



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL

ANA BEATRIZ LUNA DE CARVALHO

PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA
ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

FORTALEZA
2013

ANA BEATRIZ LUNA DE CARVALHO

PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA
ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Estruturas e Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

FORTALEZA
2013

ANA BEATRIZ LUNA DE CARVALHO

PRODUTIVIDADE DA MAO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA
ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Estruturas e Construção Civil.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Carlos Paliari (Membro Externo)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Ao meu pai, que sempre procurou me mostrar o caminho do conhecimento, através de conversas e ensinamentos, mas principalmente pelo exemplo, com suas leituras intermináveis de livros e enciclopédias, que tantas vezes me chateavam quando criança e hoje são lembranças maravilhosas.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, acima de tudo, pois sem ELE eu não estaria aqui.

À minha mãe, sempre tão presente e paciente.

Aos meus filhos, que me incentivam a realizar os meus sonhos.

Ao meu orientador, Prof. Alexandre Bertini, que fugiu à regra, pois quanto mais o tempo passa, maior é a minha admiração por ele, como profissional sério e respeitado.

Aos professores José Carlos Paliari e Luis Otávio Araújo que, com suas contribuições, tornaram esse trabalho possível.

A todos os professores e colegas do mestrado, pois cada um, da sua maneira, incentivou para que eu conseguisse chegar ao final.

A todos que conviveram comigo estes últimos anos, pois todo projeto concluído é um somatório não apenas do conteúdo que estudamos, mas de todo um aprendizado de vida.

it

“Passei a beira de um caminho e vi um homem quebrando uma pedra. E cem marteladas foram dadas, sem que a pedra se quebrasse, na centésima primeira vez a pedra se partiu. Entendi que não foi a última martelada que a partiu, mas o esforço conjunto de todas as outras.” (Provérbio Árabe)

RESUMO

Nos últimos anos, o crescimento do setor da construção civil no Brasil apresentou-se sempre acima dos índices nacionais. Dessa maneira, a indústria da construção civil tem buscado continuamente inovações que reflitam na racionalização de seus sistemas, métodos e processos construtivos. Construtoras que usam adequadamente seus recursos fornecem produtos a custos menores para o mercado. Este trabalho conceitua a Alvenaria Estrutural (AE) com blocos de concreto, como método construtivo, com detalhes sobre seus processos e etapas construtivas, apresentando a importância de gerenciar um empreendimento de AE, integrando todos os setores como projeto, planejamento, controle da produção, logística e execução. Quantifica os índices de produtividade da mão de obra através dos profissionais envolvidos, seu grau de qualificação e treinamento, materiais, ferramentas e equipamentos utilizados, principais características do empreendimento, como escolha da família de blocos identificando os principais fatores que influenciam esta produtividade. Para a realização deste trabalho foram escolhidas quatro obras em alvenaria estrutural de uma empresa construtora na cidade de Fortaleza. As características dos empreendimentos são semelhantes em relação ao projeto para que houvesse uma maior uniformidade de informações. Utilizando-se a Razão Unitária de Produção (RUP) encontrou-se a produtividade da alvenaria nas obras estudadas, enfatizando as equipes diretamente envolvidas (serventes e pedreiros). O estudo concluiu que padronizando a coleta de dados é possível identificar os fatores que influenciam nos índices produtivos para se ter um melhor controle, planejamento e gerenciamento da obra.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Produtividade. Blocos de concreto. Índices. Razão Unitária de Produção (RUP). Planejamento. Gerenciamento. Qualidade.

ABSTRACT

Over the last years the growth of construction industry in Brazil always presented itself above national ratings, in this way, the construction industry has been continually searching for reflecting innovations in rationalizing of their systems, methods and construction processes. Construction companies that properly use their resources provide products at lower costs to the market. This paper seeks to conceptualize the structural masonry, as constructive method, detailing its components and construction stages, showing the importance of managing a venture of structural masonry, integrating all sectors such as design, planning, production control, logistics and execution. Still it seeks to measure the productivity ratings of the labor on the works studied, identifying the main parameters that influence this productivity. It was sought to know the productivity ratings of constructions of structural masonry, through professionals involved, their level of qualification and training, machines and equipments used, the effect of the choice of modular dimension. For the realization of this paper were chosen four constructions of structural masonry in a construction company, in the city of Fortaleza, the characteristics of the ventures are similar relating to the project so there were a greater uniformity of information. This study Obtained data that reflects the productivity ratings of companies in the region and identified the main factors that influence this productivity.

Keywords: Structural masonry. Productivity. Concrete Blocks. Rating. Labor. Rating. Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma Adotado	20
Figura 2 -Modelo de Fatores	28
Figura 3 - Edifício Monadnock	33
Figura 4 - Hotel Excalibur, Las Vegas (EUA)	35
Figura 5 - Família de blocos de concreto	38
Figura 6 - Pontos de graute.....	39
Figura 7 - Parede Alvenaria Estrutural	40
Figura 8 - Prisma	41
Figura 9 - Detalhe dos blocos e parede da 1ª fiada do Projeto Estrutural	42
Figura 10 - Estudo de viabilidade econômica do empreendimento	42
Figura 11 - Detalhe da modulação da parede com blocos estruturais	44
Figura 12 - Projeto estrutural 1ª. Fiada.....	44
Figura 13 - Projeto estrutural 1ª. Fiada.....	45
Figura 14 - Projeto Instalação Compatibilizado	46
Figura 15 - Projeto Instalação não compatibilizado	46
Figura 16 - Estoque de lajes treliçadas	47
Figura 17 - Estoque de blocos estruturais.....	48
Figura 18 - Princípios para elaboração de <i>layout</i> de canteiro.....	49
Figura 19 - Escada tipo Jacaré.....	50
Figura 20 - Degraus pré-moldados	51
Figura 21 - Laje Treliçada	52
Figura 22 - Execução de Laje Treliçada	53
Figura 23 - Empreendimento utilizando Grua.....	54
Figura 24 - Empreendimento utilizando elevador Cremalheira	54
Figura 25 - Elevador a cabo.....	55
Figura 26 - Transporte horizontal com Manipulador skytrack.....	55
Figura 27 - Transporte vertical commanipulador skytrack	56
Figura 28 - Alvenaria estrutural executada com escantilhão metálico.....	57
Figura 29 - Pedreiro utilizando colherpara execução da alvenaria estrutural.....	57
Figura 30 - Pedreiro utilizando palheta para execução da alvenaria estrutural	58
Figura 31 - Utilização de carrinho para blocos.....	58
Figura 32 - Corte de blocos elétrico em central de corte.....	59

Figura 33 - Treinamento de funcionários em canteiro de obras	60
Figura 34 - Vista do Empreendimento	71
Figura 35 - Planta de 1ª. Fiada.....	72
Figura 36 - Elevação de alvenaria com andaimes	73
Figura 37 - Utilização de espátula para assentamento de alvenaria	73
Figura 38 - Utilização de colher de pedreiro.	74
Figura 39 - Corte dos blocos de concreto	74
Figura 40 - Laje Treliçada	75
Figura 41 - Marcação da alvenaria	76
Figura 42 - Retroscavadeira em funcionamento.	77
Figura 43 - Empreendimento AE2.....	78
Figura 44 - Planejamento de longo prazo com linha de balanço.....	78
Figura 45 - Detalhe dasprimeira e segunda fiadas das paredes	79
Figura 46 - Instalação de gás após a execução da alvenaria com quebra de blocos.....	80
Figura 47 - Estoque de blocos de concreto.....	81
Figura 48 - Junta de dilatação.....	82
Figura 49 - Prisma de blocos de concreto para ensaio	82
Figura 50 - Empreendimento AE3.....	83
Figura 51 - Planejamento de longo prazo com linha de Balanço	84
Figura 52 - Central de argamassa e graute	85
Figura 53 - Skytrack transportando graute	85
Figura 54 - Bloco elétrico cortado no local de utilização.....	86
Figura 55 - Estoque de blocos estruturais.....	87
Figura 56 - Vista do empreendimento AE4.....	87
Figura 57 - Execução de Alvenaria Estrutural com utilização de colher de pedreiro	89
Figura 58 - Estoques de lajes maciças utilizadas no empreendimento.....	89
Figura 59 - Escada executada com degraus pré-moldados.....	90
Figura 60 - RUPs diária, cumulativa e potencial AE1	93
Figura 61 - Fracionamento diário da Produtividade da obra AE1.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resistência a compressão determinada no projeto estrutural	76
Tabela 2 - Resistencia a compressão especificada no projeto estrutural	83
Tabela 3 - Resistência mínima especificada no projeto estrutural	86
Tabela 4 - Resistência mínma especificada no projeto estrutural	88
Tabela 5 - Resultado da Produtividade da mão-de-obra de AE	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AE	Alvenaria Estrutural
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FGV	Fundação Getúlio Vargas
PIB	Produto Interno Bruto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Importância do estudo da produtividade.....	15
1.2 Importância do estudo da alvenaria estrutural.....	16
1.3 A importância de estudar a produtividade da mão-de-obra, no processo construtivo de alvenaria estrutural	17
1.4 Justificativa	17
1.5 Objetivo	18
1.5.1 Objetivo principal.....	18
1.5.2 Objetivo específico.....	18
1.6 Limitações	19
1.7 Delineamento da pesquisa.....	19
1.8 Estrutura do trabalho	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 Produtividade	22
2.1.1 Histórico.....	22
2.2 Produtividade.....	23
2.2.1 Modelo econômico	25
2.2.2 Modelo teórico de Drexler	26
2.2.3 Modelo dos atrasos (modelo de entrada)	26
2.2.4 Modelo de entrada- saída	27
2.2.5 Modelo de fatores (modelo entrada-saída)	27
2.2.6 Gerenciamento da produtividade	30
2.3 Indicador adotado para mensuração de produtividade.....	32
3 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	33
3.1 Histórico	33
3.2 Materiais empregados	36
3.2.1 Blocos de concreto	36
3.2.2 Argamassa.....	38
3.2.3 Graute.....	39
3.3 Controle tecnológico	40
3.4 Modulação	41
3.5 Canteiro de obras	46

3.6 Elementos pré-moldados.....	49
3.6.1 Escadas.....	50
3.6.2 Vergas e contravergas	51
3.6.3 Contra marcos.....	51
3.6.4 Lajes pré-moldadas	52
3.7 Equipamentos e ferramentas	53
3.7.1 Equipamentos.....	53
3.7.2 Ferramentas	56
3.8 Segurança do trabalho e treinamento da mão-de-obra	59
4 METODOLOGIA.....	62
4.1 Coleta de dados.....	64
4.1.1 Coleta de dados para os índices de produtividade da mão-de-obra em alvenaria estrutural com blocos de concreto	64
4.1.2 Coleta de dados do fracionamento diário da produção.....	65
4.2 Processamento de dados	66
4.2.1 Processamento de dados para os índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural com blocos de concreto	66
4.2.2 Processamento de dados para o fracionamento diário da produção	69
4.3 Análise de dados	70
4.3.1 Índice de produtividade da mão-de-obra de alvenaria estrutural.....	70
4.3.2 Análise do fracionamento diário da produtividade	70
5 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS.....	70
5.1 Obra AE1 - Caracterização.....	71
5.2 Obra AE2 - Caracterização.....	77
5.3 Obra AE3 – Caracterização	83
5.4 Obra AE4 – Caracterização	87
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	91
6.1 Análise da obra AE1.....	91
6.2 Análise da obra AE2	95
6.3 Análise da obra AE3	98
6.4 Análise da obra AE4	101
7 CONCLUSÃO.....	108
REFERÊNCIAS	110
ANEXO A – QUADRO DE CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	115

ANEXO B – QUESTIONÁRIO	118
ANEXO C - FATORES POTENCIAIS INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE	
119	
ANEXO D - DADOS COLETADOS AE1.....	123
ANEXO E - DADOS COLETADOS AE2.....	126
ANEXO F - DADOS COLETADOS AE3	129
ANEXO G - DADOS COLETADOS AE4.....	132
ANEXO H – GERENCIAMENTO DA PRODUTIVIDADE AE1 – 1ª SEMANA.....	135
ANEXO I – GERENCIAMENTO DA PRODUTIVIDADE AE1 – 2ª SEMANA	136

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância do estudo da produtividade

A partir da década de 1960, o Brasil começou a sentir a pressão do crescimento populacional nos centros urbanos. No entanto, ocorreu a crise econômica, o desemprego e o alto custo do solo urbano, associados à ausência de política habitacional forçando as famílias a buscar por conta própria alternativas precárias de moradia.

Este processo acelerou a favelização, a ocupação irregular da periferia e de áreas de risco configurando, desta forma, os atuais problemas urbanos brasileiros. Neste período, a falta de uma política habitacional eficaz fez com que a indústria da construção civil passasse por um período de poucos progressos e inovações.

A estabilidade econômica, conquistada a partir do Plano Real e consolidada nos últimos anos, com a retomada de uma política habitacional, com a criação do Ministério das Cidades, em 2003, bem como com a aprovação da Política Nacional de Habitação em 2004, deu início à retomada do setor imobiliário.

Conforme o censo de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil tinha um déficit habitacional de 8,3 milhões de moradias. Para atender esta demanda de mercado, as empresas precisam encontrar sistemas construtivos que garantam a máxima eficiência com menores custos, através de planejamento, redução de desperdícios e cumprimentos de prazo.

Sendo assim, as empresas estão descobrindo que seus maiores ativos são o capital humano e sua habilidade em desenvolver processos e produtos mais eficientes. A vantagem competitiva de uma empresa em relação às demais depende da capacitação de seus funcionários, da qualidade dos conhecimentos que são capazes de produzir e de transferir para o sistema produtivo.

A eficiência nos processos produtivos se torna um objetivo a ser alcançado pelas empresas construtoras, a fim de garantir a sua lucratividade, assegurando sua permanência no mercado (ARAÚJO, 2000). No atual cenário da construção civil, o grande desafio é a busca pela produtividade, tendo como objetivo produzir mais e melhor, a partir de uma combinação de recursos, promovendo condições de viabilidade para investimentos em máquinas, processos produtivos e qualificação da mão de obra.

De acordo com Herbsman e Ellis (1990), o conhecimento dos índices de produtividade é essencial para a indústria da construção civil, pois determina as relações

diretas entre as taxas de produtividade e itens como estimativas de custos, controle de custos, programação e gerenciamento de recursos.

Por suas características particulares, como produtos únicos, a produtividade na construção civil, envolve uma transformação (processo), em que uma série de recursos (entradas), geram produtos (saídas), podendo ser analisados de maneiras distintas: desde o estudo de uma única operação para a análise de um determinado produto, até uma análise do sistema como um todo (SOUZA,1996).

Para Carraro (1998), o estudo da produtividade da mão-de-obra de uma empresa gera benefícios, dentre os quais é possível destacar:

- a) previsão do consumo de mão-de-obra;
- b) previsão do gasto com mão-de-obra;
- c) conhecimento do custo real da obra com avaliação dos resultados;
- d) a partir das informações, desenvolver e aperfeiçoar os métodos produtivos para os próximos empreendimentos.

Este trabalho procura, assim, conhecer os índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural, descrevendo os fatores que influenciam esses índices, fornecendo subsídios para um melhor gerenciamento e controle desta produtividade.

1.2 Importância do estudo da alvenaria estrutural

Empreendimentos em alvenaria estrutural com blocos de concreto tiveram um crescimento de 10% no período de 2007 a 2010, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2012). Por ser um processo construtivo racionalizado, no qual as paredes dos blocos funcionam como elementos resistentes, apresentam uma série de vantagens técnico-econômicas, que se destacam dos métodos tradicionais, através da otimização do uso de recursos materiais e humanos (BARROS, 2001).

O estudo da alvenaria estrutural e o acompanhamento de suas fases de projeto e execução fornecem uma visão sistêmica e reforçam a constatação da necessidade de integração entre projeto e obra. À medida que se avança no estudo deste processo construtivo, percebe-se a integração do conjunto dos métodos construtivos, funcionando de maneira organizada e integrada.

A alvenaria estrutural será estudada como processo construtivo, detalhando seus componentes, técnicas, métodos construtivos, as etapas de projeto, planejamento, controle de

produção, logística e execução. Este detalhamento é importante para análise da produtividade da alvenaria estrutural.

1.3 A importância de estudar a produtividade da mão-de-obra, no processo construtivo de alvenaria estrutural

Este trabalho aborda a produtividade da mão-de-obra relativa aos serviços de execução da alvenaria estrutural, envolvendo marcação, alvenaria, grauteamento e ferragem. A Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), através de um estudo realizado entre 2003 e 2009, identificaram o comportamento das empresas de construção civil no Brasil.

Neste período, apenas 4% das empresas estavam totalmente satisfeitas com sua produtividade, enquanto 35% estavam insatisfeitas. A grande maioria, 61%, se declarou pouco satisfeita, por considerarem que a produtividade poderia ser melhor. Este mesmo estudo aponta que a necessidade de mão-de-obra mais qualificada e a adoção de novos processos produtivos é o melhor caminho para o aumento da produtividade.

Para Barros (2001), a existência e a disponibilidade de uma dada tecnologia construtiva, racionalizada ou inovadora, por si só, não garante a melhoria do processo produtivo, ou incremento de produtividade. É preciso que as empresas se adequem à nova tecnologia, investindo em treinamento de pessoal, equipamentos e materiais adequados.

Apesar de as empresas notarem a importância da quantificação da produtividade da mão-de-obra, não existe uma padronização. Cada empresa utiliza uma metodologia diferente, impossibilitando a existência de um banco de dados que sirva de referência para obras futuras.

1.4 Justificativa

A acirrada concorrência da indústria da construção civil pressiona as empresas do setor a procurarem processos construtivos que os auxiliem no planejamento e racionalização da produção, a fim de obterem melhores resultados produtivos com reduções de custo. Neste cenário, o processo construtivo em alvenaria estrutural com projetos compatibilizados e execução planejado e racionalizado tem tido um grande crescimento de empreendimentos nos últimos anos.

Para Santos (2005), os desperdícios e a baixa produtividade na Construção Civil

de edifícios tem sido um problema crônico do setor, constituindo algumas das causas de seu atraso tecnológico em relação a outros setores da economia. A transformação dos recursos existentes em produtos úteis à sociedade necessita de meios de produção e estruturas organizacionais mais eficientes para ser feita com maior produtividade.

Para Thomas e Ylakoumis (1987), como a construção civil tem características próprias, necessita de um modelo de produtividade adequado ao setor, com enfoque no alto consumo de mão-de-obra, seu ritmo, e principalmente a influência do meio externo no desempenho da produtividade.

Atualmente, os índices de produtividade da AE, conhecidos na cidade de Fortaleza, não têm um padrão. Cada empresa procura encontrar seus próprios índices, sem critérios técnicos e sem metodologias definidas, fazendo com que os valores encontrados não possam ser utilizados como referencial.

Este trabalho se justifica pela ausência de uma padronização da mensuração da produtividade da mão-de-obra que possa auxiliar na previsão, gerenciamento e controle das obras de alvenaria estrutural, na cidade de Fortaleza. Através dos resultados encontrados, espera-se que as empresas possam utilizá-los como referência para obras futuras.

1.5 Objetivo

1.5.1 Objetivo principal

O principal objetivo deste trabalho é obter índices de produtividade de obras de Alvenaria Estrutural na cidade de Fortaleza.

1.5.2 Objetivo específico

São elencados a seguir os objetivos específicos deste trabalho:

- Detalhar o processo construtivo de alvenaria estrutural observado no canteiro durante a realização de visitas a obras em Fortaleza, observando as práticas usuais utilizadas, materiais, equipamentos, etc.
- Realizar medições de produtividade em obras de alvenaria estrutural com blocos de concreto em Fortaleza com a utilização do índice da Razão Unitária de Produção - RUP

- A partir de observações durante a fase de medições, identificar os principais fatores que influenciam a alvenaria estrutural com blocos de concreto.

1.6 Limitações

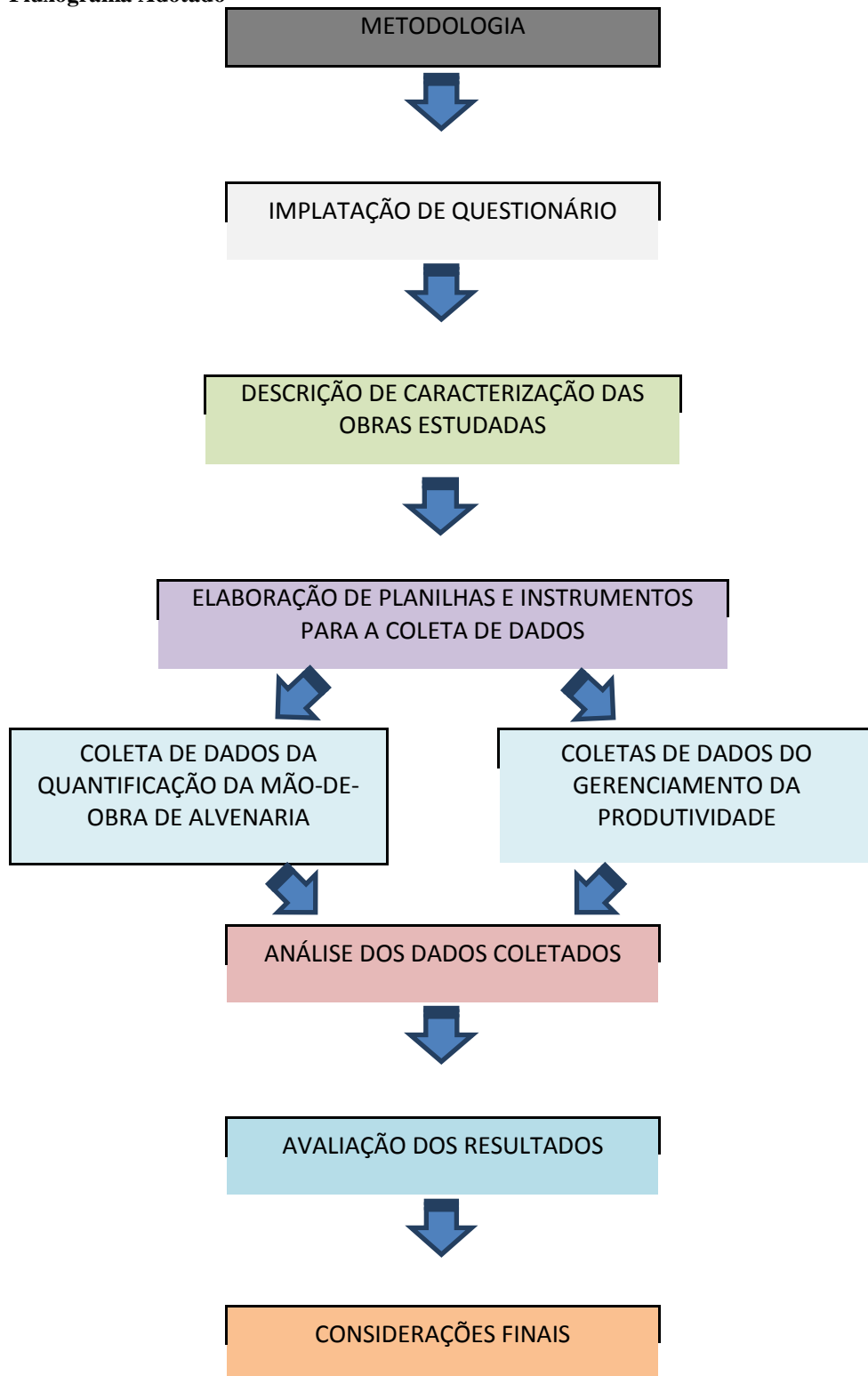
Este trabalho limita-se a encontrar os índices de produtividade da alvenaria estrutural com blocos de concreto em obras em Fortaleza-CE.

1.7 Delineamento da pesquisa

As etapas da pesquisa são:

- a) Estudo através de uma revisão bibliográfica;
- b) Aplicação de um questionário, para que se possa conhecer o projeto, planejamento da obra, seu nível de qualidade e quantificar a equipe de trabalhadores envolvidos na execução da alvenaria estrutural;
- c) Identificação e caracterização das obras estudadas;
- d) Planilha de coleta de dados da quantificação da produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural (APÊNDICES D, E, F e G);
- e) Planilha de coleta de dados (APÊNDICES H e I) do gerenciamento e controle da produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural;
- f) Identificação dos principais fatores que influenciam na produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural;
- g) Análise dos Resultados;
- h) Avaliação dos Resultados;
- i) Considerações Finais.

Figura 1– Fluxograma Adotado



Fonte: Elaboração da autora.

1.8 Estrutura do trabalho

O trabalho será dividido em 7 capítulos.

O Capítulo 1 refere-se à introdução, justificativa e objetivo, onde serão descritos o interesse do pesquisador pelo assunto, sua justificativa na escolha do tema e seus objetivos a serem alcançados.

Os Capítulos 2 e 3 apresentam a revisão bibliográfica, sendo que o capítulo 3 abordará especificamente a Alvenaria Estrutural. Nestes capítulos foram revistos o processo construtivo com alvenaria estrutural e o estudo da produtividade.

O Capítulo 4 descreverá a metodologia utilizada. As características das obras estudadas serão descritas no capítulo 5. O resultado de cada obra e a análise geral dos dados serão abordados no capítulo 6. Por fim, as conclusões da pesquisa serão descritas no capítulo 7.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produtividade

2.1.1 Histórico

Os primeiros estudos sobre produtividade tiveram início com o engenheiro Frederick Taylor que, em 1911, publicou o livro “Os Princípios da Administração Científica”. Com o objetivo de acabar com o desperdício e as perdas, muitas vezes provocadas pela disparidade nos métodos, causada pelo individualismo no esquema de trabalho de cada operário, Taylor procurou elevar os níveis de produtividade através da aplicação de métodos e técnicas que davam ênfase ao planejamento das tarefas. Através desse planejamento, conseguiu-se um maior controle e padronização de utensílios e ferramentas de trabalho.

Através do estudo de tempos e movimentos, o taylorismo tinha como foco a melhor maneira de executar uma tarefa, definindo o tempo médio necessário para um operário normal realizar o serviço de forma racionalizada. Existia a preocupação em construir um modelo de administração baseado na racionalização e no controle das atividades humanas, através da padronização de tarefas e a tecnologia de produção em massa, com a divisão das operações segundo os movimentos simples que as constituem (AMORIM, 2010).

Contemporâneos de Taylor, o casal Franck e Lilian Gilbreth estudou os movimentos, objetivando reduzir o número de ações na execução de uma tarefa, a fim de aumentar a produtividade. Eles buscaram compreender os hábitos de trabalho de empregados de indústrias e desenvolveram técnicas para evitar o desperdício de tempo e de movimento.

Baseados na anatomia e fisiologia humanas, o casal Gilbreth, idealizou um estudo estatístico dos movimentos. Através deste estudo, verificaram que a fadiga trazia efeitos, como a diminuição da produtividade e da qualidade do trabalho, perda de tempo produtivo, doença, acidentes e diminuição da capacidade de esforço.

Ao analisarem o trabalho de um pedreiro, reduziram o número de movimentos para assentar um tijolo de 18 para 05, diminuindo a fadiga e aumentando a produtividade. Eles desenvolveram os *therbligs*, que consistia em um esquema de classificação que mostrava 18 movimentos básicos das mãos. Para minimizar a fadiga, propuseram o redesenho do ambiente de trabalho, a redução das horas diárias de trabalho e a implantação ou aumento de dias de descanso remunerado.

O estudo de movimentos não se limitava a análise dos movimentos do operador,

ele analisava o ambiente de trabalho como um todo, objetivando a eliminação de desperdício de esforço humano, adaptação dos operários à própria tarefa, treinamento dos operários para melhor adequação aos seus trabalhos, maior especialização de atividades e estabelecimento de normas detalhadas de execução do trabalho.

Enquanto a indústria seriada preocupava-se com o aumento da produtividade, através da mecanização e treinamento de seus operários, a indústria da construção sempre foi conhecida pelo uso intenso da mão-de-obra, envolvendo grande esforço humano na produção (SANTOS, 2005).

Durante muito tempo, a construção civil brasileira era caracterizada pelos baixos índices de produtividade que tinha como principais fatores a falta de qualificação dos operários, planejamentos mal elaborados e desperdícios de materiais (SOUZA, 2006).

No Brasil, as primeiras iniciativas de se conseguir ganhos de produtividade, através de processos racionalizados, se deram na década de 70, com a construção de Brasília e de grandes conjuntos habitacionais no estilo dos programas de massa do pós-guerra europeu, tendo como modelo a produção fabril seriada e a organização do trabalho fordista (SANCHEZ, 1994).

Segundo Mamede (2007), a nova mentalidade, voltada para a produção racionalizada com qualidade, é muito mais que um modismo: é uma questão de sobrevivência para as empresas do setor. Para Franco (1992), as empresas procuram obter ganhos de produtividade, com processos racionalizados, a fim de minimizar os custos e prazos.

2.2 Produtividade

No ano de 2012, a indústria da construção civil representou 5,7% do PIB nacional, com um crescimento de 1,4%, segundo os dados da CBIC. Neste mesmo ano, as empresas do setor da construção empregaram cerca de 2,5 milhões de pessoas e tiveram gastos com pessoal de R\$ 63,1 bilhões, o que representou 30,7% do total dos custos e despesas da construção (R\$ 205,6 bilhões). Os gastos com salário foi de R\$ 41,9 bilhões, o que significou um salário médio mensal de R\$ 1.300,00, valor 8,7% superior ao de 2009 (R\$ 1196,00).

Após décadas de poucos investimentos e inovações, as empresas de construção se viram em um cenário favorável, mas despreparadas para enfrentar esse novo mercado competitivo e com clientes cada vez mais exigentes. The Mckensy Global Institute (2010) identificou que, para o Brasil fazer parte dos principais economias do mundo, tem que eliminar as fortes barreiras a produtividade. Em 2004, um trabalhador brasileiro produzia

apenas 18% do que um trabalhador americano.

Muitos pesquisadores, como Thomas (2010), Hanna et al (2010), Carraro (1998), Araújo e Sampaio (2012), Paliari e Souza (1999), Souza (1991) têm estudado produtividade por acreditarem que a construção civil ainda precisa melhorar seus índices produtivos. Para Araújo (2000), no atual acirramento competitivo do mercado, as empresas de construção precisam conhecer sua produtividade, pois a mesma está relacionada com a melhor ou pior eficiência do seu processo produtivo. Thomas (2010) acredita que os atrasos das obras e perdas na produtividade estão diretamente ligadas à falta de eficiência da empresa.

A contratação de mais operários, horas extras ou dois turnos, muitas vezes é vista como a solução para resolver atrasos em empreendimentos, mas estudos de Araújo e Sampaio(2012) e Hanna et al (2010) demonstraram que fatores como tempo de espera, tempo de transporte, falta de equipamentos, absenteísmo, falta de materiais devem ser observados para que haja uma melhor produtividade.

Moreira (1996), argumenta que a produtividade está ligada à eficácia de um sistema produtivo, sendo a eficácia relativa à melhor ou pior utilização dos recursos. Barros (1996) postula que a introdução de inovações tecnológicas, por si só, não garante um aumento de produtividade. É preciso que se adotem procedimentos gerenciais desde as etapas iniciais do empreendimento, em termos de recursos humanos, físicos e organizacionais, para que se consiga atingir os resultados previstos.

Pensar e executar obra com todos os setores integrados, desde a definição do método construtivo, com compatibilização total dos projetos antes da etapa de execução, definição dos principais fornecedores integrando-os ao cronograma da obra, planejamento da obra integrado com o cronograma financeiro e treinamento de mão-de-obra operacional são essenciais para que se alcance uma boa gestão na obra e se atinja maiores índices de produtividade.

O termo produtividade varia conforme as diferentes áreas de produção, mas a maior parte delas afirma ser a relação entre o que é obtido na saída e o que é consumido na entrada de um sistema físico. Sendo a construção civil um processo produtivo, pode-se representar a produtividade como a entrada de recursos físicos utilizados (materiais, mão-de-obra e equipamentos) e as saídas por uma obra ou serviço, resultado do processo (ARAÚJO, 1992).

Por não terem um padrão de quantificação de produtividade adequado, onde possam obter os gastos com materiais, mão-de-obra e equipamentos utilizados em um empreendimento, as empresas não conseguem ter os verdadeiros valores de custo. Este

número é primordial para se conhecer a lucratividade de uma empresa. Demonstrando a preocupação das companhias em melhorar sua produtividade, muitos modelos de medição de produtividade têm sido propostos, os principais podem ser classificados em: modelo econômico, modelos teóricos, modelos de entrada e modelo de entrada-saída.

