

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Robinson Ferreira dos Passos

**VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO
DE PAREDES ESTRUTURAIS DE BLOCOS DE CONCRETO
PELO MODELO DOS FATORES EM UM
EMPREENDIMENTO**

Porto Alegre
dezembro 2010

ROBINSON FERREIRA DOS PASSOS

**VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO
DE PAREDES ESTRUTURAIS DE BLOCOS DE CONCRETO
PELO MODELO DOS FATORES EM UM
EMPREENDIMENTO**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
Coorientadora: Luciani Somensi Lorenzi

Porto Alegre
dezembro 2010

ROBINSON FERREIRA DOS PASSOS

**VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO
DE PAREDES ESTRUTURAIS DE BLOCOS DE CONCRETO
PELO MODELO DOS FATORES EM UM
EMPREENDIMENTO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2010

Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
Ph.D. pela Leeds University
Orientador

Profa. Luciani Somensi Lorenzi
Mestre em Engenharia de Produção pela
UFSM
Coorientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cristiane Pauletti (UFRGS)
Pós. Dra. pela UFRGS

Prof. Platão Tavares Alves da Fonseca (UFRGS)
Engenheiro Civil pela UCPel

Dedico este trabalho a meus pais, Elizeu e Clari, pelo apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Luiz Carlos que, apesar dos seus compromissos, aceitou me orientar e sempre teve uma palavra de incentivo que foi além do conhecimento técnico.

Agradeço à Profa. Luciani pelas esclarecedoras conversas indispensáveis para a realização deste trabalho.

Agradeço à Profa. Carin pela paciência e dedicação que refletem diretamente no resultado final deste trabalho.

Agradeço aos meus pais pelo exemplo de caráter, dedicação e tantas virtudes nas quais sempre pude me espelhar.

Agradeço aos familiares que acreditaram em mim e compreenderam quando não pude estar presente.

Agradeço aos colegas de UFRGS que tornaram-se grandes amigos e cooperaram para que esta jornada fosse mais amena e agradável.

Agradeço aos amigos que sempre orientaram e apoiaram minhas decisões e de tantas formas ajudaram a alegrar a rotina e diminuir o estresse.

Agradeço aos colegas de trabalho pela oportunidade da convivência e do aprendizado adquirido.

Agradeço a Deus por permitir que todas estas pessoas façam parte da minha vida.

Nenhuma grande vitória é possível sem que tenha sido precedida de pequenas vitórias sobre nós mesmos.

L. M. Leonov

RESUMO

PASSOS, R. F. **As Causas da Perda de Produtividade na Construção de Paredes Estruturais de Blocos de Concreto em um Empreendimento**. 2010. 99 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Este trabalho faz uma análise sob o ponto de vista físico da produtividade na construção de paredes estruturais de blocos de concreto, com enfoque nos fatores que podem influenciá-la, tais como a utilização de materiais, equipamentos e principalmente a mão de obra. Para isso, é utilizado como objeto de estudo uma obra em alvenaria estrutural de blocos de concreto composta por três torres de uma empresa construtora de Porto Alegre. Por meio de pesquisas na bibliografia, foram estabelecidos parâmetros para que os objetivos deste trabalho sejam satisfeitos. Além disto, o processo construtivo de alvenaria estrutural foi descrito, bem como algumas características de projeto e recursos empregados neste sistema (materiais, equipamentos e mão de obra), sempre com o intuito de relacionar posteriormente estes assuntos às causas de perdas de produtividade. A literatura também forneceu embasamento para as colocações feitas sobre produtividade, onde foram apresentados conceitos, características para sua mensuração, fatores influenciadores, além de um modelo de quantificação e análise da produtividade que foi utilizado nas medições diárias das saídas do processo e o preenchimento de tabelas em obra durante o período de levantamento de dados. A obra em estudo teve suas características descritas e analisadas, assim como foi detalhado o processo de levantamento e análise dos dados mensurados. Assim, ao final do trabalho, obtiveram-se valores de produtividade potenciais e reais para a obra em estudo e por meio destes, a análise e identificação dos fatores que mais influenciam a produtividade e podem causar suas perdas.

Palavras-chave: produtividade; mão de obra; alvenaria estrutural; modelo dos fatores.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: representação esquemática do delineamento da pesquisa.....	16
Figura 2: representação genérica de um processo produtivo.....	29
Figura 3: diferentes abrangências do estudo da produtividade.....	29
Figura 4: Modelo dos Fatores para produtividade na construção.....	32
Figura 5: aspecto final do empreendimento.....	37
Figura 6: vista superior e denominação das torres.....	37
Figura 7: aspecto das asas da torre.....	42
Figura 8: auxílio de linhas para assentamento de blocos.....	43
Figura 9: assentamento de oito fiadas de blocos sem o uso de andaimes e castelinhos....	44
Figura 10: execução da marcação.....	45
Figura 11: assentamento de dez fiadas de blocos sem o uso de andaime.....	46
Figura 12: desorganização do canteiro.....	47
Figura 13: forma de organização de blocos para transporte com carrinho espeto.....	49
Figura 14: castelinho com área equivalente a cinco fiadas.....	53
Figura 15: interferência da alvenaria com instalações hidrossanitárias.....	55
Figura 16: Valores da RUP Diária inferiores à RUP Cumulativa.....	57
Figura 17: RUP Diárias - Asa 1 - 4° pav. - A	59
Figura 18: RUP Diárias - Asa 1 - 4° pav. - B.....	60
Figura 19: RUP Diárias - Asa 2 - 4° pav. - A.....	61
Figura 20: RUP Diárias - Asa 2 - 4° pav. - B	62
Figura 21: RUP Diárias - Asa 1 - 3° pav. - C	63
Figura 22: RUP Diárias - Asa 1 - 5° pav. - A	64
Figura 23: RUP Diárias - Asa 1 - 5° pav. - B	65
Figura 24: RUP Diárias - Asa 2 - 3° pav. - C	67
Figura 25: RUP Diárias - Asa 2 - 5° pav. - A	68
Figura 26: RUP Diárias - Asa 2 - 5° pav. - B	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: organização dos levantamentos.....	51
Quadro 2: resumo dos resultados.....	70

LISTA DE SIGLAS

EPUSP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland

PBQP-H: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat

RUP: Razão Unitária de Produção

PPMO: Perda de Produtividade na Mão de Obra

Hh: homens/hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MÉTODO DE PESQUISA	14
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	14
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	14
2.2.1 Objetivo principal	14
2.2.2 Objetivos secundários	14
2.3 PRESSUPOSTO	15
2.4 DELIMITAÇÕES	15
2.5 LIMITAÇÕES	15
2.6 DELINEAMENTO	16
2.6.1 Pesquisa bibliográfica	17
2.6.2 Definição dos indicadores que serão utilizados para analisar a produtividade e das planilhas para levantamento em campo	17
2.6.3 Levantamento de dados	17
2.6.4 Análise e avaliação dos resultados	17
2.6.5 Conclusões	18
3 ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO	19
3.1 MATERIAIS	20
3.1.1 Blocos vazados de concreto	20
3.1.2 Argamassas	21
3.1.3 Graute	22
3.2 NOÇÕES BÁSICAS DE PROJETO	23
3.3 NOÇÕES SOBRE EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	23
3.3.1 Locação da primeira fiada	24
3.3.2 Elevação da alvenaria	24
3.3.3 Grauteamento	26
4 PRODUTIVIDADE	28
4.1 CONCEITO E IMPORTÂNCIA	28
4.2 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	29
4.3 QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS	30
4.4 MODELO DOS FATORES	31
4.5 INDICADOR DE PRODUTIVIDADE	32
4.6 FATORES QUE PODEM AFETAR A PRODUTIVIDADE	34

4.7 PERDAS DE PRODUTIVIDADE	35
5 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	36
5.1 MÃO DE OBRA.....	38
5.1.1 Equipe de trabalho.....	38
5.1.2 Forma de contratação e benefícios.....	40
5.2 O SERVIÇO DE ALVENARIA.....	41
5.2.1 Particularidades no método utilizado pela equipe 1.....	42
5.2.2 Particularidades no método utilizado pela equipe 2.....	44
5.3 CANTEIRO DE OBRAS.....	46
5.4 MATERIAIS.....	47
5.5 EQUIPAMENTOS.....	48
6 DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO DE DADOS.....	50
6.1 QUANTIFICAÇÃO DAS ENTRADAS.....	51
6.2 QUANTIFICAÇÃO DAS SAÍDAS.....	52
6.3 QUALIFICAÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS.....	53
6.4 FATORES INFLUENCIADORES ANALISADOS.....	54
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	56
7.1 ANÁLISE DA ASA 1 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE A.....	57
7.2 ANÁLISE DA ASA 1 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE B.....	59
7.3 ANÁLISE DA ASA 2 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE A.....	60
7.4 ANÁLISE DA ASA 2 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE B.....	61
7.5 ANÁLISE DA ASA 1 DO 3º PAVIMENTO DA TORRE C.....	62
7.6 ANÁLISE DA ASA 1 DO 5º PAVIMENTO DA TORRE A.....	63
7.7 ANÁLISE DA ASA 1 DO 5º PAVIMENTO DA TORRE B.....	65
7.8 ANÁLISE DA ASA 2 DO 3º PAVIMENTO DA TORRE C.....	66
7.9 ANÁLISE DA ASA 2 DO 5º PAVIMENTO DA TORRE A.....	67
7.10 ANÁLISE DA ASA 2 DO 5º PAVIMENTO DA TORRE B.....	68
7.11 ANÁLISE GERAL.....	69
8 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS.....	73
APENDICE A.....	74
APENDICE B.....	95

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas houve, no Brasil, um notável impulso na utilização da alvenaria estrutural na construção de edificações. Mesmo este sendo o processo construtivo mais antigo que se tem conhecimento, da forma racionalizada como está sendo utilizado atualmente, constitui uma técnica relativamente nova.

Este processo racionalizado tem a redução de perdas, tanto de materiais quanto de mão de obra, como principal vantagem em comparação aos métodos construtivos convencionais. Além disso, podem ser citadas outras vantagens que fazem da alvenaria estrutural uma técnica largamente utilizada em empreendimentos voltados para populações de baixa e média renda em todo o País, tais como: a pouca utilização de armadura, a redução do número de etapas na execução, a diminuição do uso de fôrmas e a eliminação da necessidade de rasgos para passagem de tubulações. Porém, sabe-se que a necessidade de alta produtividade, o uso de mão de obra desqualificada, materiais de baixa qualidade e o gerenciamento ineficiente, causam o aumento das perdas e interferem diretamente na qualidade dos empreendimentos.

O grande déficit habitacional existente no País, que prejudica especialmente as classes menos favorecidas da sociedade, faz com que a demanda por moradias de baixo custo aumente, assim como o incentivo que o governo concede para este tipo de construção por meio de programas habitacionais. Consequentemente, observa-se o aumento da competitividade no setor da construção civil, fato que faz com que as empresas busquem novas tecnologias e utilizem sistemas construtivos adequados para melhorar os níveis de eficiência dos seus processos produtivos.

Estes novos desafios enfrentados pelas empresas construtoras indicam a qualidade e a produtividade como ferramentas potenciais para o aumento do desempenho e da competitividade. Estes fatores influenciam diretamente o lucro de tais empresas, uma vez que altos índices de produtividade geram menores custos de produção e a maior qualidade dos serviços diminui custos posteriores com manutenção. Assim, uma empresa que faz bom uso destas ferramentas para melhoria de seu desempenho pode oferecer produtos a preços mais

baixos do que os seus concorrentes ou trabalhar com maiores margens de lucro, mantendo-se competitiva.

A produtividade na alvenaria estrutural é um tema ainda pouco estudado e sua análise permite a melhor compreensão dos benefícios e limitações deste processo. Assim este trabalho pretende analisar como ocorrem as possíveis perdas de produtividade na principal etapa do processo de construção em alvenaria estrutural: a elevação de paredes. Para isso, servirá como objeto de estudo uma obra composta por três torres em alvenaria estrutural de blocos de concreto de uma empresa construtora de Porto Alegre.

No próximo capítulo são apresentadas as etapas do estudo e definidos seus objetivos e limitações, bem como o delineamento da pesquisa. O terceiro capítulo trata da descrição do processo construtivo de alvenaria estrutural, começando por um breve histórico, passando a listar as exigências de normas para os materiais que a compõem bem como noções e instruções para projeto e execução do processo.

No capítulo 4, ocorre a conceituação da produtividade de mão de obra e a apresentação do modelo e indicador utilizados na mensuração da produtividade. São classificados os fatores influenciadores da produtividade e definido o conceito de perdas. A obra é caracterizada no decorrer do quinto capítulo. Os aspectos descritos são as equipes de trabalho, o serviço de alvenaria, o canteiro de obras, os materiais e equipamentos utilizados.

As características do levantamento de dados são apresentadas no capítulo 6, ressaltando particularidades da quantificação e qualificação das entradas e saídas do processo, além da listagem dos fatores influenciadores analisados neste estudo. Já no sétimo capítulo são apresentados os gráficos resultantes das medições realizadas e analisados quanto aos fatores influenciadores sugeridos. Depois disso, são apresentadas as conclusões obtidas ao fim deste estudo.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo são descritas as etapas nas quais o estudo se divide, além de definir a questão de pesquisa e objetivos a serem apresentados na sua conclusão. Também são explicados neste capítulo, o pressuposto, as delimitações e as limitações de trabalho. No delineamento, ficam descritas as etapas vencidas para a realização do trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais são as causas das perdas de produtividade na construção de paredes estruturais de blocos de concreto para um empreendimento específico?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a identificação das causas da perda de produtividade na construção de paredes estruturais de blocos de concreto em um empreendimento específico.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) verificar a eficiência do Modelo dos Fatores na mensuração da produtividade;

- b) identificação dos principais fatores empregados na definição da produtividade da mão de obra.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que o empreendimento objeto do estudo apresenta índices de produtividade menores do que os esperados pela empresa.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo de um empreendimento habitacional composto por três torres de cinco pavimentos cada em alvenaria estrutural de blocos de concreto de uma empresa construtora de Porto Alegre.

2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se:

- a) ao estudo da produtividade, sob o ponto de vista físico, na execução de paredes estruturais de blocos de concreto de um empreendimento habitacional;
- b) pela quantidade de fatores influenciadores da produtividade analisados, restringindo-se a fatores como,
 - condições meteorológicas;
 - interface com subsistemas;
 - área de aberturas produzida;
 - falta de materiais;
 - falta de efetivo;
 - marcação;
 - problemas relacionados a elevadores;
 - uso de andaimes;
 - número de castelinhos construídos;

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das seguintes etapas:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) definição dos indicadores que serão utilizados para analisar a produtividade e das planilhas para levantamento em campo;
- c) levantamento de dados;
- d) análise e avaliação dos resultados;
- e) conclusões.

A figura 1, apresenta o delineamento do trabalho e, nos itens a seguir, ele é detalhado.

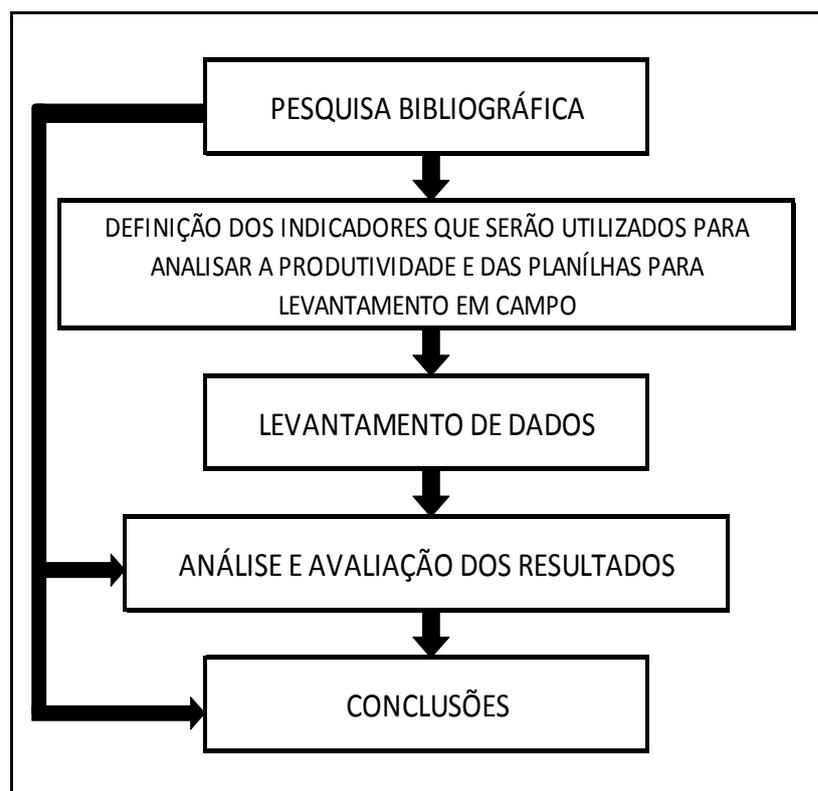


Figura 1: representação esquemática do delineamento da pesquisa

2.6.1 Pesquisa bibliográfica

Por meio de consultas à materiais relacionados ao tema do trabalho, a pesquisa bibliográfica fornece embasamento teórico ao longo de todas as etapas.

2.6.2 Definição dos indicadores que serão utilizados para analisar a produtividade e das planilhas para levantamento em campo

A produtividade pode ser influenciada de diversas formas. Nesta etapa foram definidos os indicadores que foram discutidos neste trabalho, cujos quantitativos foram levantados durante a próxima etapa. Estes dados foram organizados em planilhas de forma a facilitar seu levantamento em campo e posterior análise. Trata-se de uma etapa de curta duração e embasada na pesquisa bibliográfica.

2.6.3 Levantamento de dados

Nesta etapa realizou-se levantamentos quantitativos e qualitativos da produtividade da elevação de paredes a cada dia, além da indicação das condições de trabalho contemplando os indicadores definidos na etapa anterior. Tais levantamentos ocorreram separadamente para cada uma das torres do empreendimento e para cada equipe de trabalho, a fim de comparar as diferentes condições de trabalho existentes e a produtividade individual.

2.6.4 Análise e avaliação dos resultados

Nesta fase os dados obtidos na etapa anterior foram organizados, avaliados segundo critérios pertinentes e analisados adequadamente conforme embasamento obtido na pesquisa bibliográfica.

2.6.5 Conclusões

Os objetivos do trabalho foram alcançados nesta etapa a partir da análise referida na etapa anterior e da pesquisa bibliográfica. Assim foram documentadas as conclusões obtidas, as considerações finais e observações sobre o trabalho.

3 ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

Neste capítulo é apresentado um breve histórico sobre a alvenaria estrutural e seu desenvolvimento no Brasil e no exterior. Também serão descritos os seus materiais constituintes e algumas características de projeto e execução de obras.

Segundo Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 9-10), a alvenaria predominou como material estrutural até o final do século XIX. Porém com a ausência de procedimentos de dimensionamento, eram calculadas empiricamente, se tornando muito robustas e antieconômicas quando comparadas às estruturas de aço e concreto armado que surgiam neste período. Assim, estas novas estruturas, que possibilitam um maior arrojo das formas e são respaldadas por teorias racionais de cálculo, proliferaram no mercado que antes era exclusivo da alvenaria estrutural e a puseram em segundo plano. Apenas na metade do século passado ocorreu o surgimento da alvenaria estrutural como se conhece hoje: com paredes delgadas, economicamente viável e embasada por teorias de cálculo e normas.

O Brasil passou a seguir esta tendência de crescimento da alvenaria estrutural que existia no exterior, em 1966, quando foram construídos os primeiros prédios de quatro pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto. A partir daí, iniciou-se a disseminação gradativa deste tipo de construção no centro do País, até que, na década de 80, a alvenaria estrutural atingiu seu ápice com investimentos de construtoras e produtoras de blocos para torná-la mais vantajosa. Cabe citar o convênio feito pelo professor Fernando Henrique Sabbatini, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP –, com a Construtora Encol para o desenvolvimento do sistema construtivo de alvenaria estrutural de blocos de concreto (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002, p. 10-11).

Após esta fase intensa de pesquisas e desenvolvimento ocorreu um declínio do uso deste processo construtivo no País devido à errônea atribuição de manifestações patológicas ditas inerentes ao sistema, prejudicando sua imagem perante as empresas construtoras, muitas das quais migraram para o sistema convencional. Porém, as incertezas quanto à segurança estrutural e qualidade dos materiais foram praticamente eliminadas com a criação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H – e do selo de

qualidade da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. O uso crescente do sistema, inclusive em obras de alto padrão, indica seu sucesso competitivo e aceitação do mercado (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002, p. 11-13).

O processo de desenvolvimento do sistema, no Brasil e no exterior, resultou em muitos avanços tecnológicos nas áreas de materiais, projeto e execução de obras em alvenaria estrutural. Alguns aspectos destes avanços são detalhados a seguir.

3.1 MATERIAIS

Os principais materiais constituintes da alvenaria estrutural são as unidades de alvenaria (tijolos e blocos), argamassa e graute. Algumas características gerais dos componentes das alvenarias são citadas por Thomaz (1995 apud THOMAZ; HELENE, 2000, p. 2-3):

- a) **ergonomia**: tamanho, textura, forma e peso do bloco podem influenciar na produtividade;
- b) **regularidade geométrica**: permite o assentamento uniforme;
- c) **fornecimento e embalagem**: bom acondicionamento de blocos reduz a quebra;
- d) **absorção de água e aderência**: devem apresentar valores adequados de absorção de água, caso contrário pode não haver penetração de nata de aglomerante nos poros dos blocos ou ainda uma retirada excessiva de água da argamassa, prejudicando a hidratação do aglomerante e conseqüentemente a aderência.

Nos itens a seguir, serão descritas características dos materiais utilizados em alvenaria estrutural.

3.1.1 Blocos vazados de concreto

A NBR 6136 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 1-2) tem, para blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural, dentre outras, as seguintes definições:

3.1 Bloco vazado

Elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.

[...]

3.4 Blocos modulares

Blocos com dimensões coordenadas para a execução de alvenarias modulares, isto é alvenarias com dimensões múltiplas do módulo $M = 10$ cm, conforme a NBR 5712.

A mesma Norma classifica este tipo de bloco da seguinte forma:

- a) classe A: destinados à execução de alvenarias externas e que não recebem nenhum tipo de revestimento;
- b) classe B: destinados à execução de alvenarias internas ou alvenarias externas que recebem revestimentos.

A Norma contempla, ainda, que os materiais constituintes dos blocos devem ser: cimento Portland (os tipos normatizados), agregados (podem ser areia, pedriscos, argila expandida ou outros tipos, desde que satisfaçam suas especificações e que tenham dimensões máximas menores que um quarto da menor espessura da parede do bloco) e água.

