	1,03	0,33	1,11	1,13	1,22	1,37
03/08/98	59	49,87	164,61	2421,06	3643,61	3	130	142	144	779,5	3999	4948,5	5552	0,06	0,79	0,76	0,81	0,82	0,32	1,10	1,12	1,20	1,35
04/08/98	60	13,15	89,60	2434,21	3733,21	2	97	108	135	781,5	4096	5056,5	5687	0,15	1,08	1,07	1,17	1,46	0,32	1,10	1,12	1,20	1,35
05/08/98	61	97,87	100,28	2532,07	3833,49	42	109	151	151	823,5	4196	5207,5	5838	0,43	1,00	1,18	1,26	1,26	0,33	1,09	1,12	1,20	1,35
06/08/98	62	65,56	86,15	2597,63	3919,64	15	120	144	144	838,5	4316	5351,5	5982	0,23	1,39	1,36	1,45	1,45	0,32	1,10	1,12	1,21	1,35
07/08/98	63	34,64	90,31	2632,27	4009,95	3	113	123	125	841,5	4429	5474,5	6107	0,09	1,25	1,19	1,26	1,29	0,32	1,10	1,12	1,21	1,35
10/08/98	64	124,25	112,02	2756,52	4121,97	28	111	148	148	869,5	4540	5622,5	6255	0,23	0,99	1,02	1,08	1,08	0,32	1,10	1,12	1,20	1,34
11/08/98	65	8,72	152,92	2765,24	4274,89	3	131	143	149	872,5	4671	5765,5	6404	0,34	0,86	0,87	0,92	0,96	0,32	1,09	1,11	1,19	1,33
12/08/98	66	17,83	89,08	2783,07	4363,97	5,5	113,5	128	154	878	4784,5	5893,5	6558	0,31	1,27	1,28	1,38	1,66	0,32	1,10	1,11	1,20	1,33
13/08/98	67	31,81	95,43	2814,88	4459,40	2,5	106,5	118	132	880,5	4891	6011,5	6690	0,08	1,12	1,07	1,16	1,30	0,31	1,10	1,11	1,20	1,33

DADOS COMPLETOS OBRA 'G'

Data	Dia	Qd_{marc}(m³)	Qd_{elev}(m³)	Qc_{marc}(m³)	Qc_{elev}(m³)	Hhd_{marc}	Hhd_{elev}	Hhd_{grade}	$Hhd_{(m+e+g)}$	Hhd_{total}	Hhc_{marc}	Hhc_{elev}	Hhc_{grade}	$Hhc_{(m+e+g)}$	Hhc_{total}	$RUPd_{marc}$	$RUPd_{elev}$	$RUPd_{(grade)}$	$RUPd_{(m+e+g)}$	$RUPd_{total}$	$RUPc_{marc}$	$RUPc_{elev}$	$RUPc_{(m+e)}$	$RUPc_{(m+e+g)}$	$RUPc_{total}$
28/05/98	1	0,00	62,33	0,00	62,33	0	63	18	81	90	0	63	18	81	90		1,01	1,01	1,30	1,44		1,01	1,01	1,30	1,44
29/05/98	2	0,00	56,69	0,00	119,02	0	63	18	81	90	0	126	36	162	180		1,11	1,11	1,43	1,59		1,06	1,06	1,36	1,51
01/06/98	3	0,00	83,50	0,00	202,52	0	63	20	83	92	0	63	20	83	92		0,75	0,75	0,99	1,10		0,93	0,93	1,21	1,34
02/06/98	4	0,00	44,88	0,00	247,40	0	64	20	84	93	0	127	40	167	185		1,43	1,43	1,87	2,07		1,02	1,02	1,33	1,48
03/06/98	5	0,00	31,49	0,00	278,83	0	65	9	74	83	0	65	9	74	83		2,07	2,07	2,35	2,64		1,14	1,14	1,45	1,61
09/06/98	6	263,08	0,00	263,08	278,83	81	0	0	81	90	81	65	9	155	173	0,31		1,54	1,54	1,71	0,31	1,14	1,20	1,46	1,62
10/06/98	7	68,28	84,21	331,36	363,04	42,5	30,5	0	73	82	43	31	0	73	82	0,62	0,36	0,75	0,75	0,84	0,37	0,96	1,10	1,30	1,44
12/06/98	8	0,00	118,96	331,36	482,00	0	68	0	68	77	43	99	0	141	159		0,57	0,57	0,57	0,65	0,37	0,86	0,98	1,14	1,27
15/06/98	9	0,00	108,15	331,36	590,15	0	63	18	81	90	0	63	18	81	90		0,58	0,58	0,75	0,83	0,37	0,81	0,92	1,08	1,20
16/06/98	10	0,00	45,24	331,36	635,39	0	55	14	69	78	0	118	32	150	168		1,22	1,22	1,53	1,72	0,37	0,84	0,94	1,10	1,23
17/06/98	11	0,00	97,22	331,36	732,61	0	63	18	81	90	0	63	18	81	90		0,65	0,65	0,83	0,93	0,37	0,82	0,90	1,07	1,20
18/06/98	12	0,00	100,36	331,36	832,97	0	63	18	81	90	0	126	36	162	180		0,63	0,63	0,81	0,90	0,37	0,79	0,87	1,04	1,16
19/06/98	13	0,00	41,45	331,36	874,42	0	63	18	81	90	0	63	18	81	90		1,52	1,52	1,95	2,17	0,37	0,83	0,90	1,08	1,21
20/06/98	14	0,00	14,29	331,36	888,71	0	20	8	28	32	0	83	26	109	122		1,40	1,40	1,96	2,24	0,37	0,84	0,91	1,10	1,22
22/06/98	15	0,00	48,34	331,36	937,05	0	54	18	72	81	0	54	18	72	81		1,12	1,12	1,49	1,68	0,37	0,85	0,92	1,11	1,24
23/06/98	16	0,00	3,52	331,36	940,57	0	4	0	4	8	0	58	18	76	89		1,14	1,14	1,14	2,28	0,37	0,85	0,92	1,11	1,25