2.2.1 Modelo econômico

A importância do estudo da produtividade pode ser reconhecida através da importância dada aos indicadores econômicos nas economias dos países. Destacam-se os estudos macro econômicos da produtividade baseado em Solow (FEITOSA, 2003), que enfocam a produtividade total de fatores (PTF) como uma medida de progresso técnico.

Partindo de premissas quanto ao funcionamento da oferta, supõe que não há ineficiências na produção, ou seja, que as firmas sempre estão maximizando lucros e minimizando custos, e que não há retornos crescentes e tampouco decrescentes de escala. Dentro desta linha as únicas fontes primárias da expansão do produto são a acumulação de fatores e o progresso técnico.

Neste contexto, a taxa de variação da PTF é uma média ponderada das taxas de variação das produtividades parciais de cada fator produtivo. A produtividade total dos fatores (PTF) destaca-se entre os indicadores de produtividade por ser um indicador multifator. Neste caso, é possível identificar qual dos fatores é responsável por ganhos de eficiência de um determinado produto.

Medidas de produtividade construídas a partir de um único fator são incapazes de diferenciar ganhos de eficiência da simples substituição entre fatores. Pode-se definir a Produtividade Total dos Fatores (PTF), como:

$$\text{PTF} = \text{Total da saída} / (\text{Trabalho} + \text{Materiais} + \text{Equipamentos} + \text{Energia} + \text{Capital}), \text{ ou seja,}$$
$$\text{PTF} = \text{Total de Saída} / \text{Total de Entrada}$$

Contrapondo-se à visão macroeconômica de Solow, Farrel, Feitosa (2003) admite a possibilidade de ineficiências técnicas possibilitando retornos crescentes e decrescentes de escala. Neste caso, admite-se que além de progressos técnicos e aumento no emprego de fatores produtivos é possível redução de ineficiências técnicas e ganhos de escala. Este modelo microeconômico permite identificar as mudanças na produtividade.

Segundo a CBIC, entre 2006 e 2009, o Brasil teve um crescimento da PTF da construção de 3,1%, motivado principalmente pela qualificação da mão-de-obra e maiores investimentos em máquinas e equipamentos.

2.2.2 Modelo teórico de Drewin

Drewin, em 1985, propôs um modelo de medição de produtividade para a construção civil. Este modelo foi chamado de processo de conversão fechado, pois todos os fatores externos ao processo são constantes. Nesse contexto, há uma ênfase quanto ao conteúdo do trabalho, que se torna o único determinante das saídas. Este tipo de modelo não apresenta aplicação prática sendo considerado apenas uma representação teórica por demais simplificada da realidade.

2.2.3 Modelo dos atrasos (modelo de entrada)

Este modelo divide o dia trabalhado em três partes: os tempos de atrasos, os tempos produtivos e os tempos auxiliares. Ainda está baseado em três premissas básicas:

- i. Os tempos produtivos, as esperas e os tempos por atrasos estão relacionados;
- ii. O tempo produtivo está relacionado com a saída e a produtividade.

Se o tempo produtivo é conhecido, a produtividade da saída pode ser calculada. Neste mesmo raciocínio, quando a produtividade é maior o tempo de espera é reduzido. (THOMAS, MALONEY, HORNER, HANDA e SANDRES (1990).

Por considerar algumas influências externas, são mais adequados que os modelos fechados e são aplicados na indústria seriada. Para Araújo (1992), sendo a Indústria da Construção civil bem diferenciada da indústria seriada, o uso dos modelos de entrada para se estudar a produtividade encontra muitas dificuldades, como:

- a) Não investigam os fatores que afetam a produtividade;
- b) Muitas vezes estudam o indivíduo e não a equipe;
- c) O observador é obrigado a fazer intervenções e análises instantâneas sobre o conteúdo do trabalho de um funcionário;
- d) Funcionam bem em situações com muito trabalho repetitivo;

- e) Consideram apenas as entradas do processo;
- f) Gasta-se muito tempo com a coleta de dados.

2.2.4 Modelo de entrada- saída

Estes modelos entendem a produtividade a partir de informações relacionadas tanto às saídas quanto às entradas do processo produtivo. Dentre os estudados estão o Modelo das Expectativas e o Modelo de Fatores (ARAÚJO, 2000).

O Modelo das Expectativas desenvolvido por Maloney (1981) procura entender o comportamento do indivíduo dentro das suas opções de escolha. Analisa o que leva um indivíduo a tomar uma determinada atitude, movida pelo resultado que ela lhe trará, tais como: recompensas financeiras, reconhecimento do chefe, aprendizado. Esta teoria indica como analisar um resultado, baseado no comportamento de entrada do indivíduo e está muito ligada aos modelos motivacionais estudados hoje.

2.2.5 Modelo de fatores (modelo entrada-saída)

O modelo de fatores foi desenvolvido, em 1987, na Universidade do Estado da Pensilvânia pelo professor Randolph Thomas e Iacovos Yiakoumis, podendo ser considerado o primeiro modelo de mensuração de produtividade focado na construção civil. Trata-se de um modelo diferente de outros, pois mensura a produtividade através da equipe de trabalhadores, considerando a curva efeito- aprendizagem e os fatores que influenciam nos índices de produtividade.

As variações no conteúdo ou no contexto do trabalho fazem com que a produtividade real possa variar em relação à de referência. O modelo relaciona a produtividade real diária às características diárias que influenciam e modificam o trabalho.

A quantificação dos fatores que influenciam a produtividade envolve uma análise estatística da equipe de operários envolvidos e da relação destes fatores, são representados matematicamente pela equação:

$$RUP_{diária} = RUP_{id} + k_1 F_1 + \dots + k_n F_n + f^*(X_1) + \dots + f_m^*(X_m) \quad (1)$$

Onde:

$RUP_{diária}$ representa a equipe de trabalhadores envolvidos no serviço pelo tempo deste serviço;

RUP_{id} representa a equipe de trabalhadores envolvidos no serviço pelo tempo deste serviço, em condições ideais, ou seja sem fatores intervenientes da produtividade;

k_1 são as parcelas aditivas relacionadas á presença dos fatores qualitativos F_i ;

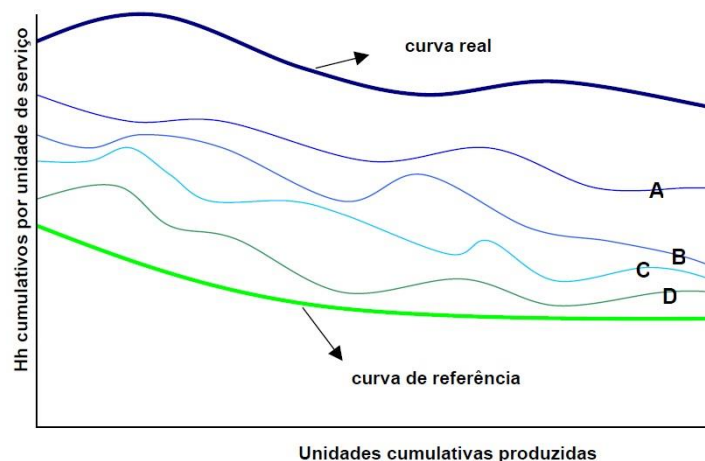
F_1, F_2, \dots, F_n são os fatores qualitativos (ausência=0, presença=1);

$f_j^*(X_j)$ é a função tendo como variável o fator quantitativo X_j ;

X_1, X_2, \dots, X_m são os fatores quantitativos (carecem de medição);

O efeito cumulativo dos distúrbios causados por esses fatores gera uma curva real de 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 estudado. Essa curva conterà o desempenho básico do serviço realizado dentro de certas condições de referência, somado a uma componente resultante das eventuais melhorias vindas das operações repetitivas, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2: Modelo de Fatores



Fonte: Araújo (2000).

- a) Curva real: representa um resultado hipotético de uma medição hipotético de uma medição efetuada em campo;

- b) Curvas a, b, c e d: representam curvas de produtividade de um determinado serviço, obtidas a partir da sucessiva subtração, com relação à produtividade real dos efeitos induzidos pelas condições a, b, c e d, distintas da situação de referência;
- c) Curva de referência: mostra a produtividade obtível caso não houvesse influência de fatores que diferem da produtividade de referência.

De acordo com Thomas et al (1989), as principais características do modelo de fatores são :

- i. Não mensura a produtividade em função do tempo, mas em função da saída;
- ii. Tem a equipe de trabalhadores como unidade básica de trabalho, não um membro individual da equipe;
- iii. A produtividade ideal é resultado de condições de trabalho que podem ser encontradas;
- iv. O modelo inclui muitos fatores que afetam a produtividade. A forma do modelo permite uma validação estatística e fatores podem ser acrescentados ou excluídos quando apropriados.

A figura 3 apresenta a estruturação do modelo de fatores, onde são apresentados os fatores diretos e indiretos. A partir desta estruturação descrito por Randolph Thomas(1987) , o pesquisador através de avaliações **in loco**, encontrou os principais fatores que influenciam na produtividade da alvenaria estrutural com blocos de concreto das obras estudadas.

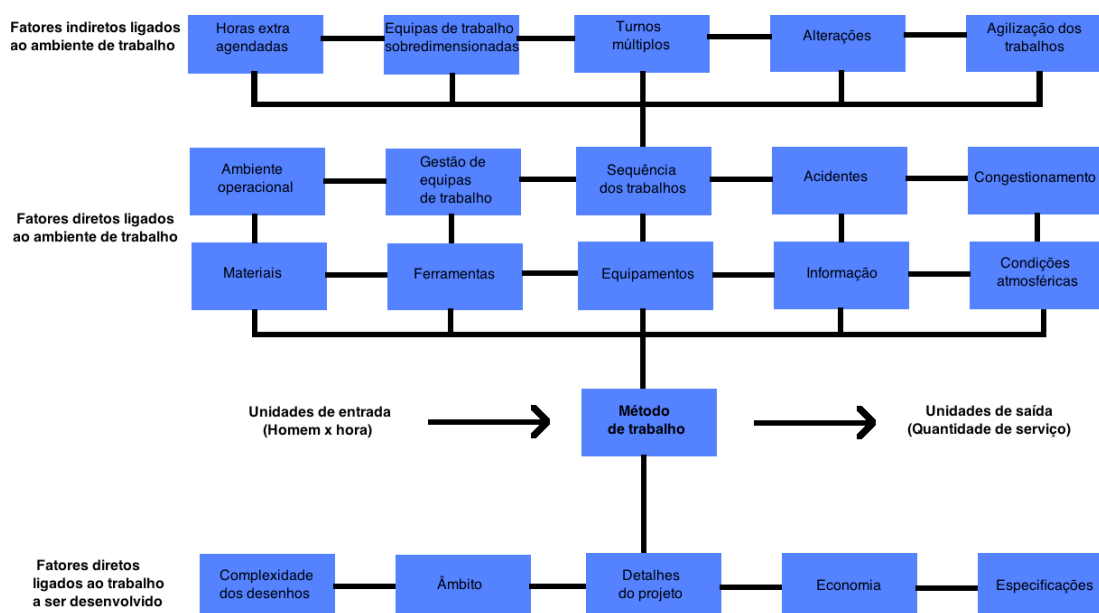


Figura 3 – Fatores diretos e fatores indiretos (Martins-2013)

Para este trabalho, adotou-se o Modelo de Fatores pelas suas características acima mencionadas e por ter um sistema de mensuração fácil, com uma rápida retroalimentação. As informações e dados encontrados são analisados e estudados e seus resultados são comparados com diferentes empreendimentos, podendo ser utilizado como referência, pois refletem a realidade encontrada.

Neste trabalho será apresentada a curva de produtividade real (diária e cumulativa) encontrada e a curva potencial para as obras estudadas.

2.2.6 Estratificação diária da produtividade

Atrasos no prazo de conclusão de uma obra causam um grande custo financeiro para qualquer empresa. No Brasil, a ineficiência de utilização ou a falta de recursos são considerados os principais causadores dos atrasos e perdas na construção. Araújo, Carvalho e Telles (2012) acreditam que gerenciar a ineficiência do trabalho durante a obra é o melhor caminho para melhorar a produtividade de uma obra.

Baseado no modelo de fatores, estes autores ampliaram o modelo de mensuração de produtividade, aplicando-o em uma grande empresa brasileira, a partir de 2007. Os pesquisadores argumentam que, apesar de as empresas quantificarem sua produtividade, o resultado só é conhecido semanas ou meses após o término do trabalho, tornando impossível

qualquer tipo de intervenção imediata que possa vir a melhorar aquele empreendimento. Assim, os números encontrados ficam restritos à utilização nas próximas obras.

A estratificação diária da produtividade está diretamente associada à qualidade das ações de intervenções que possam ser efetuada enquanto o trabalho está sendo executado. O gerenciamento da produtividade através da estratificação diária procura desenvolver ferramentas que facilitem o entendimento do modelo de fatores. Entre as principais características estão:

- a) Ser de fácil entendimento na empresa;
- b) Poder ser utilizado por funcionários da própria empresa;
- c) Apresentar baixo custo de implementação e operação;
- d) Dá respostas rápidas e precisas sobre o gerenciamento da execução dos serviços.

O gerenciamento da produtividade é um processo contínuo que deve ser identificado, mensurado e melhorado ao longo da obra para diminuir perdas e atrasos. A grande dificuldade do modelo de fatores está em separar e tratar cada fator que influencia a produtividade isoladamente, visto que cada um destes fatores tem um nível de influência na produtividade que não é constante.

Diferente da indústria seriada, na construção civil, os trabalhadores têm postos de trabalho variáveis, pois uma mesma atividade vai prosseguindo em locais diferentes, na medida em que etapas da obra vão sendo concluídas. Isto faz com que, ao longo do dia de trabalho, possa ocorrer muitas variáveis intervenientes que influenciam a produtividade.

O gerenciamento da produtividade estratifica os fatores que influenciam na produtividade em frações, organizando e estruturando de acordo com um modelo de análise hierárquica de atividade durante o dia de trabalho, com foco na análise e no tratamento desses fatores fracionados, fazendo com que, durante a obra, os fatores que influenciam positivamente possam ser melhorados e os fatores que influenciam negativamente possam ser diminuídos.

Segundo Araújo e Sampaio (2012), o primeiro nível hierárquico do dia de trabalho será fracionado em sete categorias que são:

- a) Falta de suporte ao trabalho (falta de equipamento, epis);
- b) Falta de requisitos necessários (falta de definição da tarefa a ser executada, falta de projeto);
- c) Tempo de transporte (transporte de pessoal, transporte de material);
- d) Tempo de espera (material, equipamento);

- e) Tempo de mobilização (tempo gasto para se chegar ao local de trabalho);
- f) Atrasos (início do trabalho, esperando uma ferramenta, esperando elevador);
- g) Trabalho efetivo ou direto.

Escolheu-se uma obra para aplicar o modelo de gerenciamento da produtividade através da estratificação diária, mensurando a produtividade diária estratificada no primeiro nível hierárquico. A principal finalidade é poder se ter um retrato real do trabalho da mão-de-obra durante todo o dia de trabalho.

Com os dados pode-se controlar a produtividade da mão-de-obra de um serviço durante o tempo em que a obra está sendo executada, corrigindo e adequando a equipe de trabalhadores. A readequação do cronograma físico-financeiro poderá ser executado com um melhor planejamento e menores custos.

2.3 Indicador adotado para mensuração de produtividade

Um dos principais problemas de se estudar produtividade é encontrar uma maneira clara sobre como calcular os indicadores que estão sendo utilizados para mensurar a produtividade. Neste trabalho será medida a produtividade por um índice padrão, utilizado por inúmeros pesquisadores como: Thomas (2010), Paliari e Souza (1999), Souza (2000), Araújo e Sampaio (2012), denominada Razão Unitária de Produção (RUP). Esta é a razão entre os homens-hora despendidos (entrada) à quantidade de serviço executada (saída).

$$RUP = \text{homem-hora/quantidade de serviço}$$

A RUP medida por dia de trabalho será a RUP diária e mostra o efeito sobre a produtividade dos fatores no dia de trabalho. Para se detectar tendências de produtividade em períodos mais longos, tem-se a RUP cumulativa.

Souza (2000) define a RUP potencial como sendo a mediana das RUPs diárias cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período. A RUP potencial gera bons índices de produtividade que devem ser alcançados no empreendimento.

Para se coletar os homens-horas despendidos em um dia de trabalho, pode-se utilizar a observação, as folhas de pagamento ou as informações do encarregado da obra. Como o serviço de alvenaria pode ser mensurado com precisão, no estudo de caso deste trabalho utilizou-se a equipe de trabalhadores envolvidos diretamente no serviço de mão-de-obra, composto dos pedreiros e serventes.

3 ALVENARIA ESTRUTURAL

3.1 Histórico

A alvenaria data da pré-história, sendo um dos mais antigos sistemas de construção da humanidade. No início, as alvenarias eram em pedra ou tijolos de barro secos ao sol, apresentavam grandes espessuras, devido ao dimensionamento por métodos empíricos, sem uma técnica racional de cálculo.

Os exemplos mais expressivos de utilização da alvenaria estrutural na antiguidade são as Pirâmides Quéfren, Quéops e Miquerinos também conhecidas como Pirâmides de Guizé, o Farol de Alexandria, o Coliseu, a Catedral de Reims. Com exceção do Farol de Alexandria, que foi destruído por um terremoto no século XIV, estes monumentos ainda hoje impressionam pelas suas dimensões, vãos, arquitetura e conservação.

Entre os séculos XIX e XX, obras de maior porte eram construídas em alvenaria com base em modelos mais racionais, tendo como símbolo clássico, o edifício Monadnock Building (Figura 3), construído em Chicago, entre 1889 e 1891, com 16 pavimentos e 65 metros de altura, com paredes de alvenaria não armada de 183 cm de espessura. Segundo Ramalho e Correa (2003) se a referida obra fosse dimensionada pelos procedimentos atuais e com os mesmos materiais, essa espessura seria inferior a 30 cm.

Figura 3 - Edifício Monadnock.



Fonte: Manual ABCIC para Alvenaria (2009).

Com o aprimoramento do cimento e o domínio do aço, as estruturas em concreto armado são marcantes no início do século XX e se tornam, junto com as edificações metálicas, os sistemas estruturais predominantes até a metade do século, não só pela menor área útil ocupada, mas igualmente pelo custo mais baixo em relação às pesadas obras em alvenaria estrutural.

A partir da década de 50, começou a surgir as primeiras normas que permitiam calcular a espessura necessária das paredes e a resistência das alvenarias, em bases de cálculo mais racionais e experimentações laboratoriais, principalmente na Suíça. Em 1951, o engenheiro suíço Paul Haller dimensionou e construiu na Basileia (Suíça) um edifício de 13 pavimentos em alvenaria não armada. Este edifício é considerado um marco da alvenaria estrutural não armada.

Entre 1952 e 1959, o engenheiro civil uruguaio Eladio Dieste, construiu a Igreja de Atlântida. Após a construção, o sistema de alvenaria estrutural começou a ser aceito para obras arrojadas e de beleza arquitetônica (RAMALHO, CORREA, 2003).

Os anos 60 e 70 foram marcados por intensas pesquisas experimentais e aperfeiçoamento de modelos matemáticos de cálculo, objetivando projetos resistentes, não só a cargas estáticas, mas também a cargas dinâmicas de vento e sismo (NASCIMENTO, 2007). Até quase o final de década de 70, os desafios foram o de aperfeiçoamento dos modelos temáticos de dimensionamento, com desenvolvimento de estruturas resistentes a explosões e retiradas de paredes estruturais internas.

Atualmente, nos Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha e muitos outros países, a alvenaria estrutural atinge níveis de cálculo, execução e controle, similares aos aplicados nas estruturas de aço e concreto, constituindo-se num econômico e competitivo sistema racionalizado, (NASCIMENTO, 2007). Segundo Ramalho e Correa (2003), o edifício mais alto em alvenaria estrutural da atualidade é o Hotel Excalibur (Figura 4), em Las Vegas, formado por quatro torres principais, com 28 pavimentos, executada em alvenaria armada de blocos de concreto.

Figura 4 - Hotel Excalibur, Las Vegas (EUA).



Fonte: <http://www.flickr.com>.

Para Sabbatini (1978), são marcos importantes desta fase a edição da norma inglesa BS 5628, primeira a adotar o método dos estados limites, a partir de estudos desenvolvidos na Índia, Nova Zelândia, Itália e EUA sobre o comportamento de edifícios submetidos a sismos e os trabalhos desenvolvidos no laboratório de campo de Torphin Quarry Edinburg com edifícios de 6 pavimentos em escala real.

As primeiras construções em alvenaria no Brasil datam da época da colônia, com as mesmas técnicas utilizadas em Portugal, com a predominância da alvenaria em pedra (NASCIMENTO, 2007). A alvenaria estrutural (AE) como sistema construtivo começou no Brasil a partir da década de 60. Os primeiros prédios em alvenaria armada foram construídos em São Paulo, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”, em 1966. Em 1972 foram construídos quatro edifícios de 12 pavimentos no mesmo conjunto.

Em 1977 vieram os primeiros prédios em alvenaria estrutural não armada, com a construção, em São Paulo, de um edifício de nove pavimentos em blocos sílico-calcário. O início da década de 80 marca a introdução dos blocos cerâmicos na alvenaria estrutural.

Em 1989 foi editada a NB-1228, Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto, que trata do cálculo da alvenaria estrutural, armada ou não armada, de blocos vazados de concreto.

A alvenaria estrutural como se vê hoje é um processo construtivo caracterizado por empregar como estrutura paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras (de qualquer espécie), por serem dimensionadas segundo métodos especificados em norma, por ter um elevado nível de organização da produção, o que gera projeto e execução racionais.

3.2 Materiais empregados

Atualmente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe de normas para blocos cerâmicos e de concreto.

Os Projetos, execução e controle de obras para alvenaria estrutural com blocos cerâmicos são apresentados na ABNT (NBR15812:2010), partes 1 e 2, onde são estabelecidos os requisitos exigíveis para o projeto de estruturas, bem como à análise do desempenho estrutural de elementos de alvenaria de blocos cerâmicos.

O projeto estrutural para a alvenaria com blocos de concreto, assim como, a execução e controle de obras são estabelecidos na ABNT, NBR 15961:2011, partes 1 e 2.

A alvenaria estrutural tem como componentes básicos, segundo Camacho (2006), os blocos estruturais, a argamassa de assentamento, o graute e a armadura.

3.2.1 Blocos de concreto

Este trabalho irá tratar da alvenaria estrutural com blocos de concreto, desta maneira, focar-se-á nos blocos de concreto, que são a unidade básica da AE. Ela é responsável pela definição da modulação do projeto. Para Roman, Mutti e Araújo (1998), a modulação é a base do sistema de coordenação dimensional utilizado nos edifícios em AE.

As normas brasileiras não estabelecem que os blocos de concreto devam ser fabricados em máquinas vibro-prensas, mas para se ter resistência característica (f_{bk}), homogeneidade e dimensionamento especificado em projeto, a fabricação dos blocos de forma manual, não é possível. Por sua elevada potência de vibração e desforma imediata, as vibro-prensas têm capacidade para produzir uma grande quantidade de blocos, com elevada resistência a compressão e com desvios padrão menores.

A ABNT (NBR 12118:2011) especifica métodos de ensaio para análise dimensional e determinação da absorção de água, da área líquida, da resistência à compressão e da retração por secagem, em blocos dos de concreto simples para alvenaria.

Pozzobon (2003) estabeleceu critérios e cuidados que devem ser atendidos para aceitação de blocos de concreto em obra:

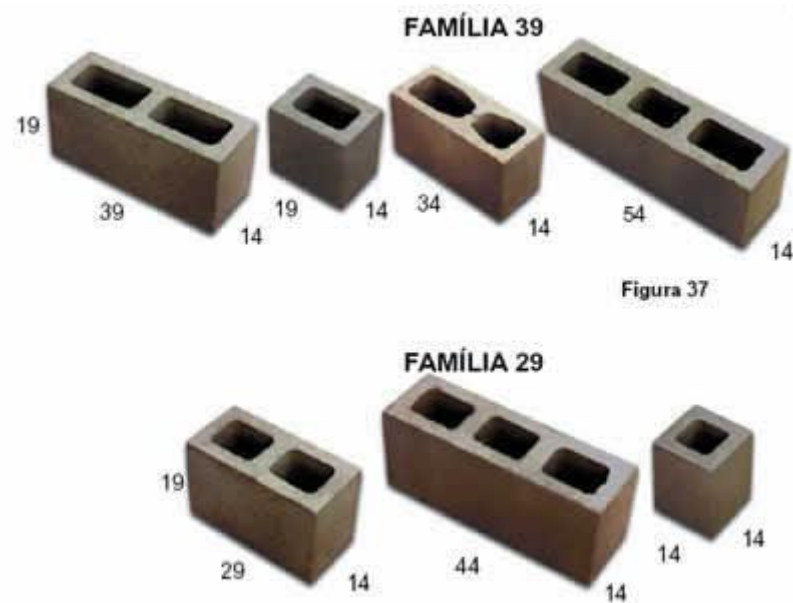
- a) O fabricante deverá entregar o relatório do controle tecnológico dos blocos, onde deverá constar todos os ensaios estabelecidos em norma, especificando o lote do referido ensaio;

- b) Os blocos deverão ser arrumados em pallets, de maneira a evitar choques bruscos nos mesmos;
- c) Cada pallets deverá ser envolto em filme, a fim de evitar que desarrumem;
- d) Deverá ser indicado no pallet a data de fabricação, o lote, tipo de bloco e resistência característica (f_{bk});
- e) No canteiro de obras aconselha-se utilizar equipamentos específicos para o transporte dos blocos visando aumento da produção e redução de quebras;
- f) Para armazenagem na obra, os blocos devem ser colocados em locais planos e sobre uma superfície que evite o contato direto com o solo;
- g) No recebimento de blocos o aspecto visual pode vir a ser de importância fundamental, os mesmos devem ter arestas perfeitas, não se admite fissuras e o concreto deve estar visualmente compacto.

No Brasil são utilizadas duas modulações: a modulação de 40cm e a modulação de 30cm. Na primeira, o módulo básico considerado para a elaboração de projetos é de 20cm, ou seja, o comprimento das paredes, aberturas e vãos deverão ser múltiplos desta medida. Os elementos utilizados são: bloco 39 x 19 x 14 cm, bloco 34 x 19 x 14 cm, bloco e meio 54 x 19 x 14 cm, meio bloco 19 x 19 x 14 cm, bloco calha 19 x 19 x 14 cm, bloco J 19 x 27 x 14 cm (Figura 5).

Na modulação de 30cm, o módulo básico considerado para projetos é 15cm, ou seja, o comprimento das paredes, aberturas e vãos deverão ser múltiplos desta medida. Os elementos utilizados são: bloco de 29 x 19 x 14 cm, meio bloco 14 x 19 x 14 cm, bloco e meio de 44 x 19 x 14 cm, bloco calha 14 x 19x 14 cm, bloco J 14 x 19 x 14 cm (Figura 5).

Figura 5: Família de blocos de concreto.



Fonte: ABCP (2003).

3.2.2 Argamassa

A argamassa é responsável pela ligação entre os blocos de alvenaria, a fim de formar uma estrutura única, sendo formada normalmente por cimento, areia e cal. De acordo com Ramalho e Correa (2003), as principais funções da argamassa na alvenaria são:

- a) Unir e solidarizar os blocos;
- b) Transmitir e distribuir as cargas pela área das unidades de alvenaria;
- c) Compensar imperfeições e irregularidades dos blocos;
- d) Absorver as deformações naturais da parede;
- e) Impedir a entrada de água e vento nas edificações.

A fim de desempenhar suas funções as argamassas de assentamento são necessárias algumas características e propriedades:

- i. Trabalhabilidade, que é a propriedade de ter uma consistência ideal para apoiar os blocos;

- ii. Retenção de água, para evitar a ocorrência de uma fraca ligação entre o bloco e a argamassa pela sucção da água pelo bloco, impedindo a hidratação do cimento: a perda de água muito rápida gera um endurecimento da argamassa, podendo prejudicar o assentamento das fiadas seguintes;
- iii. Plasticidade, capacidade de absorver deformações sem fissurar;
- iv. Aderência, capacidade de absorver esforços de cisalhamento e de tração;
- v. Durabilidade;
- vi. Resistência a compressão (f_{ck}): a resistência à compressão tem que ser determinada no projeto estrutural.

3.2.3 Graute

Segundo Medeiros (1997), graute é um microconcreto de alta plasticidade cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armaduras em seu interior, o graute também combate os esforços de tração.

O graute tem a mesma composição do concreto, utilizando agregados graúdos de tamanho menores. No projeto estrutural é especificado o local e resistência do graute. É importante que o calculista use ao mínimo os pontos de graute (Figura 6), pois a execução do mesmo quebra o ritmo de execução da alvenaria diminuindo a produtividade.

Figura 6 - Pontos de graute.



Fonte: Projeto Estrutural AE3 (2010).

3.3 Controle tecnológico

As paredes de AE são uma combinação de unidades de blocos de concreto e argamassa. Para que se transformem em uma estrutura monolítica e trabalhe de modo eficiente é necessário que a argamassa ligue solidariamente as unidades tornando o conjunto homogêneo (Figura 7).

Figura 7: Parede Alvenaria Estrutural.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Para se determinar a resistência à compressão da alvenaria estrutural é necessário realizar o ensaio de prismas ou mini paredes.

Prismas são corpos-de-prova que levam em consideração a interação entre as unidades e a argamassa na resistência à compressão do conjunto alvenaria (Figura 8). Os resultados dos ensaios mostram que a resistência à compressão dos prismas (f_{bp}) é menor do que a resistência à compressão dos blocos (f_b) e é maior do que a resistência à compressão da argamassa (f_a).

A Norma ABNT (NBR 8949:1985) descreve o método de preparo e de ensaio de paredes estruturais submetidas à compressão axial, construídas com blocos de concreto, blocos cerâmicos ou tijolos.

Figura 8: Prisma.



Fonte: Elaboração da autora (2011).

3.4 Modulação

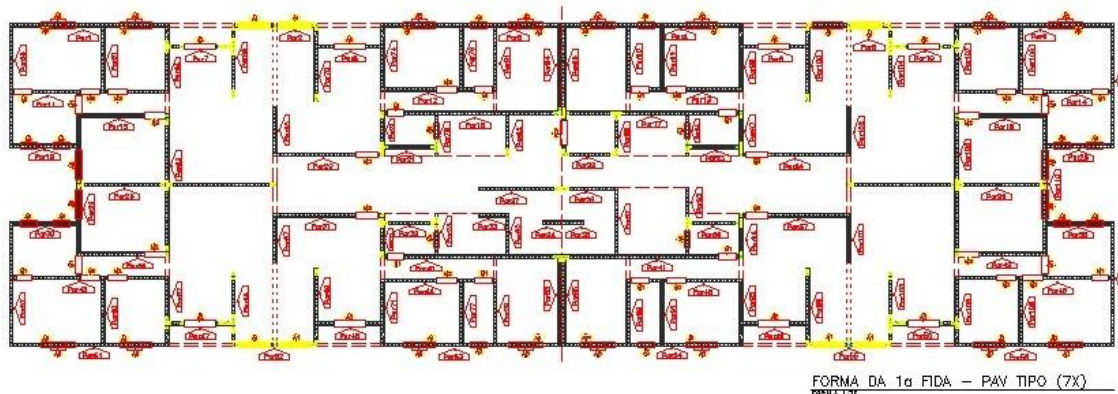
A fase de projeto é essencial para o sucesso do empreendimento em alvenaria estrutural. Para Orashi e Franco (2001), uma gestão ineficiente do processo de projeto pode causar muitos problemas tais como: incompatibilidades entre as diversas modalidades de projeto, especificações insuficientes ou incorretas e ausência e/ou clareza nos detalhes, refletindo principalmente em desperdícios de materiais e mão-de-obra (retrabalho).

Sabbatini (1978) ressalta a importância da elaboração do projeto para produção do edifício, no qual são definidas as técnicas construtivas (e também os métodos, no caso do objeto do desenvolvimento ser um processo ou um sistema construtivo) e projetados os detalhes de execução que irão permitir a construção do edifício ou de suas partes, em acordo com o prescrito na concepção geral.

Durante a concepção inicial de um projeto, os requisitos do produto devem estar claramente definidos. A escolha do sistema estrutural deve ser definida, para que todos os projetos sejam executados, visando adequar ao melhor processo construtivo, utilizando-se tecnologias viáveis.

Segundo Tauil e Nesse (2009), o projeto estrutural (Figura 9) da alvenaria estrutural, pela sua importância no todo da edificação, é o desenho preciso de cada lâmina de parede que sustentará a edificação trabalhando em conjunto com outras em todos os sentidos e nas 3 direções ou coordenadas.