Segundo a NBR 6136 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 4), os blocos estruturais de concreto devem ainda:

- a) ser fabricados e curados por processos que assegurem a obtenção de um concreto homogêneo e compacto, além de serem manipulados sem que tenham suas qualidades prejudicadas;
- b) ter aspecto homogêneo, compacto e com arestas vivas;
- c) não devem apresentar trincas, fissuras ou outros defeitos que possam prejudicar seu assentamento.

3.1.2 Argamassas

De acordo com a NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 4), a definição de argamassa de assentamento é:

Elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo distribuição uniforme de esforços, composto de cimento, agregado miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água de hidratação à mistura.

Conforme Sabbatini (1984 apud PRUDÊNCIO JR. et al., 2002, p. 35) suas principais funções são:

- a) unir as unidades de alvenaria e ajudá-las a resistir aos esforços laterais;
- b) distribuir as cargas de maneira uniforme sobre toda a parede;
- c) absorver deformações naturais da alvenaria;
- d) selar juntas contra penetração de água da chuva.

Para isso, segundo Sabbatini (1984 apud PRUDÊNCIO JR. et al., 2002, p. 35-36), as argamassas devem apresentar as seguintes características:

- a) trabalhabilidade suficiente para que o pedreiro produza com rendimento otimizado um trabalho satisfatório, rápido e econômico;
- b) retenção de água suficiente para que uma elevada sucção da umidade não prejudique suas funções primárias;
- c) adquirir alguma resistência logo após o assentamento;
- d) desenvolver resistência adequada para não comprometer a alvenaria;
- e) ter aderências às unidades a fim de resistir aos esforços cisalhantes e à penetração de água da chuva;
- f) ser durável;
- g) ter resiliência para acomodar deformações sem fissurar.

3.1.3 Graute

Conforme a NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 5), a definição de graute é:

Elemento para preenchimento dos vazios dos blocos e canaletas de concreto para solidarização da armadura a estes elementos e aumento de capacidade portante,

composto de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir trabalhabilidade e retenção de água de hidratação à mistura.

Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 56-57) afirmam que o graute deve ter elevada fluidez, porém seu desempenho estrutural deve ser compatível com a alvenaria armada obtida no processo, além de ser capaz de assegurar a aderência à armadura vertical e horizontal e protegê-las contra corrosão.

3.2 NOÇÕES BÁSICAS DE PROJETO

Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 63) definem a alvenaria estrutural como um sistema construtivo racionalizado, capaz de reduzir consideravelmente a mão de obra, os tempos de execução e, conseqüentemente, os custos finais da construção. Porém o sistema apresenta particularidades, algumas das quais permitem o pleno desenvolvimento deste sistema:

- a) as dimensões padronizadas dos componentes básicos empregados possibilitam a coordenação modular, onde as dimensões das edificações devem ser múltiplas inteiras da unidade base o que evita desperdícios de materiais, mão de obra e tempo;
- b) os projetos arquitetônicos, estruturais e complementares devem ser desenvolvidos em conjunto (compatibilização dos projetos), para evitar problemas durante a execução;
- c) deve ser evitado o uso excessivo de blocos especiais e compensadores.

3.3 NOÇÕES SOBRE EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Sabbatini (1984 apud THOMAZ; HELENE, 2000, p. 16) indica que:

A execução das alvenarias deve basear-se em procedimento técnico estabelecendo a forma de locação das paredes (ângulos, modulação dos blocos), os detalhes de amarrações entre paredes, a forma de elevação dos cantos e marcação das fiadas, a disposição das armaduras horizontais e verticais (emendas), a forma de assentamento de marcos e contramarcos etc.

A execução da alvenaria pode ser dividida em três grandes etapas que são detalhadas nos próximos itens.

3.3.1 Locação da primeira fiada

A locação da primeira fiada começa pela locação dos blocos-chave, que irão definir os alinhamentos das paredes. Segundo Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 139), esta etapa inicial da produção da alvenaria pode ser executada por meio de várias técnicas sendo fundamental para as etapas subsequentes. Dentre estas técnicas destacam-se a locação por coordenadas cartesianas, cotas acumuladas ou coordenadas polares (com instrumentos topográficos de precisão), sendo que devem se basear em plantas de locação com indicação da modulação a ser utilizada. A partir destes blocos-chave devem ser feitas conferências de esquadro e nivelamento para, a seguir, locar os blocos-chave internos e por fim, preencher os alinhamentos conforme o projeto finalizando a marcação da primeira fiada.

3.3.2 Elevação da alvenaria

Segundo Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 160), após a definição da marcação, deve-se definir o prumo, o alinhamento e o nível que as fiadas constituintes da parede deverão seguir. Para isso, podem ser construídos castelinhos (conjuntos de blocos assentados na extremidade de uma ou mais paredes formando uma escada cujo prumo e nível das fiadas deve ser preciso) ou pode se fazer uso do escantilhão (equipamento que deve ser instalado em cada canto de parede e que define simultaneamente prumo, nível e alinhamento ao se esticar uma linha de um escantilhão até outro).

O assentamento de blocos intermediários aos castelinhos ou escantilhões proporciona uma maior produtividade na elevação das paredes. Neste preenchimento o pedreiro deve instalar uma linha para nivelar as fiadas, colocar argamassa na fiada anterior, assentar e ajustar o bloco conferindo seu nível e alinhamento conforme a linha, além de verificar seu prumo. Deve ainda ser retirada por raspagem a rebarba de argamassa externa que resulta do ajuste do bloco (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002, p. 162-163).

Para o assentamento de blocos, no que diz respeito ao nivelamento, alinhamento e prumo, a NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 20) determina que a discrepância do plano horizontal não deve ser superior a meio centímetro em dois metros. O alinhamento das juntas verticais deve ser preciso e obtido com o auxílio de fio prumo ou gabarito modular.

Para a etapa de colocação da argamassa sobre uma fiada de blocos, a NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 21) indica as seguintes condições:

- a) os locais de aplicação da argamassa de assentamento, assim como os blocos, devem estar limpos e sem agregados soltos, graxa, pó, água em excesso ou qualquer outra substância que impeça a perfeita aderência e união entre a argamassa e os substratos;
- b) a quantidade de argamassa a ser aplicada não deve corresponder a um tempo de colocação dos blocos que supere o início da pega ou perda da trabalhabilidade;
- c) a argamassa deve ser aplicada em todas as paredes do bloco para formação da junta horizontal e em dois cordões verticais nos bordos de uma das extremidades do bloco para formação da junta vertical; - os cordões devem ter espessura tal que, após o assentamento dos blocos, as juntas resultantes tenham espessura de (10 ± 3) mm, proibindo-se calços de qualquer natureza; - outras espessuras de juntas poderão estar previstas em projeto, desde que de eficiência comprovada em ensaios de desempenho;
- d) em dias muito quentes, secos e com ventos, a superfície de assentamento dos blocos deve ser levemente umedecida com brocha de pintor, alguns minutos antes da aplicação da argamassa;
- e) a argamassa não deve avançar no interior dos vazios do bloco mais que 1 cm, no momento do assentamento, principalmente para deixar livre o espaço destinado ao enchimento com graute e garantir melhor impermeabilidade da junta; - em alvenarias ocas, esse cuidado evita desperdícios, apesar de não ser essencial do ponto de vista da segurança da estrutura; - recomenda-se, para atingir este objetivo, o uso de instrumental e técnica adequados.

Por fim, ocorre a colocação dos blocos, etapa na qual a NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 21-22) determina que os mesmos devem ser assentados sobre as fiadas já compostas de maneira que os ajustes de posição sejam os mínimos possíveis. Estas pequenas movimentações para ajuste dos blocos devem ser feitas durante o período de boa trabalhabilidade da argamassa, para que a aderência entre a argamassa e o bloco não seja prejudicada.

São muitas as ferramentas e instrumentos que podem ser utilizados na etapa de assentamento. Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 152-160) citam algumas delas:

- a) colher de pedreiro;
- b) meia colher de pedreiro: as laterais da colher comum são cortadas;
- c) meia desempenadeira: desempenadeira mais estreita geralmente feita de madeira;
- d) bisnaga: ferramenta similar a uma bisnaga de confeitiro;
- e) colher canaleta: colher em forma de meia cana;
- f) desempenadeira;
- g) régua de bolhas;
- h) masseira: carrinho próprio para transportar argamassa;
- i) carrinho espeto: próprio para o transporte de blocos;
- j) andaime: equipamento para assentar as fiadas mais altas, pode ser de madeira ou aço;
- k) ainda podem ser citados: martelo de borracha, fio de prumo, nível de mangueira, esquadro e trena.

3.3.3 Grauteamento

Em casos de alvenaria armada, Prudêncio Jr. et al. (2002, p. 164) indicam que, em certas situações previstas em projeto, é necessário o grauteamento dos vazados dos blocos na vertical e das canaletas na horizontal. A NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 23) define as seguintes condições para seu lançamento:

4.2.6.2.1 O lançamento do graute deve efetuar-se no mínimo 24 h após o assentamento das paredes a serem preenchidas.

4.2.6.2.2 A altura máxima de lançamento permitida é de 3,0 m com uso de adensamento manual ou mecânico e 1,6 m sem adensamento e com obrigatoriedade de existência de furos de visita ao pé de cada trecho a grautear.

4.2.6.2.3 No início do lançamento deve-se verificar a saída do graute através do furo de visita, obturando-se este último a seguir.

4.2.6.2.4 No caso de lançamento em alturas correspondentes a frações do pé-direito, deve-se lançar o graute até que o nível superior do mesmo atinja metade da altura da última fiada.

4.2.6.2.5 O número máximo de juntas de grauteamento permitido é de duas juntas por trecho vertical de 3 m.

A NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985, p. 23-24) afirma que o graute deve ainda ser adensado a fim de promover maior compacidade e preenchimento completo dos vazios dos blocos sem que haja segregação dos materiais. Para isso, a mesma Norma indica dois métodos e condições para execução do adensamento:

- a) adensamento,
 - manual: utiliza uma haste metálica com diâmetro entre 10 mm e 15 mm com comprimento suficiente para atingir a base do furo. Não se deve usar a própria armadura do graute;
 - mecânico: utiliza um vibrador de agulha que não afete as ligações entre blocos e argamassa. Esta vibração elimina bolhas de ar no concreto, porém a vibração deve ser rápida para que não haja segregação de materiais;
- b) o graute deve ser adensado em camadas de aproximadamente 40 cm, sendo que o tempo de lançamento entre camadas não deve superar 30 min;
- c) o readensamento do graute é recomendado cerca de 15 min depois do adensamento, a fim de evitar os efeitos da retração inicial.

4 PRODUTIVIDADE

Segundo Araújo (1999, p. 15), o termo produtividade está relacionado à eficiência do processo produtivo e uso da sua mensuração como ferramenta para tomada de decisões gerenciais é de extrema valia em tempos de acirramento e competição crescentes entre empresas. Dos benefícios que são possíveis de serem alcançados a partir do estudo da produtividade da mão de obra, segundo Carraro (1998 apud ARAÚJO; SOUZA, 2001), merecem destaque:

- a) previsão do consumo da mão de obra;
- b) previsão de duração dos serviços;
- c) avaliação e comparação de resultados;
- d) desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos construtivos.

Araújo e Souza (2001, p. 3) complementam dizendo que pelos aspectos citados acima, fica clara a importância de se fazer a previsão e a mensuração da produtividade, além da avaliação da confiabilidade destes levantamentos e das decisões tomadas a partir dos mesmos. Somente estudando os motivos que fazem a produtividade variar, o setor, que hoje encontra-se desprovido de índices confiáveis de desempenho da produtividade, terá parâmetros para controlá-la e utilizar plenamente seus benefícios

4.1 CONCEITO E IMPORTÂNCIA

Segundo Araújo (1999, p. 16), a construção civil pode ser entendida como sistema produtivo e, portanto tem todos os quesitos necessários para servir de contexto ao estudo da produtividade. Suas entradas podem ser representadas pelos recursos físicos utilizados (materiais, mão de obra e equipamentos) e as saídas por uma obra ou serviços em análise resultados do processo, conforme a figura 2.



Figura 2: representação genérica de um processo produtivo (ARAÚJO, 1999, p. 16)

4.2 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Souza (1998 apud SOUZA, 2000, p. 2) considera que a produtividade seja a “[...] eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo.”. Portanto, para o mesmo autor, o estudo da produtividade, no caso da construção civil, poderia ser feito sob os diferentes pontos de vista em função dos recursos a serem transformados. Estes aspectos são explicados nos itens a seguir e uma representação esquemática do processo produtivo da construção civil, é apresentada na figura 3:

- a) **físico**: produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão de obra;
- b) **financeiro**: análise da eficiência da utilização dos recursos financeiros;
- c) **social**: esforço da sociedade visto como recurso inicial do processo.

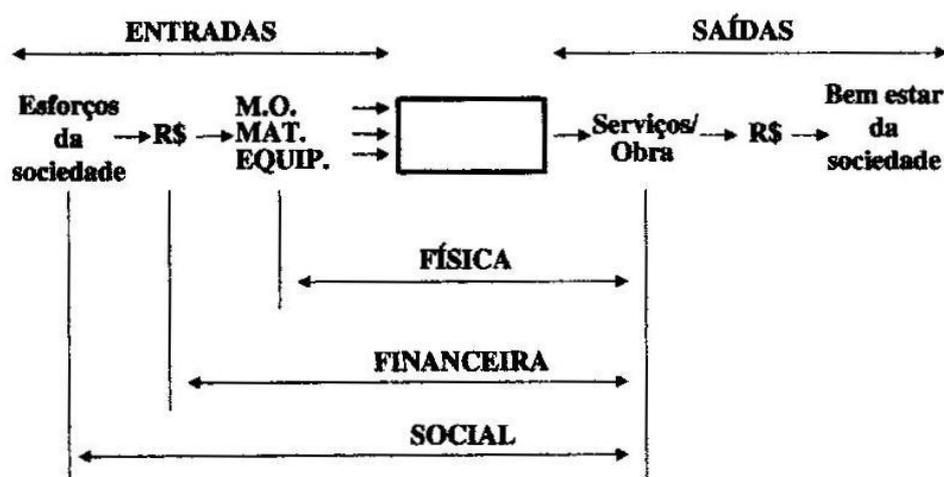


Figura 3: diferentes abrangências do estudo da produtividade (SOUZA, 2000, p. 2)

Souza (2000, p. 2) determina, a partir dos itens citados anteriormente, que “O estudo da produtividade da mão de obra é, portanto, uma análise de produtividade física de um dos recursos utilizados no processo produtivo, qual seja, a mão de obra.”.

4.3 QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

Segundo Carraro (1998 apud ARAÚJO, 1999, p. 63), o serviço de alvenaria apresenta etapas de execução muito distintas, tornando o processo descontínuo e o ritmo de trabalho inconstante. Este fato faz com que a produtividade para este serviço seja diferenciada para cada uma de suas etapas, o que indica a necessidade de qualificar a quantificação do serviço.

Carraro e Souza (1998, p. 293-294) defendem que a praticidade deve ser uma das características de um bom sistema de coleta de dados. Para isso, os autores indicam que devem ser realizadas apropriações diárias das seguintes informações:

- a) quantidade de Hh (homens/hora) envolvidos em cada atividade do serviço de alvenaria;
- b) quantidade de alvenaria produzida;
- c) informações detalhadas sobre as anormalidades ocorridas durante a jornada de trabalho.

A respeito dos itens citados acima, Carraro e Souza (1998, p. 294) ainda observam que:

A quantidade de pessoas e de horas dedicadas a cada atividade são obtidas através de questionamento ao encarregado da alvenaria ou aos próprios funcionários. Sua anotação é feita em uma planilha contendo a identificação dos operários e campos para se anotar as horas trabalhadas. Como ‘horas trabalhadas’ deve-se entender as horas em que o(s) funcionário(s) estava(m) efetivamente disponíveis para o trabalho. Logo, se um pedreiro está no pavimento a espera de argamassa, isto significa que ele está disponível para o trabalho e, portanto, estas horas devem ser contabilizadas. Por outro lado, se um funcionário vai embora mais cedo da obra para resolver problemas pessoais, isto implica que ele não se encontra mais disponível para o trabalho; neste caso, suas horas devem ser descontadas.

A quantidade de alvenaria produzida no dia é apropriada através do uso de cópias das plantas de arquitetura ou alvenaria nas quais constam todas as paredes que serão executadas pela equipe. O método de quantificação usado consiste em a pessoa responder, para cada parede, diariamente, a seguinte pergunta: “até que fiada esta parede está executada?” Sua resposta deve ser anotada na planta caso ela seja distinta da última anotação feita em cada parede. Como as medições têm caráter

diário, é necessário associar as respostas ao dia em que foram coletadas. Isto tem sido feito utilizando-se canetas coloridas que representam as datas da apropriação, especificadas em legenda na própria planta.

4.4 MODELO DOS FATORES

Para Araújo e Souza (2001, p. 4), o Modelo dos Fatores pode ser adotado para análise e apropriação da produtividade nas obras de construção civil, pelo fato de possuir as características descritas a seguir:

Barato: o sistema de mensuração é de fácil implementação e apresenta baixos custos de implantação;

Simples: os dados requeridos são poucos e apresentam facilidade na coleta em campo;

Rápido: a retroalimentação é rápida, de forma que as ações corretivas podem ser tomadas mesmo durante atividades de curta duração;

Comparativo: informações e dados coletados, analisados e estudados possibilitam a comparação entre diferentes empreendimentos;

Apurado: os resultados refletem o que está ocorrendo.

Thomas e Yiakoumis (1987 apud ARAÚJO; SOUZA, 2001, p. 5) propuseram um modelo de medição e análise da produtividade da mão de obra voltado exclusivamente para a Indústria da Construção Civil. Este modelo é denominado Modelo dos Fatores e seu nome advém do fato de o mesmo estar baseado no estudo dos fatores que afetam a produtividade da mão de obra.

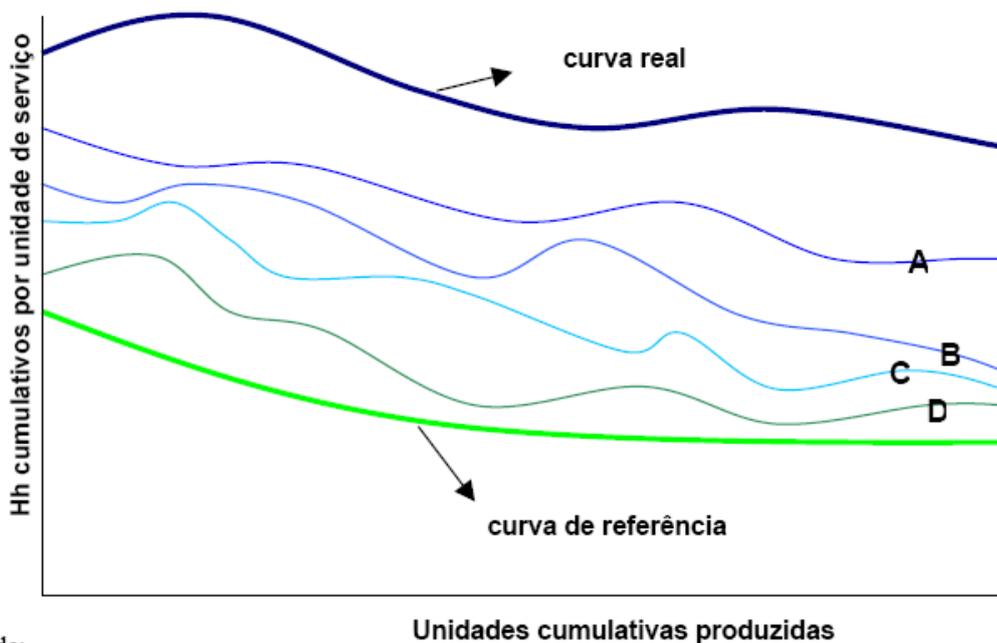
A teoria que fundamenta o Modelo dos Fatores é apresentada a seguir, conforme Thomas e Yiakoumis (1987 apud ARAÚJO; SOUZA, 2001, p. 5) a descreveram. A ideia contida no Modelo dos Fatores é ilustrada pela figura 4:

[...]a teoria que fundamenta o Modelo dos Fatores assume que o trabalho de uma equipe é afetado por certa quantidade de fatores que podem alterar o seu desempenho aleatória ou sistematicamente. O efeito cumulativo dos distúrbios causados por esses fatores gera uma curva de real produtividade, cuja forma pode ser muito irregular, tornando sua interpretação difícil. Entretanto, se os efeitos desses fatores puderem ser matematicamente extraídos da curva real, obter-se-á uma curva que representará a produtividade de referência para o serviço em questão. Essa 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.

Araújo e Souza (2001, p. 6) ressaltam que podem existir fatores influenciadores que incidam positivamente ou negativamente sobre a produtividade, possibilitando a existência de curvas de produtividade reais situadas abaixo da curva de referência e explica a figura 4 nos itens a seguir:

- a) **curva real**: representa um resultado hipotético de uma medição efetuada em campo;
- b) **curvas A, B, C e D**: curvas de produtividade afetadas pelas condições A, B, C e D diferentes da situação de referência;
- c) **curva de referência**: produtividade caso não houvesse influência das anormalidades.



Onde:

A, B, C, D = fatores distintos com relação à condição de referência

Figura 4: Modelo dos Fatores para produtividade na construção (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987 apud ARAÚJO; SOUZA, 2001, p. 5)

4.5 INDICADOR DE PRODUTIVIDADE

Segundo Souza (2000, p. 2), “[...] a forma mais direta de se medir a produtividade diz respeito à quantificação da mão de obra necessária (expressa em homens-hora demandados) para se produzir uma unidade da saída em estudo.”. O autor aconselha ainda o uso de um indicador denominado razão unitária de produção (RUP), que pode ser calculado através da razão entre entradas e saídas. Para o mesmo autor, uma uniformização do cálculo da RUP deve ser definida. Para isso faz-se uso de regras para mensuração tanto de entradas quanto de saídas, além da definição do período de tempo a que se refere o levantamento feito.

Souza (2000, p. 3) comenta alguns aspectos que devem ser considerados na mensuração da produtividade:

No que se refere às entradas, o cálculo do número de homens-hora demandados é, genericamente, fruto da multiplicação do número de homens envolvidos pelo período de tempo de dedicação ao serviço. As saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquida. No que diz respeito ao período de estudo, pode-se estar lidando com a produtividade detectada para um determinado dia, assim como seu valor pode representar um estudo de longa duração.