DADOS COMPLETOS EQUIPE 1 DA OBRA 'H'

Data	Dia	Qd_{marc}(m)	Qd_{elev}(m^2)	Qc_{marc}(m)	Qc_{elev}(m^2)	Hhd_{marc}	Hhd_{elev}	Hhc_{marc}	Hhc_{elev}	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	11,02	53,32	11,02	53,32	4	44,5	4	44,5	0,36	0,83	0,86	0,36	0,83	0,86
20/05/98	2	32,13	40,50	43,16	93,82	6	43	10	87,5	0,19	1,06	1,00	0,23	0,93	0,93
21/05/98	3	4,60	57,48	47,75	151,31	1	48	11	135,5	0,22	0,84	0,84	0,23	0,90	0,89
22/05/98	4	58,22	21,03	105,97	172,34	26	25	37	160,5	0,45	1,19	1,41	0,35	0,93	0,99
25/05/98	5	57,29	134,972	163,26	307,31	11	49	48	209,5	0,19	0,36	0,40	0,29	0,68	0,74
26/05/98	6	2,39	24,26	165,65	331,57	6	43	54	252,5	2,51	1,77	1,97	0,33	0,76	0,82
27/05/98	7	29,40	33,43	195,04	365,00	8,5	36	62,5	288,5	0,29	1,08	1,08	0,32	0,79	0,84
28/05/98	8	57,77	63,90	252,81	428,90	6	42	68,5	330,5	0,10	0,66	0,61	0,27	0,77	0,81
29/05/98	9	6,06	53,14	258,87	482,04	2	40	70,5	370,5	0,33	0,75	0,77	0,27	0,77	0,80
01/06/98	10	6,89	123,87	265,75	605,91	1	49	71,5	419,5	0,15	0,40	0,40	0,27	0,69	0,73
02/06/98	11	1,20	56,84	266,95	662,75	0,5	46,5	72	466	0,42	0,82	0,82	0,27	0,70	0,73
03/06/98	12	3,56	27,22	270,51	689,96	8	38	80	504	2,25	1,40	1,63	0,30	0,73	0,77
04/06/98	13	45,15	8,72	315,66	698,68	8	6	88	510	0,18	0,69	0,68	0,28	0,73	0,77
05/06/98	14	8,83	61,66	324,49	760,34	4,5	43,5	92,5	553,5	0,51	0,71	0,75	0,29	0,73	0,76
08/06/98	15	50,93	55,07	375,42	815,41	12	47	104,5	600,5	0,24	0,85	0,86	0,28	0,74	0,77
09/06/98	16	8,64	58,09	384,06	873,50	2,5	40,5	107	641	0,29	0,70	0,71	0,28	0,73	0,77
10/06/98	17	4,99	14,79	389,05	888,29	0,5	18,5	107,5	659,5	0,10	1,25	1,18	0,28	0,74	0,78
12/06/98	18	6,24	16,45	395,28	904,74	1,5	32,5	109	692	0,24	1,98	1,88	0,28	0,76	0,80
15/06/98	19	50,61	25,16	445,89	929,89	35	6	144	698	0,69	0,24	1,07	0,32	0,75	0,81
16/06/98	20	69,64	18,92	515,53	948,81	11	12	155	710	0,16	0,63	0,62	0,30	0,75	0,80
17/06/98	21	1,96	66,31	517,49	1015,13	0,5	45,5	155,5	755,5	0,26	0,69	0,69	0,30	0,74	0,79
18/06/98	22	8,88	57,21	526,37	1072,33	4	40	159,5	795,5	0,45	0,70	0,74	0,30	0,74	0,79
19/06/98	23	9,11	42,45	535,48	1114,79	3	37	162,5	832,5	0,33	0,87	0,89	0,30	0,75	0,79
22-24/06/98	24	25,47	80,76	560,94	1195,54	7	119	169,5	951,5				0,30	0,80	0,84
25/06/98	25	33,56	63,77	594,51	1259,32	10	27	179,5	978,5	0,30	0,42	0,51	0,30	0,78	0,82
26-29/06/98	26	75,75	53,13	670,26	1312,45	28	62	207,5	1040,5				0,31	0,79	0,84
30/06/98	27	43,10	44,06	713,36	1356,51	26	16	233,5	1056,5	0,60	0,36	0,76	0,33	0,78	0,84
01/07/98	28	0,00	75,24	713,36	1431,75	0	48	233,5	1104,5		0,64	0,64	0,33	0,77	0,83
02/07/98	29	36,64	23,68	750,00	1455,43	10	35	243,5	1139,5	0,27	1,48	1,36	0,32	0,78	0,84
03/07/98	30	0,00	41,93	750,00	1497,36	0	30	243,5	1169,5		0,72	0,72	0,32	0,78	0,83
06/07/98	31	35,47	52,16	785,47	1549,51	8	46	251,5	1215,5	0,23	0,88	0,88	0,32	0,78	0,84
07/07/98	32	0,00	26,27	785,47	1575,78	0	14	251,5	1229,5		0,53	0,53	0,32	0,78	0,83
08/07/98	33	0,00	32,50	785,47	1608,28	0	18	251,5	1247,5		0,55	0,55	0,32	0,78	0,83
10/07/98	34	8,29	43,08	793,76	1651,37	3	37	254,5	1284,5	0,36	0,86	0,88	0,32	0,78	0,83
13/07/98	35	0,00	3,64	793,76	1655,01	0	12,5	254,5	1297		3,43	3,43	0,32	0,78	0,83
14/07/98	36	0,00	5,84	793,76	1660,85	0	9	254,5	1306		1,54	1,54	0,32	0,79	0,84

