



**Universidade Federal do Pampa
CENTRO DE TECNOLOGIA DE ALEGRETE – CTA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO
DE ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL**

ROBERT DA SILVA TRINDADE

Alegrete/RS

2013

ROBERT DA SILVA TRINDADE

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO
DE ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Fladimir Fernandes dos Santos

Alegrete/RS

2013

ROBERT DA SILVA TRINDADE

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 24/09/2013.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fladimir Fernandes dos Santos
Orientador
(Unipampa)

Arq. Me. Laura Machado
(Unipampa)

Prof. Me. Felipe Ferreira de Ferreira
(Unipampa)

Alegrete/RS

2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais e a minha noiva, fontes inesgotáveis de apoio e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, agradeço por ter me dado forças e me guiado pelo caminho certo para que pudesse concretizar este sonho.

Aos meus pais, Pedro e Marta, por terem sido uma referência de sabedoria e aprendizado em minha vida. Pelo amor e carinho dedicado a todos estes anos de graduação e sempre por ter me mostrado que posso chegar onde desejo.

À minha noiva Franciele, pelos momentos de compreensão durante este processo. Por estar sempre ao meu lado, dando-me muito amor e carinho e sempre me incentivando a seguir em frente.

Ao meu irmão Patric, que antes de tudo, é um grande amigo. À minha cunhada e meus sobrinhos, pelos momentos de diversão e companheirismo e por terem acreditado em mim.

Ao meu avô Básilio, que hoje não encontra-se mais entre nós, pelos primeiros ensinamentos e lições de grande valia para esta profissão que escolhi.

As minhas avós, sogros e a todos meus familiares, que de uma forma ou de outra sempre me deram força e acreditaram no meu potencial.

Aos meus colegas de graduação, pelo companheirismo e ensinamentos durante esta trajetória.

À professora Elizabete Yukiko, pelos primeiros passos para que este trabalho se concretizasse.

Ao professor Fladimir Fernandes, pela extraordinária orientação e contribuição para a realização deste trabalho.

Aos Membros que participaram da Banca de Avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso, por suas contribuições, que proporcionaram melhorias para o trabalho.

"Há homens que lutam um dia e são bons. Há outros que lutam um ano e são melhores.

Há os que lutam muitos anos e são muito bons.

Porém, há os que lutam toda a vida. Esses são os imprescindíveis."

Bertolt Brecht.

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico, na indústria brasileira, tem impulsionado diversos setores, dentre eles, o da construção civil, que é um dos maiores na economia do país. Neste sentido, é notório que empresas procurem meios para melhorar seus processos produtivos, buscando alternativas diferenciadas em relação às demais empresas, investindo em qualidade e produtividade e, conseqüentemente, adquirindo uma maior competitividade. Neste contexto, o presente trabalho trata da mensuração e comparação da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional, bem como dos fatores que possam influenciar a mesma. Como metodologias adotadas para a apropriação dos dados foram utilizados o Modelo de Entrada-Saídas e o Modelo dos Fatores, onde foram analisadas, na cidade de Alegrete/RS, num total de onze dias, uma obra em alvenaria estrutural e em sete dias, uma outra obra em alvenaria convencional. O primeiro modelo possibilitou entender a produtividade a partir de informações relacionadas tanto às entradas, quanto às saídas do processo produtivo; já o segundo modelo proporcionou conhecer os fatores que interferiram no desempenho da produtividade. A mensuração da produtividade foi realizada por meio do índice parcial denominado Razão Unitária de Produção (RUP). Após a análise dos dados, obtidos diariamente nas obras, os mesmos foram comparados com os índices publicados na TCPO (2010), onde os indicadores de produtividade – RUP – da mão de obra, no serviço de alvenaria estrutural ficaram abaixo do estimado, o que mostra que este sistema apresentou uma boa produtividade. A alvenaria convencional apresentou indicadores de produtividade – RUP – da mão de obra acima do estimado, o que evidenciou uma baixa produtividade. Após esta análise foi possível detectar os fatores que influenciaram os índices de produtividade, tais como: característica do produto, materiais e componentes, equipamentos e ferramentas, mão de obra, organização da produção, variação de temperatura, eventos atmosféricos, bem como evidenciar a importância deste conhecimento que pode ser de grande valia na fase de planejamento e gerenciamento do serviço.

Palavras chaves: produtividade; mão de obra; alvenaria estrutural; alvenaria convencional.

ABSTRACT

Technological development in the Brazilian industry has driven many industries, including the construction, which is one of the largest in the country's economy. In this sense, it is clear that companies look for ways to improve their production processes, seeking different alternatives in relation to other companies, investing in quality and productivity and thus acquiring greater competitiveness. In this context, the present work deals with the measurement and comparison of the productivity of labor in the execution of conventional masonry and masonry, as well as factors that may influence it. The methodology for allocation of the data were used to model the Input - Output Model and Factors, which was analyzed in the town of Alegrete / RS, a total of eleven days of measurement, a work in masonry and seven days of measurement , another work in conventional masonry. The first model made it possible to understand the productivity from information related to the inputs, the outputs of the production process, whereas the second model helps to know the factors that interfere with the performance of productivity. The productivity measurement was performed using the partial index called Reason Unitary Production (RUP). After analyzing the data, obtained daily in the works, they were compared with the rates published in TCPO (2010), where productivity indicators - RUP - of labor, in the service of masonry were lower than estimated , which shows that this system showed good productivity. The conventional masonry productivity indicators presented - OR - of labor above the estimate, which showed a low productivity. After this analysis it was possible to detect the factors influencing productivity indices, such as: product feature, materials and components, equipment and tools, manpower, organization of production, variation in temperature, atmospheric events, as well as highlight the importance this knowledge can be of great value in the planning stages and service management.

Keywords: productivity, labor; masonry; conventional masonry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de execução de instalação elétrica em alvenaria convencional mostrando o desperdício de material e o retrabalho.....	22
Figura 2 – Exemplo de alvenaria estrutural, com a execução das instalações elétricas e hidráulicas.....	24
Figura 3 – Representação genérica de um sistema produtivo.....	29
Figura 4 – Diferentes abrangências do estudo da produtividade.....	29
Figura 5 – Processo de transformação no sistema produtivo da construção civil.....	30
Figura 6 – Níveis que afetam a produtividade da mão de obra.....	30
Figura 7 – Planta baixa de uma residência com paredes lineares.....	31
Figura 8 – Planta baixa de uma residência com paredes não-lineares.....	32
Figura 9 – Diferentes tamanhos de paredes de alvenaria.....	32
Figura 10 – Equipamentos utilizados na execução de alvenaria.....	33
Figura 11 – Equipamentos utilizados na execução de alvenaria.....	34
Figura 12 – Disposição dos materiais e equipamentos antes do serviço de alvenaria.....	35
Figura 13 – Mecanismo de influencia da produtividade.....	38
Figura 14 – Relações presentes nas tarefas de modelagem.....	39
Figura 15 – Modelo dos fatores.....	42
Figura 16 – Exemplo de gráfico das linhas de balanço.....	43
Figura 17 – Diferentes tipos de RUP.....	45
Figura 18 – Diferentes tipos de equipe na execução da alvenaria.....	49
Figura 19 – Planilha para anotações dos serviços de alvenaria.....	49
Figura 20 – Levantamento de áreas líquidas em paredes de alvenaria.....	51
Figura 21 – Fatores considerados no cálculo da RUP.....	53
Figura 22 – Índices de produtividade da alvenaria de tijolo cerâmico furado.....	55
Figura 23 – Índices de produtividade da alvenaria de blocos para alvenaria estrutural.....	56
Figura 24 – Fachada da obra em estudo.....	58
Figura 25 – Operários trabalhando.....	59

Figura 26 – Tijolos usados na obra	60
Figura 27 – Tijolos usados na obra e alvenarias na altura de 1,5m.....	61
Figura 28 – Guincho utilizado na obra.....	62
Figura 29 – Canteiro de obras.....	63
Figura 30 – Disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras.....	64
Figura 31 – Fachada da obra em alvenaria estrutural	65
Figura 32 – Equipe de trabalho.....	66
Figura 33 – Blocos utilizados na obra.....	67
Figura 34 – Verga executada na obra.....	68
Figura 35 – Disposição dos materiais no canteiro.....	68
Figura 36 – Materiais utilizados para assentamentos dos blocos.....	69
Figura 37 – Material utilizado para transporte dos materiais.....	70
Figura 38 – Disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras.....	70
Figura 39 – Dias de observação nos dois sistemas construtivos.....	72

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Centros de Estudos da Produtividade	28
Tabela 2 – 1º dia de mensuração na alvenaria convencional.....	94
Tabela 3 – 2º dia de mensuração. na alvenaria convencional.....	94
Tabela 4 – 3º dia de mensuração na alvenaria convencional.....	95
Tabela 5 – 4º dia de mensuração na alvenaria convencional.....	95
Tabela 6 – 5º dia de mensuração na alvenaria convencional.....	96
Tabela 7 – 6º dia de mensuração na alvenaria convencional.....	96
Tabela 8 – 7º dia de mensuração na alvenaria convencional.....	97
Tabela 9 – 1º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	98
Tabela 10 – 2º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	98
Tabela 11 – 3º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	99
Tabela 12 – 4º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	99
Tabela 13 – 5º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	100
Tabela 14 – 6º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	100
Tabela 15 – 7º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	101
Tabela 16 – Observações no 8º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	101
Tabela 17– 9º dia de mensuração na alvenaria estrutural.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fatores primários que prejudicam a produtividade.....	36
Quadro 2 – Fatores por via indireta que prejudicam a produtividade.....	36
Quadro 3 – Exemplos de obras de construção civil com atividades repetitivas.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – RUPs diárias e potencial da equipe em alvenaria convencional.....	73
Gráfico 2 – RUPs cumulativa da equipe em alvenaria convencional.....	75
Gráfico 3 – RUPs diárias e potencial da equipe em alvenaria estrutural.....	79
Gráfico 4 – RUPs cumulativa da equipe em alvenaria estrutural.....	81