O autor faz considerações quanto às posturas que podem ser adotadas nos aspectos supracitados e que podem levar ao cálculo de valores completamente diferentes de produtividade para uma mesma situação (SOUZA, 2000, p. 4-5):

- a) **equipe considerada:** podem ser considerados no cálculo da RUP,
 - somente os pedreiros que assentam tijolos;
 - total de mão de obra no pavimento onde ocorre o serviço;
 - adicionar-se a mão de obra de apoio (ajudantes que estão fora dos andares);
 - equipe global, onde se incluiria o próprio encarregado;
- b) **tempo de dedicação ao serviço:** além da jornada normal de trabalho, os trabalhadores podem fazer horas extras por conta de prêmios por produção oferecidos. Também pode acontecer dos operários estarem disponíveis para o trabalho e por conta de algum problema alheio a sua vontade, não poderem trabalhar. Estes tempos ociosos podem ser descontados do cálculo da RUP;
- c) **mensuração das saídas:** pode-se mensurar a alvenaria líquida executada, isto é, contemplar-se a área fisicamente gerada ou pode-se adicionar, à área líquida, uma outra quantidade, que diz respeito à dificuldade em se produzir a alvenaria (por exemplo, as quantidades mensuradas para fins de pagamento de subempreiteiros, para pequenos vão existentes em uma parede, pode contemplar a área fechada da mesma, isto é, sem se descontar o vão presente), chegando-se à área bruta de alvenaria;

- d) **período de estudo da produtividade:** ao se falar em determinado valor de produtividade, pode-se estar analisando, entre outras hipóteses, um determinado dia de trabalho, como pode-se estar citando um desempenho verificado para toda a duração do serviço.

4.6 FATORES QUE PODEM AFETAR A PRODUTIVIDADE

A detecção de quais fatores têm influência significativa sobre a eficiência do processo produtivo e a sua análise, apresentam-se como pontos de extrema importância no estudo. Estes fatores podem ser relacionados tanto ao conteúdo quanto ao contexto do trabalho em execução, e para sua identificação pode-se dividi-los em cinco categorias apresentadas e explicadas a seguir (ARAÚJO; SOUZA, 2000, p. 3-4):

- a) **características do produto:** no caso da construção civil, o produto em questão está relacionado ao projeto que está se executando. Estes, por sua vez, têm por característica a não uniformidade, fato que requer que sejam levadas em conta as características inerentes de cada projeto para a análise da produtividade;
- b) **materiais e componentes:** a diversidade de materiais utilizados na construção civil e as possibilidades de combinações destes materiais tornam o processo muito variável quanto a este aspecto, podendo interferir na produtividade;
- c) **equipamentos e ferramentas:** alguns aspectos podem ser comentados,
- diferentes equipamentos ou ferramentas podem ser igualmente apropriados para a execução de uma tarefa;
 - estes equipamentos e ferramentas quando utilizados podem influenciar no desempenho do trabalhador resultando em uma maior ou menor produtividade;
 - a escolha das ferramentas e equipamentos deve garantir a melhora ergonômica nas atividades e promover a maior racionalização do processo;
- d) **mão de obra:** existem muitas estruturas de equipes de trabalho possíveis e aceitáveis. Estas estruturas podem influenciar significativamente a produtividade. Além disso, a formação dos profissionais e o dimensionamento das equipes que realizarão determinada tarefa são fatores gerenciais que certamente interferem na produtividade;
- e) **organização da produção:** da estrutura montada para atender às necessidades do processo produtivo, espera-se uma pequena influência na produtividade, já que esta incide sobre o serviço como um todo.

4.7 PERDAS DE PRODUTIVIDADE

Souza e Araújo (2000, p. 4) descrevem as RUP diárias, cumulativa e potencial da seguinte forma:

- a) **RUP diária:** avalia a quantidade de Hh que foram utilizados para produzir uma determinada quantidade de serviço no final de um dia;
- b) **RUP cumulativa:** avalia a eficiência ao longo de todo o processo, a partir das medições acumuladas das RUP diárias;
- c) **RUP potencial:** é a mediana dos valores de RUP diária inferiores ao valor da RUP cumulativa no final do processo. Representa a produtividade alcançável.

Os mesmos autores fazem os seguintes comentários quanto à utilidade das RUP enquanto subsidiadoras da avaliação da gestão de um serviço:

- a) **RUP diária:** torna visível o efeito das anormalidades ocorridas em um determinado dia na produtividade da mão de obra;
- b) **RUP cumulativa:** demonstra a produtividade resultante dos dias normais com aqueles onde houveram anormalidades ou falhas de gestão;
- c) **RUP potencial:** indica a produtividade possível de ser alcançada caso não ocorressem anormalidades.

Thomas e Zavrski (1999 apud SOUZA; ARAÚJO, 2000, p. 6) definem o indicador de perda de produtividade de mão de obra (PPMO) como avaliador da gestão de um serviço de construção.

Souza e Araújo (2000, p. 6-7) complementam com a seguinte constatação:

A diferença entre as RUP cumulativa e potencial é um indicativo, conforme comentado, da perda associável à má gestão; a expressão percentual com relação à própria RUP potencial torna o indicador menos dependente da variação de conteúdo do trabalho. Assim é que, para quaisquer conteúdos do trabalho, considera-se que a gestão de um certo serviço, em diferentes obras, possa ser avaliada comparativamente confrontando-se as PPMO dos casos em análise.

5 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A fim de analisar a produtividade da mão de obra da forma proposta por este trabalho, fez-se necessária a utilização de um empreendimento como objeto de estudo. Este capítulo apresenta o empreendimento escolhido e trata das características e particularidades que o qualificam para satisfazer as necessidades e objetivos propostos.

O Residencial Parque Porto Real, localizado na Rua Deputado Hugo Mardini, 1813, no bairro Jardim Planalto, município de Porto Alegre (RS), foi escolhido para este estudo. O projeto está sendo executado pela MRV Engenharia e Participações S/A em parceria com uma empresa construtora de Porto Alegre.

A obra é composta por três torres de cinco pavimentos cada (um térreo mais quatro pavimentos tipo), sendo que a área total construída nas três torres é de aproximadamente 8700 m², distribuídos em 150 apartamentos (10 unidades por andar) e áreas de uso comum.

A tipologia estrutural comum às três torres da obra é a alvenaria resistente composta por blocos de concreto com resistência de 6 MPa para os pavimentos térreos e de 4,5 MPa para os pavimentos superiores. As lajes são compostas por vigotas pré-moldadas protendidas, e tabelas cerâmicas.

Cada torre apresenta particularidades no projeto, sendo que, apesar de muito semelhantes, possuem diferenças. Para este estudo foram analisados apenas alguns pavimentos-tipo de cada torre, onde duas das torres não apresentam nenhuma diferença no projeto arquitetônico ou estrutural e a terceira é apenas espelhada em relação às demais. Assim, os projetos diferentes não representam uma dificuldade para este estudo.

A construção teve início no mês de setembro de 2009, sob responsabilidade do um Engenheiro da empresa que permaneceu na função durante todo o período no qual a obra foi analisada. A equipe administrativa durante este período era formada, além do Engenheiro, por dois estagiários de Engenharia, um almoxarife e um mestre de obras.

As figuras 5 e 6 demonstram o aspecto geral do empreendimento e a denominação adotada para este estudo para cada uma das torres (torres A, B e C).



Figura 5: aspecto final do empreendimento (trabalho não publicado)¹



Figura 6: vista superior e denominação das torres (trabalho não publicado)²

¹ Ilustração utilizada pelo departamento comercial da empresa.

² Ilustração utilizada pelo departamento comercial da empresa.

Outros aspectos que caracterizam o empreendimento são detalhados nos próximos itens.

5.1 MÃO DE OBRA

Durante o período de levantamento de dados, foi verificado um efetivo médio de 70 trabalhadores de diferentes especialidades fixos na obra. Cerca de 45 destes eram terceirizados (funcionários de empreiteiras) e os demais, mão de obra própria da empresa.

5.1.1 Equipes de trabalho

Duas equipes eram responsáveis pela execução da alvenaria durante o período estudado: a Equipe 1, composta e gerenciada por funcionários de uma empreiteira contratada, e a Equipe 2, composta por funcionários próprios da empresa e gerenciados pelo mestre de obras. A composição de cada equipe é apresentada a seguir.

A Equipe 1 era composta por quatro pedreiros, um encarregado, serventes na laje onde a alvenaria estava sendo executada e serventes no canteiro. O número de serventes dispostos para cada tarefa variava conforme a necessidade da tarefa e determinação do encarregado desta empreiteira, ficando definida usualmente como dois serventes na laje e dois no canteiro, trabalhando diretamente com a alvenaria. Os serventes do canteiro eram responsáveis pelo transporte de materiais e insumos dos locais de estoque ou beneficiamento até o elevador da torre e depois disso os serventes da laje transportavam do elevador até os locais de trabalho, abastecendo os pedreiros inclusive em cima de andaimes. O encarregado nem sempre estava envolvido diretamente com a alvenaria, as tarefas executadas por ele foram a marcação e o grauteamento. Nesta equipe houve pouca rotatividade de mão de obra, sendo que apenas dois serventes foram substituídos durante o período estudado (27 de maio a 9 de agosto de 2010).

A Equipe 2, composta por funcionários da empresa, era definida por determinação do mestre de obras, sendo composta por quatro pedreiros e serventes, na laje e no canteiro. As atividades realizadas por cada membro desta equipe equivalem-se à Equipe 1, salvo o serviço de marcação executado pelos próprios pedreiros. A rotatividade da mão de obra desta equipe foi mais elevada uma vez que serventes que faltavam ao trabalho eram substituídos por outros

sem a mesma experiência. Os pedreiros mantiveram-se os mesmos durante o período de levantamentos de dados não sendo substituídos quando ausentes.

Existia ainda uma equipe de apoio composta por dois operadores de betoneira, três operadores de elevador, um carpinteiro, um armador, três meio-oficiais e alguns serventes. As atividades realizadas por esta equipe durante o período estudado foram:

- a) operadores de betoneiras: operar uma central de betoneiras responsável por fornecer argamassa de assentamento, argamassa de reboco e graute para todos os serviços da obra;
- b) operadores de elevador: responsáveis pela movimentação dos elevadores compartilhados por diferentes serviços em cada torre;
- c) carpinteiro: responsável pela confecção de vergas de portas, instalações de equipamentos de segurança como escadas, proteções de periferias e diversas outras atividade sem relação com o serviço de alvenaria;
- d) armador: responsável pelo corte das barras utilizadas nos pontos de graute verticais e montagem das armaduras utilizadas nas vergas, além de outras atividades mais significativas, como a montagem das malhas de aço e negativos das lajes, porém sem relação com a alvenaria;
- e) meio-oficiais: dentre outros serviços sem relação com este estudo, realizavam durante o período estudado,
 - grauteamento vertical e horizontal das unidades executadas pelos funcionários da empresa;
 - abertura de janelas de inspeção para grauteamento vertical;
 - eventuais re-serviços e arremates necessários na alvenaria executada por funcionários próprios;
 - acabamentos em pontos onde houve interferências da alvenaria com sub-sistemas de instalações elétricas, hidráulicas e de gás executadas por funcionários próprios ou de empreiteiras;
- f) serventes: dentre outras atividades, realizavam,
 - o descarregamento de materiais;
 - eventuais cortes de blocos de concreto;
 - limpeza de apartamentos;
 - organização do canteiro de obras;
 - auxílio na instalação de equipamentos de segurança.

Pode-se observar que as atividades desenvolvidas pelos membros desta equipe de apoio indireto são essenciais para as duas equipes de trabalho e para a execução da alvenaria. Porém, esta equipe não terá suas horas de trabalho computadas neste estudo, visto que sua dedicação não teve caráter exclusivo para o serviço de alvenaria, nem para uma torre específica, dificultando a mensuração destas horas de trabalho.

5.1.2 Forma de contratação e benefícios

Os funcionários responsáveis pelo assentamento de blocos (oficiais), tanto da empreiteira contratada, quanto funcionários próprios recebem seu pagamento vinculado à sua produção mensal, porém o regime de contratação da empreiteira para o serviço de alvenaria é por empreitada com valor previamente acertado.

Para facilitar o cálculo da quantidade de serviços realizados, cada funcionário assume um ou mais apartamentos para trabalhar, podendo ainda trabalhar em duplas desde que a empresa não se envolva na divisão do que foi produzido. É feito o levantamento de quem é responsável pela produção de cada apartamento, das paredes de divisa entre apartamentos, e é realizada uma conferência das unidades executadas para que o pagamento seja realizado. Desta forma, descontentamentos são minimizados, sendo que durante o período estudado não houve reclamações significativas com relação à pagamentos.

A equipe de apoio direto à alvenaria dos funcionários próprios recebe ainda prêmios por produção em dinheiro, podendo chegar a 40% do seu salário. O Engenheiro estabelece metas e oferta os prêmios diante de condições estabelecidas.

Todos os funcionários próprios receberam seus salários em dia e conforme tabela do Sindicato da classe durante o período estudado. Além do salário são oferecidos alguns benefícios a fim de melhorar a qualidade e produtividade da obra:

- a) prêmio por assiduidade: o funcionário que não tiver faltas não justificadas, ganha uma cesta básica;
- b) prêmio de sábado: o funcionário que, se requisitado, comparecer ao trabalho no sábado, recebe prêmio em dinheiro conforme uma tabela de valores pré-estabelecidos;

- c) funcionário do mês: se eleitos pelo mestre de obras, dois funcionários recebem uma cesta básica;
- d) prêmio por produção: o funcionário que combinar valores de empreitadas com o engenheiro recebe a diferença do seu salário e da produção em premiação em dinheiro;
- e) café da manhã.

Os funcionários de apoio direto à alvenaria da Empreiteira contratada recebem o salário estabelecido pelo Sindicato da classe acrescido de um bônus. Além disso, esta empresa oferece transporte e alimentação à equipe. Não foram verificadas reclamações significativas com relação a pagamentos por parte dos funcionários desta empresa no período em que ocorreu o estudo.

5.2 O SERVIÇO DE ALVENARIA

Conforme comentado anteriormente, a obra utiliza blocos de concreto com resistências que varia entre 6 MPa e 4,5 MPa. A família de blocos utilizada é a 39. A área de alvenaria por pavimento é de 1195,1 m², porém 143,2 m² destes referem-se às áreas de vãos de portas e janelas, totalizando uma área líquida de 1051,9 m² de alvenaria por pavimento.

O processo de execução da alvenaria pode ser iniciado a partir do término de cada laje, sendo que, na obra as lajes são montadas e concretadas em duas etapas, divididas por uma junta de dilatação existente e denominadas como **Asa 1** e **Asa 2**, contendo quatro e seis apartamentos cada, respectivamente. Da mesma forma, a alvenaria é iniciada primeiramente em quatro apartamentos enquanto a laje dos outros seis apartamentos do pavimento é finalizada. A descrição torna-se clara com o auxílio da figura 7 que mostra também o aspecto da alvenaria em fase final de elevação. A área de alvenaria dos pavimentos-tipo, descontados os vãos de aberturas, é de 422,47 m² para a Asa 1 e de 629,42 m² para a Asa 2.



Figura 7: aspecto das asas da torre

O serviço de alvenaria teve início no mês de janeiro de 2010, na torre B. Posteriormente, em fevereiro do mesmo ano, teve início a torre A e por último, a torre C, iniciada no mês de março. As apropriações de dados foram realizadas do final do mês de maio até o começo de agosto. As equipes de trabalho analisadas já trabalhavam nestas tarefas antes mesmo do início do levantamento de dados.

5.2.1 Particularidades no método utilizado pela Equipe 1

Mesmo as equipes de trabalho sendo dimensionadas de forma muito semelhante, os métodos utilizados para realização do serviço de alvenaria diferem entre si. A Equipe 1 (serviço empreitado) apresenta as seguintes características:

- a) marcação: esta etapa é feita pelo encarregado e segue o procedimento das cotas acumuladas estabelecido na seção 3.3.1;
- b) elevação: alguns aspectos podem ser observados,
 - os blocos intermediários são assentados com auxílio de linhas, régua de nível e prumo como é possível observar na figura 8;
 - são executados castelinhos conforme a figura 9 e descrito na seção 3.3.2;

- os pedreiros utilizam uma colher canaleta para fazer o cordão de argamassa para assentamento da fiada subsequente;
 - sem o uso de andaimes, são assentadas oito fiadas de blocos conforme figura 9;
 - não são utilizados blocos previamente cortados para instalações elétricas;
- c) grauteamento: o grauteamento vertical e horizontal dos blocos é realizado por outra equipe após o término da execução das paredes. Em contra-vergas de janelas o grauteamento dos blocos canaletas é feito de forma simultânea com a execução das paredes.



Figura 8: Auxílio de linhas para assentamento de blocos



Figura 9: assentamento de oito fiadas de blocos sem o uso de andaimes e castelinhos

5.2.2 Particularidades no método utilizado pela Equipe 2

A Equipe 2 (mão de obra própria) apresenta muitas semelhanças com a primeira equipe e algumas particularidades detalhadas a seguir:

- a) marcação: etapa feita pelos próprios oficiais conforme o procedimento das cotas acumuladas estabelecido na seção 3.3.1 e ilustrado na figura 10;
- b) elevação: Alguns aspectos são observados,
 - são executados castelinhos conforme descrito na seção 3.3.2;
 - os blocos intermediários são assentados com auxílio de linhas, régua de nível e prumo;
 - os pedreiros utilizam uma meia desempenadeira de madeira para fazer o cordão de argamassa para assentamento da fiada subsequente;
 - sem o uso de andaimes, são assentadas dez fiadas de blocos como visível na figura 11;
 - não são utilizados blocos previamente cortados para instalações elétricas apenas quando há interferência de alguma instalação são feitos cortes de blocos na própria laje;
- c) grauteamento: o grauteamento vertical e horizontal dos blocos é realizado por outra equipe após o término da execução das paredes. Em contra-vergas de

janelas o grauteamento dos blocos canaletas é feito de forma simultânea com a execução das paredes.



Figura 10: execução da marcação



Figura 11: assentamento de dez fiadas de blocos sem o uso de andaime

5.4 CANTEIRO DE OBRAS

O terreno onde está sendo construído o empreendimento em estudo tem uma área livre de aproximadamente 4.897 m². Mesmo com todo este espaço, a distribuição dos materiais armazenados no canteiro da obra não foi acompanhada e organizada de forma eficiente pelo funcionário responsável (almoxarife). Além disso, não foi projetada uma planta de canteiro, para que materiais dispostos não atrapalhassem serviços e para que o percurso do transporte destes materiais até os locais de uso fosse o menor possível.

Alguns aspectos negativos da organização do canteiro são detalhados a seguir:

- a) falta de planejamento: os materiais que mais ocupam espaço no canteiro como blocos de concreto, lajes pré-moldadas, madeiras, malhas e barras de aço, por exemplo, foram armazenados sem qualquer planejamento, em lugares vagos do canteiro;
- b) centrais mal localizadas: das centrais de corte de bloco, de serra, de pré-moldados e de betoneiras, apenas esta última encontra-se bem localizada. As demais ocupam áreas que atrapalham o armazenamento de materiais;
- c) centralização dos materiais: uma grande quantidade de materiais foi armazenada, durante o período estudado, nas proximidades das centrais de

corde de bloco, de serra, de pré-moldados e de betoneiras, que encontram-se no centro das três torres, congestionando as passagens e transmitindo um aspecto ruim da obra.

A figura 12 demonstra o efeito da falta de planejamento e organização no canteiro da obra estudada.



Figura 12: desorganização do canteiro

5.5 MATERIAIS

Neste capítulo são detalhados os materiais utilizados no serviço de alvenaria durante este estudo. Como foi comentado anteriormente, a obra utiliza blocos de concreto da família 39, com 4,5 MPa para os pavimentos-tipo que tiveram sua produtividade analisada. Estes blocos são fabricados no município de Gravataí, são paletizados e transportados em caminhões até a obra, onde são descarregados mecanicamente.

A argamassa de assentamento de 4,5 MPa utilizada nos pavimentos analisados é produzida em obra. É composta por um saco de cimento (50 kg), 216 litros de areia média peneira (4 carrinhos-padiola de 54 litros cada), 100 gramas de aditivo incorporador de ar (dois sacos de 50 gramas cada) e água (não é feito controle de umidade da areia, portanto o volume de água varia). O armazenamento destes materiais é realizado de forma adequada a fim de evitar o desperdício e a contaminação dos mesmos. Este traço manteve-se durante o período estudado assim como os materiais que o compõe e os operadores da central de betoneiras.

5.6 EQUIPAMENTOS

Já foram descritos anteriormente diversos equipamentos que podem ser utilizados no auxílio ao serviço de execução de paredes estruturais. Os equipamentos disponibilizados pela obra para o serviço de alvenaria são os seguintes:

- a) para transporte de materiais,
 - carrinho-espeto: utilizado no transporte de blocos nas lajes e no canteiro, conforme a figura 13;
 - carrinho-padiola: utilizado no transporte de graute e argamassa;
 - elevador: utilizado no transporte vertical dos mais variados insumos. Há um elevador para cada torre e o mesmo é compartilhado por diferentes serviços.
- b) ferramentas para execução de alvenaria,
 - os próprios pedreiros possuem ferramentas para controle geométrico tais como trenas, régua de nível, fio de prumo e linhas, assim como as ferramentas para o assentamento de blocos como colher de pedreiro, colher canaleta, meia-desempenadeira, talhadeira, martelo de borracha e trincha;
 - pás, enxadas, baldes, vassouras também são fornecidas;
 - equipamento para corte de blocos no canteiro (central de corte de blocos) ou serra elétrica manual para cortes feitos no local do serviço;
 - são fornecidos andaimes de madeira confeccionados na própria obra para o assentamento das últimas fiadas de blocos;
- c) equipamentos de segurança: a obra dispõe de proteções de periferias (mesmo que estas nem sempre estivessem instaladas de acordo com recomendações) e bandejas de proteção contra quedas de materiais;
- d) equipamentos de proteção individual: a obra fornece aos funcionários próprios e terceirizados equipamentos tais como óculos, luvas, máscaras, protetores

auriculares, protetor facial, botas de borracha, botinas de segurança e uniforme (este último, apenas para funcionários próprios).



Figura 13: forma de organização de blocos para transporte com carrinho espeto

6 DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO DE DADOS

Com base nas ideias explicitadas na seção 4.3 deste trabalho, notou-se a necessidade de encontrar um sistema de coleta de dados prático e eficiente. Carraro e Souza (1998, p. 294) aconselham o uso de plantas arquitetônicas onde constam as paredes que serão executadas pela equipe e, para cada parede, deve-se marcar na planta o número de fiadas que está executada. Os autores recomendam ainda, a utilização de canetas coloridas para que dados coletados em dias diferentes não se misturem.

Os levantamentos feitos para este estudo basearam-se neste modelo, porém, ao invés do uso de canetas coloridas e de plantas arquitetônicas, foram utilizadas folhas em tamanho ofício contendo o projeto de primeira fiada em escala reduzida de cada uma das asas das torres, para anotação do número de fiadas executadas. Assim, cada folha representa um dia de medição de uma das asas.