DADOS COMPLETOS EQUIPE 2 DA OBRA 'H'

Data	Dia	Qd_{marc}(m)	Qd_{elev}(m^2)	Qc_{marc}(m)	Qc_{elev}(m^2)	Hhd_{marc}	Hhd_{elev}	Hhc_{marc}	Hhc_{elev}	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	100,19	18,28	100,19	18,28	36	18	36	18	0,36	0,98	1,22	0,36	0,98	1,22
20/05/98	2	5,05	68,36	105,24	86,64	1	53	37	71	0,20	0,78	0,78	0,35	0,82	0,95
21/05/98	3	87,48	88,62	192,72	175,26	21	33	58	104	0,24	0,37	0,48	0,30	0,59	0,72
22/05/98	4	22,31	55,85	215,03	231,11	15	39	73	143	0,67	0,70	0,88	0,34	0,62	0,75
25/05/98	5	3,11	59,35	218,14	290,46	1	53	74	196	0,32	0,89	0,90	0,34	0,67	0,78
26/05/98	6	5,16	37,08	223,30	327,54	13,5	40,5	87,5	236,5	2,61	1,09	1,41	0,39	0,72	0,84
27/05/98	7	10,23	13,24	233,53	340,79	10	44	97,5	280,5	0,98	3,32	3,40	0,42	0,82	0,94
28/05/98	8	5,99	33,62	239,52	374,41	2	52	99,5	332,5	0,33	1,55	1,54	0,42	0,89	0,99
29/05/98	9	19,12	54,21	258,64	428,62	0,5	47,5	100	380	0,03	0,88	0,81	0,39	0,89	0,97
01/06/98	10	0,00	12,97	258,64	441,59	0	54	100	434		4,16	4,16	0,39	0,98	1,05
02/06/98	11	4,80	22,75	263,44	464,34	1,5	52,5	101,5	486,5	0,31	2,31	2,25	0,39	1,05	1,10
03/06/98	12	0,00	1,02	263,44	465,36	0	54	101,5	540,5		52,94	52,94	0,39	1,16	1,20
04/06/98	13	0,00	70,00	263,44	535,36	0	54	101,5	594,5		0,77	0,77	0,39	1,11	1,15
05/06/98	14	0,00	6,06	263,44	541,42	0	48	101,5	642,5		7,92	7,92	0,39	1,19	1,22
08/06/98	15	0,00	9,36	263,44	550,78	0	54	101,5	696,5		5,77	5,77	0,39	1,26	1,29
09/06/98	16	42,21	57,95	305,65	608,73	6	48	107,5	744,5	0,14	0,83	0,78	0,35	1,22	1,24
10/06/98	17	24,18	30,02	329,82	638,74	4	20	111,5	764,5	0,17	0,67	0,66	0,34	1,20	1,21
12/06/98	18	46,34	48,46	376,16	687,20	6	48	117,5	812,5	0,13	0,99	0,89	0,31	1,18	1,18
15/06/98	19	115,24	5,25	491,40	692,45	42,5	5,5	160	818	0,37	1,05	1,36	0,33	1,18	1,19
16/06/98	20	0,00	39,54	491,40	731,99	0	20,5	160	838,5		0,52	0,52	0,33	1,15	1,16
17/06/98	21	0,00	54,50	491,40	786,50	0	26,5	160	865		0,49	0,49	0,33	1,10	1,12
18/06/98	22	1,25	26,47	492,65	812,96	0,5	53,5	160,5	918,5	0,40	2,02	2,02	0,33	1,13	1,15
19/06/98	23	1,71	53,31	494,37	866,27	0,5	47,5	161	966	0,29	0,89	0,89	0,33	1,12	1,13
22-24/06/98	24	61,97	167,04	556,34	1033,31	6	139	167	1105				0,30	1,07	1,08
25/06/98	25	40,92	78,40	597,25	1111,71	8	46	175	1151	0,20	0,59	0,61	0,29	1,04	1,05
26-29/06/98	26	80,27	29,60	677,52	1141,31	36	66	211	1217				0,31	1,07	1,08
30/06/98	27	60,73	41,96	738,26	1183,27	30	24	241	1241	0,49	0,57	0,94	0,33	1,05	1,08
01/07/98	28	0,00	61,73	738,26	1245,00	0	54	241	1295		0,87	0,87	0,33	1,04	1,07
02/07/98	29	0,00	62,12	738,26	1307,12	0	54	241	1349		0,87	0,87	0,33	1,03	1,06
03/07/98	30	30,14	53,71	768,40	1360,83	12	24	253	1373	0,40	0,45	0,58	0,33	1,01	1,04
06/07/98	31	0,00	58,82	768,40	1419,65	0	54	253	1427		0,92	0,92	0,33	1,01	1,04
07/07/98	32	0,00	12,94	768,40	1432,59	0	15	253	1442		1,16	1,16	0,33	1,01	1,04
10/07/98	33	0,00	18,78	768,40	1451,37	0	48	253	1490		2,56	2,56	0,33	1,03	1,06
13/07/98	34	0,00	8,16	768,40	1459,53	0	48	253	1538		5,89	5,89	0,33	1,05	1,08
14/07/98	35	0,00	5,23	768,40	1464,76	0	18	253	1556		3,44	3,44	0,33	1,06	1,09
16/07/98	36	0,00	5,65	768,40	1470,40	0	18	253	1574		3,19	3,19	0,33	1,07	1,09

DADOS COMPLETOS OBRA 'H' (2 EQUIPES)