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	15
1.1.Contextualização do tema e do problema de pesquisa	15
1.2.Objetivos	17
1.2.1.Objetivo geral	17
1.2.2.Objetivos específicos.....	17
1.2.3.Justificativa.....	18
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1.Sistemas construtivos de alvenaria	20
2.1.1 Alvenaria convencional: Características.....	21
2.1.2 Alvenaria estrutural: Características	23
2.2 Produtividade: histórico	27
2.3 Definindo produtividade na construção civil.....	28
2.4. A importância da medição da produtividade no setor da construção civil.	37
2.5 Medição da produtividade na construção civil.....	39
2.5.1 Modelos Teóricos, Modelos de Entrada e Modelos de Entrada-Saída	40
2.5.3 Indicador de mensuração da produtividade	44
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	46
3.1 Etapas da pesquisa.....	46
3.2 Quanto à coleta de dados.....	47
3.2.1 Coleta de dados: Entradas	47
3.2.2 Coleta de dados: Saídas	50
3.2.3 Aspectos considerados para apropriação dos dados	51
3.3 Quanto ao tratamento dos dados coletados.....	52
3.3.1 A escolha do Modelo dos Fatores para a medição da produtividade.....	52
3.3.2 O indicador para mensurar a produtividade	52
3.4 Quanto à apresentação dos dados	54
3.5 Quanto à análise dos resultados obtidos	54
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	57
4.1 Caracterização das obras de alvenaria	57
4.1.1 Estudo de caso 1: a obra de alvenaria convencional.....	57
4.1.1.1 Caracterização do serviço de alvenaria	58

4.1.1.2 Condições de trabalho	62
4.1.2 Estudo de caso 2: a obra de alvenaria estrutural	64
4.1.2.1 Caracterização do serviço de alvenaria	65
4.1.2.2 Condições de trabalho	71
4.2 Apresentação e análise dos resultados	71
4.2.1 Resultados constatados na obra de alvenaria convencional	73
4.2.1.1 Quanto à equipe de trabalho	73
4.2.1.2 Fatores influenciadores na variação da produtividade	75
4.2.2 Resultados constatados em alvenaria estrutural	78
4.2.2.1 Quanto à equipe de trabalho	78
4.2.2.2 Fatores influenciadores na variação da produtividade	82
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	86
5.1 Conclusões	86
5.2 Sugestões para trabalho futuros	88
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A – Tabelas Utilizadas na Pesquisa- Alvenaria Convencional	94
APÊNDICE B – Tabelas Utilizadas na Pesquisa- Alvenaria Estrutural	98

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do tema e do problema de pesquisa

O desenvolvimento tecnológico, na indústria brasileira, tem impulsionado diversos setores, dentre eles, o da construção civil, que é um dos maiores na economia do país. É, sem dúvida, um dos setores que possibilita gerar novos empregos e oportunidades de negócio, principalmente na cadeia produtiva da construção civil. Ocasiona-se, com isso, grande concorrência entre empresas do ramo da construção (CARDOSO, 2010).

Nesse sentido, é notório que empresas procurem meios para melhorar seus processos produtivos, buscando alternativas diferenciadas em relação às demais empresas, investindo em qualidade e produtividade e, assim, obter maior lucratividade, tornando-se mais competitiva.

Conforme Marder (2001), as palavras “produtividade e qualidade” apresentam-se como ferramentas essenciais para que se possa atingir melhor desempenho e competitividade. A produtividade está ligada diretamente ao lucro e, certamente, empresas de grande porte, e com índices de produtividade elevados, exigirão menores custos de produção, oferecendo produtos com custo mais baixo que seus concorrentes, ou trabalhando com uma maior margem de lucro.

No que se refere, especificamente, aos custos com a mão de obra, a alvenaria, de um modo geral, apresenta, dentro das construções de edificações, valores numéricos relevantes. As vedações verticais apresentam índices entre 6% a 10% do custo total da construção de edifícios habitacionais e comerciais e de 17% para populares. Os custos com a mão de obra, para estes serviços, representam algo em torno de 50% dos custos totais (REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO, 2001).

Ademais, para Santos (1995), historicamente os índices de produtividade da mão de obra brasileira, quando comparados a outros países, são relativamente baixos. Para o supracitado autor, determinar como o operário distribui seu tempo, ao longo do dia, é um dos primeiros passos para se avaliar um processo produtivo.

A Construção vem sendo considerada, há muito tempo, uma Indústria caracterizada pela má produtividade no uso da mão de obra. Se tal colocação já merecia atenção há algumas décadas, torna-se cada vez mais preocupante na medida em que se tem um crescente acirramento da competição no mercado e dentro do contexto de buscar-se a minimização do desperdício do esforço humano (SOUZA, 2006, p. 14).

Na visão de Carraro e Souza (1998), o gerenciamento eficaz dos recursos físicos utilizados na construção civil, em especial a mão de obra, está entre os principais desafios que este setor enfrenta. Neste contexto, estes autores comentam sobre a má produtividade, afirmando que os gestores das obras não costumam ter conhecimento sobre a quantidade de mão de obra necessária para produzir determinado serviço, resultando em poucos, ou ausentes, parâmetros para se basearem em atitudes corretivas de eventuais problemas.

Lantelme (1994) destaca que na construção civil a medição do desempenho é pouco utilizada, mas estudos vêm mostrando resultados destes levantamentos que tendem a gerar informações do desempenho do setor, sendo possível fazer uma relação entre estas medidas, com as estratégias empresariais, ou setoriais, e com os critérios de desempenho do setor.

No que se refere às pesquisas realizadas sobre produtividade no setor da construção civil, elas foram realizadas com diversos enfoques, como, por exemplo:

- A produtividade da mão de obra na execução de revestimentos de argamassa (ARAÚJO; SOUZA, 2000).
- Produtividade e custos nos sistemas de vedação vertical (SOUZA, 1998).
- Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria (ARAÚJO; SOUZA, 2000).
- Monitoramento da produtividade da mão de obra na execução da alvenaria (CARRARO; SOUZA, 1998).
- Estudos de fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas (OLIVEIRA et al. , 1998).
- Medida da produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria com blocos cerâmicos para aplicação e planejamento pelo método das linhas de balanço (SANTOS; BARBOSA; MAGGI, 2006).

Apesar de tais estudos, na literatura pesquisada, não foram encontrados trabalhos que demonstrassem a realidade do município de Alegrete-RS quanto à produtividade no setor da construção civil. Observa-se que a realidade enfrentada no município, pelos responsáveis pela supervisão de equipes de trabalho, tem sido a dificuldade de encontrar indicadores que sirvam como parâmetros sobre a produtividade da mão de obra empregada na cidade, para gerenciarem de forma eficiente suas equipes.

Diante do exposto, apresentam-se as seguintes questões de pesquisa: Quais os fatores que influenciam na variação da produtividade da mão de obra na execução de paredes em alvenaria convencional e em alvenaria estrutural? Como medir a produtividade da mão de obra utilizada nesses dois sistemas construtivos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Realizar uma análise da produtividade da mão de obra na execução de paredes em alvenaria convencional e em alvenaria estrutural.

1.2.2. Objetivos específicos

- apresentar os sistemas construtivos de alvenaria convencional e de alvenaria estrutural;
- caracterizar a produtividade no setor da construção civil;
- identificar as metodologias que podem ser aplicadas na medição de produtividade da mão de obra empregada na execução de serviços em alvenaria convencional e em alvenaria estrutural;
- realizar a mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção de paredes em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional;
- comparar os dados coletados, com os padrões já estabelecidos, para a execução de paredes nesses dois tipos de sistema de alvenaria;

- elencar os fatores responsáveis pela variação da produtividade da mão de obra nos serviços executados nos dois tipos de sistema de alvenaria.

1.2.3. Justificativa

Conforme descreve Souza (2000), a mensuração da produtividade da mão de obra é uma tarefa relevante, que serve de base para discussões sobre melhorias que podem ser empregadas na construção civil. Ademais, o supracitado autor destaca que tais indicadores podem suprir um problema significativo nos sistemas de certificação de empresas, que é a falta de avaliação do desempenho.

Para que o planejamento de obras de construção civil seja o mais preciso possível é preciso utilizar dados sobre o tempo gasto para execução de um determinado serviço. Para tanto é necessário medir a produtividade da mão de obra (SANTOS; BARBOSA; MAGGI, 2006, p. 01).

Assim, determinando-se a eficiência de cada atividade no processo produtivo e fazendo um estudo de todas as operações que às constituem, a partir da conferência da produtividade da mão de obra utilizada, produzir-se-á uma importante ferramenta na busca pela racionalização de processos nos canteiros. Entretanto, a medição é um processo que envolve decisões sobre quanto ao que medir, como coletar, processar e avaliar os dados e, por meio de sua incorporação às atividades da empresa, é que se obtêm as informações necessárias para a tomada de decisão (LATELME, 1994).