No verso desta folha é impressa uma planilha para levantamento da quantidade de Hh envolvidos em cada atividade do serviço de alvenaria, descrevendo sua função e carga horária despendida com tal serviço. Nesta mesma planilha foi deixado um espaço para observações, no qual devem ser descritas, da forma mais detalhada possível, as anormalidades ocorridas durante a jornada de trabalho. Desta forma, o levantamento deixa de ser apenas quantificado, sendo também qualificado.

Um exemplo real desta folha de levantamento de dados preenchida para uma asa completa pode ser encontrado no apêndice A. No apêndice B, encontram-se as planilhas de resumo destes levantamentos de cada asa. A partir desta planilha são calculadas as RUP e confeccionados os gráficos necessários para análise dos resultados. Os períodos de levantamento encontram-se organizados no quadro 1, sendo contemplada a data de início e término dos serviços de alvenaria, a equipe que trabalhou na referida asa conforme nomenclatura já utilizada.

Asa/ Pavimento/ Torre	Equipe	Início do levantamento	Final do levantamento
Asa 1 - 4° pav. - A	1	27/05/2010	08/06/2010
Asa 1 - 4° pav. - B	2	04/06/2010	14/06/2010
Asa 2 - 4° pav. - A	1	09/06/2010	23/06/2010
Asa 2 - 4° pav. - B	2	12/06/2010	25/06/2010
Asa 1 - 3° pav. - C	1	23/06/2010	05/07/2010
Asa 1 - 5° pav. - A	1	05/07/2010	14/07/2010
Asa 1 - 5° pav. - B	2	05/07/2010	15/07/2010
Asa 2 - 3° pav. - C	1	13/07/2010	31/07/2010
Asa 2 - 5° pav. - A	2	16/07/2010	02/08/2010
Asa 2 - 5° pav. - B	1	24/07/2010	09/08/2010

Quadro 1: organização dos levantamentos

A partir destes dados coletados de forma simples e rápida (não mais que 40 minutos por dia) são feitos cálculos para a quantificação da área de alvenaria produzida e das horas trabalhadas de cada membro da equipe. Porém, existem muitos fatores a serem considerados até que se chegue a um resultado passível de análise e comparações. Nos próximos itens estes fatores são detalhados.

6.1 QUANTIFICAÇÃO DAS ENTRADAS

São definidas por Araújo (1999, p. 16) como entradas de um processo produtivo, do ponto de vista físico, os materiais, os equipamentos e a mão de obra. Neste trabalho, é analisada quantitativamente apenas um destes recursos: a mão de obra. Os demais são analisados qualitativamente a seguir.

As principais preocupações que se deve ter ao realizar levantamentos de dados de mão de obra para o cálculo da RUP, segundo Souza (2000, p. 4-5), são a equipe considerada, o tempo dedicado a cada tarefa e o tempo de estudo da produtividade.

Neste estudo, os funcionários considerados no cálculo da RUP, são aqueles que trabalham direta e exclusivamente no serviço de alvenaria. Como já mencionado, a dificuldade em medir as horas que foram divididas com outros serviços realizados pela equipe de apoio indireta, faz com que estes dados não sejam computados. Assim, a equipe considerada é formada pelos pedreiros, serventes da laje, serventes de canteiro e encarregado (caso tenha trabalhado no serviço de alvenaria).

Outro aspecto do levantamento feito para este estudo, é que as horas trabalhadas não possuem pesos diferentes para funções diferentes. Estas horas são computadas da mesma forma para um pedreiro e para um servente, por exemplo. Da mesma forma acontece para um funcionário mais experiente em determinada função e outro recém contratado. Porém, com respeito a este último caso, já foi mencionado na seção 5.1.1 que a rotatividade de funcionários durante o período estudado foi baixa. O tempo dedicado a cada serviço não representou uma dificuldade para o levantamento de dados, uma vez que os funcionários analisados trabalharam exclusivamente no serviço de alvenaria durante o período estudado.

6.2 QUANTIFICAÇÃO DAS SAÍDAS

Segundo Araújo (1999, p. 16), as saídas de um processo construtivo são representadas pelos serviços resultantes do processo. Portanto, para este estudo, a quantidade (expressa em m²) de paredes estruturais de blocos de concreto produzidas, representa este serviço.

Na utilização dos dados relativos à quantificação das alvenarias medidas conforme o método proposto, alguns detalhes que podem interferir no cálculo das RUP devem ser ressaltados. Estes detalhes são comentados a seguir:

- a) áreas de vãos: as áreas de vãos de portas e janelas não são considerados para efeitos do cálculo da RUP neste trabalho. Dessa forma, os vãos de aberturas são descontados destas áreas de alvenaria, de forma gradativa, dependendo do número de fiadas que são executadas na parede que contém o vão, já que este pode não estar concluído no dia do levantamento.
- b) áreas de castelinhos: como o método de levantamento contempla apenas o número de fiadas assentadas, quando o pedreiro deixa um castelinho (figura 14) pronto de um dia para o outro, este deve ter sua área contabilizada. Portanto, para este estudo, tais áreas são transformadas em número de fiadas equivalentes.



Figura 14: castelinho com área equivalente a cinco fiadas

6.3 QUALIFICAÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS

Além da transformação da área dos castelinhos em números de fiadas equivalentes, o número de castelinhos construídos foi anotado a fim de verificar sua influencia na produtividade, uma vez que os blocos intermediários aos castelinhos têm seu assentamento facilitado.

Os materiais e a grande maioria dos equipamentos são os mesmos para as duas equipes de trabalho. Dessa forma, não há como obter parâmetros para análise da influência destes fatores sobre a produtividade.

6.4 FATORES INFLUENCIADORES ANALISADOS

Os fatores capazes de influenciar a produtividade da mão de obra no serviço de construção de paredes estruturais de blocos de concreto foram definidos, para este trabalho, a partir da observação das anormalidades anotadas nas planilhas de levantamentos. Os fenômenos que mais se repetiram ou tiveram marcante influência na produtividade, apresentam-se listados a seguir:

- a) condições meteorológicas: foi caracterizado por bom ou ruim, nos períodos da manhã e da tarde, de acordo com as condições de trabalho observadas;
- b) interface com subsistemas: de acordo com a quantidade e complexidade das interferências de outros sistemas na produção de alvenaria, foram atribuídos diferentes graus de interferências (pequena, grau 1; média, grau 2 e grande, grau 3). Na figura 15 se pode observar um exemplo de interferência com clareza;
- c) área de aberturas produzida: conforme comentado na seção 6.2, foi contabilizada a área de vãos produzida por dia;
- d) falta de materiais: foram anotadas as faltas de materiais e, além disso, foram consideradas como falta de materiais períodos de espera dos pedreiros por insumos disponíveis na obra;
- e) falta de efetivo: foram computadas as faltas de funcionários das Equipes 1 e 2, mesmo que estes tenham sido substituídos por outro na mesma função;
- f) marcação: nos dias em que houve o serviço de marcação de primeira fiada, foi contabilizada a quantidade deste serviço em metros;
- g) problemas relacionados a elevadores: todo tipo de reclamação significativa a respeito dos elevadores da obra foi anotado;
- h) uso de andaimes: foram indicadas as datas de início do uso de andaimes para assentamento das fiadas mais altas da alvenaria;
- i) número de castelinhos construídos: conforme comentado na seção 6.3, o número de castelinhos executados foi contabilizado;



Figura 15: interferência da alvenaria com instalações hidrossanitárias.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir das planilhas de resumo do levantamento de dados de cada asa (apêndice B), foram confeccionados gráficos das RUP Diárias relativas às equipes de pedreiros e da equipe de alvenaria (composta por pedreiros e funcionários envolvidos exclusivamente no serviço de alvenaria), das RUP Cumulativas e Potenciais (para cada asa e para todo o período). A RUP Diária é calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço relativos ao dia de trabalho em análise, ou seja, é o efetivo (em Hh) dividido pela quantidade de m² de alvenaria produzida no mesmo dia (eixo vertical do gráfico). A RUP Diária mostra os efeitos dos fatores influenciadores ocorridos sobre a produtividade e serve de base para avaliação da equipe e identificação de problemas pontuais que tenham acontecido.

Pela RUP Cumulativa podem-se detectar tendências de mais longo prazo da produtividade, ela serve para fazer previsões quanto ao andamento do serviço e determinar o seu desempenho. O cálculo deste indicador é feito com base nos mesmos homens-hora e quantidades de serviço executado da RUP Diária, porém estes valores são acumulados ao longo dos dias de medições.

A RUP Potencial indica a produtividade possível de ser alcançada com um bom desempenho e serve principalmente para traçar metas. É definida matematicamente como a mediana das RUP diárias cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa (valores em amarelo da tabela da figura 16 abaixo). Na tabela da figura 16, a mediana dos valores em amarelo resultou em 0,70 Hh/m² (RUP Potencial da asa em questão)

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 1 - 4º pav. - A									
PERÍODO ESTUDADO	27/5	28/5	31/5	1/6	2/6	3/6	4/6	7/6	8/6
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	15,344	72,314	46,044	36,384	114,248	45,628	31,124	41,294	20,092
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	15,344	87,658	133,702	170,086	284,334	329,962	361,086	402,38	422,472
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	16	38	16	16	32	24	16	13	10
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	40	32	40	40	40	32	20	10,5	4
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	56	70	56	56	72	56	36	23,5	14
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	56	126	182	238	310	366	402	425,5	439,5
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	1,04	0,53	0,35	0,44	0,28	0,53	0,51	0,31	0,50
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	3,65	0,97	1,22	1,54	0,63	1,23	1,16	0,57	0,70
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	3,65	1,44	1,36	1,40	1,09	1,11	1,11	1,06	1,04
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,70 Hh/m ²								
FATORES INFLUENCIADORES									
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	3	1	1	1	1	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0,14	8,66	5,3	7,08	13,86	13,36	3,64	4,2	1,04
FALTA DE MATERIAIS					X		X		
FALTA DE EFETIVO			X	X					
MARCAÇÃO (m)	61,86	122,66	0	0	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES	X	X				X			
USO DE ANDAIMES					X	X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	3	9	4	9	7	5	3	0	0

Figura 16: Valores da RUP Diária inferiores à RUP Cumulativa

Para obtenção da RUP Potencial relativa a todo o período de levantamentos, foi feita uma média de todos os valores de RUP Potenciais calculadas para cada asa. Assim, chegou-se ao valor de 0,77 Hh/m².

Os gráficos das RUP Diárias estão organizados cronologicamente e analisados seguir.

7.1 ANÁLISE DA ASA 1 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE A

O serviço de alvenaria desta asa teve início no dia 27 de maio sob responsabilidade da Equipe 1, estendendo-se até o dia 8 de junho, somando 13 dias corridos e, dentre estes, 9 dias trabalhados. Apenas o dia 4 de junho teve condições parciais de trabalho, sendo que a equipe trabalhou apenas na parte da manhã em função do mau tempo.

Conforme pode se observar no gráfico da figura 17, a variação diária da RUP é bastante acentuada no início do período de levantamento. O efeito da marcação que foi executada nos dois primeiros dias totalizando 61,86 m e 122,66 m para cada dia respectivamente, pode ser notado. Porém, no segundo dia, o serviço de marcação contou com a ajuda dos demais pedreiros, não somente do encarregado, agilizando o processo. Nestes primeiros dias ainda foram anotados problemas no uso de elevadores, prejudicando o armazenamento de blocos no

pavimento já que o elevador ficava em desnível com a laje; a construção de 12 castelinhos e 8,8 m² de aberturas.

A RUP aumentou nos dias 31 de maio e 1 de junho, provavelmente em função da falta de funcionários e da forte interferência com subsistemas anotados.

No dia 2 de junho, observa-se no mesmo gráfico uma elevada melhora na produtividade mesmo iniciado o uso de andaimes e tendo faltado material (bloco 14x19x19 cm). A altura em que a alvenaria se encontrava (meia altura em sua maioria) no dia, a forma como os pedreiros organizaram-se para o trabalho (dois pedreiros em um só apartamento, aproveitando os mesmos andaimes) e a presença do efetivo completo após dois dias de faltas podem ser as causas desta melhora.

Nos demais dias percebeu-se os efeitos de problemas no uso de elevadores, falta de funcionários e grande área de aberturas produzida, combinados no dia 3 de junho, elevando a RUP deste dia. O dia seguinte teve influência da falta de material (bloco canaleta) e das condições climáticas que permitiram trabalho apenas pela manhã. Nos dois últimos dias trabalhados, não houve anotações de anormalidades diferentes, sendo que a RUP destes dias pode ser considerada baixa com relação à média da asa que foi de 0,50 Hh/m² para os pedreiros e 1,29Hh/m² para a equipe de alvenaria.

Para a asa em questão, pode-se notar que os fatores que geraram as maiores perdas foram a influência da marcação no primeiro dia e a falta de funcionários e interferências com instalações no 3º e 4º dias trabalhados.

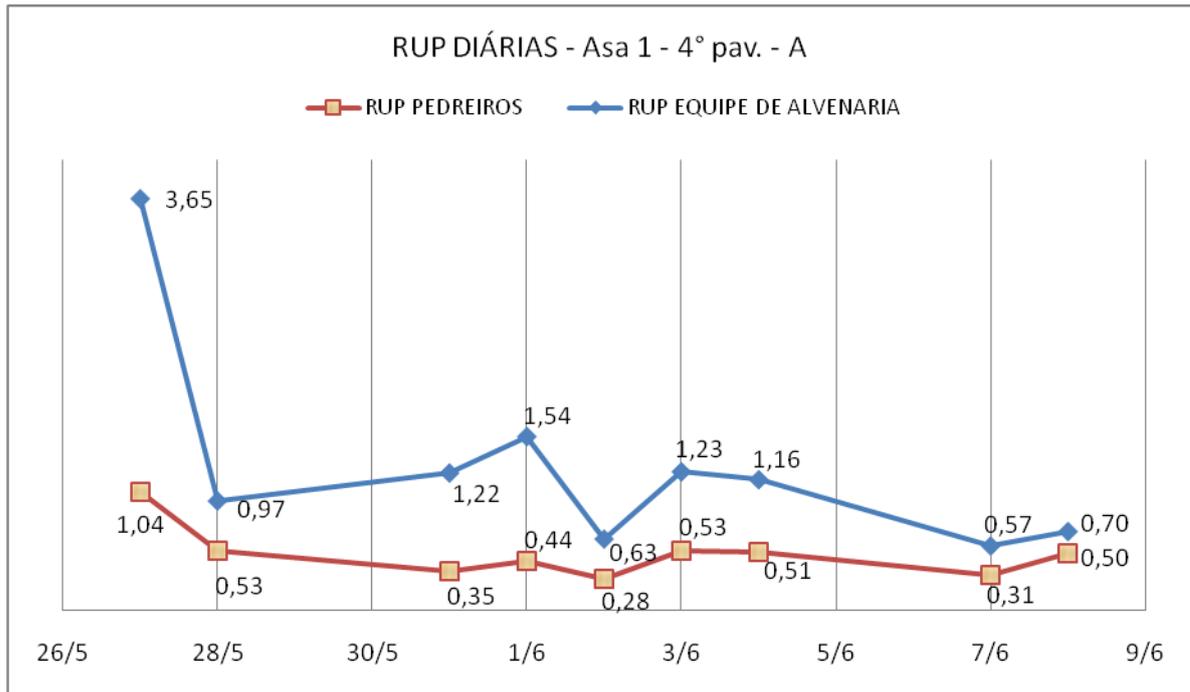


Figura 17: RUP Diárias - Asa 1 - 4° pav. - A

7.2 ANÁLISE DA ASA 1 DO 4° PAVIMENTO DA TORRE B

A Equipe 2 iniciou a marcação da asa 1 do 4° pavimento da torre B na sexta-feira dia 4 de junho. A tarefa foi dividida de modo que cada pedreiro marcou o apartamento no qual faria a elevação das paredes. A alvenaria desta asa foi concluída no dia 14 do mesmo mês somando 11 dias corridos e 7 trabalhados.

Observando o gráfico da figura 18, percebe-se a RUP mais elevada em 3 dias (o 1°, o 3° e o 6° dias trabalhados). No primeiro, é evidente o efeito da marcação já que a falta de materiais (bloco canaleta) não afetou o serviço executado. No terceiro dia, a falta de um oficial e a área de aberturas produzida foram os fatores predominantes. E no sexto dia, o mau tempo prejudicou os pedreiros que tentaram continuar a trabalhar no período entre pancadas de chuva.

Nos picos de alta produtividade (dias 2 e 4, principalmente) constatou-se apenas anotações referentes ao grande número de castelinhos e ao início do uso de andaimes (4° dia trabalhado).

A média das RUP diárias, para a asa executada, foi de 0,49 Hh/m² para os pedreiros e de 1,06 para a equipe de alvenaria.

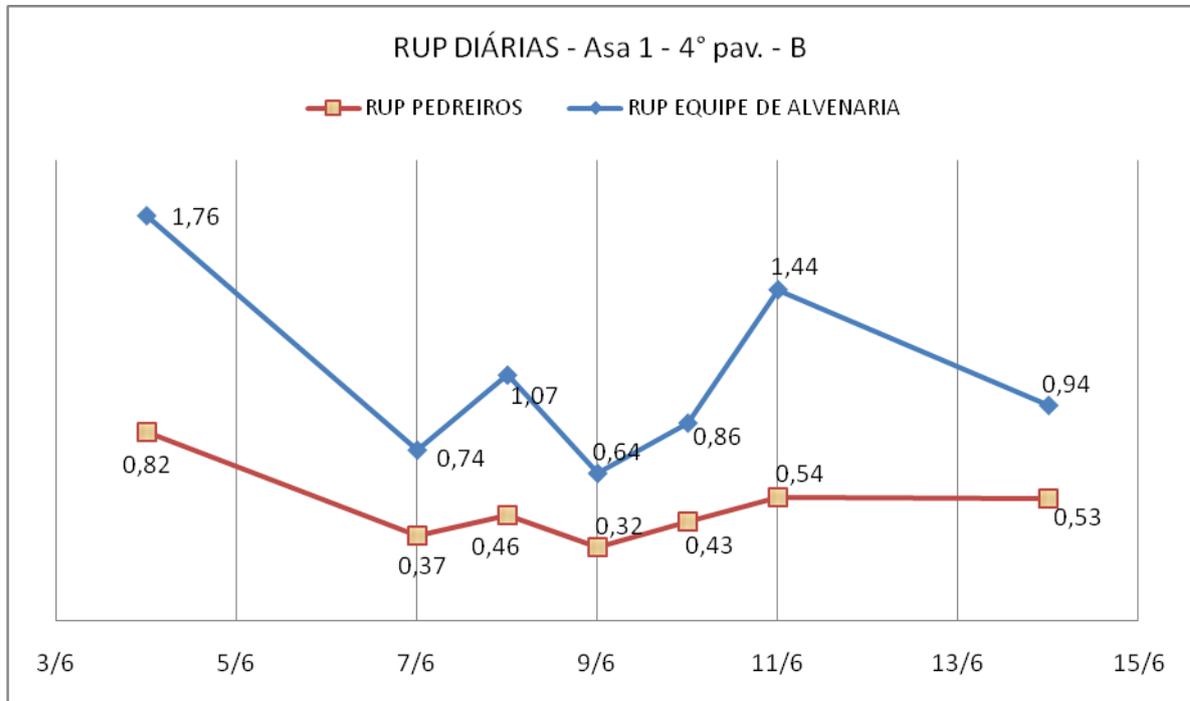


Figura 18: RUP Diárias - Asa 1 - 4º pav. - B

7.3 ANÁLISE DA ASA 2 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE A

A asa 2 do quarto pavimento da torre A foi executada em 15 dias, sendo 10 destes trabalhados. A Equipe 1 iniciou o serviço de alvenaria na quarta-feira, 9 de junho, finalizando-a no dia 23 do mesmo mês. A equipe teve que se organizar para dividir 6 apartamentos entre os quatro pedreiros.

Com uma RUP diária média de 0,44 Hh/m² para os pedreiros e 0,96 Hh/m² para a equipe de alvenaria, pode-se dizer que a produtividade variou pouco para esta asa. Os dias que tiveram as piores RUP foram o 1º, 4º, 6º e 9º dias trabalhados. O primeiro tem o efeito da marcação, executada pelo encarregado com o auxílio dos pedreiros nos dois primeiros dias, como fator influenciador dominante. No quarto dia trabalhado a falta de um funcionário e a forte interferência de instalações, foram os fatores anotados.

Depois de um dia sem anormalidades, a RUP diária cresce novamente no sexto dia em função dos subsistemas que atrapalham a execução alvenaria. No nono dia trabalhado, percebe-se o efeito dos problemas ocorridos no uso de elevadores (parados para manutenção no dia anterior), deixando faltar materiais para a equipe, além disso, a interferência de instalações foi média.

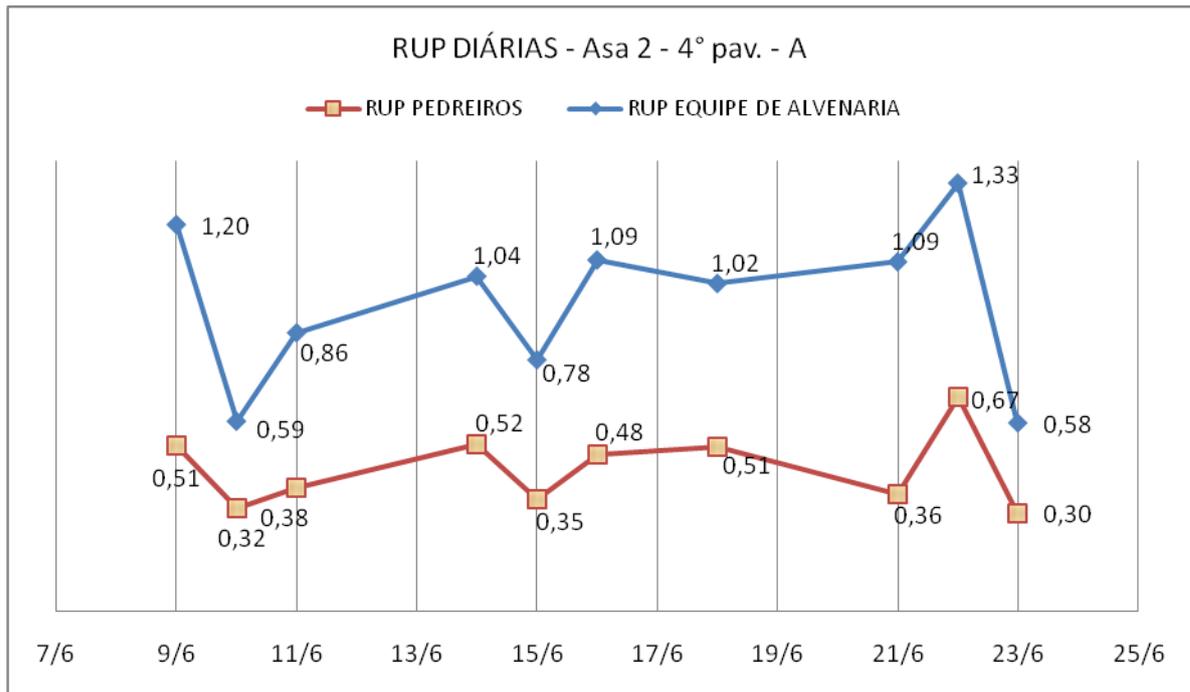


Figura 19: RUP Diárias - Asa 2 - 4º pav. - A

7.4 ANÁLISE DA ASA 2 DO 4º PAVIMENTO DA TORRE B

A Equipe 2 iniciou a marcação na asa 2 do quarto pavimento da torre B no dia 12 de junho, concluindo-a no dia 25 de junho.