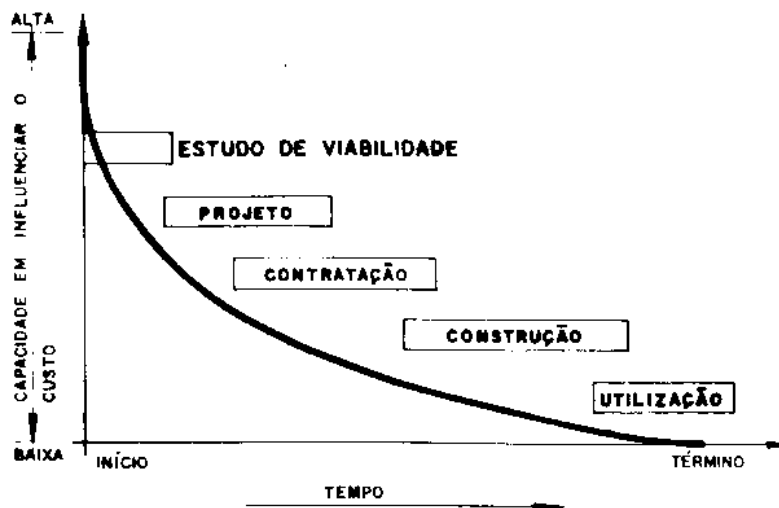
Figura 9 – Detalhe dos blocos e parede da 1ª fiada do Projeto Estrutural.



Fonte: Projeto Estrutural obra AE1 (2010).

As decisões tomadas na fase de projeto trazem maior repercussão nos custos, na velocidade e na qualidade final do empreendimento. As alterações ocorridas nesta fase apresentam um custo menor que nas fases posteriores da obra (FRANCO, AGOPYAN, 1993) (Figura 10).

Figura 10 – Estudo de viabilidade econômica do empreendimento.



Fonte FRANCO; AGOPYAN (1993).

Para Mamede, Ramalho e Correa (2007) as diretrizes para um projeto racionalizado têm como principais fatores:

- a) Implantação de um sistema de racionalização de projetos;
- b) Integração da equipe de projetistas;

- c) Controle de qualidade dos projetos;
- d) Aplicação dos princípios de construtibilidade, nas fases de concepção, planejamento, projeto e execução da obra;
- e) Simplificação e padronização das soluções;
- f) Utilização de elementos pré-moldados;
- g) Adoção do sistema de coordenação dimensional;
- h) Detalhamento de projetos.

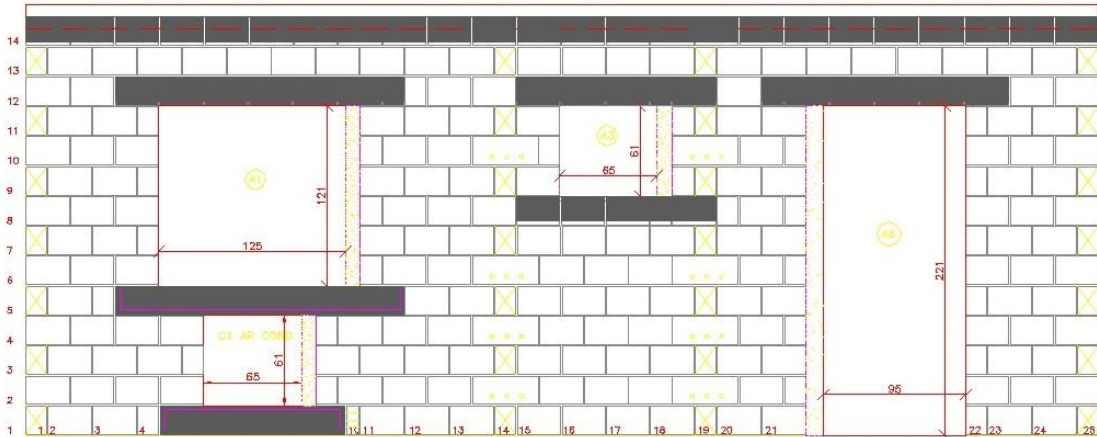
Para se obter uma alvenaria estrutural racionalizada e com ganhos de produtividade é preciso ter racionalidade e compatibilização dos projetos. O projeto para produção da alvenaria deve reduzir o número de decisões a serem tomadas no canteiro, integrando-se aos demais projetos com a incorporação de todos os itens de instalações prediais e definição dos elementos a serem utilizados, visando preparar e planejar a execução da alvenaria.

Para Sabbatini e Silva (2003), as atividades de execução não devem abrigar, como tradicionalmente ocorre na construção civil, tomadas de decisão definidoras da qualidade do produto. Essas devem estar definidas nas etapas anteriores, nas atividades de concepção e planejamento.

O sucesso de um projeto de alvenaria estrutural depende da definição dos elementos estruturais, da modulação da alvenaria, em função da arquitetura e da adequação desta às dimensões modulares dos componentes (SIQUEIRA, MALARD, SILVA, 2008). O projeto arquitetônico deve ser desenvolvido conjuntamente com a estrutura, para que a modulação dos blocos seja respeitada, evitando-se a utilização excessiva de blocos de ajuste.

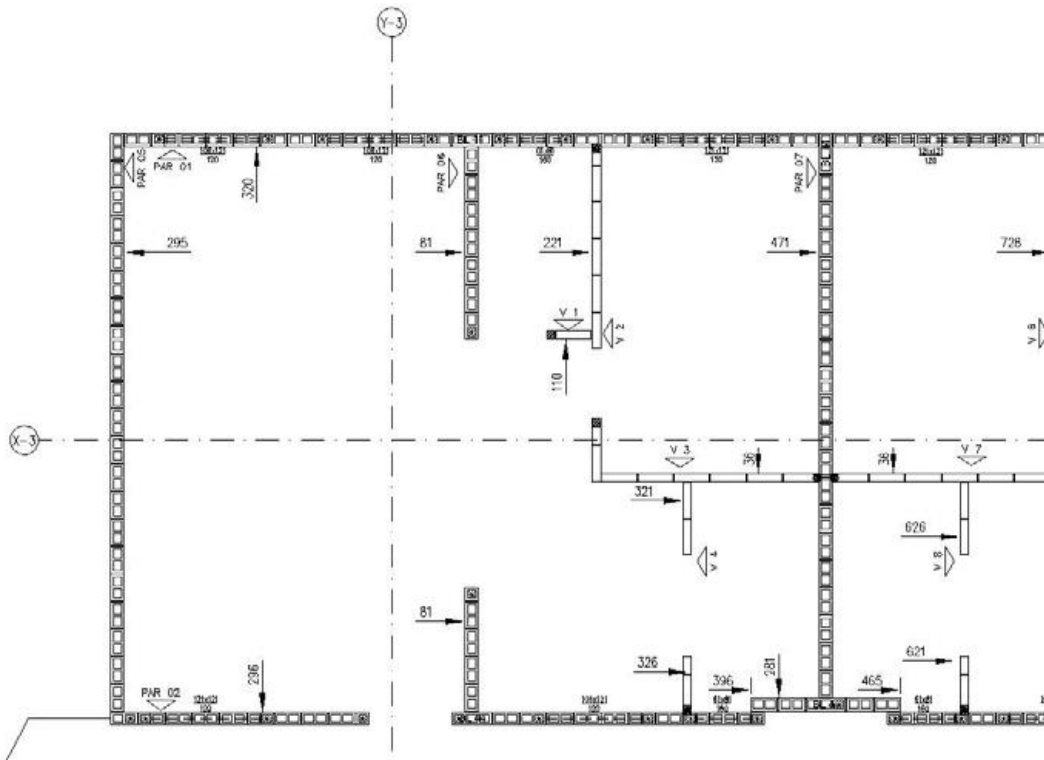
A coordenação modular é um instrumento de organização dimensional dos componentes produzidos como unidades independentes, tendo como objetivo a racionalização da construção, do projeto a execução (MAMEDE; RAMALHO; CORREA, 2007). A preocupação com a modulação deve se dar tanto na vertical quanto na horizontal (Figura 11). As larguras e as alturas das paredes devem obedecer a um reticulado de referência que considere a dimensão do bloco, mais a espessura das juntas, resultando em múltiplos do módulo básico (RAMOS, 2001).

Figura 11: Detalhe da modulação da parede com blocos estruturais.



Fonte Projeto Estrutural obra AE1 (2010).

Figura 12: Projeto estrutural 1ª Fiada.



Fonte: Projeto Estrutural obra AE1 (2010).

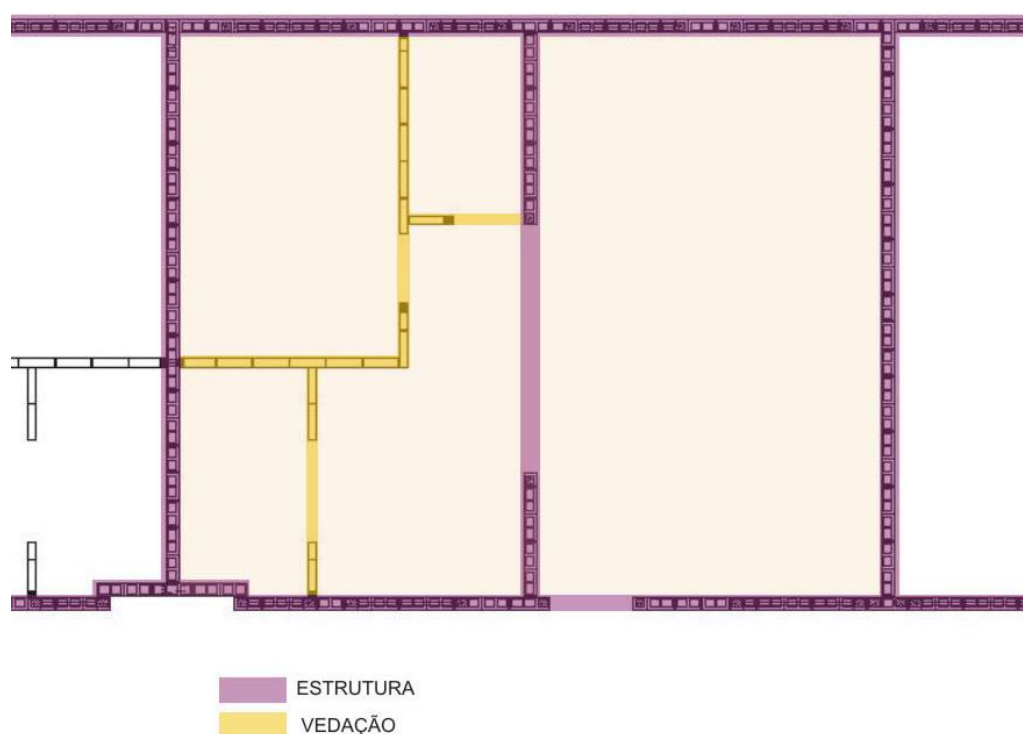
A falta de definição de um sistema estrutural, na fase de anteprojeto faz com que, muitas vezes, haja a necessidade de uma readequação do projeto arquitetônico à modulação dos blocos de alvenaria estrutural. No projeto estrutural é especificado todas as paredes, bem como os detalhes das primeira e segunda fiadas, conforme mostra a Figura 13.

A fim de se obter uma maior flexibilização interna dos espaços é fundamental que se defina quais paredes terão função estrutural e quais cumprirão apenas a função de vedação.

Com diferentes composições familiares é necessário que se possa oferecer várias possibilidades de divisão de espaço, permitindo uma flexibilidade para o produto.

Neste cenário, os projetistas procuram conceber projetos em alvenaria estrutural que definem como paredes estruturais as paredes externas e as das áreas molhadas, como cozinha e banheiro, deixando as demais apenas com função de vedação, podendo ser retiradas, sem comprometer a estrutura.

Figura 13: Projeto estrutural 1ª. Fiada.



Fonte: SIQUEIRA; MALLARD (2007).

Os projetos de instalações têm que ser compatibilizados antes do início da execução da alvenaria, pois as caixas, quadros, tubos e eletrodutos devem ser inseridos na alvenaria no momento da execução (Figura 14). Falhas nesse procedimento podem levar à necessidade de quebra da alvenaria para inserção das instalações (Figura 15), o que poderia prejudicar, não só seu desempenho estrutural, mas também todos os esforços visando à racionalização, o aumento de produtividade e a economia.

Figura 14: Projeto Instalação Compatibilizado.



Fonte: Elaboração da autora (2012)

Figura 15: Projeto Instalação não compatibilizado.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

3.5 Canteiro de obras

Em uma fábrica convencional, a linha de produção é estacionária e o produto vai se movimentando até formar o produto acabado. Na indústria da construção civil, a fábrica vai se movimentando e o produto final é estacionário. Pode-se dizer que o canteiro de obras funciona como a fábrica e, dessa forma, deve ser projetado segundo os princípios de organização e administração da produção.

Para Serra, Souza, Bizonato (2011), a importância do projeto do canteiro considera a distribuição espacial dos espaços internos da obra e sua relação com o ambiente externo. A adoção de diretrizes e metodologias de planejamento e de projeto tem sido

ênfatizada como estratégia que, além de observarem o aspecto legal, apresentam também cuidados em relação à racionalização, qualidade e produtividade da produção.

Para Mourão, Novaes, Kemmer (2010), as dificuldades temporais e espaciais de locomoção e de localização das instalações em canteiros são uma das maiores causas de perdas na produtividade. Estas situações podem ser evitadas e gerenciadas se identificadas a tempo. Entretanto, nem sempre as empresas usam ferramentas de gerenciamento que consideram as necessidades de alocação de espaços no canteiro de obras.

Para Souza (2000), o estudo do canteiro de obras torna-se instrumento extremamente importante na busca da qualidade e da produtividade no processo produtivo, pois grande parte das ações acontece no próprio canteiro. Em um empreendimento de alvenaria estrutural, o planejamento do canteiro de obras, tem um papel de destaque e deve ser planejado de maneira a otimizar o fluxo de informações e materiais, que deve ser contínuo, para que a execução da obra tenha a produtividade planejada.

Mourão, Novaes, Kemmer (2010) citam que, para se solucionar o problema de transporte de materiais deve-se estudar o layout do canteiro, procurando uma melhor posição para o guincho, a central de betoneiras, locais para o estoque de material e entrada de caminhões, procurando uma otimização das distâncias, de modo a reduzir o transporte.

Outros condicionantes que influenciam no dimensionamento são as programações físicas da obra, a frequência de abastecimento dos fornecedores, a disponibilidade de espaço no canteiro, a existência de compras com lote econômico, a necessidade de manutenção dos estoques mínimos (Figura 16) e as condições e restrições de armazenamento dos insumos no local.

Figura 16: Estoque de lajes treliçadas.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Os blocos estruturais, por serem os materiais que ocupam o maior espaço em um empreendimento de alvenaria estrutural, devem ser pensados, de maneira que se planejem locais para estoques mínimos de toda a família de blocos a serem utilizados, bem como com as resistências definidas em projeto (Figura 17).

Figura 17: Estoque de blocos estruturais.

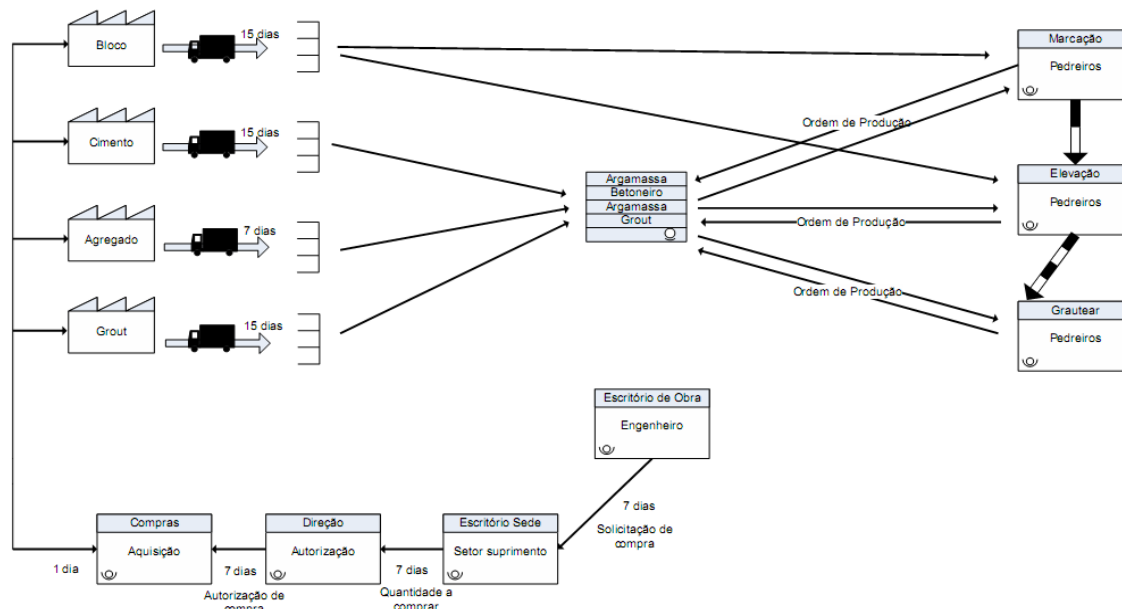


Fonte: Elaboração da autora (2012).

Para Bisonato, Serra, Zanutto (2011), para a elaboração do *layout* de canteiro de obras (Figura 18), deve-se respeitar os seguintes princípios:

- a) Integração de todos os elementos e fatores: almoxarifados, entradas e saídas para operários distintos, para os clientes, disposição dos equipamentos etc.;
- b) Mínima distância: o transporte nada produz, portanto deve ser minimizado e se possível eliminado;
- c) Obediência do fluxo de operações: evitar cruzamentos, retornos, interferências e congestionamentos;
- d) Racionalização do espaço: aproveitar as quatro dimensões (geométrica e temporal) - subsolo, espaços superiores para transportar, canalizações, depósitos pouco usados;
- e) Satisfação e segurança do empregado: um melhor aspecto das áreas de trabalho promove tanto a elevação da moral do trabalhador quanto a redução de riscos de acidentes;
- f) Flexibilidade: possibilidade de mudança dos equipamentos, quando evoluir ou modificar a linha de produtos – condições atuais e futuras.

Figura 18: Princípios para elaboração de *layout* de canteiro.



Fonte Elaboração da autora (2011).

3.6 Elementos pré-moldados

Os elementos pré-moldados são utilizados na alvenaria estrutural para dar maior agilidade e produtividade ao processo construtivo. Tem como características adequação a coordenação modular, facilidade de produção e montagem, viabilidade econômica e compatibilização com o processo produtivo.

A norma ABNT (NBR 9062:2006) de projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado define elemento pré-moldado como aquele que é executado fora do local de utilização definitivo na estrutura. Os controles de qualidade estão definidos na mesma norma.

As peças pré-moldadas podem ser industrializadas ou produzidas no canteiro de obras. Quando produzidas no canteiro, seu planejamento deve levar em consideração a produção e estocagem das peças até sua utilização definitiva. O transporte das peças deve ser definido previamente.

O equipamento a ser utilizado no transporte vertical e horizontal deverá ser planejado para que haja uma melhor interação entre o local de armazenamento e o de utilização definitiva. As peças pré-moldadas leves e pequenas, que possam ser transportadas

manualmente pelos operários, devem ser armazenadas em locais próximos a sua utilização evitando que se percorram grandes distâncias.

3.6.1 Escadas

Por sua geometria irregular, caracterizada por planos inclinados e dentes, as escadas são peças de difícil execução de formas e armação, o que requer muito tempo de execução na obra. As escadas pré-moldadas diminuem os transtornos da execução no local, com vantagens quanto ao manuseio, compatibilidade com o projeto, rapidez e simplificação na execução.

Após sua montagem, a escada pré-moldada garante acesso definitivo para o transporte vertical, o que facilita o acesso aos operários e materiais ao andar em que está sendo executado a elevação das paredes. Estes tipos de escadas podem ser compostas por peças de grandes dimensões, ou por vários elementos de pequena espessura (Figura 19).

As escadas compostas de peças de grandes dimensões como mostrada na Figura 20, necessitam de equipamentos especiais para serem transportadas até o local definitivo. As escadas composta de vários elementos de pequena espessura não necessitam de equipamentos especiais, sendo normalmente transportados até o local manualmente.

Figura 19 - Escada tipo Jacaré.



Fonte: **Elaboração da autora** (2011).

Figura 20 – Degraus pré-moldados.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

3.6.2 Vergas e contravergas

As vergas e contra vergas são elementos estruturais, localizados sobre (vergas) e sob (contravergas) os vãos das aberturas das edificações. São indispensáveis para se evitar o surgimento de patologias como fissuras, nas regiões próximas as aberturas. Além da função estrutural, promovem o ajuste dimensional altimétrico das portas, o que permite o assentamento ininterrupto dos blocos.

Muitos empreendimentos em alvenaria estrutural utilizam estes elementos. As vergas são projetadas a partir de blocos canaletas, exigindo que o operário interrompa a elevação da parede para a colocação da armadura e posterior grauteamento. Diante disso, as vergas e contra vergas pré- moldadas evitam a interrupção do ritmo de trabalho da elevação das paredes. Outra vantagem é que podem se ajustar à modulação altimétrica, evitando a utilização de peças de ajustes.

3.6.3 Contra marcos

Os contra marcos regulam o vão das aberturas e são assentados durante a elevação da alvenaria. Representam terminalidade do serviço e melhoram o desempenho de estanqueidade das esquadrias. Exercem a função de acabamento das janelas, compondo com a estética da fachada.

O contra marco pré-moldado é um quadro rígido delgado que envolve todo o vão da abertura, com a espessura da parede. As peças pré-moldadas podem ser formadas por uma única peça, ou por várias peças menores, o que facilita o transporte e a estocagem.

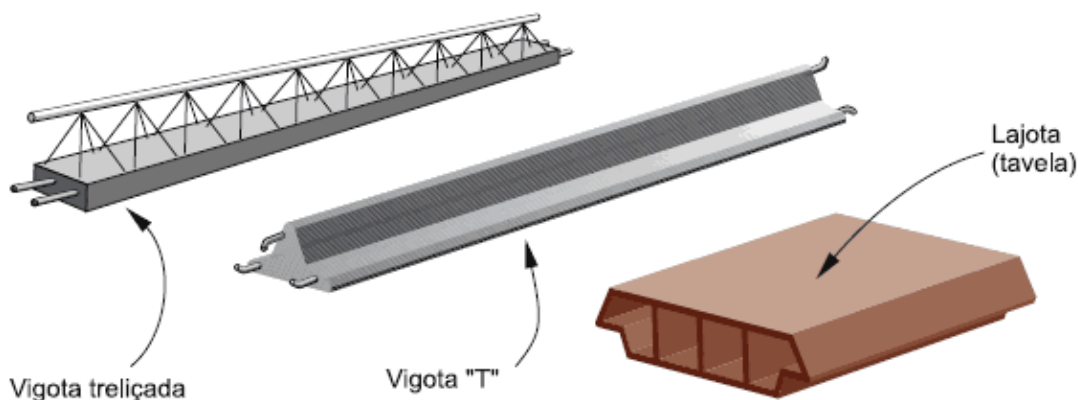
Quando assentados durante a etapa de elevação da alvenaria, permite a conclusão total do serviço, sem que ocorram quebras ou descontinuidade. Os contra marcos pré-moldados obedecem à modulação da alvenaria concordando dimensionalmente com os componentes de interface da edificação.

3.6.4 Lajes pré-moldadas

Em obras de alvenaria estrutural, as lajes treliçadas e os painéis em concreto armado com as instalações embutidas, concretadas no próprio canteiro de obras e posteriormente transportadas e montadas no local de utilização, têm sido as opções encontradas para dar maior agilidade e produtividade ao empreendimento.

As vigotas treliçadas são constituídas por uma armadura em forma de treliça, cujo banzo inferior é envolto por uma placa de concreto estrutural, formando um conjunto pré-moldado de boa resistência e fácil manuseio, Figura 21.

Figura 21: Laje Treliçada.



Fonte: Empresa JOTADOIS (2012).

As lajes treliçadas são fabricadas em escala industrial, fora do canteiro de obras, com controle de qualidade rígido. São leves e podem ser transportadas dentro do canteiro manualmente por dois operários.

Como demonstra a Figura 22, intercalando entre as treliças, são colocados elementos de enchimento, que podem ser componentes pré-fabricados diversos e podem ser maciços ou vazados, com a função de reduzir o volume de concreto e o peso próprio da laje, além de servir como fôrma para o concreto complementar. Esses elementos devem possuir as

faces inferior e superior planas. Nas laterais, as abas de encaixe para apoio devem ser compatíveis com as dimensões das vigotas para permitir o nivelamento da laje e evitar a fuga do concreto durante a concretagem. Os mais utilizados são os blocos cerâmicos e de EPS.

Figura 22: Execução de Laje Trelaçada.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

3.7 Equipamentos e ferramentas

Outro fator importante que influencia na produtividade da alvenaria estrutural é a escolha dos equipamentos e ferramentas adequadas, o que resulta em um sistema racionalizado e reduzindo os desperdícios.

3.7.1 Equipamentos

Grua é um equipamento que tem a capacidade de transportar grandes cargas tanto horizontalmente, como verticalmente. O emprego de guas em empreendimentos de alvenaria estrutural dá maior agilidade à obra. Estes equipamentos (Figura 23) se destacam pelo emprego de peças pré-montadas de grande porte que facilitam a sua montagem e desmontagem, ocupando um espaço menor no canteiro de obras.

Figura 23: Empreendimento utilizando Grua.



Fonte: Elaboração da autora (2010).

O Elevador Cremalheira (Figura 24) permite o transporte de pessoas e cargas para andares mais altos de uma maneira mais rápida e segura. Por ter um alto custo, este equipamento é pouco utilizado no Brasil, ficando restrito a grandes empreendimentos.

Figura 24: Empreendimento utilizando elevador Cremalheira.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

Já o elevador a cabo tradicional (Figura 25) é o equipamento de transporte vertical mais utilizado em obras. Por ter um custo mais baixo que o elevador cremalheira e ser de fácil montagem, este equipamento é muito utilizado em obras de alvenaria estrutural.

Figura 25: Elevador a cabo.



Fonte: Hércules elevadores (2013).

Manipuladores *Sky Track* (Figuras 26 e 27) são equipamentos que permitem o transporte vertical e horizontal dos materiais, desde o estoque até o andar de utilização. São ideais para transporte de materiais em pallets. O alcance chega a 14m, ou seja, atingindo até o quarto andar da obra.

Figura 26: Transporte horizontal com Manipulador skytrack.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Figura 27: Transporte vertical com manipulador skytrack.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

3.7.2 Ferramentas

As seguintes ferramentas são utilizadas na execução da AE:

- a) Régua universal – utilizada no assentamento da alvenaria para verificação do prumo, alinhamento e nivelamento das fiadas;
- b) Fio traçador – para riscar o piso no exato posicionamento das paredes;
- c) Tambor de nível, ou nível alemão – para a tomada de nível na laje, no mapeamento de piso, de modo a determinar o nivelamento dos escantilhões e nas tomadas de níveis de peitoris das janelas;
- d) Escantilhão (figura 28) – equipamento constituído por haste vertical metálica, cursor graduado e duas haste vertical metálica, cursor graduado e duas hastes telescópicas articuladas a 1,20 m de altura. Ele é instalado no canto de encontro das paredes e sua função é manter o alinhamento das paredes e o nivelamento das fiadas de 20 cm em 20 cm, considerando os 19 cm do bloco mais 1 cm da junta. O nivelamento da primeira marca toma como referência o ponto mais alto da laje. O escantilhão assegura o perfeito nivelamento das fiadas. É de fácil utilização e confere rapidez ao assentamento, uma vez que seu uso agiliza a etapa de nivelar e aprumar as fiadas.

Figura 28: Alvenaria estrutural executada com escantilhão metálico.



Fonte: Elaboração da autora (2010).

- e) Régua prumo-nível – Desenvolvida para verificar o prumo, o nível e a planicidade da alvenaria durante o assentamento dos blocos. Ela substitui o fio de prumo com a vantagem da praticidade;
- f) Gabaritos de portas e janelas – Os gabaritos para porta e janela são posicionados na alvenaria estrutural como se fossem elementos da parede e removidos posteriormente. Os tipos próprios para portas são peças metálicas instaladas sobre a laje antes de começar a elevação das paredes. Os de janelas são instalados quando a alvenaria atinge o nível previsto em projeto. Asseguram o vão na medida pré-determinada e com perfeito requadramento, evitando quebras ou ajustes com argamassa;
- g) Colher de pedreiro – usada para espalhar a argamassa de assentamento na primeira fiada e nos septos e paredes transversais dos blocos.

Figura 29: Pedreiro utilizando colher para execução da alvenaria estrutural.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

- h) Palheta (régua de 40 cm) (Figura 30) - empregada para espalhar a argamassa nas paredes longitudinais dos blocos com simples movimentos horizontais e verticais;

Figura 30: Pedreiro utilizando palheta para execução da alvenaria estrutural.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

- i) Colher meia-cana, própria para dispor a argamassa sobre a parede longitudinal dos blocos. A ferramenta mede 13 mm de altura, 20 mm de largura e 400 mm de comprimento e pega exatamente a quantidade de argamassa que será usada sobre a parede do bloco, evitando desperdícios;
- j) Bisnaga - utilizada para preencher as juntas verticais e horizontais dos blocos. A utilização da bisnaga a argamassa deve ter uma consistência mais plástica para fluir facilmente pelo bico. Esta ferramenta está em desuso por causar tensão de esforço repetitivo (LER) nos operários;
- k) Os carrinhos para transporte de blocos (figura 31) possuem formato ideal para o deslocamento desses materiais, evitando perdas geradas pela quebra de blocos.

Figura 31: Utilização de carrinho para blocos.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

A utilização de equipamentos adequados para o transporte dos materiais facilita a movimentação e reduz a quebra dos blocos e a perda de outros materiais, além de aumentar a produtividade da obra.

A central para corte de blocos (Figura 32) e instalação das caixinhas de elétrica exige um local adequado, preferencialmente protegido do sol e da chuva, com bancadas para a realização do serviço. É recomendável dispor de dois funcionários para essa central, sendo um deles para cortar os blocos e o outro para instalar as caixinhas, de forma que se obtenha uma linha de produção. Esses trabalhadores devem ser orientados quanto ao projeto, às tipologias de blocos e caixinhas e quantidade necessária de cada uma delas. É fundamental, também, que esses funcionários utilizem todos os equipamentos de proteção individual (EPI) e respeitem os procedimentos de segurança, sobretudo o encarregado do corte dos blocos. Os blocos prontos devem ser separados em lotes de acordo com o local de utilização, de forma que cheguem todos juntos e em quantidade certa para a equipe que vai realizar o assentamento.

A existência de uma central de corte de blocos e instalação de caixinhas elétricas reduz a ocorrência de erros de instalação dessas caixinhas. Consequentemente contribui para evitar ou minimizar a perda de materiais e de tempo com retrabalho.

Figura 32: Corte de blocos elétrico em central de corte.



Fonte: Elaboração da autora (2010).

3.8 Segurança do trabalho e treinamento da mão-de-obra

A NR-18 determina que todos os empregados recebam treinamento, de preferência de campo, dentro de seu horário de trabalho (Figura 33). Antes de iniciar suas tarefas, o trabalhador deve ser informado sobre as condições de trabalho no canteiro, os riscos de sua função específica e receber os equipamentos de proteção coletivas e individuais (EPC e EPI) a serem adotados.

Figura 33: Treinamento de funcionários em canteiro de obras.



Fonte: Elaboração da autora (2010).

Novos treinamentos devem ser realizados sempre que necessário e a cada nova fase da obra. Nesses cursos, o envolvimento do trabalhador faz com que este se motive e execute suas tarefas com maior segurança, contribuindo para a melhoria da qualidade e produtividade da empresa.

Estudos de Quelhas, Morgad, Diniz (2005) mostraram que a motivação do trabalhador é um dos fatores que aumentam o índice produtivo de um empreendimento e está relacionada a determinados indicadores, dentre os quais se destacam:

- a) A remuneração justa e adequada às suas responsabilidades;
- b) A segurança e direitos do trabalhador;
- c) A oportunidade de crescimento na empresa, de modo a sentir-se “parte da engrenagem” e não “material descartável”;
- d) Integração social;
- e) Comprometimento com a empresa e;
- f) A valorização do trabalho.

Lima e Heineck (1995) abordaram oito fatores intervenientes na qualidade de vida do trabalhador, assim definidos:

- i. Condições de trabalho;
- ii. Compensações e benefícios;
- iii. Uso e desenvolvimento das capacidades;
- iv. Oportunidades de crescimento e segurança no emprego;
- v. Integração social na firma;
- vi. Constitucionalismo (cumprimento das obrigações, liberdade de manifestação e regras preestabelecidas);

- vii. Comunicação;
- viii. Programação dos serviços.