Nesse contexto, o presente trabalho aborda a pesquisa sobre a produtividade da mão de obra nos serviços de execução de alvenaria convencional e alvenaria estrutural, a fim de obter-se resultados que possam nortear os gestores da construção civil, da cidade de Alegrete-RS, sobre a melhor forma de gerenciar uma obra, especificamente em como dimensionar a mão de obra necessária para determinado serviço e identificar os fatores que interferem no desenvolvimento das tarefas de execução de alvenaria.

Uma gestão eficiente se dará quando forem conhecidos os níveis de desempenho possíveis de serem obtidos. Assim, determinando-se a eficiência de cada atividade no processo produtivo e estudando as operações que às constituem,

a partir da aferição de produtividade, produzir-se-á uma importante ferramenta na busca pela racionalização de processos nos canteiros.

Entende-se, de acordo com Carraro (1998), sobre a importância da produtividade da mão de obra como uma das responsáveis pelo ritmo dos trabalhos. Ao se ter conhecimento sobre esta produtividade, alguns benefícios podem ser alcançados, tais como: a previsão do consumo de mão de obra, a previsão do tempo de duração do serviço, a avaliação e a comparação dos resultados, bem como o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos métodos construtivos.

Portanto, e utilizando-se o que declaram o CBIC e a FGV (2012), tornou-se consenso que, para sustentar o ciclo atual, o setor da construção civil necessita melhorar a sua produtividade, ou seja, utilizar de maneira eficiente os seus recursos disponíveis.

Assim, o estudo da produtividade da mão de obra no setor da construção civil, no município de Alegrete-RS, justifica-se por ser uma das questões primordiais dentro do processo de gestão das empresas, levando em conta que a produtividade influencia diretamente em questões orçamentárias, nas durações das atividades e, por conseguinte, do empreendimento, sendo o serviço de alvenaria importante, pois consome grande volume de recursos humanos e é atividade antecessora de várias outras executadas em uma obra.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas construtivos de alvenaria

A alvenaria é um dos sistemas construtivos mais antigos existentes, por ser um dos materiais estruturais responsável pela habitabilidade dos abrigos constituídos pelo homem (MARTINS, 2009). É toda e qualquer obra que utilize em sua execução, pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por meios de argamassas (AZEREDO, 1997; YAZIGI, 2009), apresentando requisitos mínimos de resistência, durabilidade e impermeabilidade (AZEREDO, 1997).

Tem como função dividir os ambientes internos e controlar a ação de fatores que são indesejáveis, tais como a chuva, o vento, a poeira, os ruídos, os animais, entre outros, formando uma barreira de proteção e suporte para as instalações dos edifícios, servindo ainda para proporcionar condições de habitabilidade necessárias às edificações (SALGADO, 2009).

Destaca-se, segundo Braga et al. (2010), que as opções de alvenarias são apresentadas quanto:

1) à finalidade e disposição – podem ser diferenciadas quanto ao seu local de assentamento, que pode ser exterior ou interior. A alvenaria exterior deve ser definida com muita cautela, em relação a sua espessura para que atenda os requisitos que a ela foram estipulados, como isolamento térmico e acústico, estrutura, estanqueidade a água e ao ar, entre outros. Já quanto às paredes interiores, devido à necessidade de se embutir tubulações hidráulicas e elétricas, bem como garantir isolamento, deve-se ter cuidado ao se projetá-las, para que as mesmas não obtenham uma espessura incompatível com a esperada.

2) ao ponto de vista estático – as paredes são realizadas para suportarem cargas, também chamadas de paredes mestras. Cita-se como exemplo a alvenaria estrutural. Nestas paredes é utilizado o bloco cerâmico ou bloco de concreto. Já as alvenarias apenas com funções de divisórias são chamadas de paredes de vedação. Nestas, são utilizados tijolos cerâmicos ou materiais alternativos como paredes de gesso, drywall, blocos de solo cimento, entre outros materiais.

3) ao número de planos de parede – No que se refere ao número de planos de paredes, existem dois tipos: simples e duplas. As simples, que são paredes que são executadas por um só pano, são normalmente utilizadas como

divisórias nas edificações. Já, nas duplas, são executados dois panos de paredes com uma espessura de intervalo entre elas, a fim de melhorar o isolamento térmico e acústico do ambiente. São utilizadas, geralmente, em paredes de fachada.

De acordo com Salgado (2009), os principais tipos de alvenaria são: ciclópica (em que as dimensões dos blocos ou unidades não são padronizadas), de vedação (paredes usadas na estrutura convencional, para fechamento de vãos ou delimitação de áreas, sem a função estrutural de sustentação) e estrutural (na qual tem a função de suportar os esforços estruturais da edificação). Como nesta pesquisa realiza-se um comparativo entre os dois últimos tipos supracitados, na sequência apresenta-se uma breve descrição sobre cada uma deles.

2.1.1 Alvenaria convencional: Características

Heineck (1991) afirma que as paredes de vedação em alvenaria de tijolos cerâmicos são reconhecidas como de baixo custo, de bons níveis de desempenho térmico e acústico, boa impermeabilização e, principalmente, na Região Sul, de boa capacidade de suporte. São facilmente ajustáveis às dificuldades da construção atual, envolvendo modificações de projeto, embutimento de canalizações, aumentos e reformas nas edificações. No entanto, este autor cita que são, em geral, vistas como pouco produtivas e despertam a analogia daqueles mais radicais em termos de inovações na construção civil, motivando pesquisadores e técnicos a procurar por alternativas que não sejam construir uma parede empilhando tijolo após tijolo.

As alvenarias convencionais são conhecidas por apresentar elevado índice de desperdício, tais como nas quebras de tijolos, retrabalho, falta de padronização dos elementos de alvenaria. Ademais, muitas vezes não possuem um projeto de detalhamento, ou paginação, a fim de minimizar estas características (SALGADO, 2009).

Os tijolos utilizados neste tipo de alvenaria podem ser constituídos de barro cozido, do tipo comum, laminado, furado, com quatro, seis e oito furos; refratário baiano; blocos de concreto; concreto celular; tijolo de vidro; pedras naturais (argamassados, travados). Tais tijolos podem ser aplicados em paredes, pilares, muros em geral, pisos secundários, fundações, entre outras aplicações.

Cabe citar que as alvenarias convencionais apresentam as seguintes características (SILVA; GONÇALVES; ALVARENGA, 2006):

- na maioria das vezes não é utilizado um projeto de execução da mesma, sendo as soluções construtivas improvisadas durante o assentamento no canteiro de obra;
- a mão de obra não precisa ser qualificada para a execução, portanto, nem sempre terá como resultado um serviço de qualidade;
- para a passagem das instalações (elétrica e hidráulica) são efetuados cortes na parede já levantada e, então, preenchidos com argamassa, gerando um retrabalho;
- há um considerado volume de desperdício, na quebra dos tijolos, no transporte, na execução, na quebra das paredes para as tubulações;
- falta de controle (prumo e alinhamento) na execução, sendo detectado apenas quando da execução do revestimento. O que ocasiona um consumo exagerado de argamassa para o seu alinhamento.

A Figura 1 mostra um exemplo na execução de instalações elétricas, ilustrando-se o desperdício de material e o retrabalho quando se executa a forma tradicional ou convencional de alvenaria.

Figura 1 – Exemplo de execução de instalação elétrica em alvenaria convencional mostrando o desperdício de material e o retrabalho



Fonte: Fernandes e Silva Filho (2009?, p.10)

É possível notar, na Figura 1, que na parede levantada foi necessário efetuar “rasgos” para a passagem das instalações elétricas, o que ocasionou desperdício de material e também se terá, posteriormente, um retrabalho. Vale destacar que tais desperdícios e retrabalhos também poderão ser encontrados na execução das instalações hidráulicas.

2.1.2 Alvenaria estrutural: Características

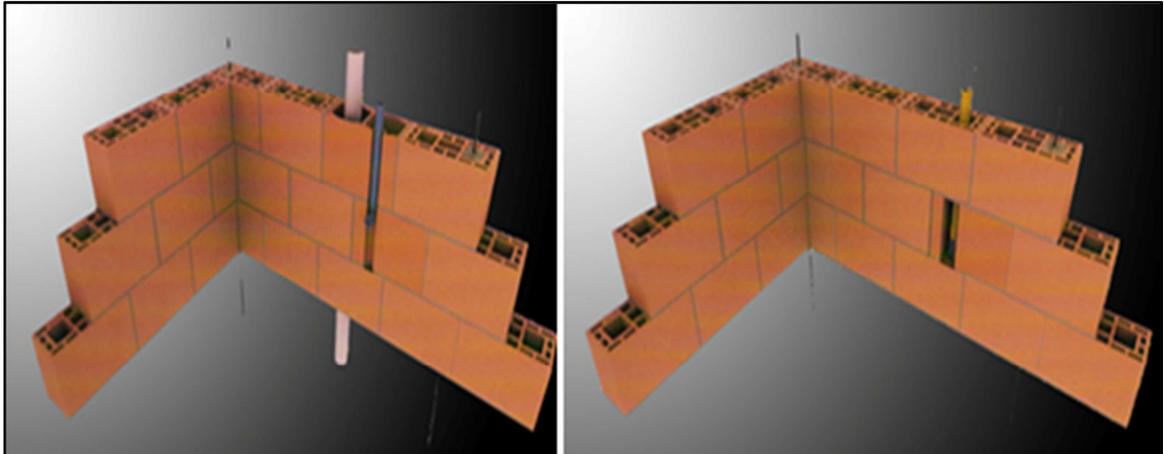
A alvenaria estrutural, na visão de Salgado (2009), é um sistema construtivo em que a alvenaria tem a função de suportar os esforços estruturais em que é solicitada. Neste sistema, a padronização das unidades ou blocos é condição fundamental para a eficácia e segurança do sistema construtivo.