O gráfico da figura 20 mostra que o efeito dos fatores anotados para a primeira metade dos dias estudados foi muito pequeno, uma vez que as RUP diárias tiveram uma variação muito pequena no período.

Nos últimos 5 dias trabalhados pode-se observar com clareza o efeito da marcação, do início do uso de andaimes (especialmente no dia 21 de junho) e do mau tempo (dia 22 de junho).

Além disso, o elevador com problemas em três dias consecutivos causou um aumento na RUP do dia 24 de junho em função da pequena quantidade de materiais, principalmente blocos, estocados no pavimento.

A RUP diária média foi de 0,44 Hh/m² para os pedreiros e de 1,01 Hh/m² para a equipe de alvenaria.

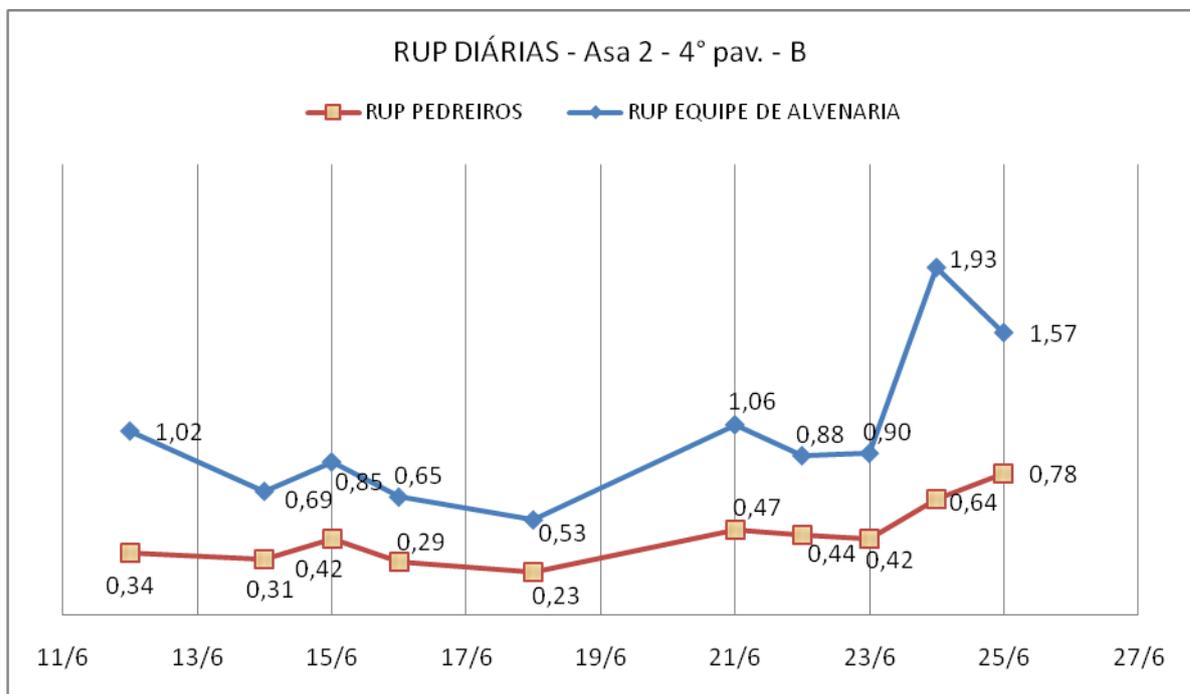


Figura 20: RUP Diárias - Asa 2 - 4º pav. - B

7.5 ANÁLISE DA ASA 1 DO 3º PAVIMENTO DA TORRE C

No dia 23 de junho a Equipe 1 deslocou-se para a torre C a fim de iniciar a marcação asa 1 do terceiro pavimento e armazenar blocos para a posterior elevação da alvenaria. Os quatro apartamentos foram concluídos no dia 5 do mês de julho completando 13 dias corridos e 9 dias trabalhados.

O gráfico da figura 21 mostra com clareza o efeito da marcação executada por uma só pessoa e da grande quantidade de servente utilizados para armazenar materiais no pavimento, sobre a

RUP do dia. Até o quinto dia trabalhado, foram poucas as anormalidades observadas. A RUP do segundo foi a mais baixa mesmo com o efeito da falta de funcionários e da marcação simultaneamente.

Nos últimos quatro dias trabalhados pode-se notar o efeito do uso de andaimes por essa equipe. Há uma tendência crescente da RUP neste período. O fato desta equipe executar cinco fiadas de blocos em cima de andaimes pode contribuir para este aumento significativo, além do problema com o uso do elevador ter causado um aumento pontual no dia 30 de junho.

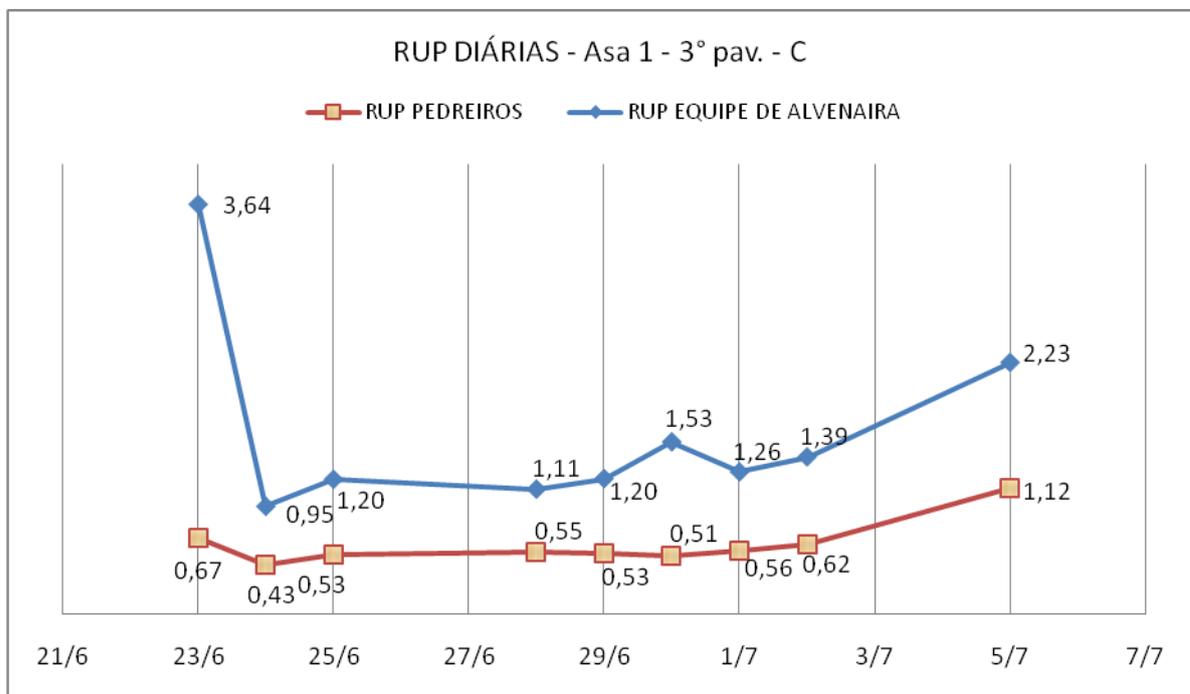


Figura 21: RUP Diárias - Asa 1 - 3° pav. - C

A RUP diária média dos pedreiros foi de 0,61 Hh/m² e da equipe de alvenaria foi de 1,61 Hh/m².

7.6 ANÁLISE DA ASA 1 DO 5° PAVIMENTO DA TORRE A

Durante o período de levantamento de dados na asa 1 do quinto pavimento da torre A, foram observadas poucas ocorrências de anormalidades. Esta asa foi executada pela Equipe 1 entre

os dias 5 e 14 de julho, sendo que dentre estes 10 dias, apenas 6 tiveram expediente de trabalho em função das chuvas que ocorreram no período.

Os dias nos quais a produtividade foi mais baixa podem ser identificados no gráfico da figura 22 pelos pontos em que a RUP é maior (como no 1º, 4º e 6º dia trabalhados). No primeiro dia o efeito da marcação é responsável pela elevada RUP do dia. No quarto dia trabalhado a única anotação de anormalidade que foi feita diz respeito ao início do uso de andaimes ocorrido nesta data e, por fim, o último dia de baixa produtividade pode ter este fato explicado por dois fatores: a falta de materiais (bloco canaleta) ocorrida no dia anterior e o efeito das chuvas dos dias anteriores que, ao deixar os blocos molhados, pode ter prejudicado o assentamento dos mesmos.

A RUP diária média dos pedreiros foi de 0,48 Hh/m² enquanto da equipe de alvenaria foi de 1,08 Hh/m².

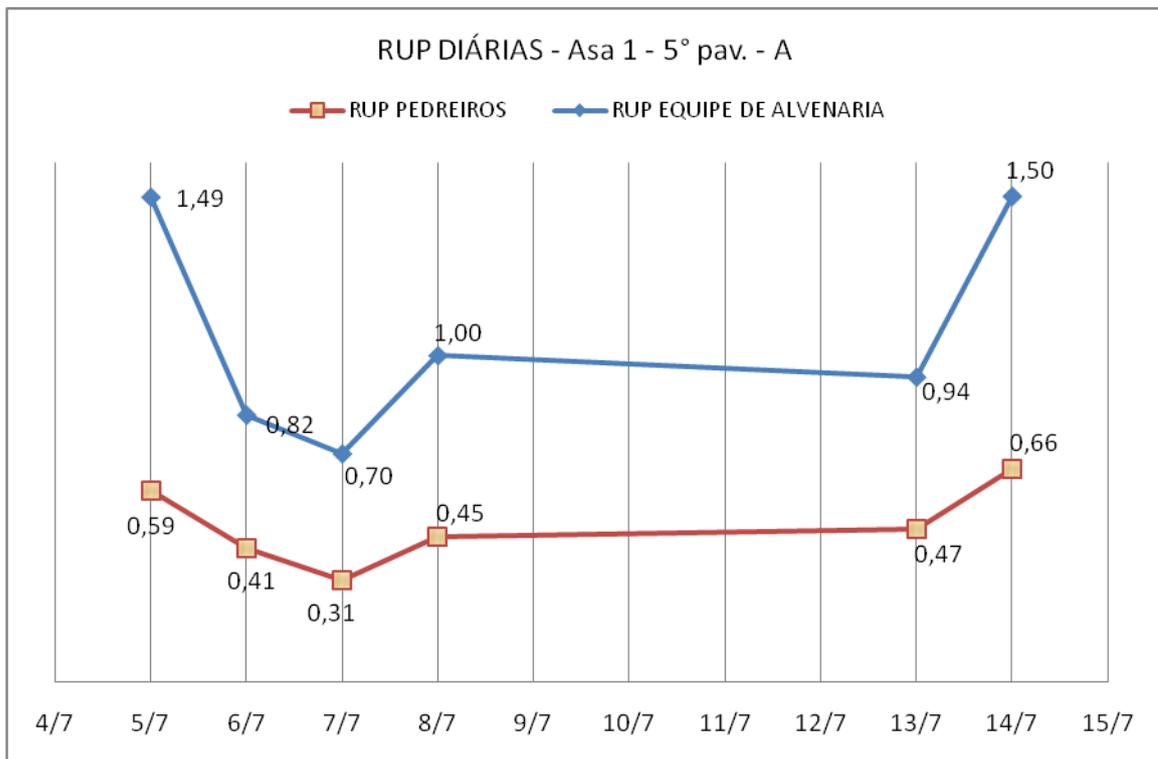


Figura 22: RUP Diárias - Asa 1 - 5º pav. - A

7.7 ANÁLISE DA ASA 1 DO 5º PAVIMENTO DA TORRE B

O serviço de alvenaria da asa 1 do quinto pavimento da torre B iniciou no dia 5 de julho e foi finalizado no dia 15 do mesmo mês pela Equipe 2. Nota-se que a construção desta asa foi paralela à asa analisada anteriormente, levando apenas um dia de trabalho a mais.

Podem ser observados no gráfico da figura 23, três pontos de elevada RUP (1º, 4º e 6º dias trabalho). No primeiro deste dias, o efeito da marcação é notado de forma mais significativa do que na mesma asa da torre A, em função de ter sido iniciado por apenas um dos pedreiros em apenas no apartamento em que ele foi responsável. Já no quarto dia trabalhado, foram anotados fatores relativos à interface com instalações, problemas com o compartilhamento do elevador e ao início do uso de andaimes, elevando a RUP para 1,24 Hh/m² neste dia. No penúltimo dia trabalhado ficou claro o efeito da falta de blocos canaleta ocorrido no dia anterior.

Comparando com a mesma asa da torre A, a RUP diária média dos pedreiros responsáveis pela asa 1 da torre B, foi de 0,66 Hh/m² e da equipe de alvenaria de 1,38 Hh/m². A média da equipe de alvenaria da torre A é 28% maior que a RUP diária média da Equipe 2.

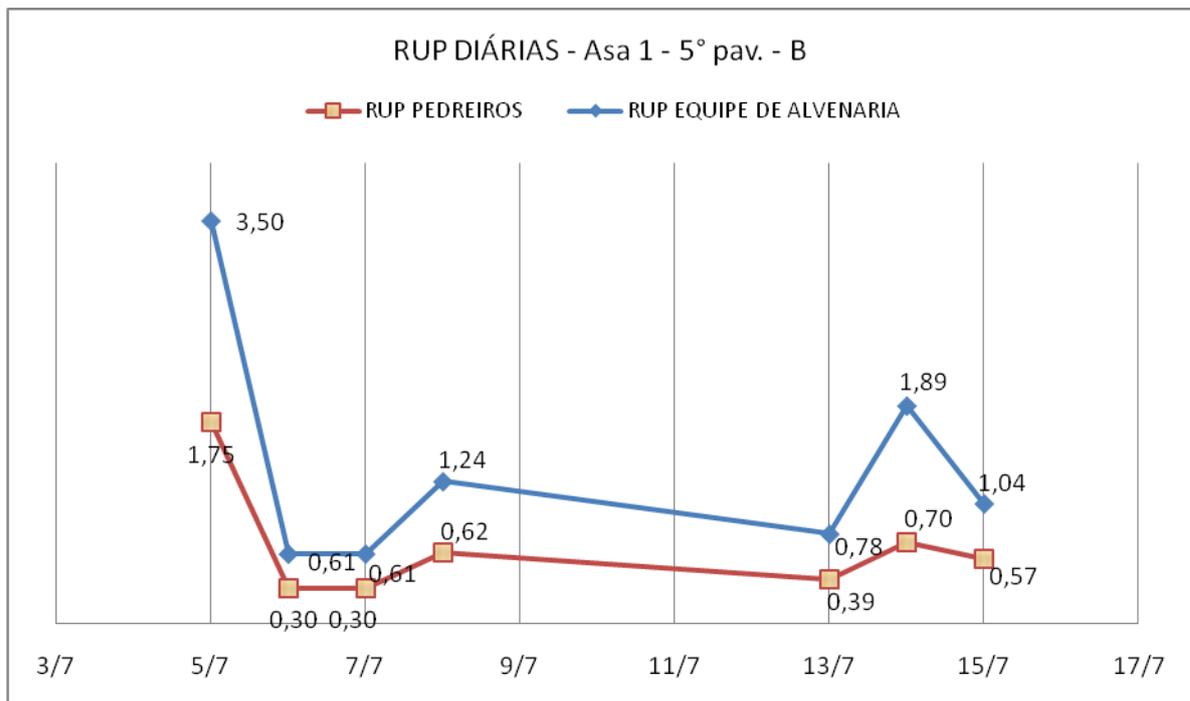


Figura 23: RUP Diárias - Asa 1 - 5º pav. - B

7.8 ANÁLISE DA ASA 2 DO 3º PAVIMENTO DA TORRE C

A Equipe 1 foi responsável pela alvenaria da asa 2 do terceiro pavimento da torre C, iniciando o serviço de marcação no dia 13 de julho e terminando o assentamento da última fiada no dia 31 de julho. Assim, foram 19 dias no total, sendo 14 destes trabalhados.

Percebe-se a alta RUP influenciada pela marcação feita por uma só pessoa mais os serventes responsáveis por armazenar material na laje nos dois primeiros dias trabalhados. Logo que os pedreiros começam a elevação, o indicador baixa novamente.

As anormalidades anotadas para a elevada RUP do dia 17, que pode ser notada no gráfico da figura 24, são o problema com o uso do elevador da torre e da interferência de instalações, especialmente de hidráulica.

Depois disso, a RUP dos pedreiros torna-se praticamente constante em uma leve decrescente até a conclusão da alvenaria da asa. Este fato pode ser explicado pela presença de apenas dois pedreiros (os outros dois deslocaram-se para a próxima asa a ser construída) que tornaram a produção mais homogênea. Já a RUP da equipe de alvenaria variou bastante em função de alguns fatores como: o início do uso de andaimes (no dia 17 de julho), o mau tempo (no dia 26 de julho) e o compartilhamento do elevador (no dia 27 e 28 de julho).

A RUP diária média dos pedreiros foi de 0,45 Hh/m² e da equipe de alvenaria foi de 1,24 Hh/m².

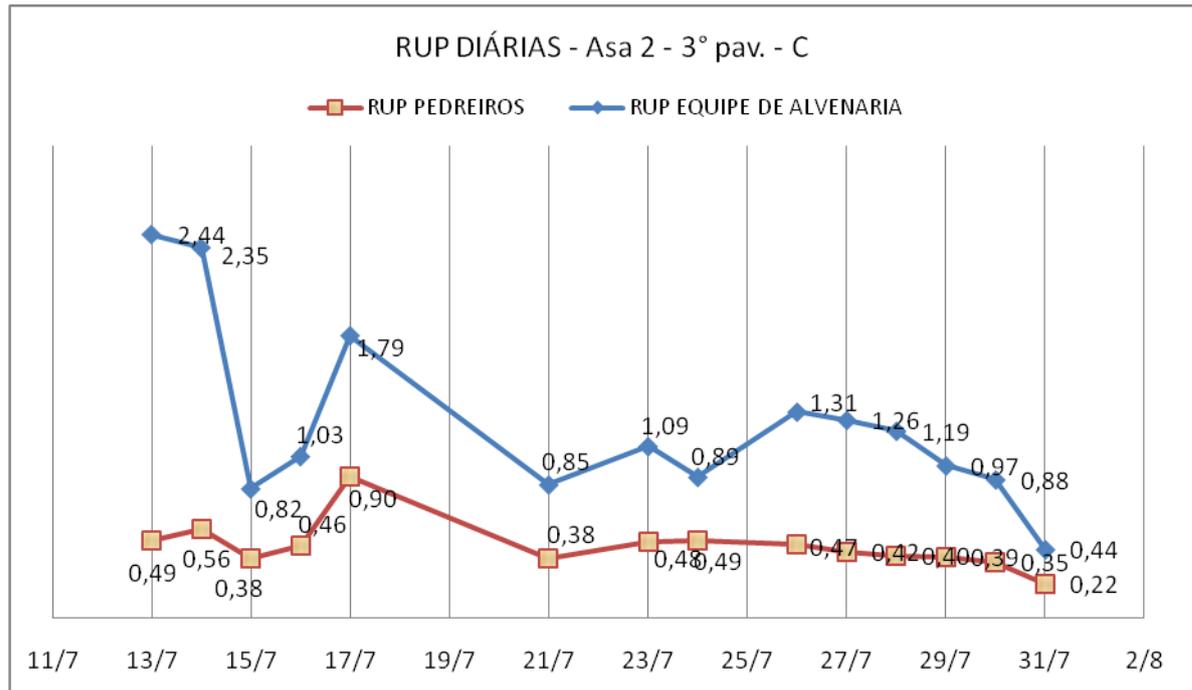


Figura 24: RUP Diárias - Asa 2 - 3° pav. - C

7.9 ANÁLISE DA ASA 2 DO 5° PAVIMENTO DA TORRE A

A alvenaria da asa 2 do quinto pavimento da torre A teve início no dia 16 de julho e foi executada até o dia 2 de agosto pela Equipe 2. Foram 11 dias trabalhados e 17 dias corridos.

A produtividade desta asa, conforme observa-se no gráfico da figura 25, é bastante variável. No primeiro dia trabalhado, a exemplo das asas analisadas anteriormente, a produtividade foi influenciada negativamente pelo serviço de marcação, que foi executado pelos quatro pedreiros. Depois disso, há outro pico da RUP no terceiro dia trabalhado. Este fato pode ser explicado pela falta de materiais (meio bloco e bloco compensador) ocorrida no dia anterior e pela grande quantidade de castelinhos que foram executados.

Nos dias 26, 27, 28 e 29 de julho, observa-se uma elevação na RUP tanto dos pedreiros, quanto da equipe de alvenaria. As causas deste aumento da RUP, conforme os fatores anotados, são: más condições meteorológicas (dia 26), o compartilhamento no uso de elevadores (dia 27 e 28) e o início do uso de andaimes (dia 28).

A RUP diária média dos pedreiros foi de 0,44 Hh/m² e da equipe de alvenaria foi de 0,95 Hh/m².