Os autores concluem que qualquer avanço pretendido em termos de qualidade, produtividade, redução de desperdícios e custos no setor dependerá da adoção de estratégias adequadas de desenvolvimento dos recursos humanos. Portanto, além da escolha de um processo construtivo racionalizado é preciso investir em melhores condições de trabalho e capacitação para os funcionários, em todos os níveis hierárquicos da empresa.

4 METODOLOGIA

O estudo de caso será a estratégia de pesquisa utilizada, pois, segundo Yin (2001), ela deve ser utilizada quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, sobre um conjunto de acontecimentos sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos dentro de um contexto real.

A principal tendência do estudo de caso é tentar esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados. Por tratar-se de várias obras, Yin (2001) define como estratégia de multi casos quando se busca um estudo global mais robusto, com provas resultantes mais convincentes. Além disso, a escolha do caso está na procura de uma replicação literal, ou seja, que prevê resultados semelhantes, ou ainda, em uma replicação teórica, produzir resultados contrastantes.

Quanto ao tipo de pesquisa, esta será exploratória, pois proporcionará maior familiaridade com o problema (GIL, 2008), tornando-a mais explícita e facilitando a construção de hipóteses. Esse tipo de pesquisa tem como principal objetivo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições e novas ideias. A pesquisa exploratória é extremamente flexível, de modo que quaisquer aspectos relativos ao fato estudado têm importância. Grande parte das pesquisas deste tipo envolve levantamento bibliográfico, documental e entrevista ou questionário envolvendo pessoas que tiveram alguma experiência com o problema, além de possibilitar a consideração de vários aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2008).

Estudos de casos adotam um enfoque indutivo no processo de coleta e análise de dados em que os pesquisadores tentam obter suas informações a partir das percepções dos atores locais (YIN, 2001).

O estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta e análise de dados. Nesse sentido, o estudo de caso não é nem uma tática para a coleta de dados, nem meramente uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente.

Os estudos nas obras foram iniciados com um questionário, onde se procurou conhecer o tipo de edificação (comercial ou residencial), quantidade de pavimentos, quantidade de repetições (quantidade de edifícios iguais), se a construtora já havia trabalhado com alvenaria estrutural, se a empresa tinha certificação de qualidade, como era feito o planejamento da obra e se trabalhavam com planejamento de longo, médio e curto prazos.

Através de entrevista e questionário com os engenheiros e encarregados das obras estudadas, conheceu-se o nível de detalhamento dos projetos e a dificuldade de executá-los. Procurou-se conhecer as equipes de trabalho, a experiência e treinamento adquirido antes do início dos serviços, além do nível de detalhamento dos projetos.

QUESTIONÁRIO

1. A escolha do Sistema Construtivo envolveu quais profissionais?
2. Por que a escolha do sistema em alvenaria estrutural?
3. A empresa já havia trabalhado com alvenaria estrutural? Em caso afirmativo, quais as principais vantagens da alvenaria estrutural?
4. O planejamento da obra foi feito com todos os projetos executivos prontos? Caso negativo, como se encontravam as etapas de projetos?
5. Qual a solução encontrada para as esquadrias?
6. Qual a solução encontrada para as lajes? Serão pré-fabricadas ou moldadas no local?
7. Qual a solução encontrada para as escadas?
8. Qual o sistema utilizado para o planejamento da obra?
9. Como é feito a contratação dos funcionários na empresa?
10. Existe algum treinamento para as equipes envolvidas no serviço de alvenaria estrutural? Em caso afirmativo, como?
11. As equipes de alvenaria estrutural trabalham com motivações financeiras, como produtividade?
12. Como a equipe envolvida na execução da alvenaria tem acesso ao projeto?
13. Como foi planejado o layout da obra?
14. Qual a distância máxima percorrida pelo funcionário entre o almoxarifado e a execução da alvenaria?
15. Quais as ferramentas utilizadas pela equipe de alvenaria?
16. Como é feita a entrega das ferramentas necessárias para a equipe de alvenaria?
17. Quais os principais equipamentos utilizados para auxiliar na produtividade da equipe da alvenaria estrutural (transporte horizontal e vertical, argamassadeiras)?
18. Com relação aos principais materiais da alvenaria estrutural, como é feita a compra dos blocos de concreto, da ferragem, do graute e da argamassa?
19. Como funciona a gestão de suprimentos da empresa?
20. O estoque de blocos de concreto é suficiente?

21. Como é feita a solicitação dos blocos de concreto ao fornecedor?
22. Quais as principais dificuldades encontradas pela empresa, no sistema de alvenaria estrutural?

A próxima etapa foi o conhecimento em campo do sistema de trabalho, começando com a logística da obra e como era feito o suprimento de material. Por tratar-se de alvenaria estrutural, a pesquisa tinha como interesse os blocos de concreto, grautes e os insumos para as argamassas. Teve como foco também o gerenciamento de materiais, pois práticas erradas de estocagem e suprimentos de materiais comprometem a produtividade.

O transporte vertical e horizontal também foi analisado, bem como a utilização de ferramentas e equipamentos, como escantilhões, guias, etc. Foi igualmente analisada a disponibilização das ferramentas e equipamentos para seus funcionários, utilização de muitas horas extras ou dois turnos para compensar atrasos na obra, falta de treinamento, faltas e mudança na equipe de trabalho foram fatores analisados.

Foi observada ainda a modificação de projeto, cujos efeitos são observados dependendo da fase de execução do empreendimento. Após a etapa de conhecimento da obra, iniciou-se a fase em campo, com a coleta de dados dos homens-horas (Hh) e a quantidade de serviço executado (m²).

4.1 Coleta de dados

As quatro obras em que foram analisados os índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural, onde foram coletados a área de alvenaria executada e a equipe diretamente ligada ao serviço (pedreiro e serventes), identificando os principais fatores que influenciam os índices de produtividade. Escolheu-se uma das obras para fazer o fracionamento do dia de trabalho, sendo que o dia foi dividido em sete itens, conforme especificado, onde procurou-se anotar o tempo despendido pela equipe em cada um dos itens. O trabalho foi dividido em duas etapas descritas em seguida.

4.1.1 Coleta de dados para os índices de produtividade da mão-de-obra em alvenaria estrutural com blocos de concreto

Para o levantamento das quantidades de alvenaria executada, a unidade de saída será o metro quadrado da área líquida, ou seja, descontada as áreas de esquadrias e vazios. A

quantificação das áreas líquidas de alvenaria é feita a partir dos projetos estruturais. Utilizou-se a mesma numeração deste projeto para facilitar o estudo.

As áreas de vergas e contra vergas não foram descontadas, visto que, em alguns projetos estruturais, as vergas são pré-moldados e, em outros, são blocos calhas grauteados, o que poderia interferir nos resultados. Essa quantificação foi feita com o projeto estrutural do pavimento. Como uma parede poderia ser executada em mais de um dia de serviço, era feito um percentual executado no dia. Isto foi possível porque a medição era feita todos os dias sem descontinuidade. Para a coleta dos homens-hora e das ocorrências diárias, a planilha continha a número da equipe, o nome do funcionário, o bloco em que ele estava trabalhando, onde era preenchido com a quantidade de horas disponíveis para o trabalho.

Neste caso, tempo disponível é o tempo total em que o operário estava à disposição do trabalho. Não são descontadas as horas paradas por algum problema da empresa como falta de material, pois se entende que, durante aquele período, o operário estava na empresa cumprindo seu horário.

Na equipe não havia distinção de pedreiro para marcação e elevação, nem preços diferenciados para os dois serviços. Desta forma, optou-se por coletar os dados da parede pronta. Durante a coleta dos dados, utilizou-se uma planilha conforme os anexos D, E, F e G, onde se anotava a área de alvenaria executada por dia de serviço. As observações e intercorrências ocorridas no serviço eram realizadas durante a coleta de dados.

4.1.2 Coleta de dados do fracionamento diário da produção

Na coleta de dados para o fracionamento diário da produção, escolheu-se uma das obras estudadas, a AE1. Esta obra foi escolhida por apresentar o melhor nível de gerenciamento, o *layout* de canteiro mais apropriado, apresentar dentro da obra equipes contratadas pela empresa e equipes subempreitadas, o que, conforme será visto apresentam índices de produtividade bem diferentes, apesar de terem os mesmos recursos físicos.

Os apêndices H e I apresentam as planilhas com a formação da equipe, o dia de trabalho, que é fracionado em horas e com espaço suficiente, para que possa ser marcado qual item a equipe está fazendo naquele momento.

Escolheu-se duas equipes de alvenaria, a primeira contratada pela empresa e a segunda subcontratada. Cada equipe encontrava-se em um bloco distinto, desta maneira, quantificou-se a 1ª equipe durante duas semanas e a 2ª equipe durante duas semanas.

O estudo foi executado durante o mês de novembro, valendo salientar que, neste período, não há chuvas na cidade de Fortaleza, que tem temperatura média de 30°C. Nesta época inicia-se a temporada de ventos mais fortes do ano. Foi escolhido este mês porque o período chuvoso tem grande influência na produtividade da mão-de-obra da região, o que poderia mascarar os dados obtidos e os resultados das análises.

4.2 Processamento de dados

4.2.1 Processamento de dados para os índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural com blocos de concreto

Para se fazer o processamento e análise dos dados dos índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural das obras estudadas e encontrar os fatores que influenciam neste índice, fez-se a caracterização das obras estudadas. Através dos fatores encontrados por Thomas et al (1989), Araújo e Souza (2001) e das análises das obras estudadas, o pesquisador propôs uma tabela com os fatores que influenciam os índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural com blocos de concreto.

FATORES POTENCIAIS INFLUENCIADORES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

✓ PLANEJAMENTO

- Compatibilização de projetos - Quando os projetos são compatibilizados antes da fase de execução, o planejamento da obra é feito de maneira mais real, fazendo com que os índices de produtividade esperados fiquem mais próximos dos índices encontrados;
- Planejamento de longo prazo - o planejamento de longo prazo fornece uma visão de todo o empreendimento, projetando as equipes de trabalhadores e os índices de produtividade esperados;
- Planejamento de médio prazo - Com este planejamento é possível perceber as distorções que estão ocorrendo entre o planejado e o executado. Com essas informações pode-se fazer as alterações e readequações necessárias;
- Projeto de *layout* de canteiro - a produtividade tende a ser maior quando as distâncias de transporte são menores, o estoque regulador é outro diferencial que se pode conseguir com um projeto de canteiro;

✓ CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- Mediana do Comprimento - acredita-se ser mais produtivo paredes mais compridas do que uma mesma área com um número maior de paredes;
- Mediana da altura - sabe-se que a produtividade tende a diminuir à medida que a altura das paredes aumenta e o operário tem que utilizar andaimes;
- Densidade de alvenaria externa - é a razão entre a área de alvenaria interna do pavimento e a área de alvenaria interna do pavimento e a área da projeção. Este índice demonstra o congestionamento das paredes e pode regular a quantidade e o tamanho da equipe de trabalhadores;
- Área total de abertura por pavimento - quanto maior a quantidade de portas e janelas em uma parede, a produtividade tende a diminuir;
- Preenchimento das juntas verticais - quando as juntas verticais não são preenchidas junto com a elevação, a equipe de trabalhadores tende a ter uma maior agilidade e produtividade;
- Elementos Especiais (vergas, contra-vergas) – a utilização de muitos elementos especiais pode prejudicar a produtividade da alvenaria;

✓ PRINCIPAIS MATERIAIS

- Família de bloco - como a família 29 tem uma quantidade de blocos menor que a família 39, o que facilita a modulação dos projetos, estudos relatam que os operários tem maior facilidade em executar empreendimentos com a família 29;
- Peso do Bloco Principal - este fator está ligado à família de blocos. Por ter um peso menor, o bloco 14x29x39cm, gera uma menor fadiga no operário ao longo do dia de trabalho;
- Blocos especiais - uma maior quantidade de blocos especiais pode dificultar o entendimento do operário quanto a execução do projeto, podendo interferir na produtividade;
- Tipo de Argamassa – argamassas industrializadas e entregues no andar da execução agiliza a execução da alvenaria.
- Tipo de Graute - empreendimentos utilizam centrais de concreto para fazer o graute e transportam o mesmo para o andar de utilização tende a ter uma produtividade maior

do que empreendimentos que utilizam betoneiras no andar de execução onde a equipe de alvenaria tem que fazer o graute;

- Elementos pré-moldados - a escolha de escadas e lajes pré-moldadas é um fator que influencia positivamente na produtividade.

✓ EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

- Prumo, Nivelamento, esquadro e alinhamento - acredita-se que a utilização de ferramentas adequadas, aumente os índices produtivos;
- Carrinho para transporte de blocos - empreendimentos que utilizam carrinhos para transportar os blocos no andar de execução da alvenaria tendem a ter uma produtividade melhor;
- Grua - empresas que utilizam guas para a transporte de material, tornam a obra mais ágil, fazendo com que os materiais estejam no local certo na hora certa. Este fator tende a aumentar a produtividade;
- Manipulador Skytrack - por ser um equipamento com uma determinada agilidade dentro da obra, tende a aumentar a produtividade. O gargalo é dimensionar a quantidade de skytrack necessário para o empreendimento, pois obras horizontais com muitos blocos muitas vezes ficam com o serviço parado por falta de material, pois o skytrack não tem condições de suprir todos os blocos.
- Elevador de obra - por ser um equipamento de transporte vertical, não resolve o problema do transporte dos materiais do estoque até o bloco que será utilizado. Esse problema terá que ser resolvido por outro equipamento ou será executado manualmente, o que se acredita diminuirá a produtividade;

✓ Mão-de-obra

- Controle e supervisão - empresas que têm fiscalização eficiente e controle rígido de aceitação do serviço de alvenaria evitam retrabalho e desperdícios de materiais;
- Equipe de produção - o tamanho da equipe produtiva tem que proporcionar a máxima eficiência, observando as condições do local de trabalho, a fim de evitar ociosidades ou congestionamentos;
- Forma de contratação dos serviços de alvenaria - observa-se que equipes subcontratadas têm uma maior agilidade na execução dos serviços de alvenaria,

diante de equipes contratadas diretamente pela empresa;

- Forma de pagamento - um dos itens polêmicos sobre produtividade é a forma de pagamento dos serviços. Acredita-se que equipes pagas por execução de serviço realizado tenham uma produtividade maior que equipes pagas com salários fixo;
- Jornada de Trabalho, segundo turno e horas extras - Empresas que têm muitas horas extras, ou que se utilizam de equipes que trabalham em dois turnos, não conseguem produzir com a mesma eficiência que em turnos regulares e com horas extras esporádicas;
- Treinamento de mão-de-obra - Equipes que recebem treinamentos iniciais e ao longo da obra têm uma maior capacidade de execução dos serviços;

✓ AMBIENTE

- Temperatura Média - temperaturas altas ao longo do dia exercem uma maior fadiga no operário;
- Incidência de Ventos - Épocas em que há maior incidência de ventos nota-se que, quando a execução está em um andar mais elevado e é necessário a utilização de andaimes, os operários têm uma maior dificuldade na execução do serviço.
- Incidência de chuvas - como o trabalho é a céu aberto, fortes chuvas prejudicam a produtividade.

O processamento dos dados foi feita de maneira a gerar RUPs diária, cumulativa e potencial. A variação da RUP diária permite a detecção de anormalidades e deficiências na gestão do serviço, mostrando as oportunidades de melhoria para cada obra. A variação cumulativa ao longo de vários dias de coleta propicia detectar a tendência do desempenho do serviço.

A RUP potencial da mão-de-obra direta envolvida no serviço de alvenaria mostra a produtividade potencialmente possível de se obter e que estão fortemente ligadas aos fatores que influenciam na produtividade.

4.2.2 Processamento de dados para o fracionamento diário da produção

A coleta de dados fracionada ao longo de um dia de trabalho permite ao gestor

controlar a produtividade ao longo da obra, podendo readequar a equipe produtiva, bem como todo o serviço que está sendo executado. Com o estudo do fracionamento diário da produtividade dividindo-se as horas trabalhadas em vários itens, detecta-se todas as ocorrências durante um dia de trabalho.

Através de um gráfico de barras, apresenta-se o dia de trabalho fracionado nos sete itens mencionados anteriormente: falta de suporte ao trabalho, falta de requisitos necessários, tempo de transporte, tempo de espera, tempo de mobilização, atrasos, trabalho efetivo ou direto.

4.3 Análise de dados

4.3.1 Índice de produtividade da mão-de-obra de alvenaria estrutural

Apresentou-se para cada obra estudada um gráfico com os dias coletados, a quantidade de alvenaria executada, as horas homens na equipe direta (pedreiros e serventes), horas homens na equipe de profissionais (pedreiros) encontrando as RUPs diárias, RUPs cumulativas e RUPs potenciais das equipes direta e de profissionais. A RUP cumulativa mostrou a tendência da produtividade da obra. Encontrando-se a RUP potencial e conhecendo os fatores que influenciam a produtividade, pode-se controlar a produtividade ao longo da obra, obtendo-se melhores índices produtivos.

4.3.2 Análise do fracionamento diário da produtividade

Através dos gráficos do fracionamento diário do serviço de alvenaria, encontrou-se o tempo gasto em cada um dos itens de estratificação do dia de trabalho. Com estes dados pode-se encontrar os gargalos da obra e, através deste controle, fazer um planejamento adequado para que o tempo gasto em etapas que não agregam na produtividade possam ser diminuídos para serem utilizados em etapas que agreguem tempo produtivo.

5 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

5.1 Obra AE1 - Caracterização

O empreendimento é composto de 5 edifícios em alvenaria estrutural com blocos de concreto, sendo 03 blocos de térreo e mais 04 andares e duas torres de térreo mais sete andares. Possui área total do terreno de 9836m² e total de unidades de 248 apartamentos (Figuras 34 e 35).

Figura 34: Vista do Empreendimento.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

A fundação é em radier de concreto armado para os prédios de 04 pavimentos, para as duas torres de sete pavimentos foi necessário a cravação de 79 estacas tipo hélice para cada torre. A escolha do sistema construtivo em alvenaria estrutural deve-se ao fato de a empresa trabalhar com esse sistema em todo o Brasil.

Figura 35 – Planta de 1ª. Fiada.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

O planejamento da obra foi feito com os projetos de estrutura e instalações prontos, mas alguns projetos complementares como a impermeabilização e de gás, mesmo depois de iniciada a alvenaria estrutural, ainda não estavam prontos, o que gerou um retrabalho, para adequar a alvenaria a esses projetos.

Para solucionar as instalações de gás com a alvenaria já executada os blocos tiveram que ser quebrados para a passagem da tubulação. Na impermeabilização houve uma mudança no sistema utilizado, trocaram argamassa polimérica por manta asfáltica, o que fez com que o nível das lajes fosse alterado havendo um contra-piso maior.

O planejamento de longo prazo foi feito com linha de balanço. A incorporadora tem obras em todo o Brasil e padroniza suas esquadrias para as obras em alvenaria estrutural, sendo que esta padronização facilita a modulação dos blocos.

O serviço de alvenaria do andar iniciava foi feito com a marcação dos eixos de referência. Esta marcação era feita pelos pedreiros na presença do encarregado do setor. Antes do início da elevação era feito todas as marcações do andar. A elevação era feita até a 7ª. Fiada. Nesse momento, as ferragens eram colocadas e depois grauteados os locais especificados em projeto. Para a etapa seguinte eram utilizados andaimes (Figura 36) para a conclusão da alvenaria, armação e grauteamento até a altura do pé-direito.

Figura 36: Elevação de alvenaria com andaimes.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Nesta obra não havia uma unanimidade com relação à ferramenta utilizada pelos pedreiros para elevação da alvenaria. Alguns utilizavam espátula (Figura 37), meia colher de pedreiro, mas a grande maioria preferia a colher de pedreiro (Figura 38). A bisnaga não era utilizada.

Figura 37: Utilização de espátula para assentamento de alvenaria.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Figura 38: Utilização de colher de pedreiro.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Não havia uma central de corte na obra, os blocos eram cortados pela equipe de instalação no andar onde seriam utilizados. Isto ficou resolvido pela obra para dar maior agilidade a equipe de alvenaria, como mostrado na Figura 39.

Figura 39: Corte dos blocos de concreto.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

As lajes são pré-fabricadas do tipo treliçadas (Figura 40). Havia um único fornecedor para as lajes, que eram estocadas em local próximo ao bloco onde seriam utilizados. A laje treliçada só precisava do manipulador skytrack para ser içada até o andar onde seria utilizada. A partir daí os operários a colocavam manualmente, o que deu uma maior agilidade à obra.

Figura 40: Laje Treliçada.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Os funcionários do empreendimento eram contratados na própria obra, pois o setor de recursos humanos não tinha como recrutar o pessoal de obra. A política da empresa era terceirizar pelo menos 70% da execução da obra, mas como em Fortaleza havia muita dificuldade neste tipo de serviço, algumas das equipes de mão-de-obra em alvenaria estrutural eram terceirizadas e outras formadas na própria obra.

Todas as equipes de alvenaria estrutural recebiam treinamento no próprio canteiro, por funcionários experientes que mostravam os projetos, informações sobre segurança do trabalho, cuidados com trabalho em altura, ferramentas a serem utilizadas. O encarregado do setor era responsável pelo andamento e qualidade de todas as equipes. Até mesmo as terceirizadas eram fiscalizadas e o trabalho só era aceito quando se encontrava dentro dos padrões da empresa.

A remuneração dos terceirizados era feita pela empresa contratada, sendo que eles recebiam uma premiação por meta cumprida. Já as equipes contratadas pela própria empresa recebiam um salário fixo e apenas em algumas ocasiões, como uma entrega específica de um andar, recebiam premiações.

Figura 41: Marcação da alvenaria.



Fonte: Elaboração da autora (2012)

A empresa contratou um único fornecedor de blocos, que entregava o material conforme solicitado. O controle tecnológico era feito por uma empresa contratada que fazia os rompimentos dos blocos, dos prismas, dos grautes e da argamassa de assentamento.

A Tabela 1 mostra as resistências mínimas especificadas em projeto.

Tabela 1: Resistência a compressão determinada no projeto estrutural.

Pavimentos	Resistência Mínima Especificada			
	Bloco(fbk)	Arg. (fak)	Grout(fgk)	Prisma(fpk)
Térreo ao 1. Pav	8	8	15	6,4
2. ao 4 pav.	6	5	15	4,8
5 a COB.	4,5	5	15	3,2

Fonte: Elaboração da autora (2013).

A obra trabalhava com duas centrais de concreto, dispostas em locais estratégicos para facilitar a execução dos concretos das lajes e dos grautes da alvenaria. O transporte vertical e horizontal era feito por um skytrack, que muitas vezes se tornava sobrecarregado, por ter que atender aos cinco blocos. A alternativa encontrada era colocar betoneiras em todos os andares que estava sendo executada a alvenaria para fazer a argamassa, que era industrializada.

Figura 42: Retroescavadeira em funcionamento.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Para diminuir o transporte horizontal, procurou-se estocar os blocos próximos dos locais onde eram assentados, o mesmo ocorrendo com as argamassas. As vergas e contra vergas eram executadas utilizando-se os blocos calhas.

A equipe de operários envolvida diretamente na mão-de-obra de alvenaria estrutura ficava responsável por um bloco e era composto por 8 pedreiros e 4 serventes e o encarregado está responsável por 03 edifícios.

Pelo planejamento, cada equipe deveria executar a alvenaria em 12 dias úteis, o encarregado informou que havia uma grande diferença na produtividade da equipe contratada pela construtora e as equipes subcontratadas, sendo que as últimas apresentaram maior produtividade.

5.2 Obra AE2 - Caracterização

A obra é composta por 06 prédios, sendo térreo mais seis pavimentos, conforme mostrado na Figura 43.

Figura 43: Empreendimento AE2.

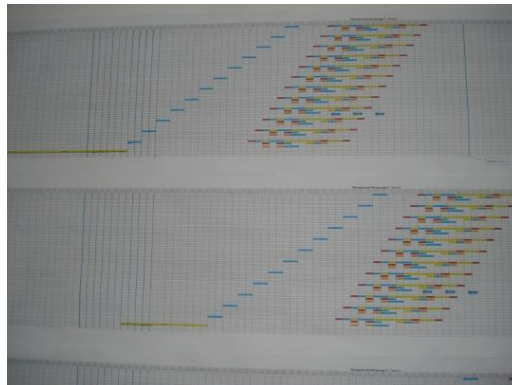


Fonte: Elaboração da autora (2012).

A área total do terreno era de 14366,74 m² e o total de unidades era de 336 apartamentos. A incorporadora tem larga experiência em construção em alvenaria estrutural com blocos de concreto por todo o Brasil. Segundo o Supervisor das obras, a empresa padronizava a alvenaria estrutural com a família 29, pois, embora em relação aos materiais a família 39 seja mais barata, quando se fazia o custo parede pronta, a família 29 é melhor.

A construtora tinha o sistema de qualidade ISO 9000 e o PbQp-H. O planejamento em longo prazo era feito utilizando-se a linha de balanço (Figura 44), com início em abril/2011 e término previsto para abril de 2013.

Figura 44: Planejamento de longo prazo com linha de balanço.



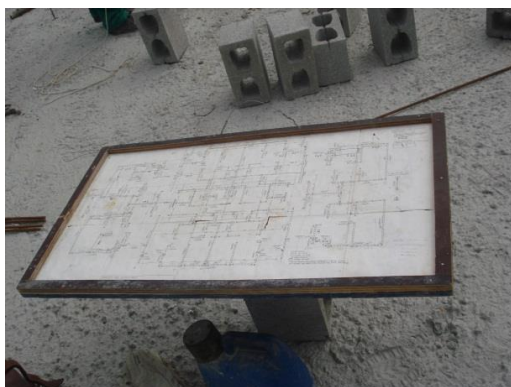
Fonte: Elaboração da autora (2011).

O planejamento de médio prazo era feito mensalmente, onde eram definidas as etapas de execução. Não havia um planejamento de curto prazo, mas começaram a sentir necessidade, pois, como as reuniões eram mensais, havia maior dificuldade em readequar o cronograma. Depois do planejamento de curto prazo, as reuniões ficaram semanais e os problemas detectados eram resolvidos com maior prontidão.

Os projetos executivos foram entregues antes do início da obra, toda a compatibilização foi feita por um técnico da construtora, na obra. As alterações necessárias eram passadas para um setor de projetos, no escritório da construtora, que fazia o contato e as alterações com os projetistas.

O projeto estrutural era bem detalhado, com detalhe de modulação de primeira e segunda fiadas (Figura 45), grauteamento, detalhe dos cantos, dos cruzamentos, armação das paredes estruturais ortogonais, ligações das paredes com telas e detalhe da ferragem da última fiada.

Figura 45: Detalhe das primeira e segunda fiadas das paredes.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

O projeto de gás foi alterado depois do início da execução da alvenaria, isto ocasionou um corte em alguns blocos para a passagem da tubulação de cobre, conforme mostrado na Figura 46.

Figura 46 – Instalação de gás após a execução da alvenaria com quebra de blocos.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

A empresa fazia uma programação das esquadrias que deveriam ser compradas durante o ano, escolhia mais de um fornecedor e padronizava todas. As portas de banheiro eram de 62cm de largura, as dos quartos, de 72cm e as de entrada, de 82cm. A administração da obra era composta de 01 engenheiro, 03 estagiários, 01 técnico de segurança do trabalho, 01 assistente administrativo, 01 técnico de instalações, 01 almoxarife, 02 encarregados, 01 mestre, 01 auxiliar de almoxarife.

Para melhor execução e administração, a obra tinha um mestre geral e dois encarregados, cada um responsável por 03 blocos. Inicialmente as lajes seriam todas pré-fabricadas de concreto armado maciças, com as instalações elétricas embutidas. No entanto, um problema entre o projeto e a execução atrasou muito a obra, pois as instalações das lajes não estavam correspondendo às instalações das paredes, o que fez com que resolvessem executar a laje no local. As escadas foram pré-fabricadas, tipo jacaré, montadas com guindaste. Este fato muitas vezes atrasou o cronograma da obra, pois era necessário esperar a contratação do guindaste que não ficava presente todo o dia na obra para a montagem das escadas.

Um diferencial desta incorporadora é o sistema de contratação. Eles terceirizam mais de 60% da obra. No caso da alvenaria estrutural, eles fazem um pacote, alvenaria pronta, com bloco, ferragem e graute. Foi contratado um consultor para a alvenaria estrutural, sendo que esse engenheiro dava treinamento a todas as equipes. O treinamento consistia em aulas em sala e em campo durante 01(uma) semana, onde era demonstrado como trabalhar com o método de alvenaria estrutural com blocos de concreto, desde o conhecimento dos projetos até o cuidado e a importância de se utilizar as ferramentas, como escantilhão, régua, fio traçante, nylon, gabaritos metálicos.

Como as equipes eram todas terceirizadas, a construtora fiscalizava toda a

execução, podendo também interferir em relação à demissão de funcionários que não estavam se adequando.

O *layout* da obra foi planejado pelo consultor de alvenaria, que projetou os estoques para ficarem em ilhas de produção. Cada bloco teria duas ilhas de produção, cada uma para metade de um andar, onde teria material suficiente para suprir um andar da obra. Os estoques do supermercado ficariam alinhados em um local, separados por tipo de bloco e o mais central possível, para facilitar o transporte.

Figura 47: Estoque de blocos de concreto.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

O transporte vertical e horizontal é feito com dois skytrack, que levavam o material do estoque para os blocos e deste para o andar onde estava sendo executada a alvenaria. O problema encontrado é que o skytrack só alcançava até o quarto andar. Em relação aos dois últimos havia uma maior dificuldade de material, os mesmos subiam através de um guincho de coluna (foginete), ou colocado até o quarto andar e a partir daí de escada, o que dificultava a produção, pois as vezes faltava material.

Os blocos de concreto eram fornecidos por um único fabricante. Este recebia uma programação para a entrega dos referidos blocos. A argamassa de assentamento era industrializada e cada andar tinha betoneira com pequena capacidade para fazer a argamassa a ser utilizada. Existiam duas centrais de betoneiras, cada uma ficava encarregada da fabricação de graute para os três blocos.

A equipe de mão-de-obra direta da alvenaria estrutural era composta por 04(quatro) pedreiros e 02 (dois) serventes em cada bloco. Cada andar continha 1020m^2 de alvenaria e o planejamento era para que concluíssem em 8,5 dias. O bloco do edifício continha

uma junta de dilatação que o dividia ao meio (Figura 48). Desta maneira, uma equipe de dois pedreiros e um servente ficava responsável por metade de um andar. Caso uma equipe terminasse antes da outra iria ajudar a terminar o andar. A marcação era executada por todos os pedreiros, que só iniciavam a execução da elevação, depois da marcação de todo o andar. O grauteamento das paredes era executado em duas etapas, a primeira após a 7ª fiada e a outra quando a elevação estivesse concluída. A verificação do grauteamento era feita com corte no bloco da 2ª fiada e da 9ª fiada.

Figura 48: Junta de dilatação.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

O controle tecnológico era feito por uma empresa terceirizada. Esta empresa forneceu o traço do graute. As amostras de bloco e prisma (Figura 49) para ensaio eram retiradas por lote, conforme a norma brasileira. A Tabela 2 especifica as resistências mínimas características de projeto para o bloco, o prisma, o graute e a argamassa.

Figura 49: Prisma de blocos de concreto para ensaio.



Fonte: Elaboração da autora (2012).

Tabela 2 – Resistência a compressão especificada no projeto estrutural.

	Pavimentos		Resistência Mínima Especificada	
	Bloco (fbk)	Arg. (fak)	Grout(fgk)	Prisma(fpk)
Térreo ao 1. Pav	8	8	15	6,4
2. ao 4 pav.	6	5	15	4,8
5 a COB.	4	5	15	3,2

Fonte: Elaboração da autora (2012).

5.3 Obra AE3 – Caracterização

O empreendimento é composto por 05(cinco) blocos de térreo mais 04 (quatro) andares. Os apartamentos têm de 25 a 48m² de área privativa (Figura 50).

Figura 50: Empreendimento AE3.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

A área total do terreno era de 10000m² e o total de unidades era de 220 apartamentos. Foram utilizadas fundações tipo sapata, o que agilizou o início da elevação da alvenaria. O planejamento de longo prazo era feito com Linha de Balanço (Figura 51). O planejamento de médio prazo é feito para 03 meses e o planejamento de curto prazo é semanal, com reuniões para discutir e reavaliar os serviços executados.