Nessa linha de pensamento, observa-se, segundo Camacho (2006), que a alvenaria estrutural é um processo construtivo no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional.

A alvenaria “portante” tem um sistema de dupla função, servir como parede de vedação ou como suporte para a edificação, o que leva a crer, num primeiro momento, na economia do empreendimento. Contudo, para executar este sistema, é necessário ter um controle da resistência, de forma a garantir sua estabilidade e segurança na construção. Além disso, é um processo que demanda uma maior qualificação da mão de obra e o emprego de materiais de melhor qualidade, o que eleva o custo de produção, se comparado à alvenaria convencional (FIGUEIRÓ, 2009).

Nesse sistema não há necessidade da realização do retrabalho quando das instalações hidráulicas e elétricas, como mostra a Figura 2, ilustrando esse sistema construtivo, pois, nele, as instalações vão sendo executadas juntamente com o levantamento da alvenaria.

Figura 2 – Exemplo de alvenaria estrutural, com a execução das instalações elétricas e hidráulicas



Fonte: Cerâmica Ermida (2012, não paginado)

Segundo Camacho (2006), a alvenaria estrutural pode ser classificada quanto ao processo construtivo empregado, ao tipo de unidades ou ao material utilizado, como segue:

- a) **Alvenaria estrutural armada:** é a construção em que se emprega por necessidade da estrutura, armaduras passivas de aço, e estas armaduras são dispostas nas cavidades dos blocos que são devidamente preenchidas de micro-concreto (graute).
- b) **Alvenaria estrutural não armada:** é o processo em que nos elementos estruturais, existem somente armaduras com finalidades construtivas, de modo a prevenir problemas patológico tais como (fissuras, concentração de tensões, entre outros).
- c) **Alvenaria estrutural parcialmente armada:** é o sistema em que alguns elementos são projetados como sendo armados e outros como não armados. Esta definição é adotada somente no Brasil.
- d) **Alvenaria estrutural protendida:** é o processo em que existe uma armadura ativa de aço contida no meio do elemento resistente.

Na concepção da alvenaria estrutural, cabe ressaltar que a mesma compensa seu custo de produção por ter uma economia ao não utilizar vigas e pilares para sua estrutura. O que torna o sistema mais interessante na hora de escolher qual sistema construtivo à utilizar. Mas nem sempre é correto afirmar que o

sistema é considerado adequado a qualquer edifício, deve - se estudar melhor cada situação (FIGUEIRÓ, 2009). A seguir, são apresentadas três características a serem consideradas na hora de escolher o sistema construtivo que melhor se adéque ao empreendimento (FIGUEIRÓ, 2009).

- a) **Altura da edificação:** Em relação à altura, no Brasil, ultimamente está sendo utilizada a alvenaria estrutural em edifícios de no máximo 16 pavimentos. Para construções de maior número de andares a resistência à compressão dos blocos fornecidos no mercado não atende aos requisitos para que a obra seja executada sem a utilização do graute de forma generalizada, o que iria interferir diretamente no aspecto econômico. Ainda que atendesse os parâmetros de resistência, as ações horizontais começariam a produzir tensões significativas, o que exigiria a utilização de armaduras e graute, o que também afetaria o aspecto de ser uma obra econômica.
- b) **Condição arquitetônica:** Neste requisito, cabe ressaltar que a densidade de uma parede estrutural por m² (metro quadrado) de pavimento é muito importante, e que um valor indicativo é que haja de 0,5 a 0,7 m de paredes estruturais por m² de pavimento. No que se refere a estes limites, a densidade de paredes pode ser considerada usual e as condições para seu dimensionamento também refletirão esta condição.
- c) **Tipo de uso:** Este sistema não é muito aconselhável na construção de edifícios de alto padrão, nem em edificações que necessitem de grandes vãos. É um sistema construtivo aconselhado para edifícios de padrão médio e baixo, pois os ambientes e vãos são de menores dimensões.

Também em edifícios comerciais não é vantajoso a utilização da alvenaria estrutural, tendo em vista que é comum a necessidade de ter que se modificar algumas paredes no seu interior para a acomodação de diferentes empresas que vão habitar o edifício, o que não é possível quando a construção é em alvenaria estrutural (FIGUEIRÓ, 2009).

Segundo Camacho (2006), a alvenaria estrutural vem se destacando na construção civil, por apresentar algumas vantagens técnicas e econômicas como:

1. **Redução de custos:** pode-se obter uma considerável diminuição nos custos relacionando á aplicação das técnicas de projeto e execução, podendo chegar

até 30%, o que está ligado basicamente na simplificação das técnicas de execução e na economia de formas e escoramentos.

2. **Menor diversidade de materiais empregados:** a obra, tendo que ser executada com uma menor quantidade de material, diminui a contratação de subempreiteiras no canteiro de obras, bem como a complexidade da etapa executiva e o risco de atraso no cronograma de execução em função de falta de materiais, equipamentos ou mão de obra.
3. **Redução da diversidade da mão de obra especializada:** o processo que vai demandar uma mão de obra especializada é o levantamento das alvenarias, diferente do que ocorre nas estruturas de concreto armado e aço, na qual é necessário armador e carpinteiro para a montagem das estruturas.
4. **Maior rapidez de execução:** neste caso a alvenaria estrutural tem uma particularidade em ser executada com maior rapidez, pois possui uma técnica construtiva mais simples e com isso consegue obter um maior retorno no capital empregado.
5. **Robustez estrutural:** por ser robusta e de sua própria característica estrutural, sua estrutura resulta em maior resistência à danos patológicos decorrentes por movimentações, além de possuir uma maior segurança contra ruínas parciais.

Além das vantagens citadas, Ramalho e Corrêa (2003) comentam que a alvenaria estrutural tem uma considerável economia de fôrmas, as únicas utilizadas são para a concretagem da laje. Outro fator é a flexibilidade no ritmo de execução, pois, se as lajes forem pré-moldadas, o andamento da obra vai depender do tempo de cura da laje, que deve ser respeitado no caso de peças de concreto armado.

Uma desvantagem que esta técnica construtiva pode apresentar, citada por Camacho (2006), é a limitação do projeto arquitetônico pela concepção estrutural, que não permite construção de obras arrojadas. Outro fator importante é que, como as paredes de alvenaria servem como estrutura para a construção, nem sempre é possível adaptar a arquitetura interior para uma nova utilização.

Ramalho e Corrêa (2003) também apresentam algumas desvantagens do sistema construtivo, que são a interferência entre projetos de arquitetura, estrutura e instalações, pois a manutenção do módulo afeta de forma direta o projeto arquitetônico, e a impossibilidade de se furar parede sem um controle cuidadoso condicionam de forma marcante os projetos de instalações elétricas e hidráulicas.

Além disso, o mesmo autor aponta que, para este sistema, é preciso uma mão de obra especializada e que se adapte a usar instrumentos adequados para a execução da alvenaria, sendo necessário, em alguns casos, a empresa ministrar cursos de aperfeiçoamento, senão, os riscos de falhas e erros podem comprometer a segurança da estrutura e crescer sensivelmente.

2.2 Produtividade: histórico

No passado, desde os tempos dos homens pré-históricos, era usado, ou mesmo se pensava em meios de aumentar a produtividade nos serviços que eram executados, bem como na utilização de utensílios ou ferramentas que auxiliassem na execução das atividades. Um exemplo que descreve esse contexto foi quando os homens poliam ou afiavam suas ferramentas na pedra, para torná-las mais eficazes (VICENTE, 2004, apud CARDOSO, 2010).

Contemporaneamente, a palavra produtividade tem ganhado importância nas organizações, por intermédio de divulgações em revistas especializadas, programas na mídia, simpósios, entre outros meios. Além de provocar uma diversidade de conceitos, a palavra produtividade aborda uma temática nova, na qual, os gestores vêm buscando novos conhecimentos sobre o tema.

O termo “produtividade” foi usado pela primeira vez em um artigo publicado pelo francês François Quesnay, em 1766. Em anos posteriores surgiu o conceito de “produção em massa”, criado pelo americano Henry Ford, no qual abordava grandes volumes de produção. Ford trouxe consigo princípios inovadores, relacionados com a melhoria da produtividade, por meios de novos conceitos e técnicas de gestão das atividades (CARDOSO, 2010).

Segundo Moreira (2009), as primeiras medidas sobre produtividade para a indústria foram divulgadas por volta do século XIX, escritas por Bureau of Labor. Após a Segunda Guerra Mundial, muitos países preocuparam-se com o seu desenvolvimento econômico e a produtividade fez com que esse tipo de medida se tornasse cada vez mais comum. Em 1950, os fundamentos teóricos da produtividade começaram a ser lançados, definitivamente, por vários economistas norte-americanos. A Tabela 1 mostra que vários países vêm estudando a produtividade na construção civil.