Data	Dia	$Qd_{marc}(m)$	$Qd_{elev}(m^2)$	$Qc_{marc}(m)$	$Qc_{elev}(m^2)$	Hhd_{marc}	Hhd_{elev}	Hhd_{total}	Hhc_{marc}	Hhc_{elev}	Hhc_{total}	$RUPd_{marc}$ (Hh/m)	$RUPd_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPd_{(total)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{marc}$ (Hh/m)	$RUPc_{elev}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(m+e)}$ (Hh/m2)	$RUPc_{(total)}$ (Hh/m2)
19/05/98	1	111,21	71,60	111,21	71,60	40,0	62,5	102,5	40,0	62,5	114,5	0,36	0,87	1,02	1,08	0,36	0,87	1,02	1,14
20/05/98	2	37,18	108,86	148,39	180,46	7,0	96,0	111,0	47,0	158,5	225,5	0,19	0,88	0,87	0,94	0,32	0,88	0,94	1,03
21/05/98	3	92,08	146,10	240,47	326,57	22,0	81,0	109,0	69,0	239,5	334,5	0,24	0,55	0,61	0,64	0,29	0,73	0,79	0,86
22/05/98	4	80,53	76,88	321,00	403,45	41,0	64,0	109,0	110,0	303,5	443,5	0,51	0,83	1,07	1,11	0,34	0,75	0,85	0,91
25/05/98	5	60,40	194,32	381,40	597,77	12,0	102,0	122,0	122,0	405,5	565,5	0,20	0,52	0,54	0,58	0,32	0,68	0,76	0,81
26/05/98	6	7,55	61,34	388,95	659,11	19,5	83,5	121,0	141,5	489,0	686,5	2,58	1,36	1,63	1,91	0,36	0,74	0,83	0,90
27/05/98	7	39,62	46,68	428,58	705,79	18,5	80,0	100,5	160,0	569,0	787,0	0,47	1,71	1,73	1,76	0,37	0,81	0,89	0,96
28/05/98	8	63,75	97,52	492,33	803,31	8,0	94,0	108,0	168,0	663,0	895,0	0,13	0,96	0,89	0,95	0,34	0,83	0,89	0,96
29/05/98	9	25,18	107,35	517,50	910,66	2,5	87,5	94,0	170,5	750,5	989,0	0,10	0,82	0,79	0,83	0,33	0,82	0,88	0,95
01/06/98	10	6,89	136,84	524,39	1047,50	1,0	103,0	106,0	171,5	853,5	1097,0	0,15	0,75	0,75	0,78	0,33	0,81	0,87	0,93
02/06/98	11	6,00	79,59	530,39	1127,09	2,0	99,0	107,0	173,5	952,5	1204,0	0,33	1,24	1,24	1,32	0,33	0,85	0,89	0,95
03/06/98	12	3,56	28,24	533,95	1155,33	8,0	92,0	104,0	181,5	1044,5	1308,0	2,25	3,26	3,43	3,57	0,34	0,90	0,95	1,01
04/06/98	13	45,15	78,72	579,10	1234,04	8,0	60,0	70,0	189,5	1104,5	1378,0	0,18	0,76	0,75	0,77	0,33	0,90	0,93	1,00
05/06/98	14	8,83	67,72	587,93	1301,76	4,5	91,5	116,0	194,0	1196,0	1494,0	0,51	1,35	1,37	1,66	0,33	0,92	0,96	1,03
08/06/98	15	50,93	64,43	638,85	1366,19	12,0	101,0	105,0	206,0	1297,0	1599,0	0,24	1,57	1,45	1,35	0,32	0,95	0,98	1,04
09/06/98	16	50,85	116,03	689,70	1482,23	8,5	88,5	109,0	214,5	1385,5	1708,0	0,17	0,76	0,75	0,84	0,31	0,93	0,96	1,03
10/06/98	17	29,17	44,81	718,87	1527,03	4,5	38,5	63,0	219,0	1424,0	1771,0	0,15	0,86	0,82	1,20	0,30	0,93	0,96	1,03