Figura 51: Planejamento de longo prazo com linha de Balanço.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

Foi contratado um consultor em alvenaria estrutural para dar treinamento no pessoal operacional, bem como auxiliar no planejamento e produtividade do empreendimento. Segundo o consultor, a grande dificuldade no planejamento e gerenciamento do empreendimento era o distanciamento entre a gestão e a produção. A gestão tinha pouco interesse em descobrir os fatores que influenciavam na produtividade, o que dificultava o controle e gerenciamento.

A equipe de mão-de-obra de alvenaria era toda terceirizada, ficando a obra responsável pela fiscalização e acompanhamento do projeto estrutural. Este fator era determinante, pois, em muitos casos, a equipe estava preocupada apenas na quantidade de alvenaria executada, não se preocupando com qualidade, o que poderia gerar muito retrabalho. Este problema era resolvido com o acompanhamento diário dos serviços.

Cada andar era composto por 860m² de elevação de alvenaria. Uma junta de dilatação dividia a estrutura em duas partes, o que definiu a divisão das equipes de pedreiros. Existiam três equipes de alvenaria. Cada uma era composta por 04(quatro) pedreiros e 02(dois) serventes. Apesar de o engenheiro estrutural ter optado pela família de blocos de 29cm, havia também blocos de 14x19x34cm, que pertencem à família 39cm. A justificativa dada foi para facilitar a modulação do projeto arquitetônico.

Com projetos compatibilizados antes do início do empreendimento, ainda ocorreram alguns problemas como uma grande concentração de eletrodutos em um mesmo furo de bloco, tornando inexecutável. A solução foi a retirada deste bloco e a concretagem *in loco* depois da introdução dos eletrodutos, o que prejudicou a produtividade.

Havia uma única central de produção (Figura 52) de argamassa e graute. A argamassa era industrializada. No início foi determinado que cada andar teria uma betoneira

para fazer a argamassa, mas o técnico de segurança impôs algumas restrições como, por exemplo, a betoneira ficar em local coberto, o que inviabilizou este sistema.

Figura 52: Central de argamassa e graute.



Fonte Elaboração da autora (2013).

O transporte dos materiais verticalmente e horizontalmente era feito por um skytrack (Figura 53), que era considerado o grande gargalo da produtividade da alvenaria, pois, quando estava quebrado ou sem operação, parava toda a obra.

Figura 53: Skytrack transportando graute.



Fonte: Autor (2013).

Para o consultor de alvenaria, o skytrack é um bom equipamento, mas não pode ser visto como a solução para o empreendimento como um todo, sendo necessária a utilização de outros equipamentos como o elevador. Os pedreiros utilizavam a meia cana como ferramenta básica, mas o escantilhão também era utilizado, o que dava maior agilidade a execução da alvenaria.

O corte dos blocos elétricos (Figura 54) era feito pelos eletricitas e não pelos

pedreiros de alvenaria.

Figura 54: Bloco elétrico cortado no local de utilização.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

As lajes utilizadas eram treliçadas e transportadas manualmente do estoque até o local de utilização. Foi utilizado o bloco J de apoio às lajes, o que melhorou o nivelamento externo dos blocos, com um menor consumo de revestimento externo.

As escadas são pré-moldadas no próprio canteiro. As vigas são divididas em três partes para facilitar o manuseio. O projeto estrutural especificava as resistências de prisma, graute e argamassa, segundo a Tabela 3.

Tabela 3: Resistência mínima especificada em projeto.

Pavimentos	Resistência Mínima Especificada			
	Bloco(fb _k)	Arg. (fa _k)	Grout(fg _k)	Prisma(fp _k)
Térreo ao 1. Pav	4,5	4,5	15	3,5
2. ao 4 pav.	6	6	15	5,0

Fonte: Elaboração da autora (2013).

Os blocos estruturais (Figura 55) eram fornecidos por duas empresas, mas ocorreram alguns problemas de fornecimento e resolveram ficar com a empresa que se mostrou mais estruturada para cumprir os prazos.

Figura 55 – Estoque de blocos estruturais.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

Pela experiência do consultor de alvenaria, a equipe atinge os melhores índices de produtividade quando executam o projeto a partir da terceira repetição, pois atingem o grau máximo de aprendizagem.

Esta obra estava com o cronograma de execução no prazo, segundo os gestores a atenção com o planejamento de médio e curto prazo que tomavam medidas rápidas para o controle a readequação do mesmo no tempo certo, à medida que ocorria alguma alteração.

5.4 Obra AE4 – Caracterização

O empreendimento era composto por 21 blocos, sendo térreo mais 04(quatro) andares (Figura 56). A área total do terreno era de 43000m² com um total de unidades de 880 apartamentos.

Figura 56: Vista do empreendimento AE4.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

A administração da obra era composta de 02 engenheiros, 04 estagiários, 01 técnico de segurança do trabalho, 03 assistentes administrativos, 02 técnicos de instalações, 02 almoxarifes, 04 encarregados, 02 mestres e 01 auxiliar de almoxarife. A estrutura em alvenaria estrutural com blocos de concreto foi a primeira desta empresa na cidade de Fortaleza. A falta de experiência dos engenheiros responsáveis em obras de alvenaria estrutural foi um dos fatores que contribuiu para os baixos índices de produtividade desta obra.

O planejamento de longo prazo foi feito com linha de balanço. Não havia planejamento de médio prazo e o planejamento de curto prazo feito semanalmente deixava muito a desejar, pois eles apenas resolviam problemas pontuais, sem pensar na obra como um todo.

Pela falta de experiência e conhecimento em processo de alvenaria estrutural, a obra foi pensada com estrutural de concreto convencional. À medida que começaram a ter conhecimento do processo foram feitas tentativas de adequar a obra e o planejamento à alvenaria estrutural.

Os projetos não foram compatibilizados antes do início da execução e este fator dificultou a execução das instalações. Na época do início do empreendimento, optaram por comprar os blocos de concreto de uma empresa que levava a máquina para o canteiro de obras. Este foi outro problema, além da falta de uma estrutura de fábrica com câmaras de cura, local adequado para estoque dos blocos recém-produzidos e controles tecnológicos inadequados. Isto produziu uma quantidade muito grande de blocos fora do padrão que foram refugados.

A NBR 15961-2 de execução de obras em alvenaria estrutural estabelece que só se pode utilizar um bloco de concreto estrutural a partir dos 21 dias, a fim de evitar sua retração, o que pode ocasionar patologias futuras. Nesta obra, a falta de local para estocar blocos fez com que estes tivessem que ser utilizados com menos de 21 dias. A Tabela 4 mostra as resistências mínimas especificada em projeto.

Tabela 4: Resistência mínima especificada no projeto estrutural

Pavimentos	Resistência Mínima Especificada			
	Bloco(fbk)	Arg. (fak)	Grout(fgk)	Prisma(fpk)
Térreo ao 1. Pav	4,5	4,5	15	3,5
2. ao 4 pav.	6	6,0	15	4,8

Fonte: Elaboração da autora (2013).

Cada equipe de alvenaria estrutural era composta por 05(cinco) pedreiros e 02(dois) serventes, que eram distribuídos no andar, com planejamento para executarem em 12 dias úteis, o que nem sempre foi possível (Figura 57).

Figura 57: Execução de Alvenaria Estrutural com utilização de colher de pedreiro.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

As equipes de alvenaria eram todas terceirizadas, mas a maioria com pouca experiência. Grande parte dos pedreiros não conhecia o processo de construção da AE. Constatou-se que o treinamento que eles receberam dos próprios engenheiros não foi adequado e isto foi notado nas conversas com os pedreiros que tinham muita dificuldade no conhecimento do processo e do projeto.

Cada bloco tinha sua betoneira no andar de execução da alvenaria. Existiam duas centrais de concreto, cada uma para parte da obra, responsável pelo graute. As lajes eram maciças (Figura 58), transportadas e montadas com munck que eram alugados com essa finalidade. Muitas vezes, o andar estava preparado para receber a laje, mas ficava esperando o equipamento. Neste momento a equipe de pedreiros era realocada para outros blocos.

Figura 58– Estoques de lajes maciças utilizadas no empreendimento.



Fonte: Elaboração da autora (2013)

As escadas (Figura 59) tinham apenas os degraus pré-moldados, que era transportado e levado ao local de utilização manualmente.

Figura 59: Escada executada com degraus pré-moldados.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

Em razão da falta de um *layout* adequado para a alvenaria estrutural, os blocos ficavam estocados sem identificação, o que dificultou a localização e o transporte. As equipes de alvenaria ficavam esperando a chegada dos blocos por falta de informações.

Esta obra não atingiu os índices produtivos planejados, mas, como a alvenaria era terceirizada e paga por metro quadrado executado, os custos não foram alterados, mascarando os resultados, pois a empresa não se preocupou com o gerenciamento da produção apenas com os números finais. Essa fase de detalhamento das obras estudadas foi fundamental para a coleta e análise dos resultados que serão apresentados nos capítulos seguintes.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta dos dados foi feita sua análise. A seguir serão mostradas as tabelas e os gráficos com os índices de produtividade das obras estudadas.

6.1 Análise da obra AE1

EMPRESA AE1

Razão Unitária de produção diária, cumulativa e potencial - elevação

Dias Coletadas	Qse(m²)	Hhe direta	Hhe profissional	RUP direta	RUP profissional	RUP cumulativa direta	RUP potencial direta
1	182,04	207	135	1,14	0,74	1,14	1,00
2	193,55	207	135	1,07	0,70	1,10	1,00
3	172,96	216	144	1,25	0,83	1,15	1,00
4	196,00	216	144	1,10	0,73	1,14	1,00
5	220,12	216	144	0,98	0,65	1,11	1,00
6	199,62	207	135	1,04	0,68	1,10	1,00
7	226,48	216	144	0,95	0,64	1,08	1,00
8	194,72	216	144	1,11	0,74	1,08	1,00
9	197,00	216	144	1,10	0,73	1,08	1,00
10	155,05	198	126	1,28	0,81	1,10	1,00
11	184,16	216	144	1,17	0,78	1,11	1,00
12	185,12	216	144	1,17	0,78	1,11	1,00
13	187,40	207	135	1,10	0,72	1,11	1,00
14	178,50	207	135	1,16	0,76	1,12	1,00
15	185,58	198	126	1,07	0,68	1,11	1,00
16	198,08	216	144	1,09	0,73	1,11	1,00
17	182,70	216	144	1,18	0,79	1,12	1,00
18	154,76	207	135	1,34	0,87	1,13	1,00
19	184,04	207	135	1,12	0,73	1,13	1,00
20	223,20	216	144	0,97	0,65	1,12	1,00
21	208,08	216	144	1,04	0,69	1,12	1,00
22	250,40	216	144	0,86	0,58	1,10	1,00
23	255,80	216	144	0,84	0,56	1,09	1,00
24	232,00	207	135	0,89	0,58	1,08	1,00
25	236,90	216	144	0,91	0,61	1,08	1,00
26	248,80	207	135	0,83	0,54	1,07	1,00
27	198,40	216	144	1,09	0,73	1,07	1,00
28	173,60	216	144	1,24	0,83	1,07	1,00
29	172,40	207	135	1,20	0,78	1,08	1,00
30	209,20	207	135	0,99	0,65	1,08	1,00
31	210,80	216	144	1,02	0,68	1,07	1,00
32	220,20	216	144	0,98	0,65	1,07	1,00
33	229,20	207	135	0,90	0,59	1,07	1,00
34	208,40	216	144	1,04	0,69	1,07	1,00
35	159,60	162	108	1,02	0,68	1,06	1,00
36	188,20	207	135	1,10	0,72	1,07	1,00
37	209,60	216	144	1,03	0,69	1,06	1,00
38	222,00	216	144	0,97	0,65	1,06	1,00
39	173,90	207	135	1,19	0,78	1,07	1,00
40	212,40	216	144	1,02	0,68	1,06	1,00
41	148,60	198	126	1,33	0,85	1,07	1,00
42	193,20	216	144	1,12	0,75	1,07	1,00
43	119,00	108	62	0,91	0,52	1,07	1,00
44	175,24	108	62	0,62	0,35	1,06	1,00
45	209,24	162	108	0,77	0,52	1,05	1,00
46	223,52	162	108	0,72	0,48	1,04	1,00
47	96,20	153	99	1,59	1,03	1,06	1,00
48	115,12	162	108	1,41	0,94	1,06	1,00
49	121,76	162	108	1,33	0,89	1,07	1,00
50	121,12	162	108	1,34	0,89	1,07	1,00
51	134,66	153	99	1,14	0,74	1,08	1,00
52	112,20	162	108	1,44	0,96	1,08	1,00
53	118,72	162	108	1,36	0,91	1,09	1,00
54	169,20	162	108	0,96	0,64	1,09	1,00
55	135,92	162	108	1,19	0,79	1,09	1,00
56	139,84	162	108	1,16	0,77	1,09	1,00
57	135,92	162	108	1,19	0,79	1,09	1,00
58	183,04	207	135	1,13	0,74	1,09	1,00
59	189,82	207	135	1,09	0,71	1,09	1,00
60	174,11	216	144	1,24	0,83	1,09	1,00

Tabela 05 – Resultados da AE1

A tabela 05 apresenta a quantidade de dias coletados, a quantidade de serviço em cada dia coletado (Qse) medido em m^2 , as horas homens dispendidas no serviço de alvenaria diretamente envolvida com os profissionais e serventes (Hhe direta), as horas homens dispendidas no serviço apenas com os pedreiros (Hhe profissional), a RUP dos profissionais e serventes (RUP direta), as RUPs dos pedreiros (RUP profissional), a RUP cumulativa dos pedreiros e serventes (RUP cumulativa direta) e a RUP potencial direta.

A menor RUP diária encontrada foi de $0,62Hh/m^2$. Conforme observações, neste dia, todos os funcionários estavam presentes ao trabalho e a maioria das equipes havia concluído a marcação da alvenaria executando a elevação as fiadas mais baixas, sem a utilização de andaimes. Os blocos se encontravam nos pavimentos e o equipamento utilizado para o transporte de graute e argamassa funcionou normalmente, sendo que neste dia não choveu. Todos esses fatores favoreceram a produtividade obtida.

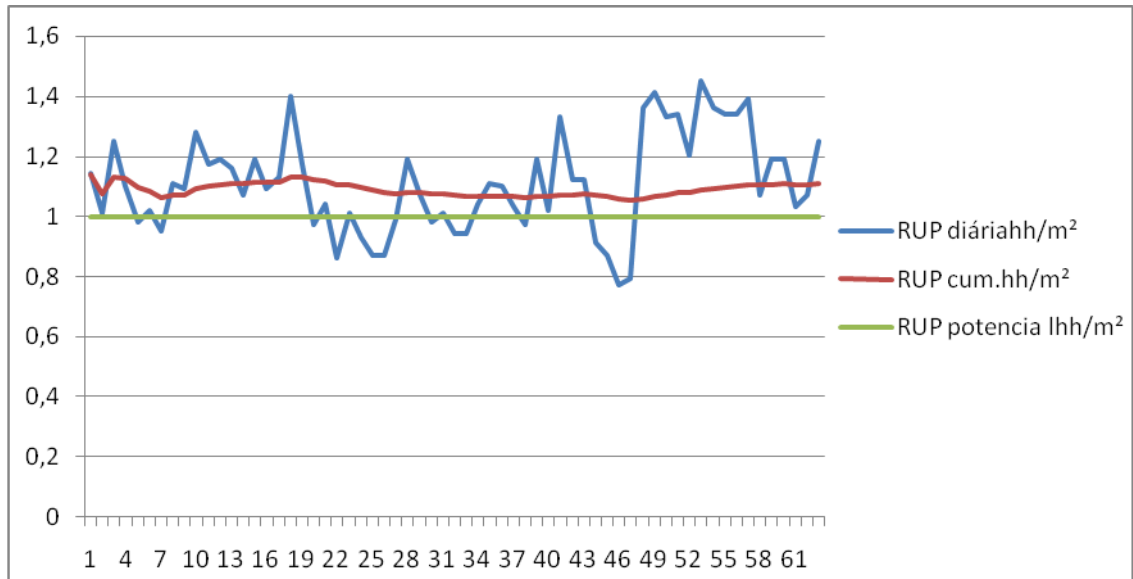
A maior RUP diária foi de $1,44Hh/m^2$. Naquela ocasião, a skytrack estava quebrado, o que dificultou muito o transporte dos materiais, tais como graute e argamassa, que estavam sendo transportados por carrinhos de mão até o bloco e deste até o pavimento de utilização pelas escadas. Este índice não reflete a média da obra, pois é uma exceção que deverá ser analisada cuidadosamente, pois, devido à utilização de apenas um equipamento para transporte vertical e horizontal, quando este quebra toda a obra fica parada.

A diferença de RUPs diária foi de mais de 100%, o que mostra a importância de um gerenciamento diário que procure conhecer os fatores que influenciam nos índices produtivos, a fim de haver um controle ao longo da obra.

Para o período coletado encontrou-se uma RUP cumulativa direta de $1,09Hh/m^2$, sendo este número a tendência da produtividade média observada na obra. A RUP potencial foi de $1,00 Hh/m^2$, de maneira que este índice representa o que deve ser perseguido ao longo da obra.

O ΔRUP é a diferença entre a RUP cumulativa e a RUP potencial. Neste caso foi de $0,09Hh/m^2$, o que demonstra que a obra teria condições de melhorar em 9% seus índices produtivos com um melhor gerenciamento e controle da produtividade da mão-de-obra da alvenaria.

Figura 60: RUPs diária direta, cumulativa direta e potencial AE1.



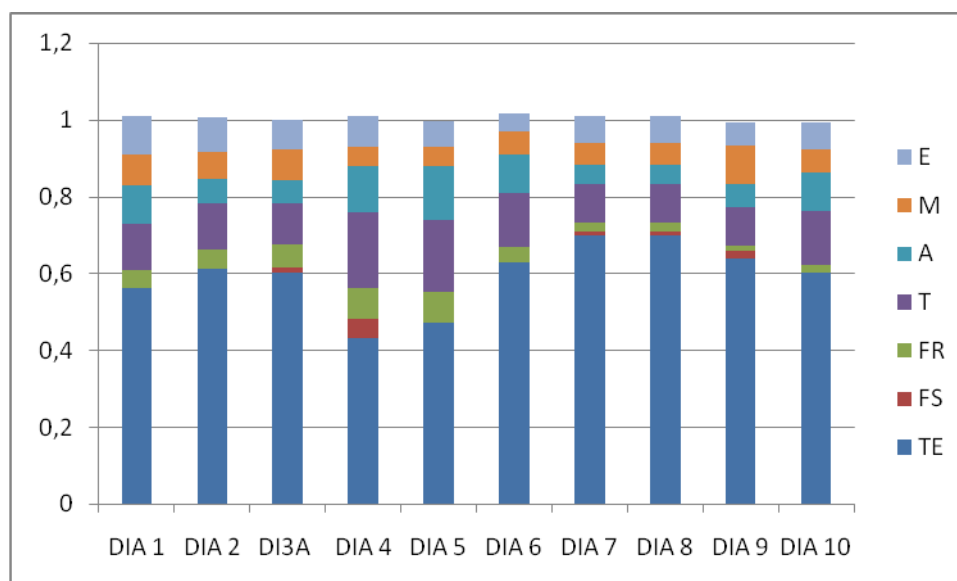
Fonte: Elaboração da autora (2013).

A figura 61 mostra os resultados dos dados coletados no fracionamento diário da produção da mão de obra da alvenaria estrutural.

O dia foi dividido em:

- 1) Horas de trabalho efetivo (TE);
- 2) Horas de espera (E);
- 3) Tempo de transporte (T);
- 4) Hora de mobilização (M);
- 5) Atrasos (A);
- 6) Falta de suporte (FS);
- 7) Falta de requisitos necessários (FR).

Figura 61: Fracionamento diário da Produtividade da obra AE1.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

O trabalho efetivo variou de 43% a 70%. Neste item observou-se que o trabalho efetivo era maior em dias próximos a medições de produtividade.

Quando ocorriam problemas no manipulador skystrack, o tempo de espera aumentava e o trabalho efetivo diminuía.

Outro item em que ocorreu uma grande variação foi o tempo de transporte. Isto aconteceu porque na obra só existia um único equipamento de transporte vertical e horizontal e este teve problemas em alguns dias, o que obrigou os funcionários a transportar os blocos, argamassa e graute de maneira improvisada com carrinhos de mão, o que prejudicou, neste caso, a produtividade.

A falta de suporte, tais como ferramentas e EPIs, sempre são fatores negativos e, quando apareceram no gerenciamento da produtividade, foram dias em que ocorreu uma diminuição dos índices produtivos. A falta de requisitos mostrou a falta de integração e informação entre os níveis hierárquicos superiores e a equipe produtiva. Todas as vezes em que ocorreu, estava relacionado à falta de compatibilização de projeto, o que gerou dúvidas na equipe produtiva.

A mobilização da equipe é um item que foi verificado e que está ligado ao *layout* da obra. No caso desta obra, o *layout* facilitava o deslocamento dos funcionários até o local efetivo de trabalho. Verificou-se que o tempo gasto com espera de materiais variou entre 5% e 10%. Este item foi observado cuidadosamente pois é um tempo que sempre pode ser melhorado e está ligado à maneira como as informações fluem na obra. Uma logística

eficiente, com pedidos de materiais em tempo hábil, com um estoque regulador, bem como a informação da necessidade de argamassa e graute para a central de concreto são essenciais para diminuir o tempo de espera.

Durante o tempo da coleta de dados, o pesquisador pode observar a importância da estratificação de um dia de trabalho, auxiliando no controle dos índices produtivos, durante o período em que o empreendimento está sendo executado. Com essas informações, a empresa teve melhores condições de avaliar o tempo gasto com cada equipe produtiva, detectando os gargalos produtivos, a fim de melhorar seu desempenho e os índices de produtividade.

6.2 Análise da obra AE2

Nos dados coletados na obra AE2 foram encontrados os melhores índices produtivos, o que levou à conclusão de que alguns fatores foram essenciais para que isso tivesse ocorrido. A tabela 6 apresenta a quantidade de dias coletados, a quantidade de serviço em cada dia coletado (Qse) medido em m², as horas homens dispendidas no serviço de alvenaria diretamente envolvida com os profissionais e serventes (Hhe direta), as horas homens dispendidas no serviço apenas com os pedreiros (Hhe profissional), a RUP dos profissionais e serventes(RUP direta), as RUPs dos pedreiros(RUP profissional), a RUP cumulativa dos pedreiros e serventes(RUP cumulativa direta) e a RUP potencial direta.

EMPRESA AE 2

Razão Unitária de produção diária, cumulativa e potencial - elevação

Dias Coletadas	Qse(m ²)	Hhe direta	Hhe profissional	RUP direta	RUP profissional	RUP cumulativa direta	RUP potencial direta
1	205,10	216	198	1,05	0,97	1,05	0,94
2	204,00	207	189	1,01	0,93	1,03	0,94
3	182,00	216	198	1,19	1,09	1,08	0,94
4	169,60	207	189	1,22	1,11	1,12	0,94
5	213,20	207	189	0,97	0,89	1,09	0,94
6	179,50	207	189	1,15	1,05	1,10	0,94
7	165,60	216	198	1,30	1,20	1,13	0,94
8	192,00	207	189	1,08	0,98	1,12	0,94
9	206,40	216	198	1,05	0,96	1,11	0,94
10	207,00	216	198	1,04	0,96	1,11	0,94
11	254,00	216	198	0,85	0,78	1,08	0,94
12	242,40	207	189	0,85	0,78	1,06	0,94
13	207,60	216	198	1,04	0,95	1,06	0,94
14	190,10	216	198	1,14	1,04	1,07	0,94
15	177,00	207	189	1,17	1,07	1,07	0,94
16	165,40	216	198	1,31	1,20	1,09	0,94
17	168,00	216	198	1,29	1,18	1,10	0,94
18	194,20	216	198	1,11	1,02	1,10	0,94
19	207,50	207	189	1,00	0,91	1,10	0,94
20	170,00	216	198	1,27	1,16	1,10	0,94
21	198,80	207	189	1,04	0,95	1,10	0,94
22	190,30	207	189	1,09	0,99	1,10	0,94
23	193,00	207	189	1,07	0,98	1,10	0,94
24	219,60	216	198	0,98	0,90	1,09	0,94
25	220,80	216	198	0,98	0,90	1,09	0,94
26	239,60	207	189	0,86	0,79	1,08	0,94
27	262,40	207	189	0,79	0,72	1,07	0,94
28	200,60	207	189	1,03	0,94	1,07	0,94
29	203,60	207	189	1,02	0,93	1,07	0,94
30	210,80	216	198	1,02	0,94	1,07	0,94
31	214,80	216	198	1,01	0,92	1,06	0,94
32	227,60	216	198	0,95	0,87	1,06	0,94
33	195,20	207	189	1,06	0,97	1,06	0,94
34	217,20	207	189	0,95	0,87	1,06	0,94
35	233,20	216	198	0,93	0,85	1,05	0,94
36	263,20	216	198	0,82	0,75	1,05	0,94
37	222,80	216	198	0,97	0,89	1,05	0,94
38	250,80	216	198	0,86	0,79	1,04	0,94
39	161,70	207	189	1,28	1,17	1,05	0,94
40	199,60	216	198	1,08	0,99	1,05	0,94
41	194,60	216	198	1,11	1,02	1,05	0,94
42	222,40	207	189	0,93	0,85	1,05	0,94
43	228,80	216	198	0,94	0,87	1,04	0,94
44	241,60	216	198	0,89	0,82	1,04	0,94
45	253,60	207	189	0,82	0,75	1,04	0,94
46	209,60	216	198	1,03	0,94	1,04	0,94
47	212,00	216	198	1,02	0,93	1,03	0,94
48	210,00	216	198	1,03	0,94	1,03	0,94
49	212,40	216	198	1,02	0,93	1,03	0,94
50	239,60	207	189	0,86	0,79	1,03	0,94
51	230,60	216	198	0,94	0,86	1,03	0,94
52	223,00	207	189	0,93	0,85	1,03	0,94
53	229,40	216	198	0,94	0,86	1,03	0,94
54	223,60	216	198	0,97	0,89	1,02	0,94
55	180,70	216	198	1,20	1,10	1,03	0,94
56	213,60	207	189	0,97	0,88	1,03	0,94
57	193,20	216	198	1,12	1,02	1,03	0,94
58	186,00	216	198	1,16	1,06	1,03	0,94
59	196,80	216	198	1,10	1,01	1,03	0,94
60	214,00	216	198	1,01	0,93	1,03	0,94

Fonte: Elaboração da autora (2013).

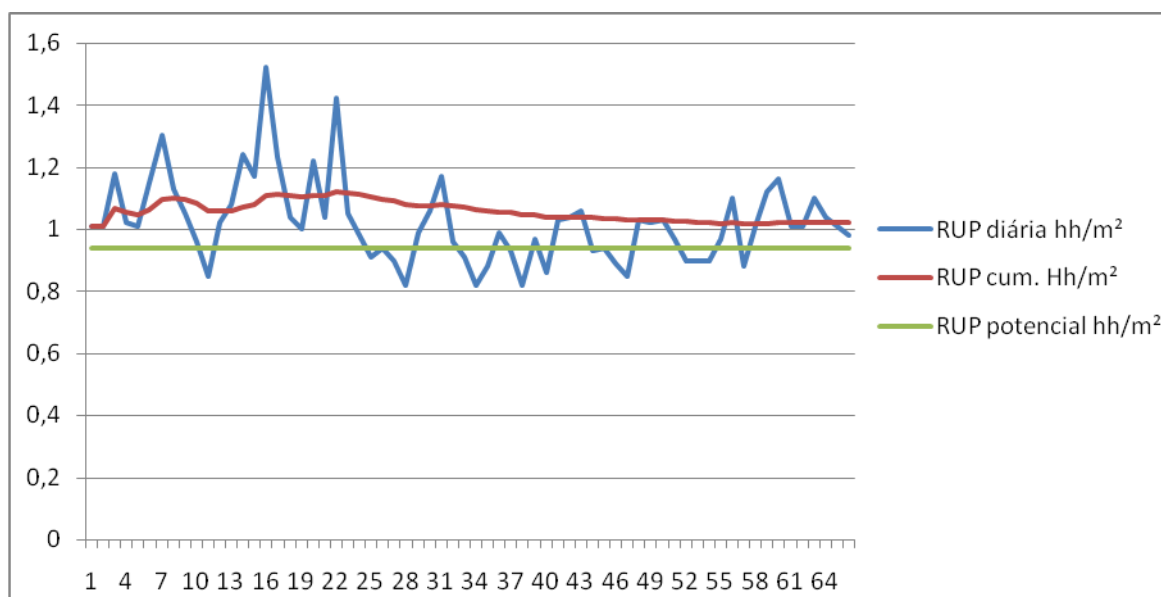
A contratação de um consultor externo supriu a falta de experiência em alvenaria estrutural do engenheiro residente. O consultor foi responsável pelos procedimentos gerenciais, tais como planilha de acompanhamento diário, *layout* de canteiro, estoque mínimo de materiais e treinamento de campo e no escritório de todo o pessoal envolvido, tanto a equipe produtiva como noções básicas de alvenaria estrutural para todo o pessoal administrativo.

Assim como a AE1, o maior gargalo foi com o transporte vertical e horizontal, pois se optou por utilizar o skytrack, apesar de esta obra ter dois equipamentos - por tratar-se de um empreendimento mais horizontal - quando um deles estava com problemas, o outro não tinha condições de suprir toda a obra.

Conforme a Figura 62, nesta obra encontrou-se RUPs diárias diretas entre 0,85 Hh/m² a 1,52 Hh/m², o que mostra uma diferença de quase 100%. Nesta obra ocorreram duas mudanças de equipe, o que sempre era um fator determinante para diminuir os índices produtivos. A maioria das equipes era terceirizada e, neste caso, detectou-se um fator positivo em dias próximo ao fechamento da produtividade, quando a equipe tinha que alcançar a meta para obter maiores ganhos financeiros.

Esta obra obteve uma RUP cumulativa direta de 1,02 Hh/m² e de RUP potencial direta de 0,94 Hh/m². Apesar dos valores mínimos e máximos da RUP diária da AE1 serem maiores que os encontrados na AE2, sua RUP cumulativa e RUP potencial foram menores. Isto porque, ao longo do período de coleta de dados, encontrou-se uma maior uniformidade de índices na AE2, o que demonstra a importância de uma coleta de dados diária e a necessidade de um banco de dados confiável para que se possa ter índices que reflitam a realidade.

Figura 62: RUPs diária, cumulativa e potencial AE2.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

6.3 Análise da obra AE3

Nesta obra havia um consultor em alvenaria estrutural que desenvolveu as planilhas de acompanhamento diário, mas, como todas as equipes eram terceirizadas e o pagamento era feito diretamente ao empreiteiro por medição total, não houve uma preocupação efetiva com seu preenchimento. A planilha começou a ser preenchida quando a pesquisa começou.

Notou-se uma grande preocupação com o acompanhamento do cronograma do planejamento de longo prazo que foi feito com linha de balanço. Neste caso, a obra obedecia ao prazo estabelecido.

Apesar de todas as equipes serem terceirizadas, os índices produtivos eram muito diferentes de uma equipe para outra, o que não justificava, pois os blocos eram semelhantes e a dificuldade de executá-los era a mesma. Após alguns dias em obra e conversando com os encarregados, observou-se que a equipe que produzia menos estava sempre desmotivada, atrasada e colocando dificuldades. Creditou-se o problema aos atrasos do pagamento do empreiteiro.

A tabela 07 apresenta a quantidade de dias coletados, a quantidade de serviço em cada dia coletado (Qse) medido em m², as horas homens dispendidas no serviço de alvenaria diretamente envolvida com os profissionais e serventes (Hhe direta), as horas homens

dispendidas no serviço apenas com os pedreiros (Hhe profissional), a RUP dos profissionais e serventes (RUP direta), as RUPs dos pedreiros (RUP profissional), a RUP cumulativa dos pedreiros e serventes (RUP cumulativa direta) e a RUP potencial direta.