Tabela 1 – Centros de Estudos da Produtividade

Região	Números de centros de estudos	Idade média dos centros (anos)
África	6	18
Ásia	6	20
Europa	22	18
America Latina	9	22
Canadá	5	6
Estados Unidos	44	14

Fonte: Moreira (2009, p. 605)

Apesar de tais centros de estudos, existem muitas empresas no ramo da construção civil que ainda não possuem um sistema de medição de desempenho, e as que possuem, apresentam algumas deficiências (MOREIRA, 2009). Mas este cenário está mudando, pois muitas empresas já estão investindo em programas que visam o aumento da produtividade e da qualidade, seguindo um padrão utilizado pela série NBR ISO 9000 (ABNT, 2005), que descreve os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e estabelece a terminologia para esse sistema.

Com o crescimento acelerado da população, a indústria da construção civil está cada vez mais competitiva e busca sistemas de modernização para melhorar a eficiência dos recursos empregados e eficácia no alcance de seus objetivos. Estas melhorias buscam diminuir perdas no processo produtivo e proporcionar maior qualidade nos serviços oferecidos.

2.3 Definindo produtividade na construção civil

Na visão de (Chambers; Johnston; Slack, 2009), a produtividade é um processo de quantificar a ação, no qual o processo de quantificação e o desempenho da produção são presumidos como derivados de ações tomadas pela administração. Já Oliveira (1997) conceitua produtividade como sendo a quantidade de bens e serviços produzidos por um fator de produção, ou seja, é a relação entre produtos ou serviços e insumos.

De outra forma, Souza (1996) afirma que a produtividade é a relação entre as saídas geradas por um processo produtivo e os recursos empregados na

obtenção de tais saídas. A Figura 3 indica genericamente um sistema produtivo, sugerido por Souza (1996), na qual complementa este conceito.

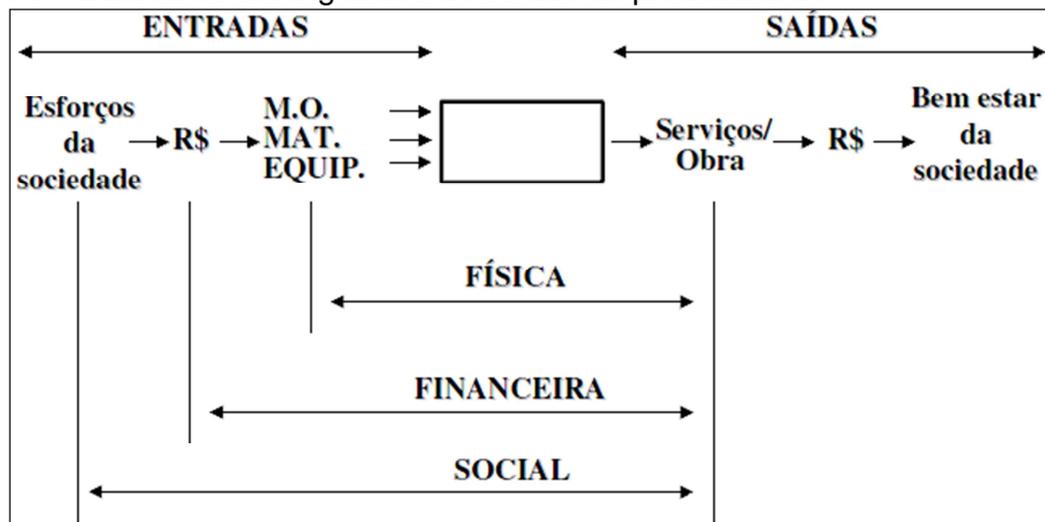
Figura 3 – Representação genérica de um sistema produtivo



Fonte: Souza (1996, p.02)

Em face das considerações de Souza (1996), destaca-se, conforme ilustra a Figura 4, que o estudo da medição da produtividade, na construção civil, pode ser realizado sob diferentes abordagens.

Figura 4 – Diferentes abrangências do estudo da produtividade



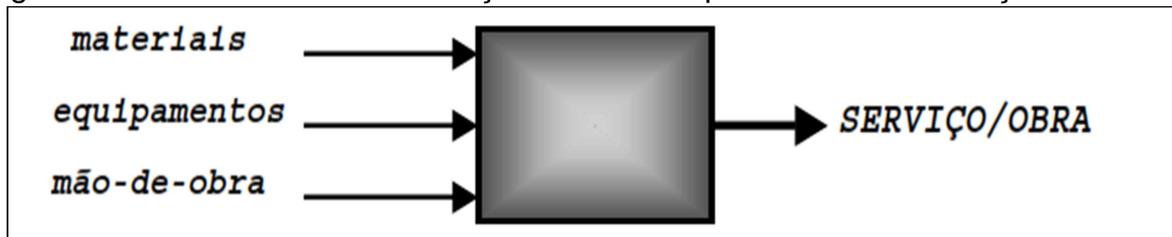
Fonte: Souza (2000, p. 02)

Com base na Figura 4, é possível afirmar que o estudo da produtividade pode ser em função do tipo de entrada (recurso) a ser transformada, abrangendo os seguintes pontos de vista (SOUZA, 2000):

- **Físico** – no caso de se estar estudando a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão de obra;
- **Financeiro** – quando a análise recai sobre a quantidade de dinheiro demandada;
- **Social** – quando o esforço da sociedade como um todo é encarado como recurso inicial do processo.

Vale destacar que a indústria da construção civil, como sistema produtivo, possui todos os quesitos necessários aos estudos da produtividade. As entradas podem ser identificadas como os recursos físicos do processo (materiais, equipamentos e mão de obra) e as saídas por uma obra ou serviço. A Figura 5 exemplifica melhor o contexto apresentado

Figura 5 – Processo de transformação no sistema produtivo da construção civil.

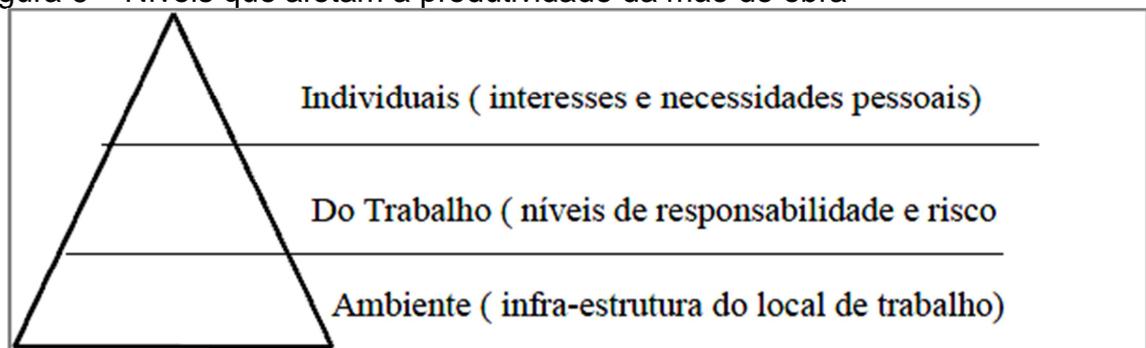


Fonte: Carraro e Souza (1998, p. 292)

Assim, o estudo da produtividade da mão de obra, objeto de pesquisa deste trabalho, é, portanto, uma análise de produtividade física, de um dos recursos utilizados no processo produtivo, qual seja, a mão de obra empregada em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional.

Observa-se também, na visão de Laufer e Jenkins (1982 apud OLIVEIRA; SOUZA; SABBATINI, 2002), que o estudo da produtividade da mão de obra deve levar em conta, além dos fatores físicos, que podem ser mensurados (tanto na entrada, quanto na saída), alguns fatores que afetam diretamente ou indiretamente a motivação do trabalhador, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Níveis que afetam a produtividade da mão de obra



Fonte: Oliveira, Souza e Sabbatini (2002, p. 05)

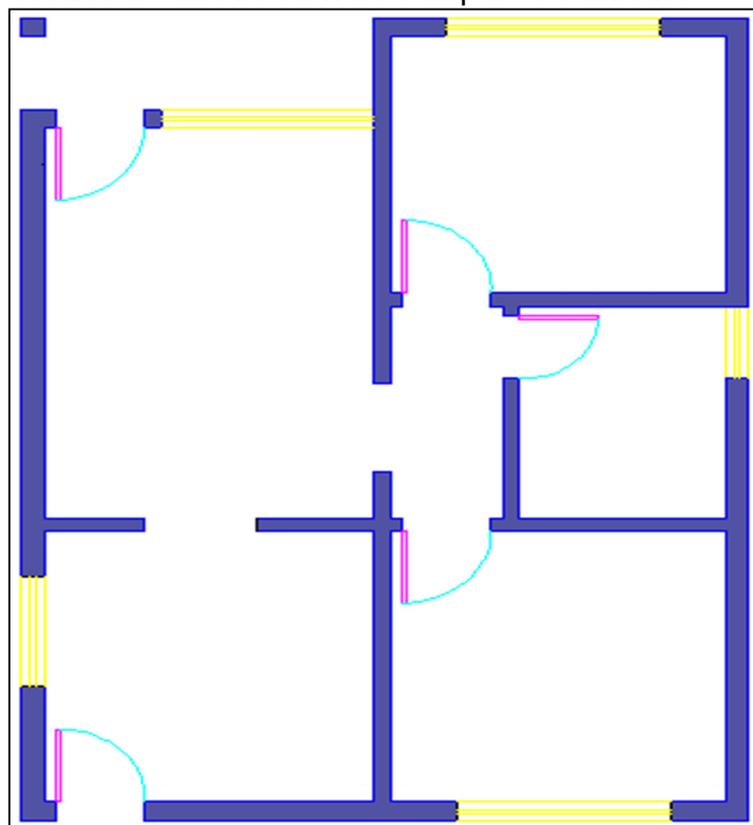
Pelo exposto na Figura 6, convém notar que existem três níveis que afetam a produtividade da mão de obra, nos quais, no nível individual se tem como fatores a serem evidenciados os interesses e as necessidades pessoais; no nível do trabalho estão os riscos e as responsabilidades; e no nível do ambiente organizacional destaca-se a infraestrutura do local de trabalho.