12/06/98	18	52,58	64,90	771,45	1591,94	7,5	80,5	120,0	226,5	1504,5	1891,0	0,14	1,24	1,12	1,53	0,29	0,95	0,97	1,05
15/06/98	19	165,85	30,41	937,29	1622,34	77,5	11,5	91,5	304,0	1516,0	1982,5	0,47	0,38	1,21	1,24	0,32	0,93	0,98	1,06
16/06/98	20	69,64	58,46	1006,94	1680,81	11,0	32,5	55,5	315,0	1548,5	2038,0	0,16	0,56	0,57	0,72	0,31	0,92	0,96	1,05
17/06/98	21	1,96	120,81	1008,89	1801,62	0,5	72,0	80,5	315,5	1620,5	2118,5	0,26	0,60	0,60	0,66	0,31	0,90	0,94	1,03
18/06/98	22	10,13	83,67	1019,02	1885,29	4,5	93,5	114,0	320,0	1714,0	2232,5	0,44	1,12	1,14	1,32	0,31	0,91	0,95	1,04
19/06/98	23	10,82	95,76	1029,84	1981,06	3,5	84,5	100,0	323,5	1798,5	2332,5	0,32	0,88	0,89	1,01	0,31	0,91	0,94	1,04
22-24/06/98	24	87,44	247,80	1117,28	2228,86	13,0	258,0	271,0	336,5	2056,5	2603,5	0,15	1,04	1,00	1,00	0,30	0,92	0,95	1,03
25/06/98	25	74,48	142,17	1191,76	2371,02	18,0	73,0	99,0	354,5	2129,5	2702,5	0,24	0,51	0,56	0,61	0,30	0,90	0,93	1,01
26-29/06/98	26	156,02	82,74	1347,78	2453,76	64,0	128,0	192,0	418,5	2257,5	2894,5	0,41	1,55	1,56	1,56	0,31	0,92	0,95	1,03
30/06/98	27	103,84	86,02	1451,62	2539,78	56,0	40,0	96,0	474,5	2297,5	2990,5	0,54	0,47	0,85	0,85	0,33	0,90	0,95	1,03
01/07/98	28	0,00	136,98	1451,62	2676,75	0,0	102,0	102,0	474,5	2399,5	3092,5		0,74	0,74	0,74	0,33	0,90	0,94	1,01
02/07/98	29	36,64	85,79	1488,26	2762,55	10,0	89,0	99,0	484,5	2488,5	3191,5	0,27	1,04	1,04	1,04	0,33	0,90	0,94	1,01
03/07/98	30	30,14	95,64	1518,40	2858,18	12,0	54,0	66,0	496,5	2542,5	3257,5	0,40	0,56	0,64	0,64	0,33	0,89	0,93	1,00
06/07/98	31	35,47	110,98	1553,87	2969,16	8,0	100,0	108,0	504,5	2642,5	3365,5	0,23	0,90	0,90	0,90	0,32	0,89	0,93	1,00
07/07/98	32	0,00	39,21	1553,87	3008,37	0,0	29,0	29,0	504,5	2671,5	3394,5		0,74	0,74	0,74	0,32	0,89	0,93	0,99
08/07/98	33	0,00	32,50	1553,87	3040,87	0,0	18,0	18,0	504,5	2689,5	3412,5		0,55	0,55	0,55	0,32	0,88	0,93	0,99
10/07/98	34	8,29	61,86	1562,15	3102,74	3,0	85,0	88,0	507,5	2774,5	3500,5	0,36	1,37	1,37	1,37	0,32	0,89	0,94	1,00
13/07/98	35	0,00	11,80	1562,15	3114,53	0,0	60,5	60,5	507,5	2835,0	3561,0		5,13	5,13	5,13	0,32	0,91	0,95	1,01
14/07/98	36	0,00	11,07	1562,15	3125,60	0,0	27,0	27,0	507,5	2862,0	3588,0		2,44	2,44	2,44	0,32	0,92	0,95	1,02
16/07/98	37	0,00	5,65	1562,15	3131,25	0,0	18,0	18,0	507,5	2880,0	3606,0		3,19	3,19	3,19	0,32	0,92	0,96	1,02