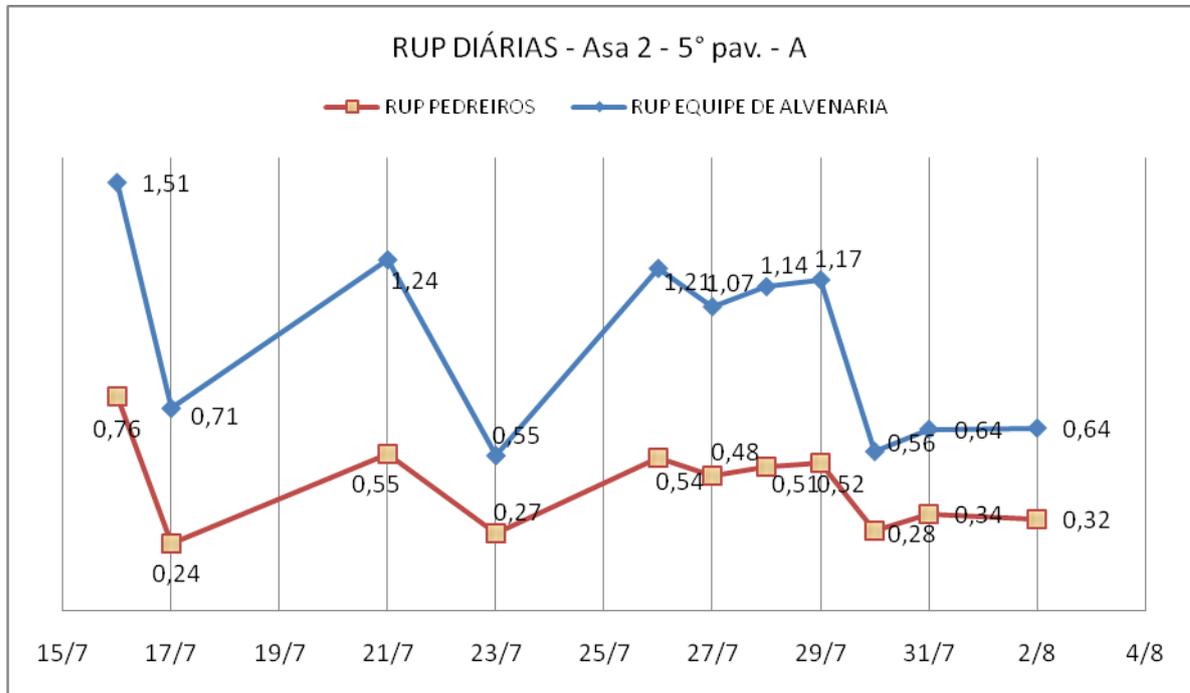


Figura 25: RUP Diárias - Asa 2 - 5º pav. - A

7.10 ANÁLISE DA ASA 2 DO 5º PAVIMENTO DA TORRE B

No dia 4 de julho teve início a marcação da asa 2 do quinto pavimento da torre B. O encarregado da Equipe 1 foi responsável pelo serviço e somente no dia seguinte dois pedreiros foram deslocados para trabalhar nesta asa. A alvenaria foi concluída no dia 9 de agosto (17 dias, sendo que 14 destes trabalhados).

A produtividade mostrou-se bastante variável ao longo do período de execução. Os fatores influenciadores da produtividade envolvidos nos dias de RUP mais elevadas foram: a marcação (nos 5 primeiros dias trabalhados), a falta de efetivo resultante do fato do empreiteiro estar executando duas asas ao mesmo tempo (dias 27 a 30 de julho), a forte interferência de instalações hidráulicas (especialmente nos dias 29 e 30), o uso de andaimes (a partir do dia 31 de julho) e a falta de blocos especiais do tipo 14x19x54 cm (no dia 3 e 4 de julho).

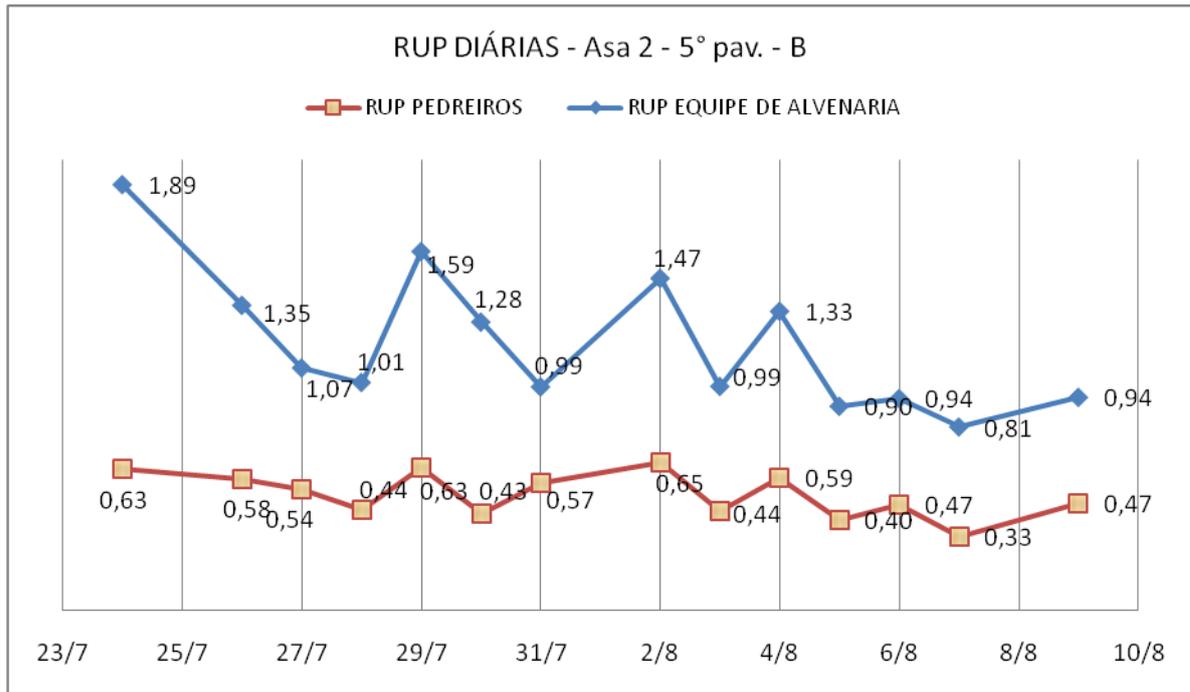


Figura 26: RUP Diárias - Asa 2 - 5° pav. - B

A RUP diária média dos pedreiros foi de 0,51 Hh/m² e da equipe de alvenaria foi de 1,18 Hh/m².

7.11 ANÁLISE GERAL

A partir dos valores das RUP Potenciais da equipe de alvenaria (relacionadas no quadro 2), chegou-se ao valor médio da RUP Potencial para o período estudado da ordem de 0,77 Hh/m². Porém, se este valor for comparado aos valores encontrados em estudos de obras com características semelhantes a esta, como a dissertação que serviu de referência para este trabalho (ARAÚJO, 1999, p. 179), nota-se uma RUP Potencial 18% mais elevada. Esta comparação mostra que a obra em estudo teve uma defasagem na produtividade do serviço de alvenaria e poderia implementar mediadas para o aumento da mesma.

O quadro 2 também relaciona as RUP Diárias médias da equipe de pedreiros e da equipe de alvenaria. Pode-se observar que a média da RUP Diárias da Equipe 1 foi cerca de 12% maior que a equipe de alvenaria da Equipe 2.

Asa/ Pavimento/ Torre	Equipe	RUP Diária média - Pedreiros (Hh/m ²)	RUP Diária média - Equipe de alvenaria (Hh/m ²)	RUP Potencial - Equipe de alvenaria (Hh/m ²)
Asa 1 - 4° pav. - A	1	0,50	1,29	0,70
Asa 1 - 4° pav. - B	2	0,49	1,06	0,74
Asa 2 - 4° pav. - A	1	0,44	0,96	0,59
Asa 2 - 4° pav. - B	2	0,44	1,01	0,65
Asa 1 - 3° pav. - C	1	0,61	1,61	1,11
Asa 1 - 5° pav. - A	1	0,48	1,08	0,64
Asa 1 - 5° pav. - B	2	0,66	1,38	0,99
Asa 2 - 3° pav. - C	1	0,45	1,24	0,89
Asa 2 - 5° pav. - A	2	0,44	0,95	0,76
Asa 2 - 5° pav. - B	1	0,51	1,18	0,61

Quadro 2: resumo dos resultados

8 CONCLUSÕES

Ao término deste trabalho, pode-se concluir que a obra objeto de estudo teve a produtividade afetada especialmente por dois dos fatores influenciadores considerados: o efeito da marcação e os problemas com o uso dos elevadores. Quando da ocorrência destes, houveram as piores RUP Diárias médias para a asa em questão.

Porém, como o efeito da marcação trata-se de uma etapa necessária, apenas medidas quanto à composição da equipe responsável por este serviço podem ser tomadas. É esperado que o serviço apresente uma produtividade muito menor que o serviço de elevação e por isso interfere tanto na RUP Diária.

Já os problemas ocorridos com os elevadores, como compartilhamento do uso com os demais serviços em execução na torre, os períodos em que esteve parado para manutenção e as falhas ocorridas como o desnível com a laje, o mau funcionamento de cancelas e a espera pela elevação da torre, podem ser evitados ou, ao menos, mitigados. Deve-se implantar um planejamento de serviços eficiente a fim de evitar o uso do elevador por dois ou mais serviços que demandem grande quantidade de materiais, assim como, as manutenções devem ser feitas de forma preventiva e em datas previamente definidas para não atrapalharem o andamento dos serviços e evitar as falhas.

As metas usualmente estabelecidas (Asa 1 concluída de 6 a 8 dias e a Asa 2 de 11 a 14 dias) condiziam com as RUP Potenciais encontradas, na ordem de 0,83 Hh/m² e com o prazo médio de execução de cada asa. Portanto, o atraso constatado e as perdas de produtividade da obra podem ser atribuídos a outros serviços além da alvenaria.

O fato da equipe considerada ser composta apenas por funcionários envolvidos exclusivamente com o serviço de alvenaria, contribuiu para que as RUP calculadas fossem mais baixas, já que outros funcionários têm funções imprescindíveis para a execução da alvenaria (equipe de apoio indireto citada na seção 5.1.1) e não têm suas horas de trabalho computadas.

A composição das equipes de trabalho pode ser questionada, principalmente quando da execução da Asa 2. Alguns funcionários ficavam responsáveis por mais de uma unidade enquanto outros tinham que ser remanejados. O aumento do número de pedreiros por equipe ou a contratação de uma terceira equipe também poderiam ser soluções para o aumento da produtividade.

O método se mostrou eficaz na detecção de problemas pontuais, na previsão da produtividade e para a avaliação da composição das equipes de trabalho a fim de buscar soluções e melhorar o planejamento das atividades. Fica o desejo de que outros estudos sejam feitos na área, com uma maior quantidade de fatores analisados, para que questões despertadas aqui possam ser solucionadas e ajudem a melhorar a qualidade e a produtividade das obras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. O. C. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra nos serviços de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. 1999. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: detecção e quantificação . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000. p. 477-484. Disponível em: < <http://otavio.pcc.usp.br/Artigos/Entac%202000%20-%20Alvenaria.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2010.

_____. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores**. São Paulo: EPUSP, 2001. Boletim Técnico n. 269.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798**: execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 6136**: bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 1994.

CARRARO, F.; SOUZA, U. E. L. Monitoramento da produtividade da mão-de-obra na execução da alvenaria: um caminho para otimização do uso dos recursos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC/EPUSP, 1998. p. 291-298. Disponível em: <http://congr_tgpe.pcc.usp.br/anais/Pg291a298.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2010.

PRUDÊNCIO JUNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. L.; BEDIN, C. A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Florianópolis: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA%20Disciplinas%20Arquivos/Produtividade/como%20medir%20produtividade%20-%20geral%20-%20Entac.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2010.

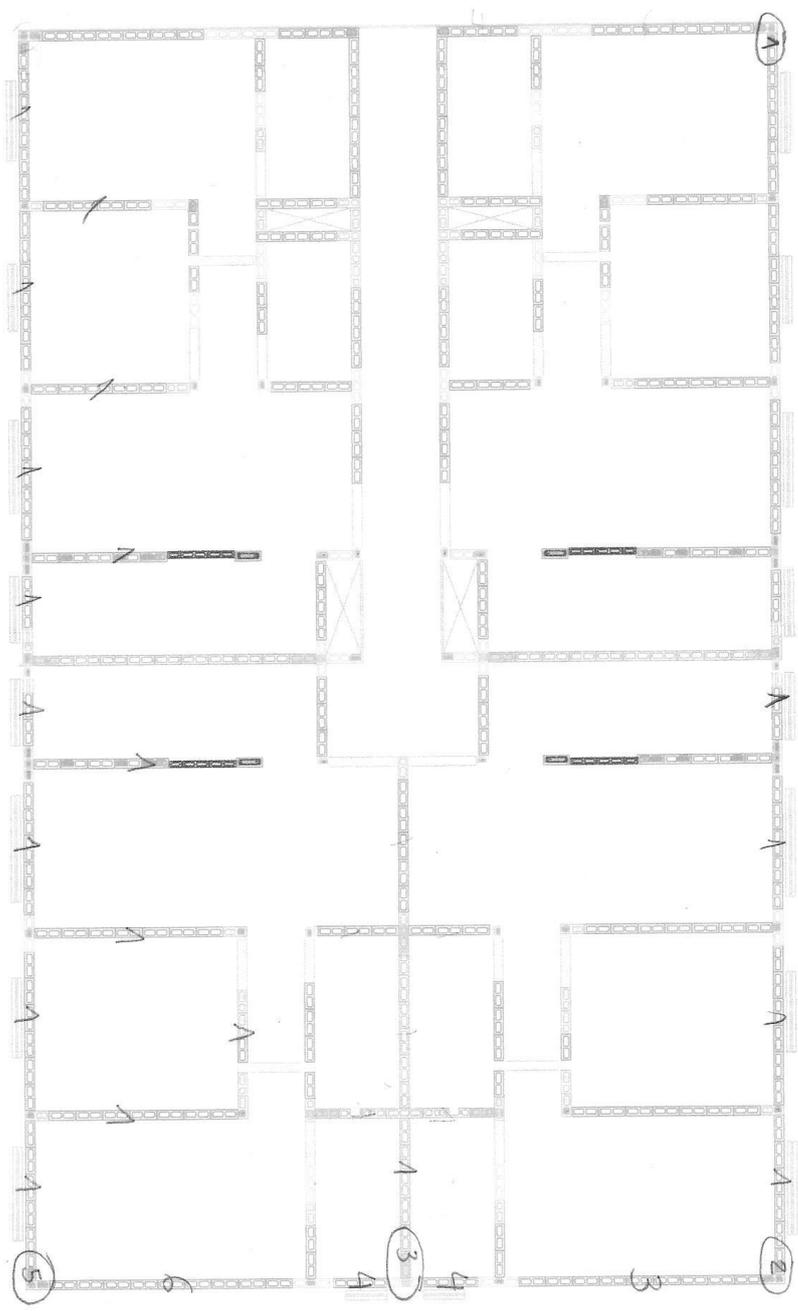
SOUZA, U. E. L.; ARAÚJO, L. O. C. Avaliação da gestão de serviços de construção. In: SIBRAGEQ, 2., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC/UFC/Unifor/CEFET, 2001. p. 1-11. Disponível em: <<http://otavio.pcc.usp.br/Artigos/Sibrageq%202001-%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20gest%C3%A3o%20de%20servi%C3%A7os%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2010.

THOMAZ, E.; HELENE, P. R. L. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2000. Boletim Técnico n. 252. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT252.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2010.