Herculano (2010) admite que a produtividade do serviço de alvenaria convencional pode ser encontrada com facilidade com diferentes valores em obras semelhantes. Esta variação pode ser alta ou pequena, mas sempre gerada por fatores que contribuem na formação, movimentação e comercialização do produto final. Tais fatores podem ser divididos em categorias tais como apresentadas na sequência:

a) Características do produto:

Para Araujo e Souza (2001), a concepção inicial do projeto, a forma geométrica das alvenarias que serão executadas, pode ser um fator culminante na produtividade do serviço. Alvenarias lineares, como mostra a Figura 7, são executadas com mais facilidade e ganhos de produção, em relação à paredes não lineares, conforme demonstra a Figura 8.

Figura 7 – Planta baixa de uma residência com paredes lineares



Fonte: Elaboração própria

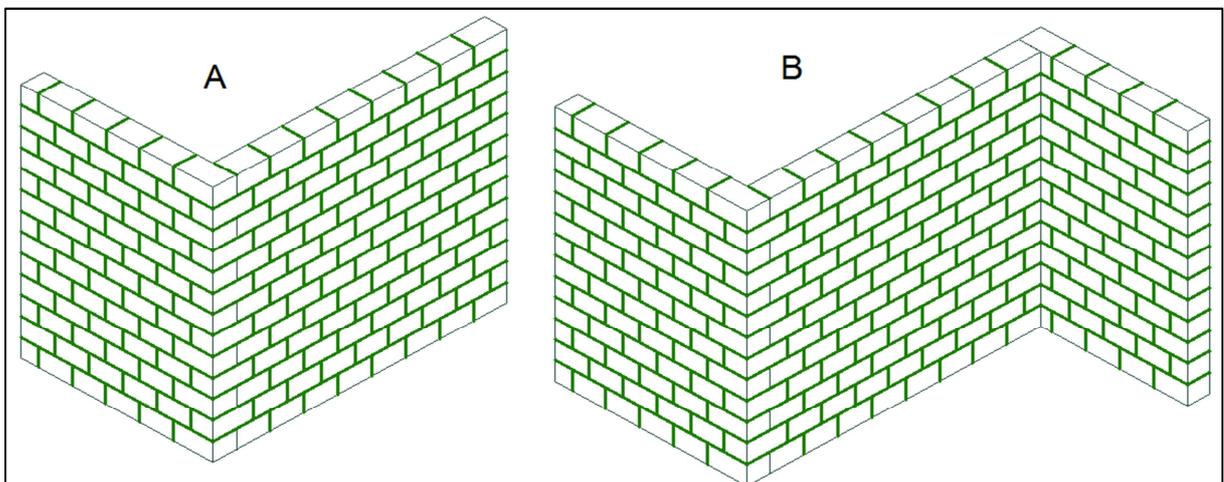
Figura 8 – Planta baixa de uma residência com paredes não-lineares



Fonte: Herculano (2010, p.16)

Para Cardoso (2010), fatores como projetos, características da alvenaria, o tipo de alvenaria, a forma de execução do serviço, dentre outros aspectos influenciam na produtividade.

Souza (2006) comenta que o tamanho da alvenaria a ser executada é um fator primordial que afeta diretamente a produtividade. Pois paredes de dimensões menores, Figura 9, lado A, são mais trabalhosas e demandam um maior tempo de execução em relação a paredes de maior dimensão como mostra a Figura 9, lado B. Figura 9 – Diferentes tamanhos de paredes de alvenaria



Fonte: Elaboração própria

b) Materiais e componentes:

Segundo Marchioro (2004) apud Herculano (2010), a diferença de densidade entre blocos cerâmicos na mesma obra, pode trazer uma menor produtividade, por causa da lentidão decorrente do transporte e assentamento na parede a ser executada. Neste sentido, Salgado (2009, p. 115) observa que o tamanho, o peso, a textura da peça podem influenciar diretamente na produtividade. Para este autor, “nem sempre um bloco maior é mais produtivo que um bloco pequeno”.

Assim, deve-se levar em consideração a qualidade do material quanto a forma, o tamanho e a planeza dos blocos, a dosagem da argamassa, o tipo de ferragem, os materiais utilizados nas vigas, nas vergas e nas contravergas, entre outros elementos (ARAÚJO; SOUZA, 2001).

c) Equipamentos e Ferramentas

Cardoso (2010), afirma que a escolha de equipamentos e ferramentas de boa qualidade é importante para maior racionalização do serviço e melhor desempenho da mão de obra.

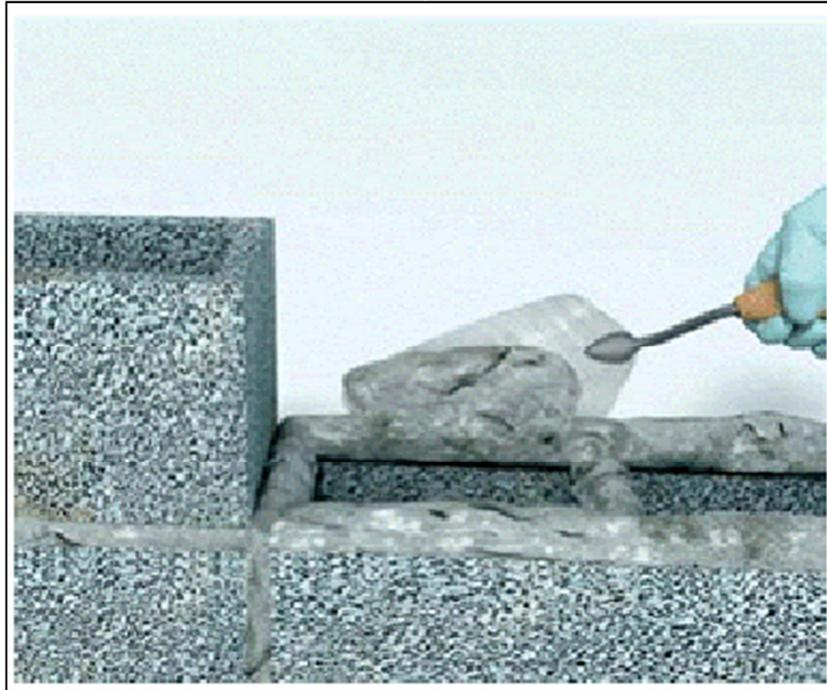
Araújo e Souza (2001) descreve que, nos últimos anos, é notória a utilização de equipamentos e ferramentas em substituição as tradicionais colheres de pedreiro e prumos de face. Muitos deles são colocados no mercado como forte aliados ao incremento da produtividade alcançáveis com a sua utilização. As Figuras 10 e 11 exemplificam o exposto.

Figura 10 – Equipamentos utilizados na execução de alvenaria



Fonte: Herculano (2010, p.17)

Figura 11 – Equipamentos utilizados na execução de alvenaria



Fonte: Herculano (2010, p.17)

Vale salientar, segundo Carraro (1998), que a utilização de equipamentos e de ferramentas novos, vem acentuando-se muito nos últimos tempos, porém, na literatura pesquisada, não encontrou-se estudos que comprovem o efeito do emprego destes instrumentos na produtividade no serviço de alvenaria.

d) Mão de obra:

Cardoso (2010) diz que o dimensionamento das equipes, a falta de qualificação, o absenteísmo, a realização de outras tarefas que podem atrapalhar são também fatores que interferem na produtividade.

Araújo e Souza (2001) afirmam que a formação das equipes de trabalho, que irão executar um serviço, deve ser bem pensada dentro do canteiro de obras. Porém, não há uma regra que defina a equipe ideal para cada serviço, assim torna-se inevitável a influência da mesma na produtividade do serviço em execução.

e) Organização da produção:

A gestão do processo e dos recursos é importante para o desenvolvimento adequado dos serviços (CARDOSO, 2010). Carraro (1998) menciona que quando se pensa na execução de alvenaria, geralmente este pensamento está associado à figura de um pedreiro assentando blocos ou tijolos. No entanto, por trás desta figura, estrutura-se todo um esquema de gestão e organização da produção, a fim de que

este serviço seja realizado. As formas de gestão da produção, no serviço de elevação, podem trazer influências na produtividade da mão de obra. Assim, a Figura 12 mostra a disposição adequada dos materiais e equipamentos antes da realização do serviço de alvenaria.

Figura 12 – Disposição dos materiais e equipamentos antes do serviço de alvenaria



Fonte: Dantas (2011, p.36)

Ademais, o dimensionamento das equipes, como por exemplo, o número de ajudantes para cada pedreiro e a presença ou não de encarregado, constitui fator importante a ser considerado no trabalho de execução de alvenaria, e, acredita-se, mantenha correlação com a variação nos níveis de produtividade da mão de obra (ARAÚJO; SOUZA, 2001).