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIAN, J. J. **Construction productivity improvement.** New York, Elsevier, 1987.

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para a redução de desperdícios de materiais nos canteiros de obras.** São Paulo, PCC-USP/FINEP/ITQC, 1998. (Relatório final PCC/USP)

BARNES, R. **Estudo de movimentos e de tempos:** projeto e medida do trabalho. 2. ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1963.

BARROS, M.M.B. **Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios.** São Paulo, 1996. 422p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BEALL, C. **Masonry design and detailing for architects, engineers, and builders.** 2. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1987.

CARRARO, F.; REIS, P.F.; SOUZA, U.E.L. Produtividade no serviço de concretagem. In: JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 28., São Carlos, 1997. **Anais.** São Paulo, 1997. p.2479-87.

CEOTTO, L.H. O desperdício na construção civil. **Construção,** v.48, n.2480, p.24-5, ago. 1995.

CEOTTO, L.H. O uso da inovação tecnológica no aumento da produtividade. In: SEMINÁRIO PRODUTIVIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS - POSSIBILIDADES DE INTERVENÇÃO. São Paulo, 1997. **Anais.** São Paulo, ITQC, 1997.

COSTA, A.L.M.C. A questão da produtividade. In: FLEURY, A.C.C.; VARGAS, N., coord. **Organização do trabalho:** uma abordagem interdisciplinar. sete estudos sobre a realidade brasileira. São Paulo, Atlas, 1983. p.38-41.

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 – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO, 8., Florianópolis, 1998. **Anais**. Santa Catarina, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. p.1-7.

DTC. **Alternativas para o aumento da produtividade e redução de custos na construção de edificações:** a utilização por pequenas e médias empresas. Goiânia, SINDUSCON/IEL, 1996. /Apresentado em palestra realizada no SINDUSCON-GO. Xerocopiado/

FERREIRA, A.B.H. **Novo dicionário da língua portuguesa.** Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1975.