APÊNDICE A – Planilha de levantamento de dados

BLOCO A - ASA 4 - COMPLETA

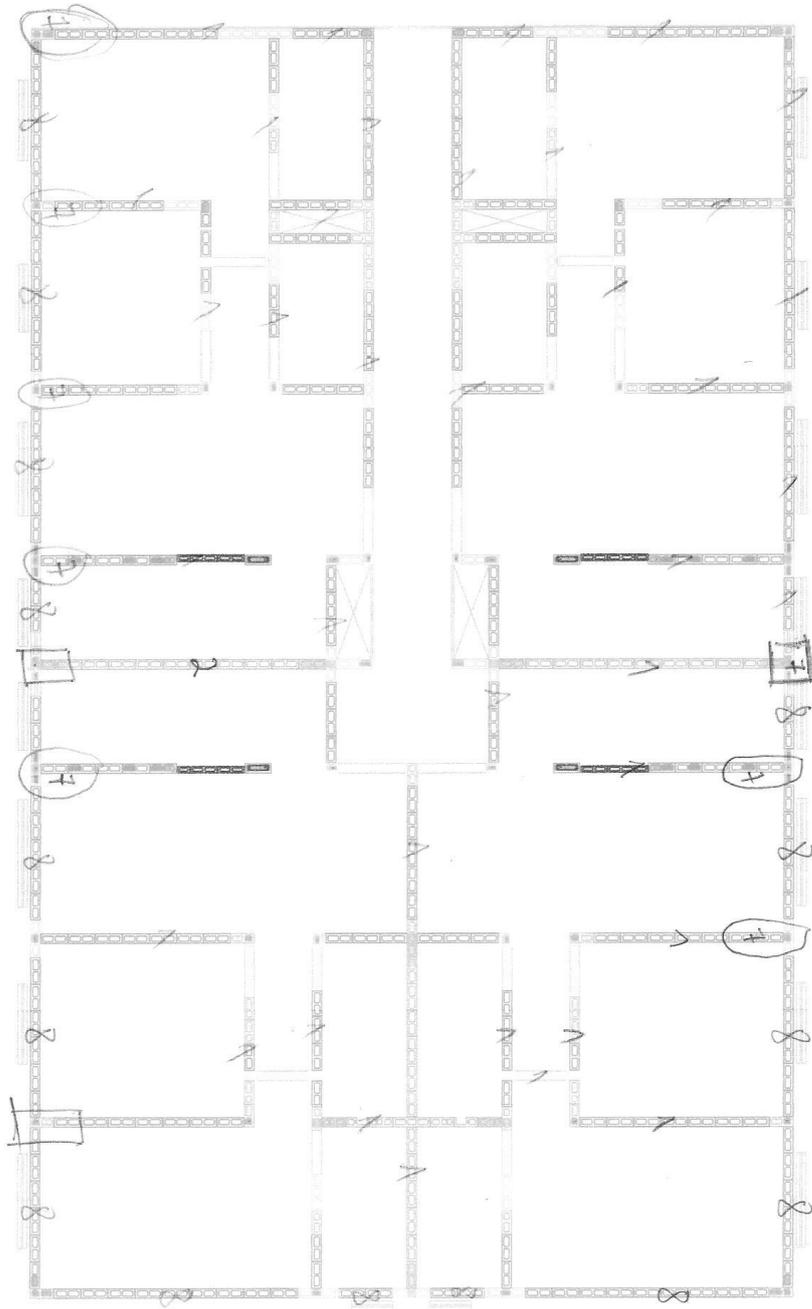
4 - ONDAR



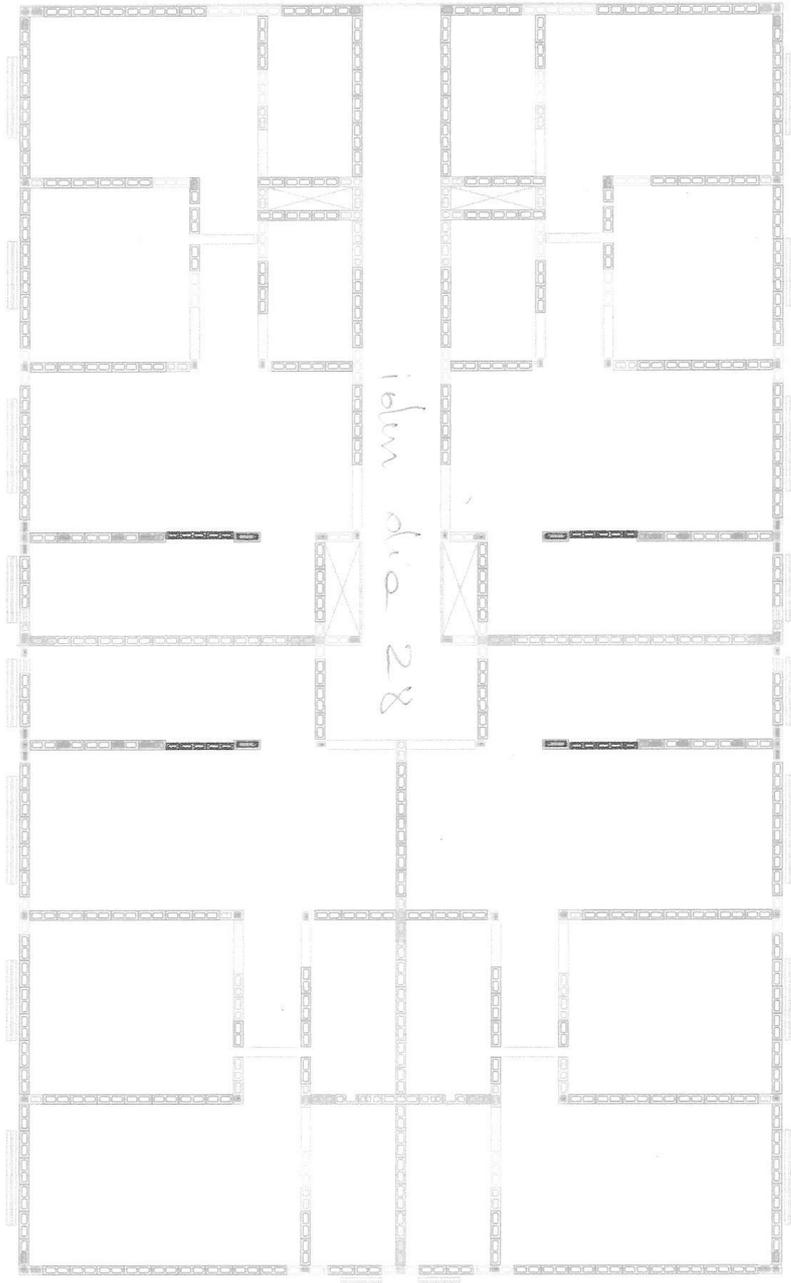
BLOCO: D PAVTO: 4 DATA: 27 / 5 / 2010

BLOCO: A PAVTO: 4 DATA: 28 / 5 / 2010

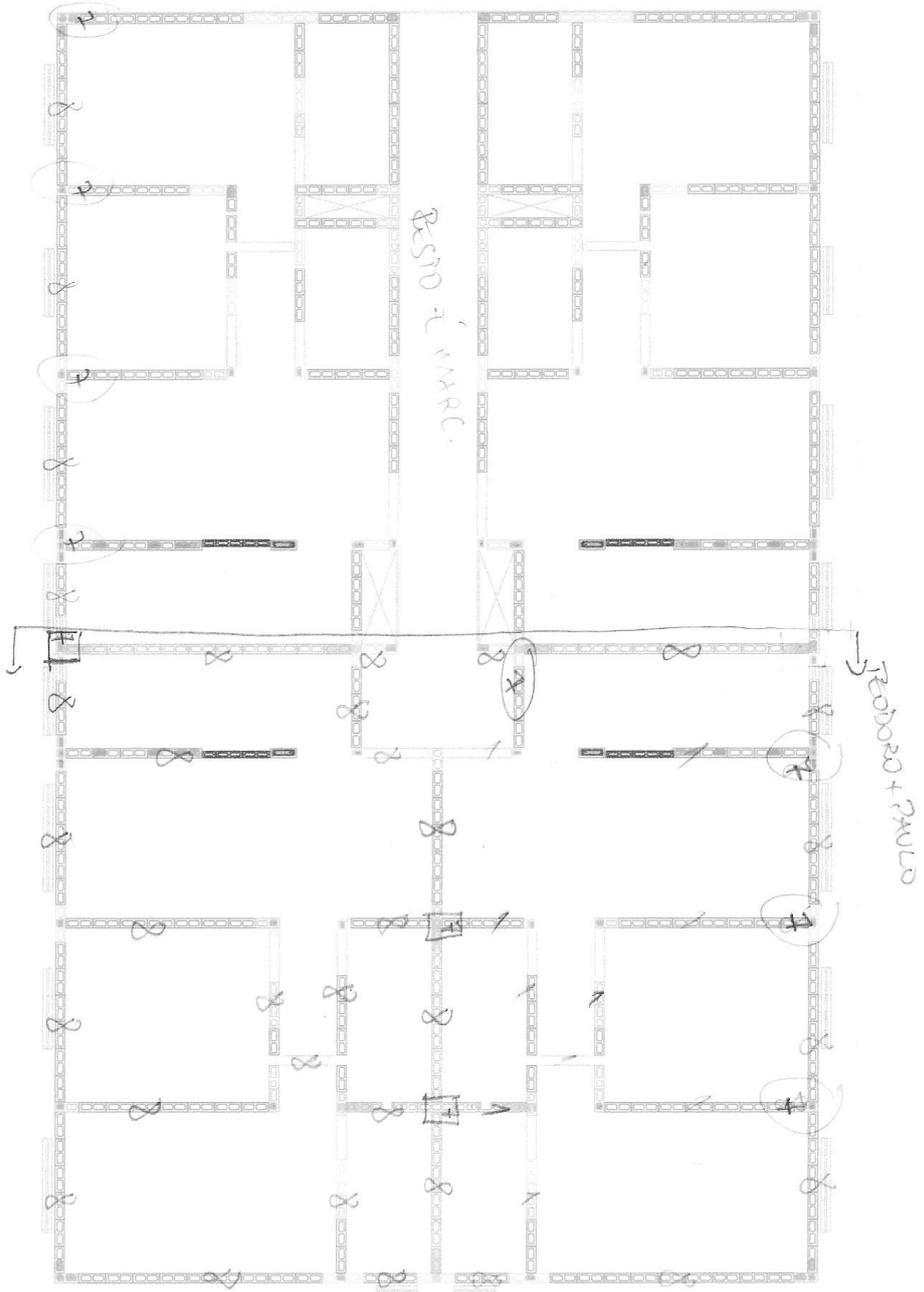
AME

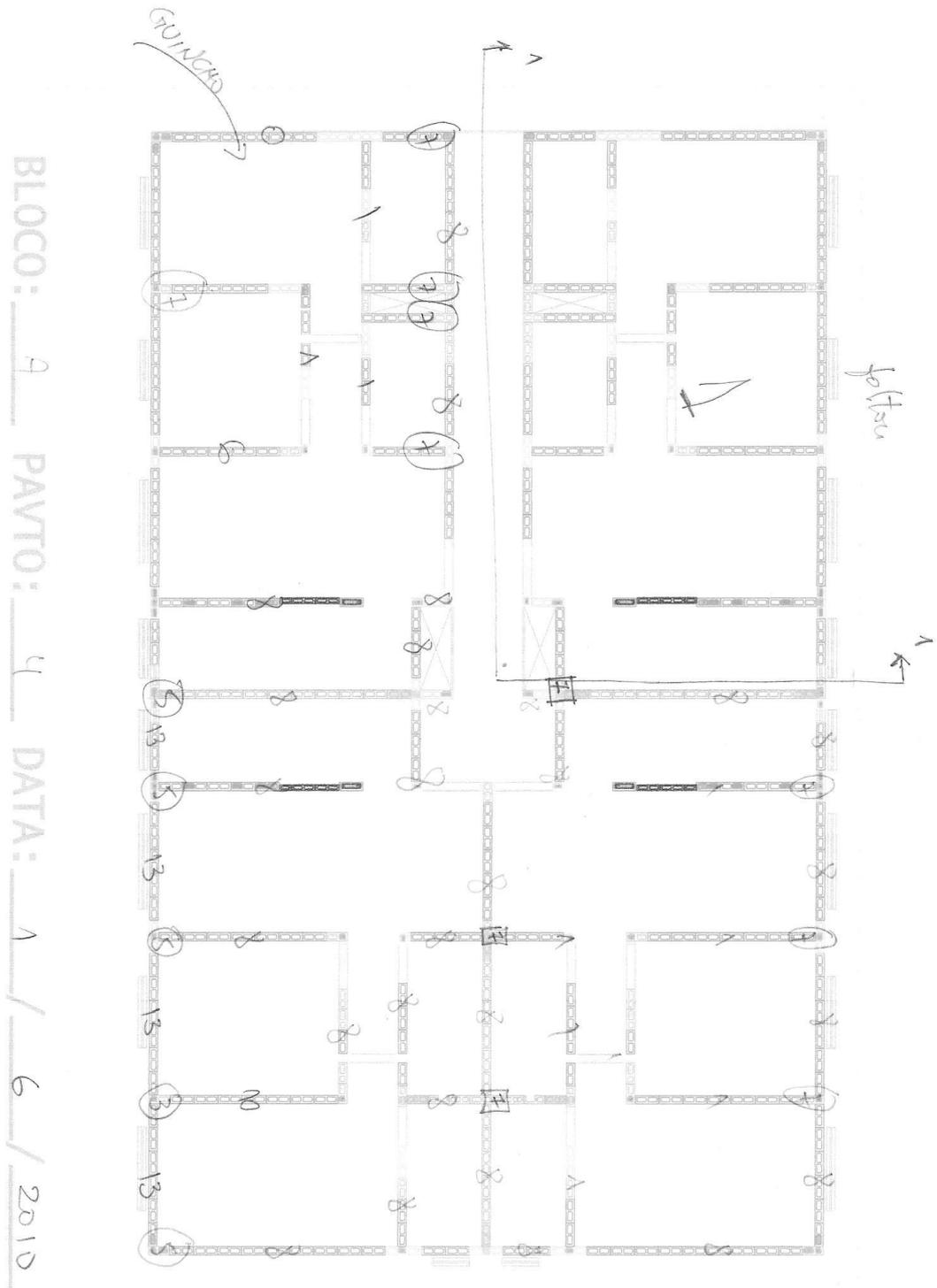


BLOCO: A PAVTO: 4 DATA: 29 / 5 / 2010

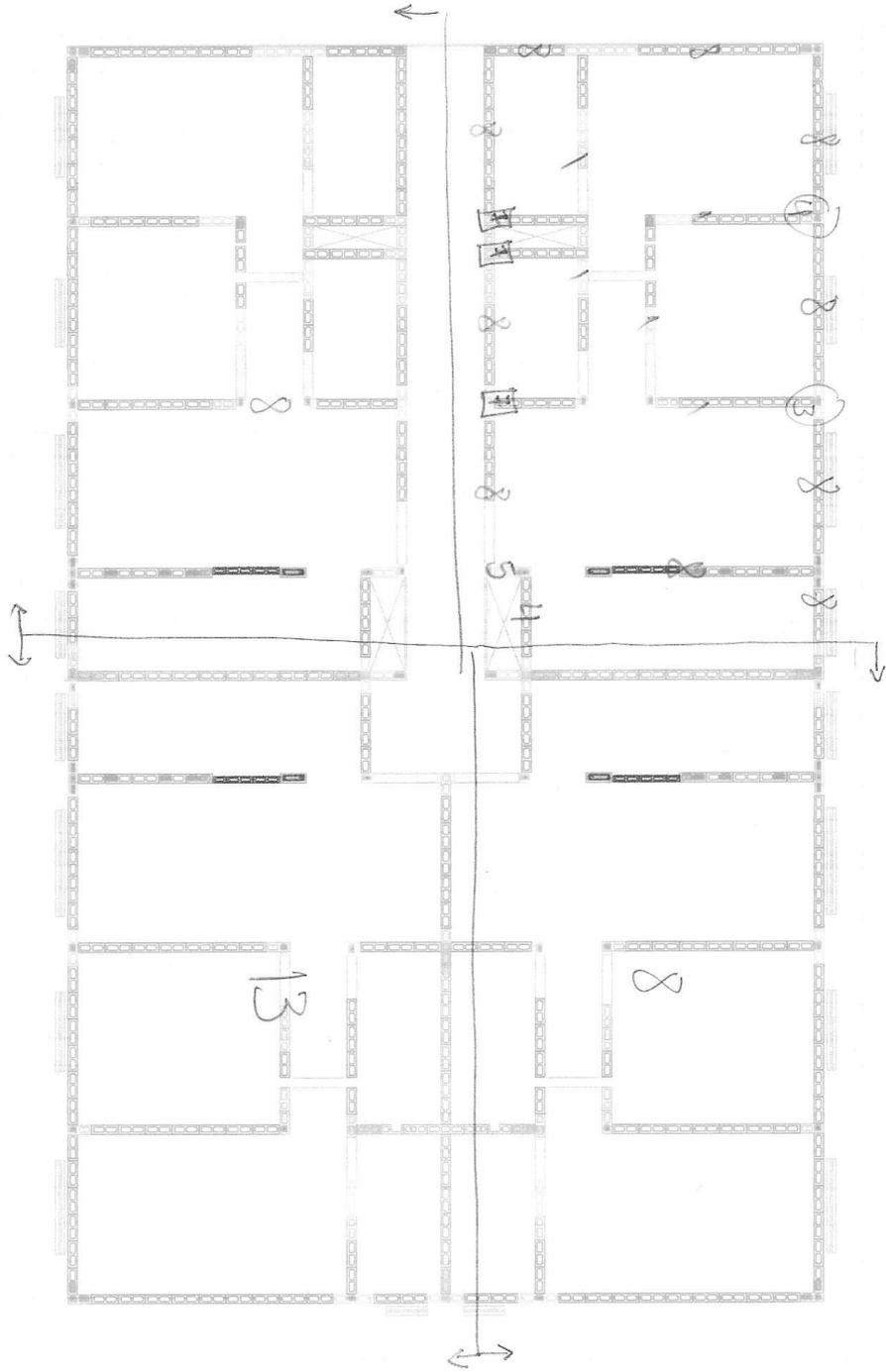


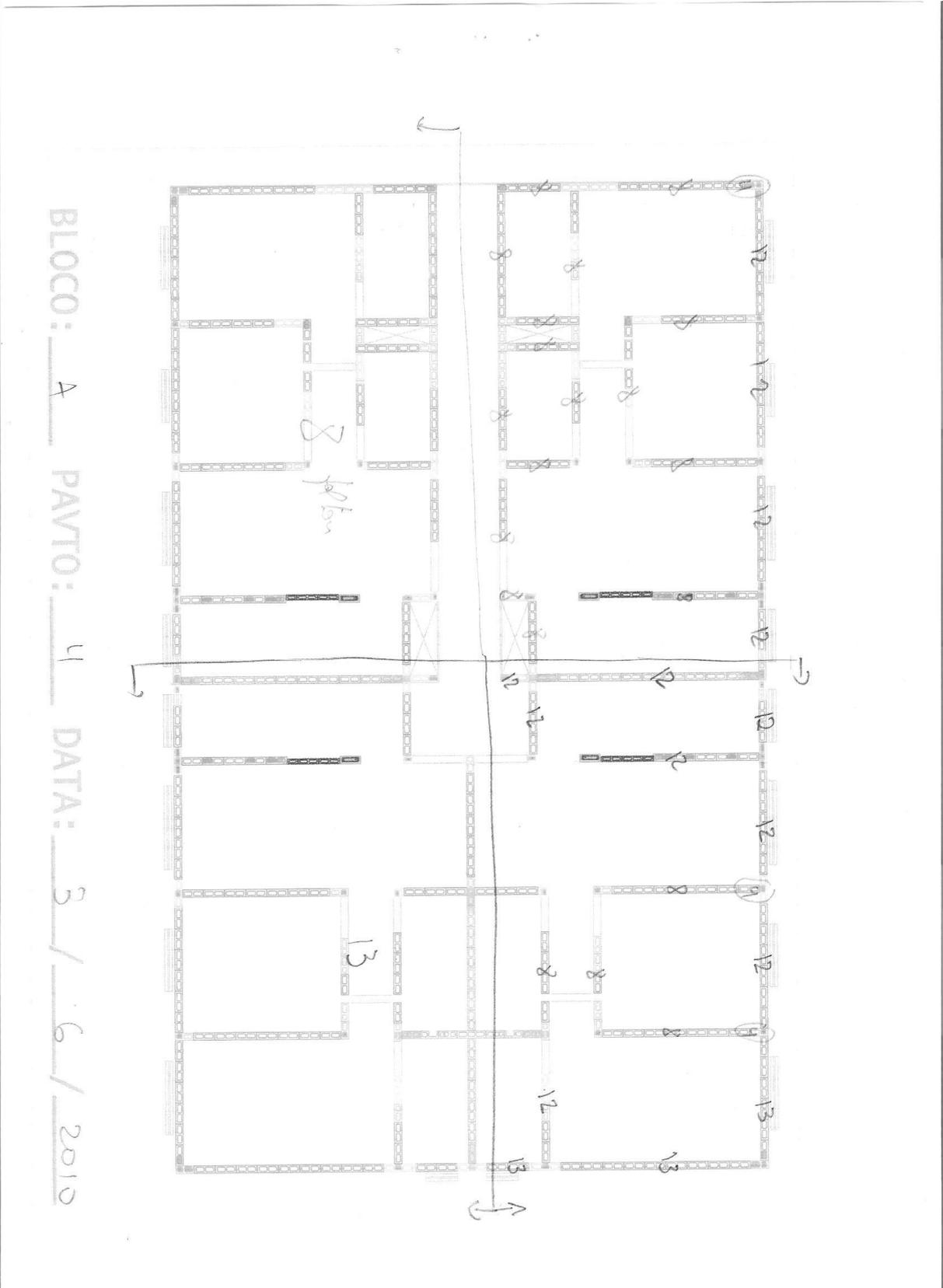
BLOCO: A PAVTO: 4 DATA: 31 / 5 / 2010



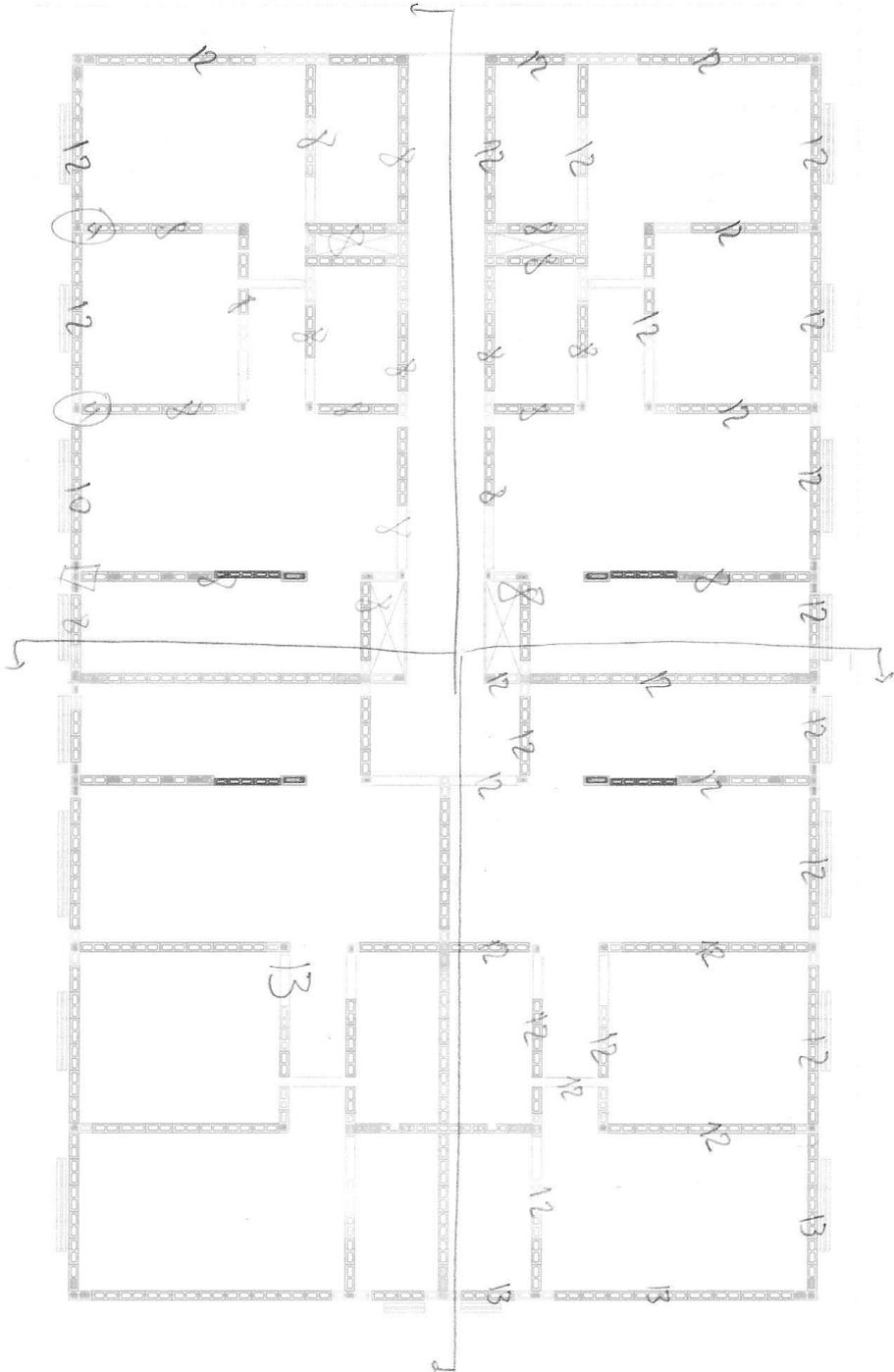


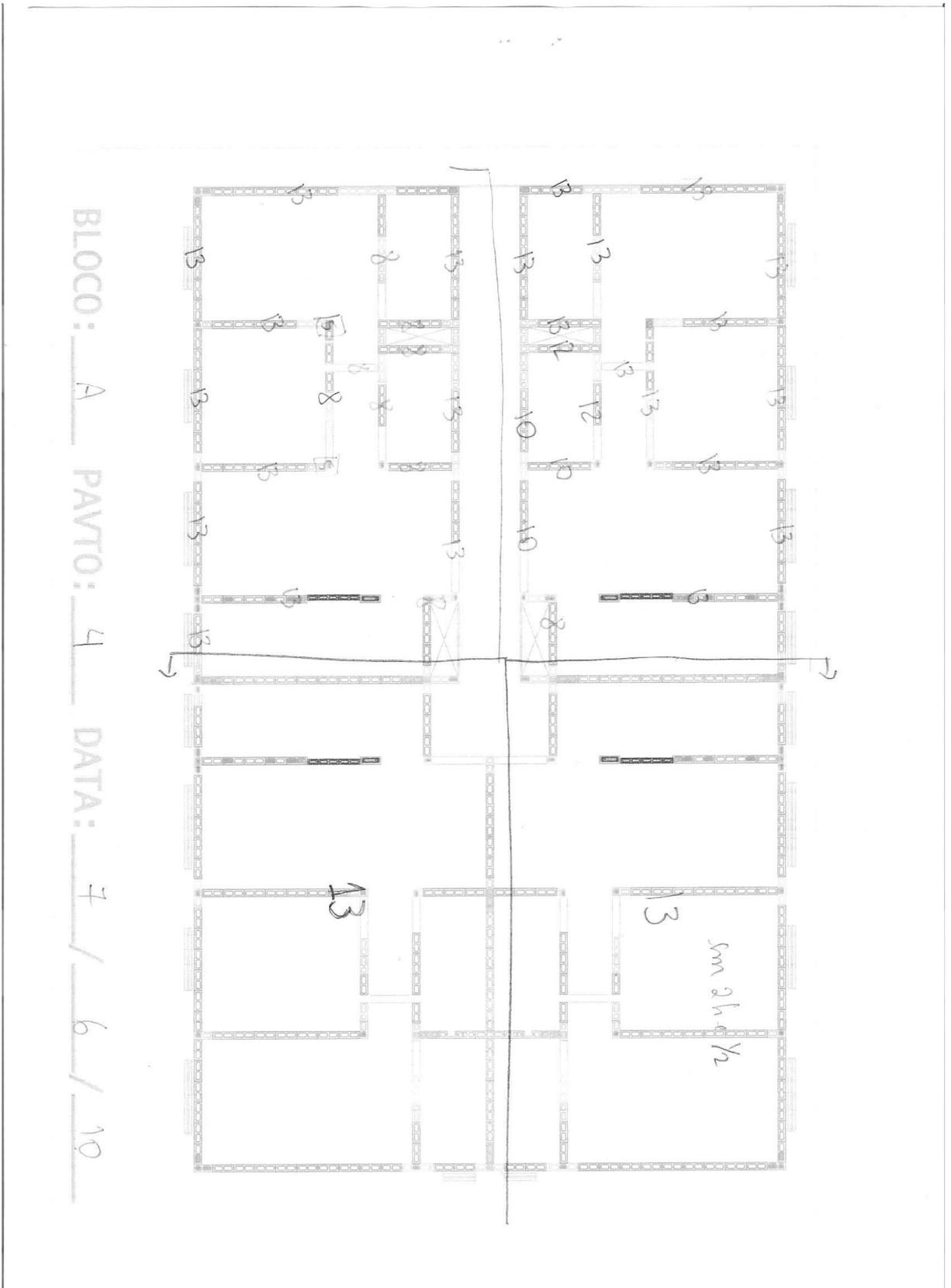
BLOCO: 4 PAVTO: 4 DATA: 2 / 6 / 2010



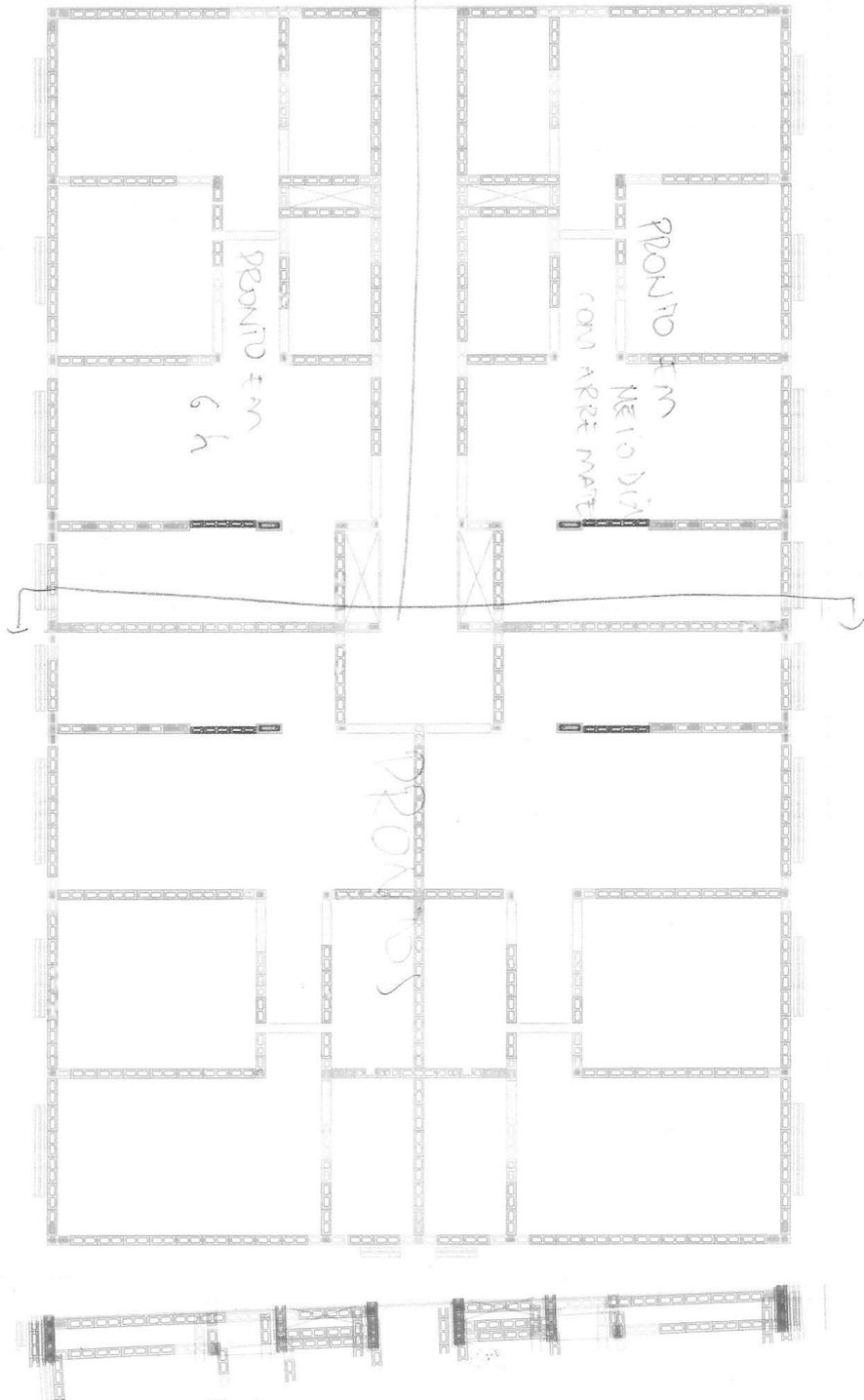


BLOCO: 4 PAVTO: 4 DATA: 4 / 6 / 2010





BLOCO: A PAVTO: 4 DATA: 8 / 6 / 10



MRV ENGENHARIA - OBRA: PARQUE PORTO REAL		
LEVANTAMENTO DO EFETIVO DA ALVENARIA E CONDIÇÕES DE TRABALHO		
DATA: <u>27/5/2010</u>	DIA DA SEMANA: <u>QUINTA</u>	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE TRABALHO		
Manhã: <u>Bom</u>	Tarde: <u>Bom</u>	
EFETIVO NA LAJE:		
PEDREIROS [NOME]:	TAREFA/APTO	JORNADA [hs]
TEODORO	409 E 410	SÓ TARDE
PAULO	11	11
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	ARG. E BLOCOS NA LAJE	NORMAL
ENCARREGADO [NOME]:	TAREFA	JORNADA [hs]
1	MARCAÇÃO	NORMAL
EFETIVO NO CANTEIRO:		
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	BETONEIRA COMP	NORMAL
2	BLOCO E MASSA	11
1	GUINCHO	11
OBSERVAÇÕES:		
<ul style="list-style-type: none"> - elevador não ficou em desnível com ponto 1/2 metro - marcação não estava completa antes do elevação - dois dos pedreiros não puderam começar em função disso 		

MRV ENGENHARIA - OBRA: PARQUE PORTO REAL		
LEVANTAMENTO DO EFETIVO DA ALVENARIA E CONDIÇÕES DE TRABALHO		
DATA: 28/5/2010	DIA DA SEMANA: SEXTA	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE TRABALHO		
Manhã: Bom	Tarde: Bom	
EFETIVO NA LAJE:		
PEDREIROS [NOME]:	TAREFA/APTO	JORNADA [hs]
TEODORO	409 - 10	NORMAL
PAULO	"	"
1 ANTONIO	408	"
MARCOS	407	MEIO
AJUDANTES [QUANTIDADE]:		
2	TAREFA	JORNADA [hs]
	MASSA E BLOCO	
ENCARREGADO [NOME]:	TAREFA	JORNADA [hs]
1	MARCAÇÃO	10 horas
EFETIVO NO CANTEIRO:		
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	BETONEIRA	NORMAL
2	BLOCO / MASSA	"
1	GUINCHO	"
OBSERVAÇÕES:		
- elevador não vai até o andar - 1/2 metro de desnível		
- finalização da marcação		
- vinte pontos		

MRV ENGENHARIA - OBRA: PARQUE PORTO REAL		
LEVANTAMENTO DO EFETIVO DA ALVENARIA E CONDIÇÕES DE TRABALHO		
DATA: 2/6/2010	DIA DA SEMANA: QUARTA	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE TRABALHO		
Manhã: Bom	Tarde: Bom	
EFETIVO NA LAJE:		
PEDREIROS [NOME]:	TAREFA/APTO	JORNADA [hs]
4 DA SERRA		NORMAL
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	MARIA E RUIZELI	NORMAL
ENCARREGADO [NOME]:	TAREFA	JORNADA [hs]
EFETIVO NO CANTEIRO:		
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	PAI	NORMAL
2	MARIA E RUIZELI	4
1	GUINCHETES	4
OBSERVAÇÕES:		
faltou mais bloco.		

MRV ENGENHARIA - OBRA: PARQUE PORTO REAL		
LEVANTAMENTO DO EFETIVO DA ALVENARIA E CONDIÇÕES DE TRABALHO		
DATA: 3 / 6 / 2010	DIA DA SEMANA: Quinta	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE TRABALHO		
Manhã: Bom	Tarde: Bom	
EFETIVO NA LAJE:		
PEDREIROS [NOME]:	TAREFA/APTO	JORNADA [hs]
3 ANTONIO de		NORMAL
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	MASSA E BLOCO	NORMAL
ENCARREGADO [NOME]:	TAREFA	JORNADA [hs]
EFETIVO NO CANTEIRO:		
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	BET	NORMAL
1	GUINCHETES	NORMAL
1	MASSA E BLOCO	NORMAL
OBSERVAÇÕES:		
- elevador com parte funda para laje e alvenaria		
no período pois não trabalhar		

MRV ENGENHARIA - OBRA: PARQUE PORTO REAL		
LEVANTAMENTO DO EFETIVO DA ALVENARIA E CONDIÇÕES DE TRABALHO		
DATA: 4/6/10	DIA DA SEMANA: SEXTA	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE TRABALHO		
Manhã: Bom	Tarde: Bom	
EFETIVO NA LAJE:		
PEDREIROS [NOME]:	TAREFA/APTO	JORNADA [hs]
11		muio
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2		
ENCARREGADO [NOME]:	TAREFA	JORNADA [hs]
EFETIVO NO CANTEIRO:		
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	337	337
2	337	337
1	337	337
OBSERVAÇÕES:		
- depois do muio dia chegou não trabalharam		
- faltou blocos concretos.		

MRV ENGENHARIA - OBRA: PARQUE PORTO REAL		
LEVANTAMENTO DO EFETIVO DA ALVENARIA E CONDIÇÕES DE TRABALHO		
DATA: 8/6/10	DIA DA SEMANA: FERVA	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE TRABALHO		
Manhã: Bom	Tarde: Bom	
EFETIVO NA LAJE:		
PEDREIROS [NOME]:	TAREFA/APTO	JORNADA [hs]
ANTONIO	408	6h
1	107	11h
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
1		
ENCARREGADO [NOME]:	TAREFA	JORNADA [hs]
EFETIVO NO CANTEIRO:		
AJUDANTES [QUANTIDADE]:	TAREFA	JORNADA [hs]
2	BET	NORMAL
OBSERVAÇÕES:		
- blocos já estavam no andar		
- serv. já teve com argamassa		
depois disso ANTONIO e marcos foram p/ Bloco C		
onde PAULO e TEODORO JÁ FIZIAM		
A outros 2 do bloco e não estão		
concretado ainda.		

APÊNDICE B – Planilhas de resumo dos levantamentos por asa

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 1 - 4º pav. - B							
PERIODO ESTUDADO	4/6	7/6	8/6	9/6	10/6	11/6	14/6
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	34,104	86,362	52,488	99,968	74,532	35,47	39,548
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	34,104	120,466	172,954	272,922	347,454	382,924	422,472
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	28	32	24	32	32	19	21
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	32	32	32	32	32	32	16
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	60	64	56	64	64	51	37
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	60	124	180	244	308	359	396
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	0,82	0,37	0,46	0,32	0,43	0,54	0,53
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	1,76	0,74	1,07	0,64	0,86	1,44	0,94
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	1,76	1,03	1,04	0,89	0,89	0,94	0,94
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,74 Hh/m ²						
FATORES INFLUENCIADORES							
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM
GRAU DEINTERFERENCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	1	3	1	2
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0,14	2,66	9,8	9,6	14,7	8,7	9,2
FALTA DE MATERIAIS	X						
FALTA DE EFETIVO			X				
MARCAÇÃO (m)	184,52	0	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES					X		
USO DE ANDAIMES				X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	0	14	3	4	2	0	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 1 - 4º pav. - A									
PERIODO ESTUDADO	27/5	28/5	31/5	1/6	2/6	3/6	4/6	7/6	8/6
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	15,344	72,314	46,044	36,384	114,248	45,628	31,124	41,294	20,092
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	15,344	87,658	133,702	170,086	284,334	329,962	361,086	402,38	422,472
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	16	38	16	16	32	24	16	13	10
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	40	32	40	40	40	32	20	10,5	4
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	56	70	56	56	72	56	36	23,5	14
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	56	126	182	238	310	366	402	425,5	439,5
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	1,04	0,53	0,35	0,44	0,28	0,53	0,51	0,31	0,50
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	3,65	0,97	1,22	1,54	0,63	1,23	1,16	0,57	0,70
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	3,65	1,44	1,36	1,40	1,09	1,11	1,11	1,06	1,04
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,70 Hh/m ²								
FATORES INFLUENCIADORES									
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM	BOM
GRAU DEINTERFERENCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	3	1	1	1	1	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0,14	8,66	5,3	7,08	13,86	13,36	3,64	4,2	1,04
FALTA DE MATERIAIS					X		X		
FALTA DE EFETIVO			X	X					
MARCAÇÃO (m)	61,86	122,66	0	0	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES	X	X				X			
USO DE ANDAIMES					X	X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	3	9	4	9	7	5	3	0	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 2 - 4º pav. - A										
PERÍODO ESTUDADO	9/6	10/6	11/6	14/6	15/6	16/6	18/6	21/6	22/6	23/6
ALVENARIA PRODUZIDA (m²)	46,618	118,998	83,318	46,146	92,348	66,002	62,894	22,114	48,104	42,876
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m²)	46,618	165,616	248,934	295,08	387,428	453,43	516,324	538,438	586,542	629,418
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	24	38	32	24	32	32	32	8	32	13
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	32	32	40	24	40	40	32	16	32	12
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	56	70	72	48	72	72	64	24	64	25
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	56	126	198	246	318	390	454	478	542	567
RUP (PEDREIROS)(Hh/m²)	0,51	0,32	0,38	0,52	0,35	0,48	0,51	0,36	0,67	0,30
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m²)	1,20	0,59	0,86	1,04	0,78	1,09	1,02	1,09	1,33	0,58
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m²)	1,20	0,76	0,80	0,83	0,82	0,86	0,88	0,89	0,92	0,90
RUP POTENCIAL (Hh/m²)	0,59 Hh/m²									
FATORES INFLUENCIADORES										
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	2	3	1	2	1	1	2	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m²)	2,36	12,78	13,66	10,24	13,34	7	12,18	2,92	8,8	2,64
FALTA DE MATERIAIS										
FALTA DE EFETIVO				X				X		
MARCAÇÃO (m)	117,23	157,9	0	0	0	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES			X					X		
USO DE ANDAIMES				X	X	X	X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	2	7	3	2	0	1	4	3	5	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 2 - 4º pav. - B										
PERÍODO ESTUDADO	12/6	14/6	15/6	16/6	18/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6
ALVENARIA PRODUZIDA (m²)	17,646	42,252	75,41	110,014	136,302	68,232	72,418	66,886	24,926	15,332
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m²)	17,646	59,898	135,308	245,322	381,624	449,856	522,274	589,16	614,086	629,418
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	6	13	32	32	32	32	32	28	16	12
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	12	16	32	40	40	40	32	32	32	12
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	18	29	64	72	72	72	64	60	48	24
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	18	47	111	183	255	327	391	451	499	523
RUP (PEDREIROS)(Hh/m²)	0,34	0,31	0,42	0,29	0,23	0,47	0,44	0,42	0,64	0,78
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m²)	1,02	0,69	0,85	0,65	0,53	1,06	0,88	0,90	1,93	1,57