Assim, conforme descreve Cardoso (2010), existem vários fatores que podem influenciar a produtividade da mão de obra. Alguns podem ser controlados, como, por exemplo: equipamentos, treinamentos, utilização dos recursos, entre outros. Já fatores como qualidade no gerenciamento, motivação, intempéries, entre outros, não são possíveis de serem controlados. Portanto, constatar a existência destes fatores no canteiro de obras, favorece o desenvolvimento de ações que possibilitem melhores resultados.

Cabe citar que Souza (2006) também apresenta outros fatores que podem interferir na produtividade no canteiro de obras, classificando-os como ação danosa

na produtividade primária, mostrados no Quadro 1, e fatores com ação danosa na produtividade via indireta, apresentados no Quadro 2.

Quadro 1 – Fatores primários que prejudicam a produtividade

Ação danosa na produtividade primária	Causa
	variação de temperatura ou umidade
	eventos atmosféricos (chuvas, ventos fortes, etc.)
	trabalho fora da sequência programada
	interrupções e atrasos
	congestionamento do local de trabalho ou acesso restrito
	necessidade de retrabalho
	supervisão inadequada
	falhas na alocação do número adequado de operários
	deficiências no gerenciamento de materiais (inadequabilidade do insumo, quantidade insuficiente de material, local de estoque impróprio, má organização do estoque)
	tamanho elevado da equipe
	deficiências no gerenciamento de ferramentas e equipamentos (inadequabilidade, quantidade insuficiente, má localização)
	restrições fictícias
política de pagamentos inadequada ou não bem aceita	

Fonte: Souza (2006, p. 50)

De acordo com Souza (2006), os fatores com ação danosa na produtividade primária referem-se a ocorrências que atuam deteriorando diretamente a produtividade e os fatores com ação danosa na produtividade via indireta são aqueles que atuam indiretamente na mesma, ou seja, facilitam a ocorrência das causas primárias.

Quadro 2 – Fatores por via indireta que prejudicam a produtividade

Ação danosa na produtividade via indireta	Causa
	aceleração da obra
	excesso de horas extras
	mais de um turno de trabalho
	jornada semanal elevada
	Absentéismo
	Rotatividade
	alterações de projeto alterações da programação

Fonte: Souza (2006, pg. 51)

Vale lembrar que a presente pesquisa também aborda os fatores que afetam diretamente ou indiretamente a mão de obra na construção civil, especificando-se os elementos que influenciam na produtividade da mão de obra nos serviços executados em alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

2.4. A importância da medição da produtividade no setor da construção civil

Com o aumento da concorrência entre as empresas da construção civil, estas têm sido obrigadas a produzirem mais, com menores custos, para obterem uma margem de lucro maior e, assim, inovarem ou criarem métodos de trabalho que proporcionem o alcance dos seus objetivos. Neste sentido, muitas empresas optaram também por investir em recursos que pudessem ter um controle sobre a produção, por meio da implementação de um sistema de controle de qualidade, utilizado em conjunto com o sistema de planejamento e controle da produção (SANTOS; BARBOZA; MAGGI, 2006).

Póvoas et al. (1999, apud CARDOSO, 2010) destacam que um dos fatores que determina a competitividade de uma empresa é a influência da produtividade nos custos e prazos de uma obra. Para os supracitados autores, a produtividade oferece condições para melhorar a execução dos serviços, por meio da racionalização da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos ou, então, pela estrutura organizacional adotada na empresa.

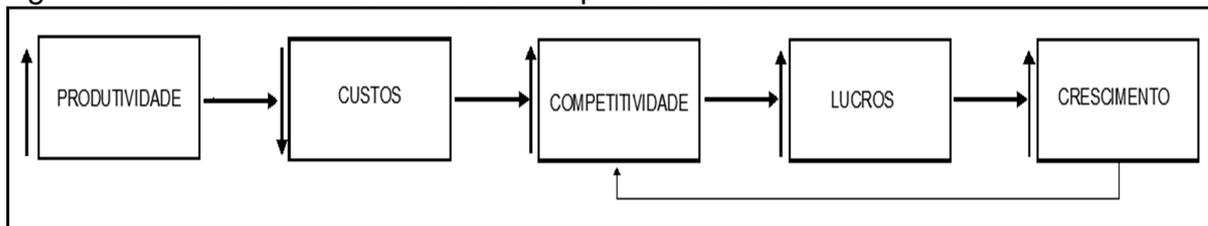
Chiavenato (2005) também entende como importante o controle da produção, necessário para o melhor aproveitamento do processo produtivo. Neste sentido, o autor afirma:

Não basta planejar e programar a produção. É preciso também monitorar e controlar seu desempenho e os resultados para se certificar se estão ou não satisfatórios. É preciso também acompanhar o grau de eficiência e eficácia para fazer as correções e ajustes necessários dentro do menor tempo possível. Quanto melhores os controles, mais agilidade e flexibilidade o processo produtivo terá. Além do planejamento, deve haver controle para que a produção seja excelente (CHIAVENATO, 2005, p. 149).

Para Moreira (2009), com o aumento da produtividade, os custos de produção, ou serviços prestados, diminuem. Isto acontece porque, com uma maior produção, cada unidade de produto, ou serviço executado, terá um consumo bem

menor na quantidade de insumos, o que afeta diretamente nos custos e, conseqüentemente, as empresas poderão investir mais em seu crescimento e, assim, se tornarem competitivas. A Figura 13 ilustra esquematicamente a assertiva anterior.

Figura 13 – Mecanismo de influencia da produtividade



Fonte: Moreira (2009, p. 606)

A importância da produtividade na construção civil é ressaltada por Araújo e Souza (2000), sendo destacada como primordial para o sucesso das empresas deste setor e representando um item importante na composição dos custos nas obras de construção. O conhecimento da produtividade da mão de obra e o entendimento das razões que a fazem melhor, ou pior, tornam-se ferramentas indispensáveis para apoiar as decisões dos gestores.

De acordo com (Chambers; Johnston; Slack, 2009), a medição do desempenho de uma empresa é fundamental para a gestão de qualidade, pois, por meio dela, podem ser levantados dados que vão permitir aos gerentes uma melhor alternativa na hora de tomar alguma decisão para melhorar a produtividade do trabalho. Este autor também cita que a medição do trabalho visa à otimização do processo produtivo, na qual, quanto maior for a satisfação dos clientes, maior será a qualidade dos serviços prestados e, em consequência, maior será a produtividade.

A produtividade é o elemento básico do crescimento ao longo do tempo. O debate em torno da produtividade da Construção Civil brasileira se intensificou nos anos recentes, em que o setor ingressou em um ciclo virtuoso de atividade. Com a obtenção de taxas expressivas de crescimento, as empresas passaram a encontrar maiores dificuldades na contratação de mão de obra qualificada ou, em menor grau, na aquisição de determinados bens de capital (CBIC; FGV, 2012, p. 08).

Diante do exposto, e citando-se (Chambers; Johnston; Slack, 2009), entende-se que o desempenho de uma empresa tem um grau importante na tomada de decisões, pois, por meio dele, se é capaz de julgar se uma operação está sendo

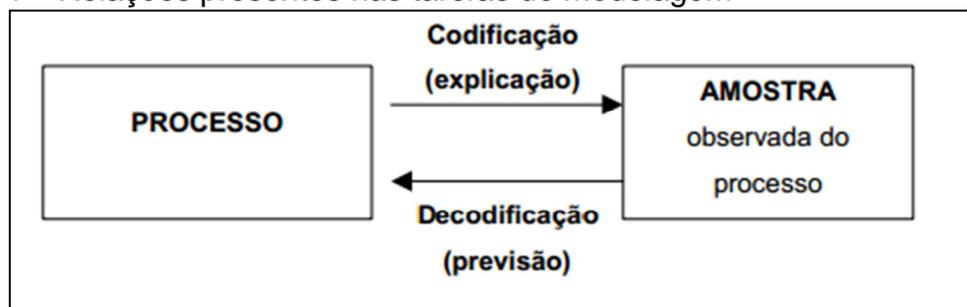
executada de maneira boa, ou ruim e, assim, se poderá exercer um controle sobre a mesma.

2.5 Medição da produtividade na construção civil

Inicialmente cabe destacar que, segundo Araújo (2000), para entender os mecanismos de variação da produtividade, é necessário modelá-la. Esta modelagem, conforme ilustra a Figura 14, pode ter dois objetivos, que são:

- **Modelo explanatório:** analisando-se uma amostra retirada de um processo real, tenta-se explicar as razões para o que aconteceu.
- **Modelo de previsão:** conhecendo-se algumas características de um processo (por exemplo, as que caracterizam uma determinada amostra), busca-se prever o que acontecerá futuramente nesse processo.

Figura 14 – Relações presentes nas tarefas de modelagem



Fonte: Araújo (2000, p. 20)

Destaca-se que a pesquisa realizada nesse trabalho segue o modelo explanatório, buscando-se efetuar a mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção de paredes em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional, para realizar uma posterior análise comparativa da produtividade da mão de obra na execução destes dois tipos de sistemas construtivos de alvenaria.

Com base em Souza (1996), Araujo (2000), Araujo e Souza (2001), cita-se, a seguir, as diferentes formas de medir a produtividade, na qual englobam: Modelos Teóricos; Modelos de Entrada; e Modelos de Entrada-Saída.

2.5.1 Modelos Teóricos, Modelos de Entrada e Modelos de Entrada-Saída

As diferentes formas de medir a produtividade englobam: Modelos Teóricos; Modelos de Entrada; e Modelos de Entrada-Saída, assim apresentados:

- **Modelo teórico:** tal modelo considera que todos os fatores externos ao processo são mantidos constantes (ARAUJO, 2000). Esta tipologia de modelo, não agrega subsídio algum na aplicação prática, sendo apenas considerada uma representação teórica mais simplificada da realidade (SOUZA, 1996).