FERREIRA, R. Cresce investimento em tecnologia. **Veja,** v.30, n.47, p.125, nov. 1997.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** São Paulo, 1992. 319p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GUEDERT, L. O. Programa de melhoria de qualidade das alvenarias - o caso do convênio Frechal/UFSC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO- AVANÇOS EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES, São Paulo, 1993. **Anais**. São Paulo, EPUSP, 1993. p.681-90.

GUTSCHOW, C.A. Método para redução de perdas em obras de edificações – um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais**. Santa Catarina, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. p.141-50.

GUTSCHOW, C.A.; SANTOS, W.J.; SANTOS, J.W. **Implantação de melhorias de qualidade e produtividade em obras de edificações.** Aracaju, UFSE, 1997. (Relatório do Serviço de Alvenaria da obra Condomínio Parque Residencial Vale dos Lagos da Construtora Carvalho Ltda.)

HEINECK, L.F.; TRISTÃO, A.M.D. Aspectos positivos do processo construtivo nas edificações: facilidades na indústria da construção para implantação de programas de qualidade e produtividade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., São Carlos, 1995. **Anais**. São Paulo, 1995. p.1810-14.

HERBSMAN, Z.; ELLIS, R. Research of factors influencing construction productivity. **Construction Management and Economics**, v.8, n.1, p.49-61, 1990.

HORNER, R.M.W.; BASSAM, T.T.; WHITEHEAD, R.C. Measurement of factors affecting labour productivity on construction sites. In: THE ORGANISATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 5., London, 1987. **Proceedings.** London, CIB W-65, 1987. v.2, p.669-80.

KELLOGG, J. C.; HOWELL, G. E.; TAYLOR, D. C. Hierarchy model of construction productivity. **Journal of the Construction Division**, v.107, n.C01, p.137-52, Mar. 1981.

LOPES, A.L.M.; HEINECK, L.F. Uma investigação de curvas ABC para a construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., Florianópolis, UFSC, 1993. **Anais**. Santa Catarina, 1993. p.834-39.

LORDSLEEM Jr., A.C. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria de vedação.** São Paulo, EPUSP, 1998. /Apresentado ao Seminário de Pós-Graduação, na disciplina Produtividade na Construção Civil. Datilografado/

LOWE, J.G. Productivity improvement in the construction industry. In: THE ORGANISATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 5., London, 1987. **Proceedings.** London, CIB W-65, 1987. v.2, p.788-98.

MARCHIORI, F.F. **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil:** um estudo de caso para edifícioss altos. Florianópolis, 1998. 106p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Produtividade:** a chave do desenvolvimento acelerado no Brasil. São Paulo, McKinsey Brasil, mar. 1998. (Relatório)

MELHADO, S. B. Projeto e desperdício na construção de edifícios. **Obra - Planejamento & Construção.** v.5, n.49, p.39, 1993.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. 294p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MESEGUER, A.G. **Controle e garantia da qualidade na construção.** São Paulo, SINDUSCON-SP, 1991.

MUSCAT, A.R.N. Fundamentos da produtividade. In: **Qualidade e Produtividade na Construção Civil.** São Paulo, EPUSP/ITQC, 1993. 22p.

NOVAES, C.C. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais**. Santa Catarina, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. p.169-76.

OBATA, S.H.; RUIZ, L.B. **Estudo da produtividade no serviço de alvenaria estrutural.** São Paulo, EPUSP, 1996. /Apresentado ao Seminário de Pós-Graduação, na disciplina Produtividade na Construção Civil. Datilografado/

OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, R.R.; HAMERSKI, A. Estudo de indicadores de qualidade em obras repetitivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais**. Santa Catarina, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. p.65-71.

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

TCPO 10: tabelas de composições de preços para orçamentos. 10.ed. São Paulo, Pini, 1996.

PINTO, T.P. De volta à questão do desperdício. **Construção.** v.48, n.2491, p.18-9, nov. 1995.

ROCHA, S. Contabilidade das perdas. **Téchne**, v.5, n.27, p.14-9, 1997.

SABBATINI, F.H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária.** São Paulo, 1984. 298p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F.H. O uso da alvenaria como estrutura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO: O USO DA ALVENARIA COMO ESTRUTURA, 6., São Paulo, 1987. **Anais.** São Paulo, EPUSP, 1987.

SABBATINI, F.H. et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos: recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria.** São Paulo, EPUSP, 1988. (Relatório Técnico - Convênio EPUSP/CPqDCC/ENCOL, Projeto EP/EN-1).

SAN MARTIN, A.P.; FORMOSO, C.T. Método de avaliação de sistemas construtivos para a habitação de interesse social sob o ponto de vista da gestão de processos de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais**. Santa Catarina, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. p.19-26.