EMPRESA AE3

Razão Unitária de produção diária, cumulativa e potencial - elevação

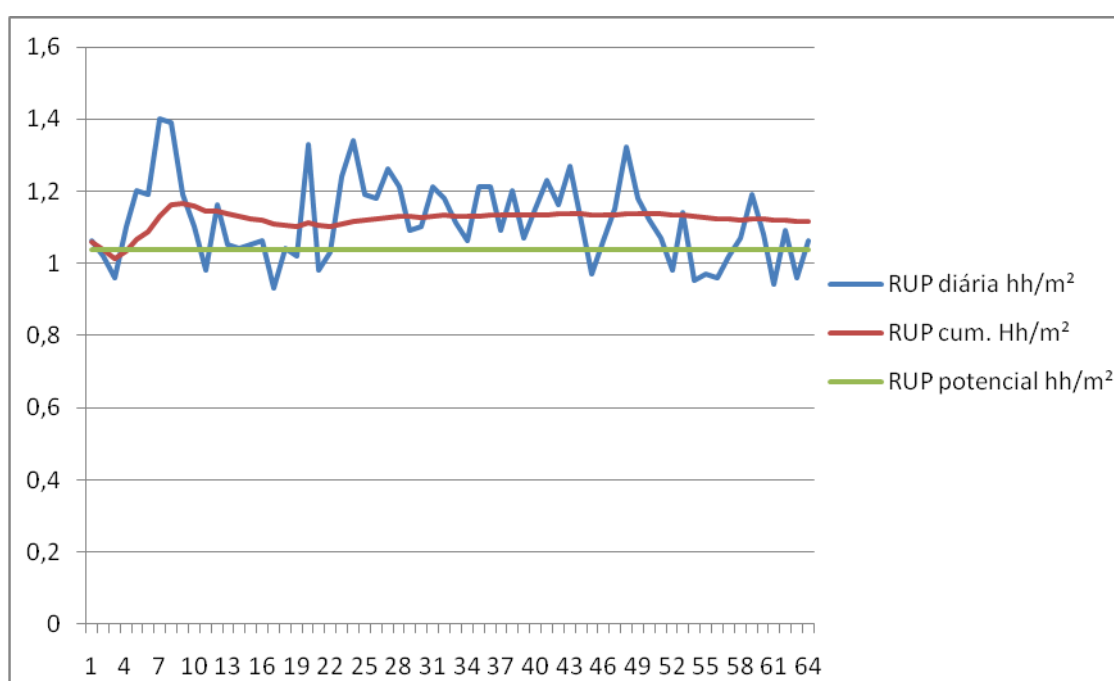
Dias Coletadas	Qse(m ²)	Hhe direta	Hhe profissional	RUP direta	RUP profissional	RUP cumulativa direta	RUP potencial direta
1	200,56	207	135	1,03	0,67	1,03	0,94
2	202,60	207	135	1,02	0,67	1,03	0,94
3	224,40	216	144	0,96	0,64	1,01	0,94
4	187,70	216	144	1,15	0,77	1,04	0,94
5	202,10	216	144	1,07	0,71	1,05	0,94
6	181,20	207	135	1,14	0,75	1,06	0,94
7	193,10	216	144	1,12	0,75	1,07	0,94
8	210,80	216	144	1,02	0,68	1,07	0,94
9	181,60	216	144	1,19	0,79	1,08	0,94
10	196,80	198	126	1,01	0,64	1,07	0,94
11	210,40	216	144	1,03	0,68	1,07	0,94
12	186,80	216	144	1,16	0,77	1,08	0,94
13	205,60	207	135	1,01	0,66	1,07	0,94
14	198,50	207	135	1,04	0,68	1,07	0,94
15	206,40	207	135	1,00	0,65	1,06	0,94
16	203,60	207	135	1,02	0,66	1,06	0,94
17	232,80	207	135	0,89	0,58	1,05	0,94
18	199,50	207	135	1,04	0,68	1,05	0,94
19	212,80	207	135	0,97	0,63	1,05	0,94
20	175,60	207	135	1,18	0,77	1,05	0,94
21	211,50	207	135	0,98	0,64	1,05	0,94
22	201,90	207	135	1,03	0,67	1,05	0,94
23	174,80	207	135	1,18	0,77	1,05	0,94
24	161,60	207	135	1,28	0,84	1,06	0,94
25	173,40	216	144	1,25	0,83	1,07	0,94
26	141,20	216	144	1,53	1,02	1,09	0,94
27	164,40	207	135	1,26	0,82	1,09	0,94
28	170,70	216	144	1,27	0,84	1,10	0,94
29	197,60	216	144	1,09	0,73	1,10	0,94
30	196,40	198	126	1,01	0,64	1,10	0,94
31	131,20	216	144	1,65	1,10	1,11	0,94
32	176,10	216	144	1,23	0,82	1,12	0,94
33	187,60	207	135	1,10	0,72	1,12	0,94
34	203,60	207	135	1,02	0,66	1,12	0,94
35	187,60	216	144	1,15	0,77	1,12	0,94
36	198,00	216	144	1,09	0,73	1,12	0,94
37	178,00	216	144	1,21	0,81	1,12	0,94
38	172,00	216	144	1,26	0,84	1,12	0,94
39	200,00	216	144	1,08	0,72	1,12	0,94
40	188,60	216	144	1,15	0,76	1,12	0,94
41	167,80	216	144	1,29	0,86	1,13	0,94
42	186,00	198	126	1,06	0,68	1,12	0,94
43	170,00	207	135	1,22	0,79	1,13	0,94
44	187,20	207	135	1,11	0,72	1,13	0,94
45	222,80	207	135	0,93	0,61	1,12	0,94
46	204,40	216	144	1,06	0,70	1,12	0,94
47	186,40	216	144	1,16	0,77	1,12	0,94
48	163,60	216	144	1,32	0,88	1,12	0,94
49	176,10	216	144	1,23	0,82	1,13	0,94
50	192,80	216	144	1,12	0,75	1,13	0,94
51	184,40	216	144	1,17	0,78	1,13	0,94
52	220,00	207	135	0,94	0,61	1,12	0,94
53	189,20	216	144	1,14	0,76	1,12	0,94
54	228,40	207	135	0,91	0,59	1,12	0,94
55	212,60	207	135	0,97	0,63	1,12	0,94
56	225,60	216	144	0,96	0,64	1,11	0,94
57	212,40	198	126	0,93	0,59	1,11	0,94
58	198,80	216	144	1,09	0,72	1,11	0,94
59	182,00	216	144	1,19	0,79	1,11	0,94
60	200,00	216	144	1,08	0,72	1,11	0,94
61	228,80	216	144	0,94	0,63	1,11	0,94
62	189,40	216	144	1,14	0,76	1,11	0,94
63	226,00	216	144	0,96	0,64	1,11	0,94
64	196,60	198	126	1,01	0,64	1,11	0,94
65	202,40	216	144	1,07	0,71	1,11	0,94

A Figura 62 mostra que a maior RUP diária direta foi de 1,53 Hh/m² e a menor, de 0,89Hh/m². Nesta obra encontrou-se uma diferença de 0,72% e foi a menor encontrada entre

as obras estudadas. Este fato ocorreu devido ao fato de a obra se encontrar em uma fase mais avançada. Já havia sido concluídos dois blocos; os problemas de compatibilização de projeto já tinham sido resolvidos e as equipes estavam familiarizadas com o projeto.

A RUP cumulativa direta obtida foi de 1,10 Hh/m² e a RUP potencial de 0,94Hh/m². Dentre as obras estudadas, foi a menor Δ RUP encontrada, demonstrando que, quando se consegue alcançar uma menor diferença entre as RUPs diária, a tendência é que se encontre também uma menor diferença entre a média de produtividade encontrada com a RUP cumulativa e o índice produtivo possível de ser alcançado com a RUP potencial.

Figura 63: RUPs diária, cumulativa e potencial AE3.



Fonte: Elaboração da autora (2013)

6.4 Análise da obra AE4

Esta obra teve alguns diferenciais, como a quantidade de blocos no empreendimento: 21 blocos. Isto gerou uma maior necessidade de gerenciamento da empresa. Foi o primeiro empreendimento da empresa com blocos de concreto em Fortaleza. Ela resolveu terceirizar a produção dos blocos de concreto, que foi produzido na própria obra. Todos esses diferenciais fizeram com que a produtividade fosse bem abaixo dos índices encontrados nas outras obras pesquisadas.

Como a empresa terceirizou a mão-de-obra de alvenaria, considerando que o valor pago é por alvenaria executada, esses índices não refletiram no custo final do

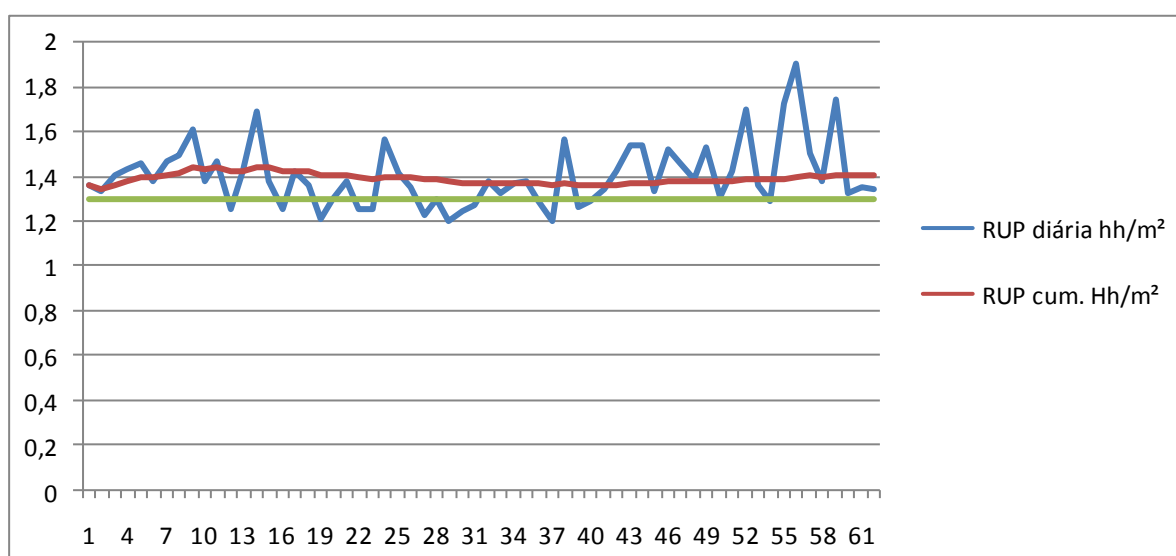
empreendimento diretamente, refletindo em atrasos que geram insatisfação no cliente e credibilidade da empresa no mercado.

A Figura 63 mostra as RUPs diária direta, RUPs cumulativa direta e RUPs potencial do empreendimento. Encontrou-se uma RUPs diária direta de até 1,90 Hh/m². Neste dia ocorreu uma forte chuva, o que dificultou toda a logística da obra. A central de concreto não pôde fornecer graute porque a areia era estocada sem cobertura e seu índice de umidade era maior que o necessário para a produção do graute. Além disso, as ruas internas ficaram alagadas dificultando a mobilização dos skytrack.

A menor RUP diária foi 1,21 Hh/m², com um diferencial de 65% entre a menor e a maior RUP diária, demonstrando que seria necessário um melhor controle dos fatores que influenciam na produtividade, para que se atinjam índices diários com valores menos discrepantes.

A RUP cumulativa foi de 1,42 Hh/m² e a RUP potencial de 1,28 Hh/m², a diferença entre as RUPs de 0,14Hh/m² representa a produtividade que poderia ser alcançada nas condições da obra.

Figura 64: RUPs diária direta, cumulativa direta e potencial AE4.

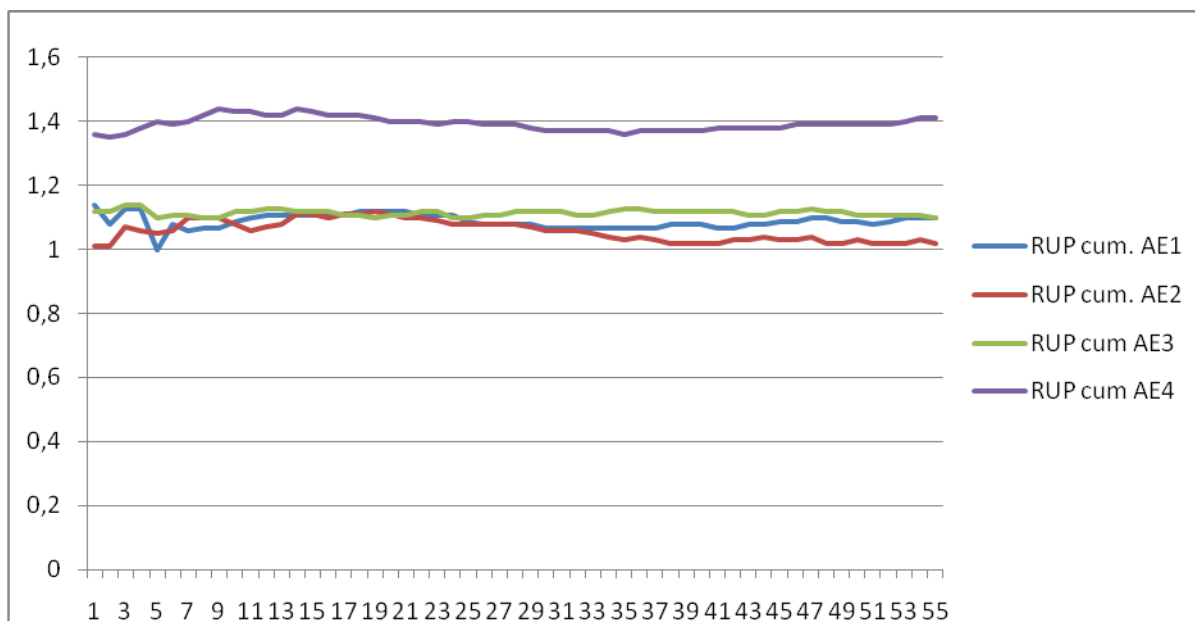


Fonte: Elaboração da autora (2013).

5.5 Análise Conjunta das Obras

A Figura 64 mostra as RUPs cumulativas das quatro obras estudadas. Analisando a Figura 65 percebe-se que a AE2 apresentou a menor RUP, representando a obra com melhor desempenho de produtividade, enquanto que a AE4 apresentou os piores índices.

Figura 65: RUPs cumulativas das quatro obras.

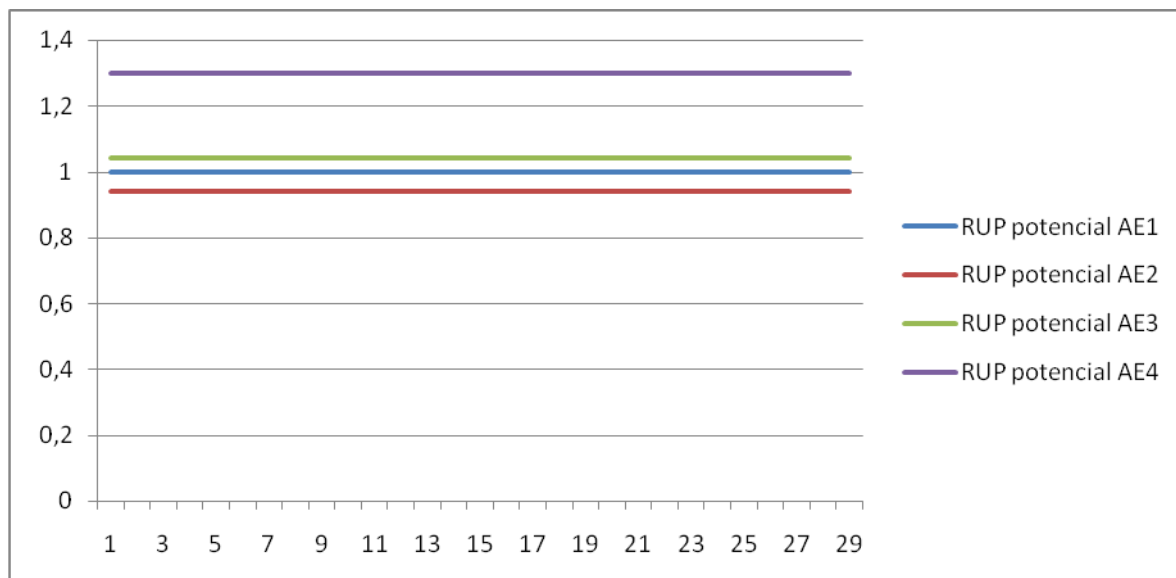


Fonte: Elaboração da autora (2013).

A Figura 65 apresenta as RUPs potencial das obras estudadas, onde se observa que a obra AE2 - que apresentou o melhor índice produtivo de todas - apresentou a menor RUP potencial, sendo este o índice que deve ser perseguido no empreendimento.

A diferença entre a RUP cumulativa e a RUP potencial gera um diferencial de acréscimo que deve ser entendido como uma piora na produtividade, frutos de anormalidades verificadas durante a execução do serviço. Quanto melhor o gerenciamento da obra, menor será a diferença encontrada entre a RUP cumulativa e a RUP potencial.

Figura 66: RUPs potencial AE1, AE2, AE3 e AE4.



Fonte: Elaboração da autora (2013).

A tabela 05 mostra as RUPs cumulativa e potencial das obras estudadas bem como a diferença entre elas. A partir destes dados e com o estudo de campo determinou-se os fatores que mais influenciaram na produtividade das obras estudadas.

Tabela 05: Resultado da Produtividade da mão-de-obra de AE.

ALVENARIA ESTRUTURAL			
OBRA	RUP cumulativa(Hh/m²)	RUP potencial (Hh/m²)	Δ RUP (Hh/m²)
AE1	1,11	1,00	0,11
AE2	1,02	0,94	0,08
AE3	1,1	1,04	0,06
AE4	1,37	1,28	0,09

Fonte: Elaboração da autora (2013).

A compatibilização de projetos antes do início da execução do empreendimento foi um fator determinante para os índices de produtividade, pois a falta de projeto executivo, principalmente de instalações de gás foi responsável por atrasos na execução da alvenaria. Este foi determinante para os índices encontrados na AE4. Neste empreendimento, o início das obras ocorreu antes da compatibilização entre instalações e estrutura.

Todas as obras tinham planejamento de longo prazo, mas à medida que a obra era

executada, todas sentiram a necessidade de um planejamento de médio e curto prazo para que pudessem ter um melhor gerenciamento e controle da produtividade. Um canteiro bem planejado, com estoques mínimos de insumos, próximo aos blocos, uma ou mais central de argamassa e graute que possa suprir corretamente a equipe produtiva são fatores que tiveram uma grande influência nos índices produtivos.

Durante as medições, verificou-se que a mediana do comprimento das paredes tinha uma influência na produtividade, pois a produtividade de paredes de maior comprimento era maior que um conjunto de paredes menores cuja soma tivesse o mesmo comprimento. A altura das paredes não pode ser observada, pois todas as obras apresentavam alturas muito próximas.

O congestionamento das paredes foi um fator determinante para o tamanho da equipe de trabalhadores, pois nas obras AE2 e AE3 iniciou-se a equipe produtiva com uma quantidade de pedreiros maior e, ao longo da obra, verificou-se que, com um pedreiro a menos, a equipe estaria melhor dimensionada, o que foi confirmado.

Pavimentos com paredes com menos aberturas de portas e janelas têm produtividade maior que pavimentos com uma maior quantidade de portas e janelas. Além disso, todas as obras estudadas faziam o preenchimento das juntas vertical e horizontal não podendo este estudo verificar sua influência na produtividade.

Equipes que trabalharam com vergas e contra vergas pré-moldadas tiveram uma produtividade melhor que equipes em que as vergas e contra vergas eram de blocos calha e a equipe de trabalhadores tinha que preencher a calha com graute, o que atrasava a elevação da alvenaria.

Todas as obras estudadas trabalharam com a família 29, com exceção da AE3 que, apesar de ter o bloco 14x19x29cm como bloco principal, o projeto estrutural também incluiu dois blocos da família 39. Desta forma, a escolha da família de bloco, bem como o peso do bloco principal não pode ser verificado como fator influenciador da produtividade.

A quantidade de blocos especiais foi uma das maiores reclamações dos encarregados e pedreiros, pois todos concordaram que muitos blocos especiais, principalmente os chamados blocos compensadores, quando em grande quantidade, prejudicam a produtividade.

Argamassa industrializada e executada no andar da execução da alvenaria aumentou a produtividade da equipe com relação às equipes que utilizaram argamassas produzidas na central e depois transportadas para o andar de execução, porque às vezes ocorriam atrasos, seja ocasionados pelo pedido a central ou pelo transporte da argamassa.

O graute de todas as obras era executado em centrais de concreto. Este item não pode ser verificado como fator influenciador da produtividade. A escolha de escadas e lajes pré-moldadas é um fator que influencia positivamente na produtividade. As obras AE2 e AE3 escolheram as lajes treliçadas, enquanto que a AE1 e AE4 escolheram lajes maciças com os eletrodutos introduzidos na laje. Este fator dificultou a execução da alvenaria, pois, muitas vezes, os eletrodutos não coincidiam com os da alvenaria, ocasionando retrabalho e atrasos para o início do próximo pavimento.

As vigas jacaré para as escadas - com espelho de degraus pré-moldados - foi a opção que deu maior agilidade, pois as vigas e degraus podiam ser montadas manualmente, sem a necessidade de equipamentos especiais, o que deu uma maior agilidade de execução.

A obra AE3 foi a única que utilizou o escantilhão para nivelar as paredes. Além disso, todos os seus pedreiros utilizavam a meia cana por orientação do consultor, este foi um dos fatores por que houve um melhor desempenho e regularidade nos índices produtivos.

O carrinho para transporte de blocos foi utilizado em todas as obras sendo unânime entre os encarregados e pedreiros como um equipamento essencial quando se trabalha com alvenaria estrutural com blocos de concreto, pois o carrinho é responsável por todo o transporte horizontal, no pavimento em que está sendo executado. Neste caso, o servente entrega o bloco ao lado do pedreiro, tendo o cuidado de separar por tipo de bloco e quantidade necessária.

O transporte vertical e horizontal dentro da obra até o pavimento onde está sendo executada a alvenaria das obras AE1, AE2 e AE3 foi feito por skytrack. Para as obras AE1 e AE3, só tinha um equipamento, o que prejudicava a produção da alvenaria, quando estava parado. No caso da AE1, nos blocos com 8 pavimentos foi colocado uma cremalheira, o que deu uma maior agilidade ao transporte vertical, mas o transporte horizontal continuou com o skytrack. A obra AE4 utilizou os elevadores de obra nos blocos e o transporte horizontal era feito com os carrinhos de transporte. Este fato comprometeu a produtividade da alvenaria.

A AE3 e AE4 tinham toda a equipe de mão-de-obra de alvenaria terceirizada, enquanto as obras AE1 e AE2 tinham parte da equipe de produção de alvenaria terceirizada e parte contratada pela empresa. Neste caso observou-se uma grande diferença de produtividade entre as equipes. Nas terceirizadas, o pagamento era todo em função da produtividade. Notava-se uma maior preocupação com a produtividade do que as equipes que eram pagas pela empresa, independente da produção.

A forma de pagamento das equipes terceirizadas era toda por produtividade, enquanto que as equipes contratadas pela empresa recebiam um fixo e, se atingissem a meta,

ganhavam uma gratificação. Isto mostrou que as equipes terceirizadas tinham maior agilidade quanto ocorria algum fortuito, como quebra de skytrack. Nestas situações, eles se mobilizavam para transportar o material com carrinhos de mão e carrinhos de bloco. Vale ressaltar que as obras não tinham segundo turno nem eram feitas horas extras com frequência. Desta forma, este item não pode ser analisado.

Os trabalhadores das obras AE2 e AE3 tiveram treinamento do consultor em alvenaria, com isso, notou-se uma maior familiaridade com o sistema e o projeto estrutural. Deve-se levar em conta que a temperatura média na cidade de Fortaleza gira em torno de 32°C no sol. Neste caso, a diferença de produtividade é notada ao longo do dia, pois, após o almoço e até às 15 horas, os operários se sentem mais fadigados, o que resulta em produtividades menores.

Outro aspecto observado foi que, quando a alvenaria era executada em cima de andaimes, a produtividade era menor devido à demora que o servente fornecia o bloco, além do problema da sensação de insegurança por trabalhar em altura.

Através das análises realizadas pôde-se verificar que o modelo de fatores fornece meios de se avaliar os intervenientes na produção em obras de alvenaria estrutural podendo ser uma ferramenta importante e eficiente na gestão da produtividade deste tipo de obra. A partir das informações obtidas da análise da coleta de dados, a programação da obra pode sofrer adequações para retomar as metas anteriormente estabelecidas ou elevar os níveis de produtividade, a partir de ações mitigadoras dos fatores.

7 CONCLUSÃO

O trabalho atingiu os objetivos propostos, pois mensurou a produtividade da mão de obra da alvenaria estrutural com blocos de concreto, em 04(quatro) empreendimentos na cidade de Fortaleza - Ceará, através de métodos padronizados, criando um banco de dados que permite que os índices encontrados possam servir como referência para futuros empreendimentos.

Mensurar a mão-de-obra da alvenaria através de uma tabela padronizada, quantificando a equipe de trabalhadores envolvida diretamente no serviço foi outro desafio alcançado, pois o setor estava acostumado a quantificar a alvenaria por profissional, não levando em consideração todos os envolvidos(equipe). Com isso, o custo final da mão-de-obra da alvenaria pronta sofria distorções.

A análise dos dados da produtividade da equipe de mão-de-obra de alvenaria constatou variações significativas nos índices, o que evidencia uma ineficiência na gestão e execução dos serviços.

A RUP potencial é o índice de produtividade que pode ser atingido no empreendimento, a partir de uma melhor gestão e controle da produtividade. Com os levantamentos em campo, descrevendo todo o método construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto, foram encontrados os fatores que influenciam os índices de produtividade.

O trabalho mostrou que o processo construtivo em alvenaria estrutural tem que ser pensado como um todo, desde a sua concepção até o término da execução. As etapas têm que ser bem planejadas, todos os projetos deverão estar compatibilizados antes do início da execução e o projeto de arquitetura deverá ser modulado para melhor se adequar ao bloco padrão.

As instalações deverão ser executadas junto com a alvenaria para que não haja quebra dos blocos. O projeto de *layout* de canteiro deve ser planejado para que os insumos estejam estocados em locais que evitem uma grande distância de transporte e em quantidade adequada para o bom andamento da obra. É preciso ter planejamento de longo, médio e curtos prazos. O dimensionamento das equipes deve ser definido levando-se em conta a área do pavimento, a área das paredes e a densidade das paredes. A escolha dos equipamentos de transporte vertical e horizontal tem que ser escolhido para dar agilidade à obra e evitar falta de material nos locais de execução da alvenaria.

É preciso realizar treinamento para todas as equipes de trabalho, mesmo as

experientes, orientando sobre a maneira de trabalho da empresa, segurança do trabalho e Epi's. A forma de pagamento dos operários com incentivos produtivos devem ser pensados para valorizá-los.

O gerenciamento da produção, através do fracionamento do dia de trabalho mostrou o tempo gasto pela equipe produtiva em cada etapa ao longo do dia de trabalho. Os gráficos foram utilizados para controlar e gerenciar as equipes ao longo da execução da alvenaria, contribuindo para o controle da produção.

Conhecendo-se o tempo gasto pela equipe em cada etapa é possível encontrar os gargalos produtivos ao longo da obra e, assim, propor melhorias que possam aumentar os índices produtivos ao longo da execução do empreendimento.

Este trabalho mostra que a metodologia utilizada para apropriação da produtividade utilizando a Razão Unitária de Produção (RUP) permite que as empresas tenham uma ferramenta eficiente para auxiliar o planejamento, o gerenciamento e controle das equipes de mão-de-obra de alvenaria estrutural.

Para projetos futuros, sugere-se os temas elencados a seguir:

1. Estudo quantitativo e qualitativo de cada um dos fatores nos índices produtivos;
2. Estender este estudo para outros sistemas construtivos utilizados em Fortaleza, como: Estruturas de concreto armado, paredes de concreto, Olé casas, etc.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/>>. 2012 Acesso em: 02 mar. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14322**: Paredes de alvenaria estrutural - Verificação da resistência à flexão simples ou à flexo-compressão. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 15812-1**: Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos. Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15812-2**: Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos. Parte 2: Execução e Controle. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15961-1**: Alvenaria estrutural - Blocos de concreto. Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15961-2**: Alvenaria estrutural - Blocos de concreto. Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 8949**: Paredes de alvenaria estrutural - Ensaio à compressão simples. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA. Disponível em: <<http://nutep.adm.ufrgs.br/adp/ACient.html>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

AMORIM, L. F. **Estudo do Processo de Planejamento da Execução no Sistema de Alvenaria Estrutural em Obras de Múltiplos Pavimentos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

AWARD, H.; CHANG, C.; KENNETH, S. **Impact of Shift Work on Labor Productivity for Labor Intensive Contractor**, 2008.

AGOPYAN, V. **Alternativas para Redução de Desperdícios no Canteiro de Obras: Metodologia**. Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1998.

ARAÚJO, L. O.; CARVALHO, M.; TELLES, C.H. **Introducing a New Methodology to Mitigate Schedule delaydamages**. RICS COBRA, Las Vegas, Nevada, USA, 2012.

ARAÚJO, L. O.; SAMPAIO, P. E. **How to Measure Productivity: A Real Possibility**, RICS COBRA, Las Vegas, Nevada, USA, 2012.

ARAÚJO, L. O.; SOUZA, U. E. L. Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2001.

ARAÚJO, L. O. **Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria**. Dissertação [Mestrado] - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ARAÚJO, L. O.; SOUZA, U. E. L. **Fatores que Influenciam a Produtividade da Alvenaria: Detecção e Quantificação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador, Bahia, 2000.

BARROS, M. M. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. Tese [Doutorado em Engenharia Civil] - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BARROS, M. M. B. **Conceitos Básicos Relacionados com a Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas no Processo de Produção de Edifícios**. Programa de Educação Continuada da escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

CARRARO, F. **Produtividade da Mão de Obra no Serviço de Alvenaria**. Dissertação [Mestrado] - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CARRARO, F.; SOUZA, U. E. L. **Monitoramento da Produtividade da mão-de-obra na execução da alvenaria: um caminho para a otimização do uso dos recursos**. Congresso Latino- americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifício. São Paulo, 1998.

FEITOSA, D. G. **Produtividade Total dos Fatores e Decomposição da PTF para países da América Latina**. Tese [Doutorado] - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. Tese [Doutorado] - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, POLIUSP, São Paulo, 1992.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. Implementação da Racionalização construtiva na Fase de Projeto. **Boletim Técnico, Escola Politécnica Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1993.

FRANÇA. **Administradores.com.br**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/fadiga-humana-administração-científica/11925/>>. Acesso em: 07 fev. 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil**. 2008.

GIL, C. A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

HANNA, A. S.; CHANG C.; SULLIVAN, K.T.; LACKNEY, J. A.; Impact of Shift Work on Labor Productivity for Labor Intensive Contractor. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, March, 2010.

HERBSMAN, Z.; ELLIS, R. Research of Factors Influencing Construction Productivity.

Construction Management and Economics, 1990.

HEINECK, L. F. M. **Efeito Aprendizagem, Efeito Continuidade e Efeito Concentração no Aumento de Produtividade das Alvenarias**. In: III SIMPÓSIO DE DESMPENHO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, Florianópolis, 1991.

HOLANDA, E. P. **Novas Tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: Diretrizes para o treinamento da mão-de-obra**. Dissertação [Mestrado] - EPUSP, São Paulo, 2003.

KOSKENVESA, A.; KOSKELA, L.; TOLONEN, T.; SAHISTEDT. **Waste and Labor Productivity to in Production Plannig Case Finnish Construction Industry**. IGLC, 2010.

LENZ, G. **Análise da aplicação do estudo de caso em dissertação de mestrado**. Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

LEWIS, J. **Alianças estratégicas: estruturando e administrando parceiros para o aumento da lucratividade**. São Paulo: Ed. Pioneira, 2000.

MAMEDE F. C.; RAMALHO R. A.; CORREA M. R. S. **Pré moldados leves em edifícios de Alvenaria Estrutural**. Prisma, São Paulo, 2007.

MARCHIORI, C. A. **Estudo da Produtividade e da Descontinuidade no Processo Produtivo da Construção Civil: Um Estudo de Caso para Edifícios Altos**. Universidade Federal de Santa Catarina, Mestrado, 1998.

MEDEIROS J. S.; SABBATINI F. H. **Alvenaria Estrutural não Armada de Blocos de Concreto: Produção de componentes e Parâmetros de Projetos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Produtividade no Brasil: A chave do Desenvolvimento**. 2010.

MOHAMAD, G.; LOURENÇO P. B.; ROMAN H. R.; RIZZATTI E.; BARBOSA C. Estudo da caracterização mecânica de blocos de concreto vibro-compactados à seco. **Revista Engenharia Estudo e Pesquisa**, 2011.

MOURÃO, C. A.; NOVAES M. V.; KEMMER S. L. Gestão de fluxos logísticos na construção civil. O caso de obras verticais em Fortaleza – Ceará. **Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, ENTAC 2010, Canela, Rio Grande do Sul

NASCIMENTO, A. M. **A Segurança do trabalho nas edificações em alvenaria estrutural: um estudo comparativo**. Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

NASCIMENTO NETO J. A.; CORREA M. R. S.; RAMALHO M. A. Emprego de modelo reduzido no estudo da alvenaria estrutural e blocos. **Caderno de Engenharia de Estruturas**, 2006.