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m²)	1,02	0,78	0,82	0,75	0,67	0,73	0,75	0,77	0,81	0,83
RUP POTENCIAL (Hh/m²)	0,65									
FATORES INFLUENCIADORES										
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	2	2	3	1	1	1	2
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m²)	1,4	3,78	10,5	19,66	20,62	8,28	7,12	10,2	3,48	0,88
FALTA DE MATERIAIS			X							
FALTA DE EFETIVO										
MARCAÇÃO (m)	95,23	40,27	77,64	0	0	61,99	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES			X			X	X	X		
USO DE ANDAIMES						X	X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	0	7	7	6	8	4	5	5	0	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 1 - 3º pav. - C									
PERIODO ESTUDADO	23/6	24/6	25/6	28/6	29/6	30/6	1/7	2/7	5/7
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	13,46	76,558	60,248	57,79	59,946	31,416	57,092	51,642	14,32
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	13,46	90,018	150,266	208,056	268,002	299,418	356,51	408,152	422,472
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	9	33	32	32	32	16	32	32	16
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	40	40	40	32	40	32	40	40	16
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	49	73	72	64	72	48	72	72	32
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	49	122	194	258	330	378	450	522	554
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	0,67	0,43	0,53	0,55	0,53	0,51	0,56	0,62	1,12
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	3,64	0,95	1,20	1,11	1,20	1,53	1,26	1,39	2,23
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	3,64	1,36	1,29	1,24	1,23	1,26	1,26	1,28	1,31
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	1,11 Hh/m ²								
FATORES INFLUENCIADORES									
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
GRAU DEINTERFERENCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0,36	7,04	8	6,2	10,24	5,32	4,92	11,08	4,12
FALTA DE MATERIAIS									
FALTA DE EFETIVO		X				X			
MARCAÇÃO (m)	69,1	115,42	0	0	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES						X			
USO DE ANDAIMES					X	X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	0	9	7	3	2	2	0	0	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 1 - 5º pav. - A							
PERIODO ESTUDADO	5/7	6/7	7/7	8/7	13/7	14/7	
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	44,224	97,48	102,686	71,712	68,25	38,12	
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	44,224	141,704	244,39	316,102	384,352	422,472	
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	26	40	32	32	32	25	
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	40	40	40	40	32	32	
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	66	80	72	72	64	57	
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	66	146	218	290	354	411	
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	0,59	0,41	0,31	0,45	0,47	0,66	
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	1,49	0,82	0,70	1,00	0,94	1,50	
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	1,49	1,03	0,89	0,92	0,92	0,97	
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,76 Hh/m ²						
FATORES INFLUENCIADORES							
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	
GRAU DEINTERFERENCIA DE SUB-SISTEMAS	1	2	1	1	1	1	
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	1,22	10,8	16,68	8,54	15,72	4,32	
FALTA DE MATERIAIS					X		
FALTA DE EFETIVO							
MARCAÇÃO (m)	92,07	92,45	0	0	0	0	
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES							
USO DE ANDAIMES				X	X	X	
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	6	6	5	3	7	2	

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 1 - 5º pav. - B							
PERÍODO ESTUDADO	5/7	6/7	7/7	8/7	13/7	14/7	15/7
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	18,306	105,022	104,946	51,77	81,972	26,954	33,502
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	18,306	123,328	228,274	280,044	362,016	388,97	422,472
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	32	32	32	32	32	19	19
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	32	32	32	32	32	32	16
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	64	64	64	64	64	51	35
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	64	128	192	256	320	371	406
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	1,75	0,30	0,30	0,62	0,39	0,70	0,57
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	3,50	0,61	0,61	1,24	0,78	1,89	1,04
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	3,50	1,04	0,84	0,91	0,88	0,95	0,96
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,61 Hh/m ²						
FATORES INFLUENCIADORES							
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	2	2	1	1	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0,7	14,12	14,04	9,84	11,06	2,48	5,04
FALTA DE MATERIAIS					X		
FALTA DE EFETIVO							
MARCAÇÃO (m)	51,37	133,15	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES				X			
USO DE ANDAIMES				X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	2	10	7	9	4	3	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 2 - 3º pav. - C															
PERÍODO ESTUDADO	13/7	14/7	15/7	16/7	17/7	21/7	23/7	24/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7	
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	16,416	17,85	90,118	70,126	35,662	85,016	66,034	24,586	21,394	38,186	40,418	41,352	45,522	36,738	
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	16,416	34,266	124,384	194,51	230,172	315,188	381,222	405,808	427,202	465,388	505,806	547,158	592,68	629,418	
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	8	10	34	32	32	32	32	12	10	16	16	16	16	8	
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	32	32	40	40	32	40	40	10	18	32	32	24	24	8	
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	40	42	74	72	64	72	72	22	28	48	48	40	40	16	
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	40	82	156	228	292	364	436	458	486	534	582	622	662	678	
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	0,49	0,56	0,38	0,46	0,90	0,38	0,48	0,49	0,47	0,42	0,40	0,39	0,35	0,22	
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	2,44	2,35	0,82	1,03	1,79	0,85	1,09	0,89	1,31	1,26	1,19	0,97	0,88	0,44	
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	2,44	2,39	1,25	1,17	1,27	1,15	1,14	1,13	1,14	1,15	1,15	1,14	1,12	1,08	
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,89 Hh/m ²														
FATORES INFLUENCIADORES															
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0,48	2,38	9,42	7,68	7,56	9,74	9,44	5,72	5,56	4,76	5,6	5,82	6,52	5,24	
FALTA DE MATERIAIS	X														
FALTA DE EFETIVO															
MARCAÇÃO (m)	84,48	101,15	89,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES					X					X	X				
USO DE ANDAIMES						X	X	X	X			X	X	X	
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	0	0	13	5	2	7	4	3	0	8	5	3	4	0	

Verificação da produtividade na construção de paredes estruturais de blocos de concreto pelo modelo dos fatores em um empreendimento

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 2 - 5° pav. - A											
PERÍODO ESTUDADO	16/7	17/7	21/7	23/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7	2/8
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	42,314	33,614	58,096	117,016	29,78	67,074	62,91	61,622	113,972	46,88	31,046
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	42,314	75,928	134,024	251,04	280,82	347,894	410,804	472,426	586,398	633,278	664,324
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	32	8	32	32	16	32	32	32	32	16	10
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	32	16	40	32	20	40	40	40	40	32	14
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	64	24	72	64	36	72	72	72	64	30	20
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	64	88	160	224	260	332	404	476	540	570	590
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	0,76	0,24	0,55	0,27	0,54	0,48	0,51	0,52	0,28	0,34	0,32
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	1,51	0,71	1,24	0,55	1,21	1,07	1,14	1,17	0,56	0,64	0,64
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	1,51	1,16	1,19	0,89	0,93	0,95	0,98	1,01	0,92	0,90	0,89
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,64 Hh/m ²										
FATORES INFLUENCIADORES											
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	BOM	BOM	BOM	RUIM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	3,62	4,64	1,68	22,06	6,02	11,24	9,8	3,94	13,92	7,22	3,88
FALTA DE MATERIAIS		X									
FALTA DE EFETIVO											
MARCAÇÃO (m)	229,67	0	0	0	0	0	0	23,72	21,74	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES						X	X				
USO DE ANDAIMES							X	X	X		X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	0	5	12	7	4	5	3	3	6	4	0

PLANILHA DE RESUMO DOS LEVANTAMENTOS - Asa 2 - 5° pav. - B														
PERÍODO ESTUDADO	24/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	9/8
ALVENARIA PRODUZIDA (m ²)	9,538	25,88	44,662	56,438	33,31	56,342	42,398	48,922	72,536	54,312	79,604	68,16	24,606	12,71
ALVENARIA PRODUZIDA ACUMULADA (m ²)	9,538	35,418	80,08	136,518	169,828	226,17	268,568	317,49	390,026	444,338	523,942	592,102	616,708	629,418
EFETIVO - PEDREIROS (Hh)	6	15	24	25	21	24	24	32	32	32	32	32	8	6
EFETIVO - EQUIPE DE APOIO DIRETO (Hh)	12	20	24	32	32	48	18	40	40	40	40	40	32	12
EFETIVO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	18	35	48	57	53	72	42	72	72	72	72	64	20	12
EFETIVO ACUMULADO - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh)	18	53	101	158	211	283	325	397	469	541	613	677	697	709
RUP (PEDREIROS)(Hh/m ²)	0,63	0,58	0,54	0,44	0,63	0,43	0,57	0,65	0,44	0,59	0,40	0,47	0,33	0,47
RUP (EQUIPE DE ALVENARIA)(Hh/m ²)	1,89	1,35	1,07	1,01	1,59	1,28	0,99	1,47	0,99	1,33	0,90	0,94	0,81	0,94
RUP CUMULATIVA - EQUIPE DE ALVENARIA (Hh/m ²)	1,89	1,50	1,26	1,16	1,24	1,25	1,21	1,25	1,20	1,22	1,17	1,14	1,13	1,13
RUP POTENCIAL (Hh/m ²)	0,99 Hh/m ²													
FATORES INFLUENCIADORES														
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	BOM	RUIM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
GRAU DE INTERFERÊNCIA DE SUB-SISTEMAS	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
ÁREA DE ABERTURAS PRODUZIDA (m ²)	0	1,04	4,7	7,3	6,04	5,44	8,08	8,22	8,5	9,28	10,12	11,72	4,36	1,12
FALTA DE MATERIAIS			X	X	X	X			X	X				
FALTA DE EFETIVO														
MARCAÇÃO (m)	47,69	35,24	63,84	99,68	28,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROBLEMA NO USO DE ELEVADORES					X	X								
USO DE ANDAIMES					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NÚMERO DE CASTELINHOS CONSTRUÍDOS	0	3	7	0	0	8	6	4	7	2	2	0	0	0