SANDERS, S.R.; THOMAS, H.R. Factors affecting masonry-labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.117, n.4, p.626-44, Dec. 1991.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. São Paulo, Pini, 1998. (Relatório de preços).

SCARDOELLI, L. S.; BICCA, I.; FORMOSO, C. T. Estudo piloto de medição de produtividade com utilização da técnica de amostragem do trabalho. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., João Pessoa, 1994. **Anais.** João Pessoa, UFPB, 1994. p.1168-73.

SCHUCHOVSKI, J.L. Conceito e preconceito. **Construção.** v.48, n.2486, p.14, out. 1995.

SERRA, S.M.B; TAMAI,M. **Estudo da produtividade no serviço de alvenaria de vedação.** São Paulo, EPUSP, 1996. /Apresentado ao Seminário de Pós-Graduação, na disciplina Produtividade na Construção Civil. Datilografado/

SILVA, M.A.C. Gestão da produtividade. In: **Qualidade e Produtividade na Construção Civil.** São Paulo, EPUSP/ITQC, 1993. 54p.

SOARES, J. C. Variabilidade nos resultados da medição de produtividade em alvenarias e em reboco em uma empresa de construção civil - parâmetros iniciais para o desenvolvimento de um sistema de controle dentro de um programa da qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., João Pessoa, 1994. **Anais.** João Pessoa, UFPB, 1994. p.900-5.

SOUZA, U.E.L. et al. **Desenvolvimento de um novo processo construtivo em alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto:** ferramentas e procedimentos para a confecção das alvenarias. São Paulo, EPUSP, 1991. (Relatório Técnico do Convênio EPUSP-CPqDCC/ENCOL - Projeto EP/EN-5, n.5-22/91)

SOUZA, U. E. L. de. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado.** São Paulo, 1996. 280p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U. E. L. de. Desenvolvimento e implantação de ferramentas de controle e melhoria da produtividade no uso dos recursos físicos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL GESTÃO E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Paulo, 1997. **Anais.** São Paulo, PCC/EPUSP, 1997. p.127-45.

SOUZA, U. E. L. de. Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, São Paulo, PCC/EPUSP, 1998. **Anais.** São Paulo, 1998. p.237-48.

SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; AGOPYAN, V. Quantificando o consumo de materiais. **Qualidade na construção.** v.1, n.5, p.35-6, mar. 1998.

THOMAS, H.R.; KRAMER, D.F. **The manual of construction productivity measurement and performance evaluation.** Pennsylvania, Pennsylvania Transportationa Institute, 1987. (A Report to the Construction Industry Institute).

THOMAS, H.R.; HOLLAND, M.P., GUSTENHOVEN, C.T. Games people play with work sampling. **Journal of the Construction Division**, v.108, n.C01, p.13-22, Mar. 1982.

THOMAS, H.R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.4, p.623-39, Dec. 1987.

THOMAS, H.R.; SANVIDO, V.E.; SANDERS, S.R. Impact of material management on productivity - a case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.115, n.3, p.370-84, Sep. 1989a.

THOMAS, H.R.; SMITH, G.R.; SANDERS, S.R.; MANNERING, F.L. **An exploratory study of productivity forecasting using the factor model for masonry.** Pennsylvania, Pennsylvania Transportationa Institute, 1989b. (Final Report. PENNSTATE. 9019).

THOMAS, H.R.; HORNER, R.M.W.; SMITH, G.R. **Procedures manual for collecting productivity and related data of labor-intensive activities on commercial construction projects: masonry.** Pennsylvania, Pennsylvania Transportation Institute, 1990.

THOMAS, H.R.; SMITH, G.R. **Loss of construction labor productivity due to inefficiencies and disruptions: the weight of expert opinion.** Pennsylvania, Pennsylvania Transportation Institute, 1990. (Final Report. PENNSTATE. 9019).

THOMAS, H.R.; SANDERS, S.R.; BILAL, S. Comparison of labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.118, n.4, p.635-50, Dec. 1992.

UNITED NATIONS. **Effect of repetition on building operations and processes on site.** New York, Committee on Housing, Building and Planning Report, 1965. (Report. ST/ECE/HOU/14).

VARGAS, C.L.S. et al. Avaliação de produtividade e de perdas na construção civil – simulação utilizando modelo reduzido para demonstrar as vantagens do uso da linha de balanço na programação da obra e de inovações tecnológicas no canteiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais**. Santa Catarina, NPC/ECV/CTC/UFSC 1998. p.159-68.