OHASHI, A. E.; FRANCO L. S. Fluxo de Informação no Processo de Projeto em Alvenaria Estrutural. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2001.

PALIARI, J. C. **Método para Prognóstico da Produtividade da mão-de-obra e Consumo Unitário de materiais:** Sistemas prediais Hidráulicos. Tese [Doutorado] - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PALIARI, J. C.; SOUZA. U. E. L. Metodologia para coleta e Análise de Informação sobre consumo e perdas de materiais e componentes no Canteiro de obras de Edifícios. **Boletim Técnico, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1999.

POZZOBON, M. A. **O Processo de Monitoramento e Controle Tecnológico em Obras de Alvenaria Estrutural.** Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003.

RAUBER, F. C. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural.** Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003.

RAMALHO M. A.; CORREA M. R. S.; **Alvenaria Estrutural sem segredos.** São Paulo: Techné, 2003.

ROMAN H. R.; MUTTI C. R.; ARAÚJO H. N. **Construindo em Alvenaria Estrutural,** Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SABATTINI, F. H. **Desenvolvimento de Métodos, Processos, e Sistemas Construtivos –** Formulação e Aplicação de uma Metodologia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1978.

SABATTINI, F. H; BARROS, M. M. B. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

SABATTINI, F. H; SILVA, M. M. A. Conteúdo e padrão de apresentação dos projetos para alvenaria de vedação racionalizadas. **Boletim Técnico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2003.

SANTOS, A. **Método de Intervenção para Redução de Perdas na Construção Civil:** Manual de utilização. Porto Alegre, 2005.

SHUMWAY, J. D. **A Comparative Analysis the concrete formwork productivity influence factors.** Tese [Doutorado] - The Pennsylvania State University, 1992.

SILVA, M. A. C. Gestão da produtividade. **Boletim Técnico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1993.

SIQUEIRA, R. A.; MALARD, M. L.; SILVA, M. M. A.; TELLO, M.; ALVES, J. M. **Coordenação Modular da Alvenaria Estrutural:** Concepção e Representação. 2005.

SOEKIMAN, A.; PRIBADI, K.; SOEMARD, B. W.; WIRAHADIKUSUMAN, R. D. Study on factors affecting project level productivity in Indonesia. **International Journal of Engeneering**, Tome IX, Annals of faculty engineering HUNEDOARA, 2011.

SOUZA, U. E. L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. Tese [Doutorado] - Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. **Subsídios para a opção entre: elevador ou grua, andaime fachadeiro ou bálancim, argamassa industrializada ou feita em obra**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, U. E. L. **Como Reduzir Perdas nos Canteiros**, São Paulo: Ed. Pini, 2006.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. Definição do canteiro de obras. **Boletim Técnico Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1997.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil. **Boletim Técnico Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2010.

SOUZA, U. E. L. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação. Tecnologia e gestão na produção de edifícios: vedações verticais**. PCC – EPUSP, São Paulo, 1991.

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Ed. Pini, 2009.

THOMAS, H. R. Quantification of Losses of Labor Efficiencies: Innovations in and Improvements to the Measured Mile. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 2010.

THOMAS, H. R.; SANVIDO, V. E. Role of fabricator in labor productivity. **Journal of construction engeneering and management**, 2000.

THOMAS, H. R.; MALONEY W. F.; HORNER, R.M.; SMITH, G. R. Modeling Construction Labor Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 1989.

THOMAS, H. R.; YLAKOUMIS, I. Factor Model f Construction Productivity. **Journal of Constrution Engineering and Management**, ASCE, 1987.

THOMAS, H. R. Impact of material management on productivity – a case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 1989.

THOMAS, H. R. **Quantification of Losses of Labor Efficiencies: Innovations in and Improvements Measured Mile**. MASCE, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de Caso, Planejamento e Métodos**. 2001.

ANEXO A – QUADRO DE CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

Característica	AE1	AE2	AE3	AE4
1.0 Projetos e Planejamento				
Compatibilização de Projetos	SIM, com exceção da inst. De gás	SIM	SIM	NÃO
Planejamento de médio prazo	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Projeto de lay-out de canteiro	SIM	SIM	SIM	NÃO
2.0 Características da Alvenaria				
Mediana da Altura	2,7	2,7	2,85	2,85
Área total de alvenaria por pavimento	1580	1050	860	1250
Área total de abertura por pavimento	520	385	301	435
Densidade de paredes do pavimento tipo	1,6	1,8	1,9	1,85
Densidade de alvenaria interna	1,4	1,2	1,45	1,3
Preenchimento de juntas verticais	SIM	SIM	SIM	SIM
3.0 Principais Materiais				
Família de Blocos	14x19x29	14x19x29	14x19x29	14x19x29
Peso do bloco principal(kg)	12	12	12	12
Blocos especiais	meio bloco, bloco calha, bloco cruzamento	meio bloco, bloco calha, bloco cruzamento	meio bloco, bloco calha, bloco cruzamento	bloco 14x19x39, bloco calha, meio bloco, bloco cruzamento
Tipo de argamassa	industrializada	Industrializada	industrializada	industrializada
Tipo de graute	Executado na obra em betoneira	Executado na obra em betoneira	Executado na obra em betoneira	Executado na obra em betoneira
4.0 Transporte				
Transporte vertical	Skytrack cremalheira	skytrack	skytrack	Elevador
Transporte horizontal	skytrack	skytrack	skytrack	Carrinhos e bob cat
5.0 Mão-de-obra				
Composição da equipe direta	4 pedreiros, 2 serventes	4 pedreiros, 2 serventes	4 pedreiros, 2 serventes	5 pedreiro, 2 serventes

Composição de equipe indireta	1 encarregado para 4 blocos	1 encarregado para 3 blocos	1 encarregado para 4 blocos	1 encarregado para 4 blocos
Equipe de supervisão	1 engenheiro , 2 estagiários	1 engenheiro, 1 estagiário	1 engenheiro, 2 estagiários	3 engenheiros, 4 estagiários
Forma de contratação	Metade das equipes da construtora e metade terceirizadas	60% das equipes da construtora e 40% terceirizadas	Todas as equipes terceirizadas	Todas as equipes terceirizadas
Forma de pagamento	Equipe da construtora pago mensal, equipe terceirizada por produção	Equipe da construtora pago mensal, equipe terceirizada por produção	Por produção	Por produção
Jornada de Trabalho	44 horas semanais	44 horas semanais	44 horas semanais	44 horas semanais
6.0 Qualidade e segurança do Trabalho				
Sistema de qualidade	ISO 9000, PBqp-H	ISO 9000, PBqp-H	ISO 9000, PBqp-H	ISSO 9000, PBqp-H
Treinamento da mão-de-obra	SIM	SIM	SIM	NÃO
Equipe de segurança	1 técnico	1 técnico	1 técnico	2 técnico
Epi's	SIM	SIM	SIM	SIM

ANEXO B – QUESTIONÁRIOQUESTIONÁRIO

1. A escolha do Sistema Construtivo envolveu quais profissionais?
2. Por que da escolha do sistema em alvenaria estrutural?
3. A empresa já havia trabalhado com alvenaria estrutural? Em caso afirmativo, quais as principais vantagens da alvenaria estrutural.
4. O planejamento da obra foi feito com todos os projetos executivos prontos? Caso negativo, como se encontravam as etapas de projetos?
5. Qual a solução encontrada para as esquadrias?
6. Qual a solução encontrada para as lajes? Serão pré-fabricadas, ou moldadas no local?
7. Qual a solução encontrada para as escadas?
8. Qual o sistema utilizado para o planejamento da obra?
9. Como é feita a contratação dos funcionários na empresa?
10. Existe algum treinamento para as equipes envolvidas no serviço de alvenaria estrutural?
Em caso afirmativo, como?
11. As equipes de alvenaria estrutural trabalham com motivações financeiras, como produtividade?
12. Como a equipe envolvida na execução da alvenaria tem acesso ao projeto?
13. Como foi planejado o layout da obra?
14. Qual a distância máxima percorrida pelo funcionário entre o almoxarifado e a execução da alvenaria?
15. Quais as ferramentas utilizadas pela equipe de alvenaria?
16. Como é feita a entrega das ferramentas necessárias, para a equipe de alvenaria?
17. Quais os principais equipamentos utilizados para auxiliar na produtividade da equipe da alvenaria estrutural (transporte horizontal e vertical, argamassadeiras)?
18. Com relação aos principais materiais da alvenaria estrutural. Como é feita a compra dos blocos de concreto, da ferragem, do graute e da argamassa?
19. Como funciona a gestão de suprimentos da empresa?
20. O estoque de blocos de concreto é suficiente?
21. Como é feita a solicitação dos blocos de concreto ao fornecedor?
22. Quais as principais dificuldades encontradas pela empresa, no sistema de alvenaria estrutural?

ANEXO C - FATORES POTENCIAIS INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE

FATORES POTENCIAIS INFLUENCIADORES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

✓ PLANEJAMENTO

- Compatibilização de projetos - Quando os projetos são compatibilizados antes da fase de execução, o planejamento da obra é feito de maneira mais real, fazendo com que os índices de produtividade esperados fiquem mais próximos dos índices encontrados.
- Planejamento de longo prazo - o planejamento de longo prazo fornece uma visão de todo o empreendimento, projetando as equipes de trabalhadores e os índices de produtividade esperados;
- Planejamento de médio prazo - Com este planejamento é possível perceber as distorções que estão ocorrendo entre o planejado e o executado. Com essas informações pode-se fazer as alterações e readequações necessárias;
- Projeto de *layout* de canteiro - a produtividade tende a ser maior quando as distâncias de transporte são menores, o estoque regulador é outro diferencial que se é outro diferencial que se pode conseguir com um projeto de canteiro;

✓ CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA

- Mediana do Comprimento - acredita-se ser mais produtivo paredes mais compridas do que uma mesma área com um número maior de paredes;
- Mediana da altura - sabe-se que a produtividade tende a diminuir à medida que a altura das paredes aumenta e o operário tem que utilizar andaimes;
- Densidade de alvenaria externa - é a razão entre a área de alvenaria interna do pavimento e a área de alvenaria externa do pavimento e a área da projeção. Este índice demonstra o congestionamento das paredes e pode regular a quantidade e o tamanho da equipe de trabalhadores;
- Área total de abertura por pavimento - quanto maior a quantidade de portas e janelas em uma parede, a produtividade tende a diminuir;
- Preenchimento das juntas verticais - quando as juntas verticais não são preenchidas junto com a elevação a equipe de trabalhadores tende a ter uma maior agilidade e produtividade;

- Elementos Especiais (vergas, contra-vergas,) – a utilização de muitos elementos Especiais pode prejudicar a produtividade da alvenaria;

✓ PRINCIPAIS MATERIAIS

- Família de bloco - como a família 29 tem uma quantidade de blocos menor que a família 39, facilitando a modulação dos projetos, estudos relatam que os operários têm maior facilidade em executar empreendimentos com a família 29;
- Peso do Bloco Principal - este fator está ligado à família de blocos. Por ter um peso menor, o bloco 14x29x39cm gera uma menor fadiga no operário ao longo do dia de trabalho;
- Blocos especiais - uma maior quantidade de blocos especiais pode dificultar o entendimento do operário quanto a execução do projeto, podendo interferir na produtividade;
- Tipo de Argamassa - argamassas industrializadas e entregues no andar da execução, agiliza a execução da alvenaria;
- Tipo de Graute - empreendimentos que utilizam centrais de concreto para fazer o graute e transportam o mesmo para o andar de utilização tende a ter uma produtividade maior do que empreendimentos que utilizam betoneiras no andar de execução onde a equipe de alvenaria tem que fazer o graute;
- Elementos pré-moldados - a escolha de escadas e lajes pré-moldadas é um fator que influencia positivamente na produtividade;

✓ EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

- Prumo, Nivelamento, esquadro e alinhamento - acredita-se que a utilização de ferramentas adequadas, aumente os índices produtivos;
- Carrinho para transporte de blocos - empreendimentos que utilizam carrinhos para transportar os blocos no andar de execução da alvenaria tendem a ter uma produtividade melhor;
- Grua - empresas que utilizam guas para a transporte de material, torna a obra mais ágil, fazendo com que os materiais estejam no local certo na hora certa, este fator tende a aumentar a produtividade;

- Manipulador Skytrack - por ser um equipamento com uma determinada agilidade dentro da obra, tende a aumentar a produtividade. O gargalo é dimensionar a quantidade de skytrack necessária para o empreendimento, pois obras horizontais com muitos blocos muitas vezes ficam com o serviço parado por falta de material, pois o skytrack não tem condições de suprir todos os blocos;
- Elevador de obra - por ser um equipamento de transporte vertical, esse equipamento não resolve o problema do transporte dos materiais do estoque até o bloco que será utilizado. Isto terá que ser resolvido por outro equipamento ou será executado manualmente, o que se acredita diminuirá a produtividade.

✓ Mão-de-obra

- Controle e supervisão - empresas que tem fiscalização eficiente e controle rígido de aceitação do serviço de alvenaria evitam retrabalho e desperdícios de materiais;
- Equipe de produção - o tamanho da equipe produtiva tem que proporcionar a máxima eficiência, observando as condições do local de trabalho, a fim de evitar ociosidades ou congestionamentos;
- Forma de contratação dos serviços de alvenaria – observa-se que equipes subcontratadas tem uma maior agilidade na execução dos serviços de alvenaria, diante de equipes contratadas diretamente pela empresa;
- Forma de pagamento - um dos itens polêmicos sobre produtividade é a forma de pagamento dos serviços. Acredita-se que equipes pagas por execução de serviço realizado tenha uma produtividade maior que equipes pagas com salários fixo;
- Jornada de Trabalho, segundo turno e horas extras - Empresas que têm muitas horas extras, ou que se utilizam de equipes que trabalham em dois turnos não conseguem produzir com a mesma eficiência que em turnos regulares e com horas extras esporádicas;
- Treinamento de mão-de-obra - Equipes que recebem treinamentos iniciais e ao longo da obra, tem uma maior capacidade de execução dos serviços;

✓ AMBIENTE

- Temperatura Média - temperaturas altas ao longo do dia exercem uma maior fadiga no operário;
- Incidência de Ventos – Em épocas em que há maior incidência de ventos nota-se que, quando a execução está em um andar mais elevado, é necessária a utilização de andaimes para os operários tem uma maior dificuldade na execução do serviço;
- Incidência de chuvas - como o trabalho é a céu aberto, fortes chuvas prejudicam a produtividade;

ANEXO D - DADOS COLETADOS AE1

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29
1	1	PED.1	M ²	1150	13,25	9,70	11,40	13,60	12,30	16,70	14,50	11,75	10,85	12,65	11,65	15,80	17,50	16,72	12,6	15,02	9,80	12,12	11,40	9,9	10,45
1	1	PED.2	M ²	1150	13,25	9,70	11,40	13,60	12,30	16,70	14,50	11,75		12,65	11,65	180	17,50	16,72	12,6	15,02	9,80	12,12	11,40	9,9	10,45
1	1	PED.3	M ²	1150	13,25	9,70	11,40	13,60	12,30	16,70	14,50	11,75	10,85	12,65	11,65	15,80	17,50	16,72	12,6	15,02	9,80		11,40	9,9	10,45
1	1	PED.4	M ²	1150	13,25	9,70	11,40	13,60	12,30	16,70	14,50	11,75	10,85	12,65	11,65	15,80	17,50	16,72	12,6	15,02	9,80	12,12	11,40	9,9	10,45
2	2	PED.1	M ²	1120	12,50	12,55	16,70	15,50	13,44	16,50	12,34	14,50	11,50	9,19	10,13	12,50	1190	10,4	9,6	12,8	11,50	9,40	12,20	13,30	14,30
2	2	PED.2	M ²	1120	12,50	12,55	16,70	15,50	13,44	16,50	12,34	14,50	11,50	9,19	10,13	12,50	1190	10,4	9,6	12,8	11,50	9,40	12,20	13,30	14,30
2	2	PED.3	M ²	1120	12,50	12,55	16,70	15,50	13,44	16,50	12,34	14,50		9,19	10,13	12,50	1190	10,4	9,6	12,8	11,50	9,40	12,20	13,30	14,30
2	2	PED.4	M ²		12,50	12,55	16,70	15,50	13,44	16,50	12,34	14,50	11,50	9,19	10,13	12,50	1190	10,4	9,6	12,8		9,40	12,20	13,30	14,30
4	3	PED.1	M ²	12,56	13,25	11,65	9,70	13,50	16,50	13,27	8,60	10,40	10,20	11,40	13,50	11,20	8,70	12,5	10,6	10,9	13,60	8,90	14,28	19,85	17,61
4	3	PED.2	M ²	12,56		11,65	9,70	13,50		13,27	8,60	8,70	10,20	11,40	13,50	11,20	8,70		10,6	10,9	13,60	8,90	14,28	19,85	17,61
4	3	PED.3	M ²	12,56	13,25	11,65	9,70	13,50	16,50	13,27	8,60	8,70	10,20	11,40	13,50	11,20	8,70	12,5	10,6	10,9	13,60	8,90	14,28	19,85	17,61
4	3	PED.4	M ²	12,56	13,25	11,65	9,70	13,50	16,50	13,27	8,60	8,70	10,20	11,40	13,50	11,20	8,70	12,5	10,6	10,9	13,60	8,90	14,28	19,85	17,61
5	5	PED.1	M ²	13,05	11,20	9,34	11,20	12,43	12,54	10,15	13,24	14,30	11,80	12,80	11,00		8,70	13,2	12,5	10,8	13,65	11,30	8,13	12,75	9,76
5	5	PED.2	M ²	13,05	11,20	9,34	11,20	12,43	12,54	10,15	13,24	14,30	11,80	12,80	11,00	9,80	8,70	13,2	12,5	10,8	13,65	11,30	8,13	12,75	9,76
5	5	PED.3	M ²	13,05	11,20	9,34	11,20	12,43	12,54	10,15	13,24	14,30	11,80	12,80	11,00	9,80				10,8	13,65	11,30	8,13	12,75	9,76
5	5	PED.4	M ²	13,05	11,20	9,34	11,20	12,43	12,54	10,15	13,24	14,30	11,80	12,80	11,00	9,80	8,70	13,2	12,5	10,8	13,65	11,30	8,13	12,75	9,76

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	
2	2	PED.1	M ²	12,50	9,70	12,3	19,75	15,6	12,50	11,20	9,80	11,10	9,70	12,50	8,90	7,20		9,70	10,40	11,30	10,30	9,30	7,80	11,50	
2	2	PED.2	M ²	12,50	9,70	12,3	19,75	15,6	12,50	11,20	9,80	11,10	9,70	12,50	8,90	7,20		9,70	10,40	11,30	10,30	9,30	7,80	11,50	
2	2	PED.3	M ²	12,50	9,70	12,3	19,75	15,6	12,50	11,20	9,80	11,10	9,70	12,50	8,90	7,20		9,70	10,40	11,30	10,30	9,30	7,80	11,50	
2	2	PED.4	M ²	12,50	9,70	12,3	19,75	15,6	12,50	11,20	9,80	11,10	9,70	12,50	8,90	7,20		9,70	10,40	11,30	10,30	9,30	7,80	11,50	
3	1	PED.1	M ²	15,20	12,60	16,50	13,40	12,90	14,80	11,50	18,20	16,50	14,30	17,30	18,20	15,30	13,30	13,30	16,4	14,7	14,3	12,20	14,10	11,20	10,20
3	1	PED.2	M ²	15,20	12,60	16,50	13,40	12,90	14,80	11,50	18,20	16,50	14,30	17,30	18,20	15,30	13,30	13,30	16,4	14,7	14,3	12,20	14,10	11,20	10,20
3	1	PED.3	M ²	15,20	12,60	16,50	13,40	12,90	14,80	11,50	18,20	16,50	14,30	17,30	18,20	15,30	13,30	13,30	16,4	14,7	14,3	12,20	14,10	11,20	10,20
3	1	PED.4	M ²	15,20	12,60	16,50	13,40	12,90	14,80	11,50	18,20	16,50	14,30	17,30	18,20	15,30	13,30	13,30	16,4	14,7	14,3	12,20	14,10	11,20	10,20
4	3	PED.1	M ²	18,60		11,5	11,60	12,30	8,70	7,80	9,60	12,60	12,90	11,60	9,90	10,30	11,20	10,3	10,3	9,8	10,4	11,60	11,40	9,10	8,30
4	3	PED.2	M ²	18,60	17,2	11,5	11,60	12,30	8,70	7,80	9,60	12,60	12,90	11,60	9,90	10,30	11,20	10,3	10,3	9,8	10,4	11,60	11,40	9,10	8,30
4	3	PED.3	M ²	18,60	17,2	11,5	11,60	12,30	8,70	7,80	9,60	12,60	12,90	11,60	9,90	10,30	11,20	10,3	10,3	9,8	10,4	11,60	11,40	9,10	8,30
4	3	PED.4	M ²	18,60	17,2	11,5	11,60	12,30	8,70	7,80	9,60	12,60	12,90	11,60	9,90	10,30	11,20	10,3	10,3	9,8	10,4	11,60	11,40	9,10	8,30
5	5	PED.1	M ²	16,30	15,90	17,70	19,30	2140	18,60		15,30	15,10	16,80	18,20	20,30	19,30	15,40	14,2	14,2	17,5	19,5		18,3	15,8	18,3
5	5	PED.2	M ²	16,30	15,90	17,70		2140	18,60	17,20	15,30	15,10	16,80	18,20	20,30	19,30	15,40	14,2	14,2	17,5	19,5	12,5	18,3	15,8	18,3
5	5	PED.3	M ²	16,30	15,90	17,70	19,30	2140	18,60	17,20	15,30	15,10	16,80		20,30	19,30	15,40			17,5	19,5	12,5	18,3	15,8	18,3
5	5	PED.4	M ²	16,30	15,90	17,70	19,30	2140	18,60	17,20	15,30	15,10	16,80	18,20	20,30	19,30	15,40	14,2	14,2	17,5	19,5	12,5	18,3	15,8	18,3

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31
1	1	PED.1	M²																			12,12	14,54	9,7	8,45
1	1	PED.2	M²																			12,12	14,54	9,7	8,45
1	1	PED.3	M²																			12,12	14,54	9,7	8,45
1	1	PED.4	M²																			12,12	14,54	9,7	8,45
1	1	PED.5	M²																			12,12	14,54	9,7	8,45
2	2	PED.1	M²			16,72	12,6	16,02	20,16	35,95	8,06	8,20	9,10	8,20	15,64	9,10	15,45	8,32	7,45	9,19	10,13	8,32	7,45	9,19	10,13
2	2	PED.2	M²			16,72	12,6	16,02	20,16	35,95	8,06	8,20	9,10	8,20	15,64	9,10	15,45	8,32	7,45	9,19	10,13	8,32	7,45	9,19	10,13
2	2	PED.3	M²			16,72	12,6	16,02	20,16	35,95	8,06	8,20	9,10	8,20	15,64	9,10	15,45	8,32	7,45	9,19	10,13	8,32	7,45	9,19	10,13
2	2	PED.4	M²			16,72	12,6	16,02	20,16	35,95	8,06	8,20	9,10	8,20	15,64	9,10	15,45	8,32	7,45	9,19	10,13	8,32	7,45	9,19	10,13
4	3	PED.1	M²					16,25	11,95	9,78	9,78	9,78	13,08	12,54	12,50	10,35	7,13	8,7	11,2	12,04	10,20	12,55	18,70	18,70	17,61
4	3	PED.2	M²					16,25	11,95	9,78	9,78	9,78	13,08	12,54		10,35	7,13	8,7	11,2	12,04	10,20	12,55	18,70	18,70	17,61
4	3	PED.3	M²					16,25	11,95	9,78	9,78	9,78	13,08	12,54	12,50	10,35	7,13	8,7	11,2	12,04	10,20	12,55	18,70	18,70	17,61
4	3	PED.4	M²					16,25	11,95	9,78	9,78	9,78	13,08	12,54	12,50	10,35	7,13	8,7	11,2	12,04	10,20	12,55	18,70	18,70	17,61
5	5	PED.1	M²			7,36	17,15	14,54	20,21	10,15		10,80	8,26	9,54	8,65	8,56	7,10	9,6	10,44	16,73	13,65	9,74	8,13	11,35	15,30
5	5	PED.2	M²			7,36	17,15	14,54	20,20	10,15	8,28	10,80	6,06	9,54	8,65	8,56	7,10	9,6	10,44	16,73	13,65	9,74	8,13	11,35	15,30
5	5	PED.3	M²			7,36	17,15	14,54	20,21	10,15	8,28	10,80	7,94	9,54	8,65	8,56	7,10	9,6	10,44	16,73	13,65	9,74	8,13	11,35	15,30
5	5	PED.4	M²			7,36	17,15	14,54	20,21	10,15	8,28	10,80	10,50	9,54	8,65	8,56	7,10	9,6	10,44	16,73	13,65				15,30

ANEXO E - DADOS COLETADOS AE2

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29
1	1	PED.1	M ²	11,34	13,25	13,40	15,10	9,35	11,40	11,20	16,50	12,80	17,20	14,30	12,20	9,70	9,9	8,2	11,4	12,30	14,3	13,20	13,20	15,7	11,1
1	1	PED.2	M ²	11,34	13,25	13,40	15,10	9,35	11,40	11,20	16,50	12,80	17,20	14,30	12,20	9,70	9,9	8,2	11,4	12,30	14,3	13,20	13,20	15,7	11,1
1	1	PED.3	M ²	11,34	13,25	13,40	15,10	9,35	11,40	11,20	16,50	12,80	17,20	14,30	12,20	9,70	9,9	8,2	11,4	12,30	14,3	13,20	13,20	15,7	11,1
1	1	PED.4	M ²	11,34	13,25	13,40	15,10	9,35	11,40	11,20	16,50	12,80	17,20	14,30	12,20	9,70	9,9	8,2	11,4	12,30	14,3	13,20	13,20	15,7	11,1
1	2	PED.5	M ²	16,8	17,2	18,4	14,3	14,5	8,9	17,3	13,90	11,2	13,4	12,3	11,3	14,8	19,5	18,6	17,5	19,5	14,6	14,8	18,60	17,6	18,9
2	2	PED.1	M ²	16,8	17,2	18,4	14,3	14,5	8,9	17,3	13,90	11,2	13,4	12,3	11,3	14,8	19,5	18,6	17,5	19,5	14,6	14,8	18,60	17,6	18,9
2	2	PED.2	M ²	16,8	17,2	18,4	14,3	14,5	8,9	17,3	13,90	11,2	13,4	12,3	11,3	14,8	19,5	18,6	17,5	19,5	14,6	14,8	18,60	17,6	18,9
2	2	PED.3	M ²	16,8	17,2	18,4	14,3	14,5	8,9	17,3	13,90	11,2	13,4	12,3	11,3	14,8	19,5	18,6	17,5	19,5	14,6	14,8	18,60	17,6	18,9
2	3	PED.4	M ²	9,80	10,60	11,60	9,70	10,50	11,50	12,80	9,80	8,30	11,80	12,90	8,70	12,50	10,80	9,8	10,4	11,5	12,50	11,30	9,50	10,20	9,90
3	3	PED.1	M ²	9,80	10,60	11,60	9,70	10,50	11,50	12,80	9,80	8,30	11,80	12,90	8,70	12,50	10,80	9,8	10,4	11,5	12,50	11,30	9,50	10,20	9,90
3	3	PED.2	M ²	9,80	10,60	11,60	9,70	10,50	11,50	12,80	9,80	8,30	11,80	12,90	8,70	12,50	10,80	9,8	10,4	11,5	12,50	11,30	9,50	10,20	9,90
3	3	PED.3	M ²	9,80	10,60	11,60	9,70	10,50	11,50	12,80	9,80	8,30	11,80	12,90	8,70	12,50	10,80	9,8	10,4	11,5	12,50	11,30	9,50	10,20	9,90
4	4	PED.1	M ²	13,20	12,70	12,70	11,40	11,80	13,50	11,30	12,50	11,20	12,40	12,40	11,90	14,50	13,3	14,8	15,8	13,60	12,80	10,90	10,90		
4	4	PED.2	M ²	13,20	12,80	12,70	11,40	11,80	13,50	11,30	12,50	11,20	13,60	12,40	11,90	14,50	13,3	14,8	15,8	13,60	12,80	10,90	10,90	12,50	14,10
4	4	PED.3	M ²	13,20	12,80	12,70	11,40	11,80	13,50	11,30	12,50	11,20	13,60	12,40	11,90	14,50	13,3	14,8	15,8	13,60	12,80	10,90	10,90	12,50	14,10
4	4	PED.4	M ²	13,20	12,80	12,70	11,40	11,80	13,50	11,30	12,50	11,20	13,60	12,40	11,90	14,50	13,3	14,8	15,8	13,60	12,80	10,90	10,90	12,50	14,10

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30
1	1	PED.1	M ²	10,3	8,9	11,2	10,4	10,2	8,3	12,4	11,5	10,8	9,2	11,6	12,5	10,5	11,3	14,2	12,7	12,4	12,8	11,9	11,2	11,9
1	1	PED.2	M ²	10,3	8,9	11,2	10,4	10,2	8,3	12,4	11,5	10,8	9,2	11,6	12,5	10,5	11,3	14,2	12,7	12,4	12,8	11,9	11,2	11,9
1	1	PED.3	M ²	10,3	8,9	11,2	10,4	10,2	8,3	12,4	11,5	10,8	9,2	11,6	12,5	10,5	11,3	14,2	12,7	12,4	12,8	11,9	11,2	11,9
1	1	PED.4	M ²	10,3	8,9	11,2	10,4	10,2	8,3	12,4	11,5	10,8	9,2	11,6	12,5	10,5	11,3	14,2	12,7	12,4	12,8	11,9	11,2	11,9
3	3	PED.1	M ²	11,20	9,60	13,40	11,60	9,60	12,30	11,90	13,70	10,40	11,90	12,30	14,90	13,20	10,30	12,5	11,5	12,9	13,60	12,60	13,60	12,50
3	3	PED.2	M ²	11,20	9,60	13,40	11,60	9,60	12,30	11,90	13,70	10,40	11,90	12,30	14,90	13,20	10,30	12,5	11,5	12,9	13,60	12,60	13,60	12,50
3	3	PED.3	M ²	11,20	9,60			9,60	12,30	11,90	13,70	10,40	11,90	12,30	14,90	13,20	10,30	12,5	11,5	12,9	13,60	12,60	13,60	12,50
3	3	PED.4	M ²	11,20	9,60	13,40	11,60	9,60	12,30	11,90	13,70	10,40	11,90	12,30	14,90	13,20	10,30	12,5	11,5	12,9	13,60		13,60	12,50
4	4	PED.1	M ²	9,80	7,3	8,9	10,40	10,80	9,70	11,30	11,50	9,80	11,30		10,30	9,40	9,70	10,3		11,7	10,30	9,40	8,10	7,30
4	4	PED.2	M ²	9,80	7,3	8,9	10,40			11,30	11,50	9,80	11,30	10,60	10,30	9,40	9,70	10,3	11,2	11,7	10,30	9,40	8,10	7,30
4	4	PED.3	M ²	9,80	7,3	8,9	10,40	10,80	9,70	11,30	11,50	9,80	11,30	10,60	10,30	9,40	9,70	10,3	11,2	11,7	10,30	9,40	8,10	7,30
4	4	PED.4	M ²	9,80	7,3	8,9	10,40	10,80	9,70	11,30	11,50	9,80	11,30	10,60	10,30	9,40	9,70	10,3	11,2	11,7	10,30	9,40	8,10	7,30
5	2	PED.1	M ²	12,4	14,6	13,2	14,5	13,2	14,8	13,8	12,4	13,8	15,5	14,9	13,2	11,7	13,50	12,5	10,4	13,3	10,45	11,20	13,60	10,80
5	2	PED.2	M ²	12,4	14,6	13,2	14,5	13,2	14,8	13,8	12,4	13,8		14,9	13,2	11,7	13,50	12,5	10,4	13,3	10,45	11,20	13,60	10,80
5	2	PED.3	M ²	12,4	14,6	13,2	14,5	13,2	14,8	13,8	12,4	13,8	15,5	14,9	13,2	11,7	13,50	12,5	10,4	13,3	10,45	11,20	13,60	10,80
5	2	PED.4	M ²	12,4	14,6	13,2	14,5	13,2	14,8	13,8	12,4	13,8	15,5	14,9	13,2	11,7	13,50	12,5	10,4	13,3	10,45	11,20	13,60	10,80

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31
1	1	PED.1	M²	11,2	14,5	13,3	12,2	13,1	10,2	11,3	12,5	13,6	12,3	15,4	17,6	16,2	14,8	16,9	14,2	11,5	13,8	14,2	17,5	13,4	12,5
1	1	PED.2	M²	11,2	14,5	13,3	12,2	13,1	10,2	11,3	12,5	13,6	12,3	15,4	17,6	16,2	14,8	16,9	14,2	11,5	13,8		17,5	13,4	12,5
1	1	PED.3	M²	11,2	14,5	13,3	12,2	13,1	10,2	11,3		13,6	12,3	15,4	17,6	16,2	14,8	16,9	14,2	11,5	13,8	14,2	17,5	13,4	12,5
1	1	PED.4	M²	11,2	14,5	13,3	12,2	13,1	10,2	11,3	12,5	13,6	12,3	15,4	17,6	16,2	14,8	16,9	14,2	11,5	13,8	14,2	17,5	13,4	12,5
3	3	PED.R.1	M²	14,30	13,20	12,80	9,70	8,90	10,00	12,20	10,90	14,30	11,40	12,90	14,80	15,30	12,70	11,9	10,8	13,2	15,70	14,40	12,60	13,60	12,50
3	3	PED.2	M²	14,30	13,20	12,80	9,70	8,90	10,00	12,20	10,90	14,30	11,40	12,90	14,80	15,30	12,70	11,9	10,8	13,2	15,70	14,40	12,60	13,60	12,50
3	3	PED.3	M²	14,30	13,20	12,80	9,70	8,90	10,00	12,20	10,90	14,30	11,40	12,90	14,80	15,30	12,70	11,9	10,8	13,2	15,70	14,40	12,60	13,60	12,50
3	3	PED.4	M²	14,30	13,20	12,80	9,70	8,90	10,00	12,20	10,90	14,30	11,40	12,90	14,80	15,30	12,70	11,9	10,8	13,2	15,70	14,40	12,60	13,60	12,50
4	4	PED.1	M²		15,7	13,7	15,20	11,40	13,90	12,80	15,10	14,70	11,70	14,60	11,80	15,10	12,40	9,7	8,7	12,4	11,80	14,00	13,80		16,80
4	4	PED.2	M²	13,20	15,7	13,7	15,20	11,40	13,90	12,80	15,10	14,70	11,70	14,60		15,10	12,40	9,7	8,7	12,4	11,80	14,00	13,80	15,10	16,80
4	4	PED.3	M²	13,20	15,7	13,7	15,20	11,40	13,90	12,80	15,10	14,70	11,70	14,60	11,80	15,10	12,40	9,7	8,7	12,4	11,80	14,00	13,80	15,10	16,80
4	4	PED.4	M²	13,20	15,7	13,7	15,20	11,40	13,90	12,80		14,70	11,70	14,60	11,80	15,10	12,40	9,7	8,7	12,4	11,80		13,80	15,10	16,80
5	2	PED.1	M²	11,40	12,30	11,30	9,70	7,50	13,40	11,90	14,50	12,40	11,90	14,20	11,90	9,80	13,20	12,2	11,8	12,9	15,90	11,80	12,60	10,60	11,80
5	2	PED.2	M²	11,40	12,30	11,30	9,70	7,50	13,40	11,90	14,50	12,40	11,90	14,20	11,90	9,80	13,20	12,2	11,8	12,9	15,90	11,80	12,60	10,60	11,80
5	2	PED.3	M²	11,40	12,30	11,30	9,70	7,50	13,40	11,90	14,50	12,40	11,90	14,20	11,90	9,80	13,20	12,2	11,8	12,9	15,90	11,80	12,60	10,60	11,80
5	2	PED.4	M²	11,40	12,30	11,30	9,70	7,50	13,40	11,90	14,50	12,40	11,90	14,20	11,90	9,80	13,20	12,2	11,8	12,9	15,90	11,80	12,60	10,60	11,80

ANEXO F - DADOS COLETADOS AE3

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DI 30	
1	1	PED.1	M ²	8,90	9,70	8,20	10,30	9,40	10,10	9,80	8,70	9,90	10,30	9,70	10,50	9,30	7,9	9,7	7,30	8,5	10,30	9,7	10,40	9,2	9,6	8,9	
1	1	PED.2	M ²	8,90	9,70	8,20	10,30	9,40	10,10	9,80	8,70	9,90	10,30	9,70	10,50	9,30		9,7	7,30	8,5	10,30			9,2	9,6	8,9	
1	1	PED.3	M ²	8,90	9,70	8,20	10,30	9,40	10,10	9,80	8,70	9,90	10,30	9,70	10,50	9,30	7,9	9,7	7,30	8,5	10,30	9,7	10,40		9,6	8,9	
1	1	PED.4	M ²	8,90	9,70	8,20	10,30	9,40		9,80	8,70	9,90		9,70	10,50	9,30	7,9	9,7	7,30	8,5	10,30	9,7	10,40	9,2	9,6	8,9	
2	2	PED.1	M ²	15,3	14,8	14,2	12,4	15,9	11,2	10,7	13,8	14,5	16,7	18,2	14,5	14,9	17,4	17,4	13,5	11,2	13,6	16,8	18,4	13,5	16,3	13,9	16,9
2	2	PED.2	M ²	15,3	14,8	14,2	12,4	15,9	11,2	10,7	13,8	14,5	16,7	18,2	14,5	14,9	17,4	17,4	13,5	11,2	13,6	16,8	18,4	13,5	16,3	13,9	16,9
2	2	PED.3	M ²	15,3	14,8	14,2	12,4	15,9	11,2	10,7	13,8	14,5	16,7	18,2	14,5	14,9	17,4	17,4	13,5	11,2	13,6	16,8	18,4	13,5	16,3	13,9	16,9
2	2	PED.4	M ²	15,3		14,2	12,4	15,9	11,2	10,7	13,8	14,5	16,7	18,2	14,5	14,9	17,4	17,4	13,5	11,2	13,6	16,8	18,4	13,5	16,3	13,9	16,9
3	3	PED.1	M ²	18,60	17,30	12,20	15,60	12,10	10,30	10,40	14,30	12,50	17,50	18,30	16,20	13,30	14,50	14,50	15	11,4	10,6	11,50	13,60	10,60	12,70		11,60
3	3	PED.2	M ²	18,60	17,30	12,20	15,60	12,10	10,30	10,40	14,30	12,50	17,50	18,30	16,20	13,30	14,50	14,50	15	11,4	10,6	11,50	13,60	10,60	12,70	14,90	11,60
3	3	PED.3	M ²	18,60	17,30	12,20	15,60	12,10	10,30	10,40	14,30	12,50	17,50	18,30	16,20	13,30	14,50	14,50	15	11,4	10,6	11,50	13,60	10,60	12,70	14,90	11,60
3	3	PED.4	M ²	18,60	17,30	12,20	15,60	12,10	10,30	10,40	14,30	12,50	17,50	18,30	16,20	13,30	14,50	14,50	15	11,4	10,6	11,50	13,60	10,60	12,70	14,90	11,60
4	4	PED.1	M ²		13,20	11,10	14,80	15,90	15,80	10,50	11,20	14,70		17,30	11,50	12,40	9,70	9,8	14,3	12,4		14,60	12,60	13,80	12,90		
4	4	PED.2	M ²	11,30	13,20	11,10	14,80	15,90	15,80	10,50	11,20	14,70	13,10	17,30	11,50	12,40	9,70	9,8	14,3	12,4		14,60	12,60	13,80	12,90	15,80	
4	4	PED.3	M ²	11,30	13,20	11,10	14,80	15,90	15,80	10,50	11,20	14,70	13,10	17,30	11,50	12,40	9,70	9,8	14,3	12,4		14,60	12,60	13,80	12,90	15,80	
4	4	PED.4	M ²	11,30	13,20	11,10	14,80	15,90	15,80	10,50	11,20	14,70	13,10	17,30	11,50	12,40	9,70	9,8	14,3	12,4		14,60	12,60	13,80	12,90	15,80	

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30
1	1	PED.1	M ²	9,2	8,5	10,4	9,6	10,7	9,8	8,7	11,40	10,3	9,5	11,2	10,3	9,3	10,3	11,5	10,1	8,7	10,2	10,3	11,2	11,2
1	1	PED.2	M ²	9,2	8,5	10,4	9,6	10,7	9,8	8,7	11,40	10,3	9,5	11,2	10,3	9,3	10,3	11,5	10,1	8,7	10,2	10,3	11,2	11,2
1	1	PED.3	M ²	9,2	8,5	10,4	9,6	10,7	9,8	8,7	11,40	10,3	9,5	11,2	10,3	9,3	10,3	11,5	10,1	8,7	10,2	10,3	11,2	11,2
1	1	PED.4	M ²	9,2	8,5	10,4	9,6	10,7	9,8	8,7	11,40	10,3	9,5	11,2	10,3	9,3	10,3	11,5	10,1	8,7	10,2	10,3	11,2	11,2
2	2	PED.1	M ²	16,70	18,20	15,2	17,2	16,2	15,70	11,20	10,80	11,60	16,80	18,30	17,20	16,30	15,90	18,70	15,20	17,90	16,40	15,20	13,80	15,60
2	2	PED.2	M ²	16,70	18,20	15,2	17,2	16,2	15,70	11,20	10,80	11,60	16,80	18,30	17,20	16,30	15,90	18,70	15,20	17,90	16,40	15,20	13,80	15,60
2	2	PED.3	M ²	16,70	18,20	15,2	17,2	16,2	15,70	11,20	10,80	11,60	16,80	18,30	17,20	16,30	15,90	18,70	15,20	17,90	16,40	15,20	13,80	15,60
2	2	PED.4	M ²	16,70	18,20	15,2	17,2	16,2	15,70	11,20	10,80	11,60	16,80	18,30	17,20	16,30	15,90	18,70	15,20	17,90	16,40	15,20	13,80	15,60
3	3	PED.1	M ²	12,80	14,10	19,20	21,50	19,30	14,90	16,90	17,30	14,80	18,50	17,20	18,30	15,30	15,90	18,3	17,2	19,3	12,30	11,90	12,60	14,90
3	3	PED.2	M ²	12,80	14,10	19,20	21,50	19,30	14,90	16,90	17,30	14,80	18,50	17,20	18,30	15,30	15,90	18,3	17,2	19,3	12,30	11,90	12,60	14,90
3	3	PED.3	M ²	12,80	14,10	19,20	21,50	19,30	14,90	16,90	17,30	14,80	18,50	17,20	18,30	15,30	15,90	18,3	17,2	19,3	12,30	11,90	12,60	14,90
3	3	PED.4	M ²	12,80	14,10	19,20	21,50	19,30	14,90	16,90	17,30	14,80	18,50	17,20	18,30	15,30	15,90	18,3	17,2	19,3	12,30	11,90	12,60	14,90
4	4	PED.1	M ²	16,20	18,50	14,20	11,60	19,40	17,40	14,10	18,20	19,90	16,30	19,30	15,30	13,40	16,20	17,3	13,2	16,8	17,50	16,30	14,50	17,80
4	4	PED.2	M ²	16,20	18,50	14,20	11,60	19,40	17,40	14,10	18,20	19,90	16,30	19,30	15,30	13,40	16,20	17,3	13,2	16,8	17,50	16,30	14,50	17,80
4	4	PED.3	M ²	16,20	18,50	14,20	11,60	19,40	17,40	14,10	18,20	19,90	16,30	19,30	15,30	13,40	16,20	17,3	13,2	16,8	17,50	16,30	14,50	17,80
4	4	PED.4	M ²	16,20	18,50	14,20	11,60	19,40	17,40	14,10	18,20	19,90	16,30	19,30	15,30	13,40	16,20	17,3	13,2	16,8	17,50	16,30	14,50	17,80

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 30	DIA 31
1	1	PED.1	M ²	9,4	10,4	11,3	10,6	9,8	10,6	11,2	12,5	11,2	9,8	10,3	8,2	10,5	11,8	9,5	8,1	10,3	10,7	9,3	11,4	10,2	9,8
1	1	PED.2	M ²	9,4	10,4	11,3	10,6	9,8	10,6	11,2	12,5	11,2		10,3	8,2	10,5	11,8	9,5	8,1	10,3	10,7	9,3	11,4	10,2	9,8
1	1	PED.3	M ²	9,4	10,4	11,3	10,6	9,8	10,6	11,2	12,5	11,2	9,8	10,3		10,5	11,8	9,5	8,1	10,3	10,7	9,3	11,4	10,2	9,8
1	1	PED.4	M ²	9,4	10,4	11,3	10,6	9,8	10,6	11,2	12,5	11,2	9,8	10,3	8,2	10,5	11,8	9,5	8,1	10,3	10,7	9,3	11,4	10,2	9,8
2	2	PED.1	M ²	17,80	19,40	21,3	17,5	14,8																	
2	2	PED.2	M ²	17,80	19,40	21,3	17,5	14,8																	
2	2	PED.3	M ²	17,80	19,40	21,3	17,5	14,8																	
2	2	PED.4	M ²	17,80	19,40	21,3	17,5	14,8																	
3	3	PEDR.1	M ²	13,80	14,70	12,90	9,80	11,50	13,60	11,60	10,40	9,80	11,50	12,60	11,10	12,70	9,50	8,7	12,9	11,7	12,50	11,30	9,90	13,50	14,70
3	3	PED.2	M ²	13,80	14,70	12,90	9,80	11,50	13,60	11,60	10,40	9,80	11,50	12,60	11,10	12,70	9,50	8,7	12,9	11,7	12,50	11,30	9,90	13,50	14,70
3	3	PED.3	M ²	13,80	14,70	12,90	9,80	11,50	13,60	11,60	10,40	9,80	11,50	12,60	11,10	12,70	9,50	8,7	12,9	11,7	12,50	11,30	9,90	13,50	14,70
3	3	PED.4	M ²	13,80	14,70	12,90	9,80	11,50	13,60	11,60	10,40	9,80	11,50	12,60	11,10	12,70	9,50	8,7	12,9	11,7	12,50	11,30	9,90	13,50	14,70
4	4	PED.1	M ²	16,20	15,9	17,9	14,50	16,90	14,90	17,90	18,20	17,50	15,30	13,20	14,80	16,90	13,50	14,8	11,2	12,9	17,50	16,50	14,20	15,80	14,20
4	4	PED.2	M ²	16,20	15,9	17,9	14,50	16,90	14,90	17,90	18,20	17,50	15,30	13,20	14,80	16,90	13,50	14,8	11,2	12,9	17,50	16,50	14,20	15,80	14,20
4	4	PED.3	M ²	16,20	15,9	17,9	14,50	16,90	14,90	17,90	18,20	17,50	15,30	13,20	14,80	16,90	13,50	14,8	11,2	12,9	17,50	16,50	14,20	15,80	14,20
4	4	PED.4	M ²	16,20	15,9	17,9	14,50	16,90	14,90	17,90	18,20	17,50	15,30	13,20	14,80	16,90	13,50	14,8	11,2	12,9	17,50	16,50	14,20	15,80	14,20
5	2	PED.1	M ²						13,40	15,30	18,80	21,60	23,20	19,80		21,20	18,60	15,3	14,3	18,5	12,80		16,20	13,90	16,80
5	2	PED.2	M ²						13,40	15,30	18,80	21,60	23,20	19,80	17,50	21,20	18,60	15,3	14,3	18,5	12,80	14,50	16,20	13,90	16,80
5	2	PED.3	M ²						13,40	15,30	18,80	21,60	23,20	19,80	17,50	21,20	18,60	15,3	14,3	18,5	12,80	14,50	16,20	13,90	16,80
5	2	PED.4	M ²						13,40	15,30	18,80	21,60	23,20	19,80	17,50	21,20	18,60	15,3	14,3	18,5	12,80	14,50	16,20	13,90	16,80

ANEXO G - DADOS COLETADOS AE4

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	
4	1	PED.1	M ²	12,50	11,00	9,80	8,70	7,40	9,80	7,80	8,20	8,70	9,40	7,80	10,40	11,20	10,50	9,8	9,7	11,2	7,20	8,9	10,30	9,8	10,2	
4	1	PED.2	M ²	12,50	11,00	9,80	8,70	7,40	9,80	7,80	8,20	8,70	9,40	7,80	10,40	11,20	10,50	9,8	9,7	11,2	7,20	8,9	10,30	9,8	10,2	
4	1	PED.3	M ²	12,50	11,00	9,80	8,70	7,40	9,80	7,80	8,20	8,70	9,40	7,80	10,40	11,20	10,50	9,8	9,7	11,2	7,20	8,9	10,30	9,8	10,2	
4	1	PED.4	M ²	12,50	11,00	9,80	8,70	7,40	9,80	7,80	8,20	8,70	9,40	7,80	10,40	11,20	10,50	9,8	9,7	11,2	7,20	8,9	10,30	9,8	10,2	
5	2	PED.1	M ²	9,2	7,7	8,9	9,1	9,9	8,7	10,5	120	7,4	9,1	10,8	11,2	10,6	8,9	5,6	6,8	11,3	8,7	9,2	12,50	11,2	9,9	
5	2	PED.2	M ²	9,2	7,7	8,9	9,1	9,9	8,7	10,5	120	7,4	9,1	10,8	11,2	10,6	8,9	5,6	6,8	11,3	8,7	9,2	12,50	11,2	9,9	
5	2	PED.3	M ²	9,2	7,7	8,9	9,1	9,9	8,7	10,5	120	7,4	9,1	10,8	11,2	10,6	8,9	5,6	6,8	11,3	8,7	9,2	12,50	11,2	9,9	
5	2	PED.4	M ²	9,2	7,7	8,9	9,1	9,9	8,7	10,5	120	7,4	9,1	10,8	11,2	10,6	8,9	5,6	6,8	11,3	8,7	9,2	12,50	11,2	9,9	
6	3	PED.1	M ²	7,50	9,50	10,80	11,40	9,50	8,70	8,90	10,20	11,30	12,40	9,50	9,20	12,40	11,10	11,10	8,2	10,8	11,5	13,50	11,80	10,50	9,10	8,90
6	3	PED.2	M ²	7,50	9,50	10,80	11,40	9,50	8,70	8,90	10,20	11,30	12,40	9,50	9,20	12,40	11,10	11,10	8,2	10,8	11,5	13,50	11,80	10,50	9,10	8,90
6	3	PED.3	M ²	7,50	9,50	10,80	11,40	9,50	8,70	8,90	10,20	11,30	12,40	9,50	9,20	12,40	11,10	11,10	8,2	10,8	11,5	13,50	11,80	10,50	9,10	8,90
6	3	PED.4	M ²	7,50	9,50	10,80	11,40	9,50	8,70	8,90	10,20	11,30	12,40	9,50	9,20	12,40	11,10	11,10	8,2	10,8	11,5	13,50	11,80	10,50	9,10	8,90
9	4	PED.1	M ²	10,70	12,50	9,60	8,50	10,40	11,80	9,50	6,70	7,50	9,80	8,70	12,50	9,10	8,80	9,5	12,5	9,1	8,50	10,90	12,50	11,50	10,00	10,00
9	4	PED.2	M ²	10,70	12,50	9,60	8,50	10,40	11,80	9,50	6,70	7,50	9,80	8,70	12,50	9,10	8,80	9,5	12,5	9,1	8,50	10,90	12,50	11,50	10,00	10,00
9	4	PED.3	M ²	10,70	12,50	9,60	8,50	10,40	11,80	9,50	6,70	7,50	9,80	8,70	12,50	9,10	8,80	9,5	12,5	9,1	8,50	10,90	12,50	11,50	10,00	10,00
9	4	PED.4	M ²	10,70	12,50	9,60	8,50	10,40	11,80	9,50	6,70	7,50	9,80	8,70	12,50	9,10	8,80	9,5	12,5	9,1	8,50	10,90	12,50	11,50	10,00	10,00

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30
4	1	P ED.1	M²	11,2	9,1	7,7	11,8	10,4	12,8	11,5	9,7	11,4	8,7	7,5	6,9	11,8	10,4	8,9	12,3	11,5	7,8	6,90	10,4	12,7
4	1	P ED.2	M²	11,2	9,1	7,7	11,8	10,4	12,8	11,5	9,7	11,4	8,7	7,5	6,9	11,8	10,4	8,9	12,3	11,5	7,8	6,90	10,4	12,7
4	1	P ED.3	M²	11,2	9,1	7,7	11,8	10,4	12,8	11,5	9,7	11,4	8,7	7,5	6,9	11,8	10,4	8,9	12,3	11,5	7,8	6,90	10,4	12,7
4	1	P ED.4	M²	11,2	9,1	7,7	11,8	10,4	12,8	11,5	9,7	11,4	8,7	7,5	6,9	11,8	10,4	8,9	12,3	11,5	7,8	6,90	10,4	12,7
5	2	P ED.1	M²	9,8	10,5	8,9	10,5	7,5	6,4	8,1	10,2	9,6	8,6	10,8	11,3	9,1	6,8	8,3	5,7	6,2	8,9	10,3	9,8	9,3
5	2	P ED.2	M²	9,8	10,5	8,9	10,5	7,5	6,4	8,1	10,2	9,6	8,6	10,8	11,3	9,1	6,8	8,3	5,7	6,2	8,9	10,3	9,8	9,3
5	2	P ED.3	M²	9,8	10,5	8,9	10,5	7,5	6,4	8,1	10,2	9,6	8,6	10,8	11,3	9,1	6,8	8,3	5,7	6,2	8,9	10,3	9,8	9,3
5	2	P ED.4	M²	9,8	10,5	8,9	10,5	7,5	6,4	8,1	10,2	9,6	8,6	10,8	11,3	9,1	6,8	8,3	5,7	6,2	8,9	10,3	9,8	9,3
6	3	P ED.1	M²	12,30	11,50	10,60	7,90	9,40	7,50	12,70	10,50	9,50	12,70	11,40	10,60	9,50	10,60	11,6	13,7	14,8	12,80	11,40	11,60	9,80
6	3	P ED.2	M²	12,30	11,50	10,60	7,90	9,40	7,50	12,70	10,50	9,50	12,70	11,40	10,60	9,50	10,60	11,6	13,7	14,8	12,80	11,40	11,60	9,80
6	3	P ED.3	M²	12,30	11,50	10,60	7,90	9,40	7,50	12,70	10,50	9,50	12,70	11,40	10,60	9,50	10,60	11,6	13,7	14,8	12,80	11,40	11,60	9,80
6	3	P ED.4	M²	12,30	11,50	10,60	7,90	9,40	7,50	12,70	10,50	9,50	12,70	11,40	10,60	9,50	10,60	11,6	13,7	14,8	12,80	11,40	11,60	9,80
9	4	P ED.1	M²	10,6	12,7	8,6	10,7	12,6	9,8	11,5	12,4	14,6	13,4	12,9	11,6	10,5	12,50	10,3	11,9	12,6	9,70	10,20	11,80	10,20
9	4	P ED.2	M²	10,6	12,7	8,6	10,7	12,6	9,8	11,5	12,4	14,6	13,4	12,9	11,6	10,5	12,50	10,3	11,9	12,6	9,70	10,20	11,80	10,20
9	4	P ED.3	M²	10,6	12,7	8,6	10,7	12,6	9,8	11,5	12,4	14,6	13,4	12,9	11,6	10,5	12,50	10,3	11,9	12,6	9,70	10,20	11,80	10,20
9	4	P ED.4	M²	10,6	12,7	8,6	10,7	12,6	9,8	11,5	12,4	14,6	13,4	12,9	11,6	10,5	12,50	10,3	11,9	12,6	9,70	10,20	11,80	10,20

BLOCO	EQUIPE	PEDREIRO	UNID	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 13	DIA 14	DIA 16	DIA 17	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31
4	1	PED.1	M ²	11,2	10,5	9,7	8,6	9,8	8,6	10,1	9,6	8,4	10,5	9,1	8,7	11,2	9,6	8,5	6,9	9,2	10,3	9,7	11,2	9,6	10,3
4	1	PED.2	M ²	11,2	10,5	9,7	8,6	9,8	8,6	10,1	9,6	8,4	10,5	9,1	8,7	11,2	9,6	8,5	6,9	9,2	10,3	9,7	11,2	9,6	10,3
4	1	PED.3	M ²	11,2	10,5	9,7	8,6	9,8	8,6	10,1	9,6	8,4	10,5	9,1	8,7	11,2	9,6	8,5	6,9	9,2	10,3	9,7	11,2	9,6	10,3
4	1	PED.4	M ²	11,2	10,5	9,7	8,6	9,8	8,6	10,1	9,6	8,4	10,5	9,1	8,7	11,2	9,6	8,5	6,9	9,2	10,3	9,7	11,2	9,6	10,3
5	2	PED.1	M ²	8,90	9,30	6,8	8,9	10,5	8,10	8,40	10,90	9,30	10,10	9,90	7,20	8,60	11,30	7,20	5,40	8,80	9,30	7,20	9,30	10,40	9,90
5	2	PED.2	M ²	8,90	9,30	6,8	8,9	10,5	8,10	8,40	10,90	9,30	10,10	9,90	7,20	8,60	11,30	7,20	5,40	8,80	9,30	7,20	9,30	10,40	9,90
5	2	PED.3	M ²	8,90	9,30	6,8	8,9	10,5	8,10	8,40	10,90	9,30	10,10	9,90	7,20	8,60	11,30	7,20	5,40	8,80	9,30	7,20	9,30	10,40	9,90
5	2	PED.4	M ²	8,90	9,30	6,8	8,9	10,5	8,10	8,40	10,90	9,30	10,10	9,90	7,20	8,60	11,30	7,20	5,40	8,80	9,30	7,20	9,30	10,40	9,90

ANEXO H – GERENCIAMENTO DA PRODUTIVIDADE AE1 – 1ª SEMANA

Obra: AE1
Pavimento: EQUIPE 1 PAVIMENTO 2 / EQUIPE2 PAVIMENTO 3

Operário	SEGUNDA										TERÇA										QUARTA										QUINTA										SEXTA									
	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E											
EQ.1 PED.1	540,00	385	0	15	35	40	25	40	540,00	400	0	25	30	20	35	30	540,00	395	15	20	30	25	35	20	540,00	300	25	30	50	60	25	50	480,00	265	0	30	60	80	25	20										
EQ.1 PED.2	540,00	385	0	10	35	40	30	40	540,00	400	0	25	30	20	35	30	540,00	395	15	20	30	25	35	20	540,00	300	25	30	50	60	25	50	480,00	265	0	30	60	80	25	20										
EQ.1 PED.3	540,00	385	0	20	35	40	30	30	540,00	410	0	10	30	20	35	35	540,00	400	15	20	30	20	35	20	540,00	300	25	30	50	60	25	50	480,00	265	0	30	60	80	25	20										
EQ.1 PED.4	540,00	395	0	20	25	40	30	30	540,00	410	0	10	30	20	35	35	540,00	400	15	20	30	20	35	20	540,00	300	25	30	50	60	25	50	480,00	265	0	30	60	80	25	20										
EQ.1 SEV.1	540,00	280	40	110	30	30	50	540,00	290	0	40	110	30	30	40	540,00	295	20	30	80	40	40	35	40	540,00	200	35	50	120	60	25	50	480,00	185	0	50	120	80	25	20										
EQ.1 SEV.2	540,00	275	40	110	30	35	50	540,00	295	0	40	100	30	35	40	540,00	295	20	30	80	40	40	35	40	540,00	200	35	50	120	60	25	50	480,00	185	0	50	120	80	25	20										
EQ.2 PED.1	540,00	335	25	45	35	40	60	540,00	275	0	25	50	40	50	100	540,00	325	0	40	45	35	35	60	540,00	215	30	50	100	80	25	40	480,00	175	0	50	100	80	25	50											
EQ.2 PED.2	540,00	335	25	45	35	40	60	540,00	264	0	25	50	40	50	100	540,00	325	0	40	45	35	35	60	540,00	215	30	50	100	80	25	40	480,00	175	0	50	100	80	25	50											
EQ.2 PED.3	540,00	335	25	45	35	40	60	540,00	265	0	25	50	40	50	100	540,00	325	0	40	45	35	35	60	540,00	215	30	50	100	80	25	40	480,00	175	0	50	100	80	25	50											
EQ.2 PED.4	540,00	335	25	45	35	40	60	540,00	265	0	25	50	40	50	100	540,00	325	0	40	45	35	35	60	540,00	215	30	50	100	80	25	40	480,00	175	0	50	100	80	25	50											
EQ.2 SEV.1	540,00	260	40	110	30	50	50	540,00	200	0	40	110	30	60	100	540,00	140	0	40	120	40	40	60	540,00	150	30	50	180	60	30	40	480,00	100	0	50	180	60	30	60											
EQ.2 SEV.2	540,00	260	40	110	30	50	50	540,00	200	0	40	110	30	60	100	540,00	140	0	40	120	40	40	60	540,00	150	30	50	180	60	30	40	480,00	100	0	50	180	60	30	60											

Obs: Os tempos estão em minutos

TT - Total Trabalho
TE - Trabalho Eletivo
FS - Faka de Suporte
FR - Faka de Requisitos
T - Tempo de transporte
A - Atrasos
TM - Tempo de Mobilização
E - Espera

ANEXO I – GERENCIAMENTO DA PRODUTIVIDADE AE1 – 2ª SEMANA

Operário : AE1
Pavimento: EQUIPE 1 PAVIMENTO 2 / EQUIPEZ PAVIMENTO 3

Operário	SEGUNDA											TERÇA											QUARTA											QUINTA											SEXTA										
	TT			TE			FS			FR			T			A			TM			E			TT			TE			FS			FR			T			A			TM			E									
	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E	TT	TE	FS	FR	T	A	TM	E															
EQ.1 PED.1	540,00	420	0	0	40	30	25	25	540,00	375	0	0	60	50	35	20	540,00	410	20	25	20	10	25	30	540,00	365	20	20	40	20	35	40	480,00	325	0	20	60	30	25	20															
EQ.1 PED.2	540,00	420	0	0	40	30	25	25	540,00	375	0	0	60	50	35	20	540,00	410	20	25	20	10	25	30	540,00	365	20	20	40	20	35	40	480,00	325	0	20	60	30	25	20															
EQ.1 PED.3	540,00	420	0	0	40	30	25	25	540,00	375	0	0	60	50	35	20	540,00	410	20	25	20	10	25	30	540,00	410	0	0	30	40	30	480,00	335	0	20	60	30	25	10																
EQ.1 PED.4	540,00	420	0	0	40	30	25	25	540,00	375	0	0	60	50	35	20	540,00	410	20	25	20	10	25	30	540,00	410	0	0	30	40	30	480,00	335	0	20	60	30	25	10																
EQ.1 SEV.1	540,00	400	0	0	60	35	20	25	540,00	365	0	0	100	30	25	20	540,00	410	0	25	70	10	25	35	540,00	330	20	0	100	30	35	25	480,00	335	0	0	50	40	25	30															
EQ.1 SEV.2	540,00	400	0	0	60	35	20	25	540,00	365	0	0	100	30	25	20	540,00	410	0	25	70	10	25	35	540,00	330	20	0	100	30	35	25	480,00	335	0	0	50	40	25	30															
EQ.2 PED.1	540,00	350	0	20	50	50	30	40	540,00	350	0	40	50	40	35	25	540,00	375	0	0	40	40	35	50	540,00	350	0	0	50	40	60	40	480,00	280	0	0	70	60	30	40															
EQ.2 PED.2	540,00	350	0	20	50	50	30	40	540,00	350	0	40	50	40	35	25	540,00	375	0	0	40	40	35	50	540,00	350	0	0	50	40	60	40	480,00	275	0	0	70	60	35	40															
EQ.2 PED.3	540,00	350	0	20	50	50	30	40	540,00	340	0	50	50	40	35	25	540,00	365	0	0	40	40	35	60	540,00	350	0	0	50	40	60	40	480,00	275	0	0	70	60	35	40															
EQ.2 PED.4	540,00	350	0	20	50	50	30	40	540,00	340	0	50	50	40	35	25	540,00	365	0	0	40	40	35	60	540,00	350	0	0	50	40	60	40	480,00	275	0	0	70	60	35	40															
EQ.2 SEV.1	540,00	345	0	25	80	40	30	40	540,00	270	0	50	120	40	35	50	540,00	290	0	0	130	50	40	30	540,00	270	20	20	130	30	40	30	480,00	190	0	30	100	70	30	60															
EQ.2 SEV.2	540,00	345	0	25	80	40	30	40	540,00	245	0	50	120	55	40	30	540,00	290	0	0	130	50	40	30	540,00	280	20	20	100	50	40	30	480,00	190	0	30	100	70	30	60															

Obs: Os tempos estão em minutos

TT - Total Trabalhado
TE - Trabalho Efetivo
FS - Falta de Suporte
FR - Falta de Requisitos
T - Tempo de transporte
A - Atrasos
TM - Tempo de Mobilização
E - Espera