- **Modelo de entrada:** procura distinguir, dentro do tempo real de trabalho, fatos considerados mais ou menos eficientes. É neste mesmo contexto que se fala em tempos produtivos, auxiliares e improdutivos, imaginando sempre que se deve buscar situações de maximização das parcelas produtivas para a melhoria da produtividade. Este modelo nasceu da Indústria Seriada, cujas características se distinguem da construção civil. Estudar a melhor forma de execução do trabalho na Indústria Seriada torna-se bastante útil, pois, a quantidade de intervenientes externos é previsível e controlável (ARAÚJO, 2000).

- **Modelo de entrada e saída:** busca entender a produtividade a partir de informações relacionadas tanto às entradas quanto às saídas do processo produtivo (ARAUJO, 2000). Logo, serão apresentados dois métodos usados para exemplificar este tipo de modelagem, que são:

a) Modelo da expectativa

A Teoria da Expectativa baseia-se no simples propósito de que os indivíduos optam por aqueles comportamentos que julgam levá-los a resultados que lhe são atrativos, como (reconhecimento do chefe, pagamento, entre outros). Tal teoria indica como analisar e predizer os cursos de ação que os indivíduos irão tomar quando tiverem a oportunidade de realizar escolhas sobre seus comportamentos. Quando conhecida alguma atratividade que fosse ligada a certas saídas, torna-se mais fácil prever recompensas que os motivassem a alcançá-las, com a mão de obra (minimizar as entradas).

b) Modelo dos Fatores

O “Modelo dos Fatores” foi criado por Thomas e Yakoumis, sendo desenvolvido exclusivamente para o ramo da construção civil, pois o mesmo é baseado nos fatores que afetam a produtividade na mão de obra (ARAUJO, 2000).

Thomas e Yiakoumis (1987), apud Araújo (2000), justifica a teoria contida no Modelo dos Fatores, na qual estes autores entendem: “que o trabalho de uma equipe é afetado por certa quantidade de fatores que podem alterar o seu desempenho aleatória ou sistematicamente” (ARAÚJO, 2000, p. 03).

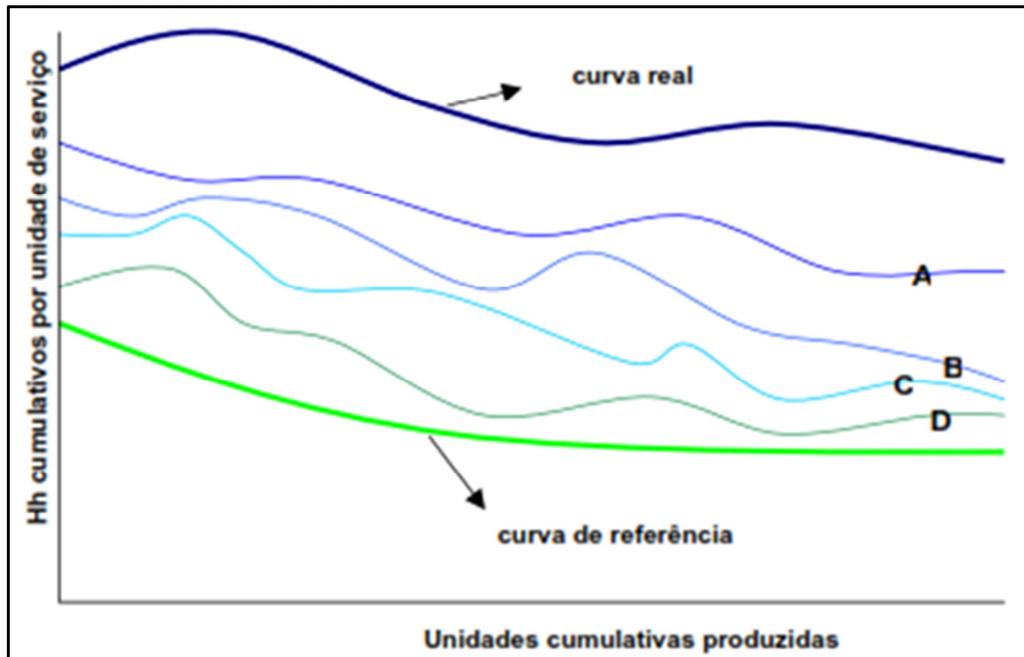
Araujo e Souza (2001) diferenciam esse modelo, dos demais, em vários aspectos, dentre os quais é citado o foco na produtividade no nível da equipe de trabalhadores, onde é considerado o efeito da curva de aprendizagem e outros fatores que podem ser mensurados.

Para os supracitados autores, esse modelo possui as seguintes características:

- **é barato:** o sistema de mensuração é de fácil implementação e apresenta baixos custos de implantação;
- **é simples:** os dados requeridos são poucos e apresentam facilidade na coleta em campo;
- **é rápido:** a retroalimentação é rápida, de forma que as ações corretivas podem ser tomadas mesmo durante atividades de curta duração;
- **é comparativo:** informações e dados, coletados, analisados e estudados, possibilitam a comparação entre diferentes empreendimentos;
- **é apurado:** os resultados refletem o que está ocorrendo.

A filosofia desse modelo, portanto, considera que a simples apropriação de índices de produtividade não será tão importante, ou útil, se não houver um entendimento do que se está elaborando. Desse modo, conhecer os fatores que fazem a produtividade de uma obra ser melhor, ou pior que outra, é tão ou mais importante que simplesmente calcular índices de produtividade (CARRARO; SOUZA, 1998). A Figura 15 ilustra a ideia do Modelo dos Fatores.

Figura 15 – Modelo dos fatores



Fonte: Araújo e Souza (2001, p. 05)

Interpretando a Figura 15 tem-se a ideia contida no Modelo dos Fatores, onde:

- **a curva real:** representa um resultado hipotético de uma medição efetuada em campo;
- **as curvas A, B, C e D:** representam curvas de produtividade de um determinado serviço, obtidas a partir da subtração com a produtividade real, dos efeitos induzidos pelas condições A, B, C e D, distintas da situação de referência;
- **a curva de referência:** mostra a produtividade possível de se obter caso não houvesse interferência de fatores que diferenciem das condições de referência.

2.5.2 Técnica das linhas de balanço

Conforme Santos; Barboza; Maggi (2006), esta técnica é indicada para atividades que necessitam repetições em seus movimentos. Consiste em um diagrama unidade-tempo, onde cada atividade é representada por uma linha e a inclinação da mesma representa o ritmo de trabalho, calculado a partir da produtividade.

Santos, Barboza e Maggi (2006) citam algumas atividades que podem ser mencionadas como sendo repetitivas no ramo da construção civil que são: conjunto habitacional, edifício de múltiplos pavimentos, redes de água e de esgoto. No caso do conjunto habitacional, as unidades que são plotadas no eixo, são as residências. Nos edifícios, cada andar representa uma unidade. Nas redes de água, cada metro ou cada junção pode ser tomada como unidade. O Quadro 3 exemplifica o exposto.

Quadro 3 – Exemplos de obras de construção civil com atividades repetitivas

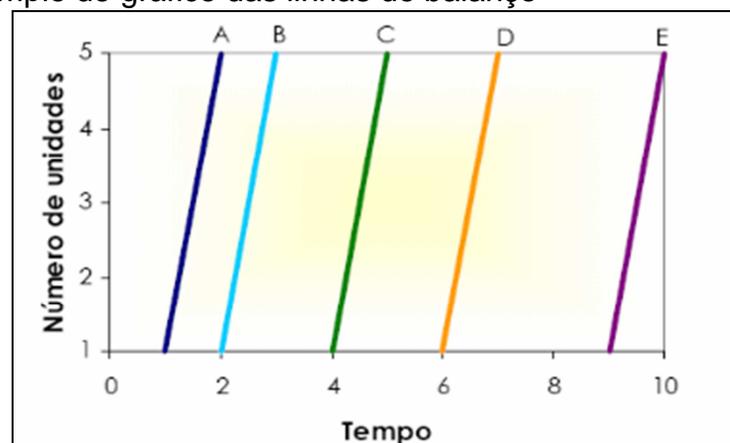
Tipo de obra	Unidade de construção
Edifício de múltiplos pavimentos	Pavimentos
Conjunto residencial popular	Casas
Túneis	Anéis
Estradas	Seções ou quilômetros
Redes de Saneamento	Juntas ou metros

Fonte: Santos, Barboza e Maggi. (2006, p. 124)

Seguindo Santos, Barboza e Maggi (2006), cada unidade deve ser desmembrada numa sequência de processos ou atividades. No caso de um edifício de múltiplos pavimentos, as unidades são os pavimentos e alguns exemplos de processo são: fôrmas; armaduras; concretagem; alvenarias; revestimentos; pintura.

A Figura 16 demonstra um exemplo gráfico de linhas de balanço, onde as letras A, B, C, D e E representam as atividades.

Figura 16 – Exemplo de gráfico das linhas de balanço



Fonte: Santos, Barboza e Maggi. (2006, p. 124)

Este método mostra claramente o ritmo de produção, possíveis interferências entre atividades e permite detectar gargalos com clareza.

2.5.3 Indicador de mensuração da produtividade

A forma mais direta de medir a produtividade refere-se à quantificação da mão de obra necessária (expressa em homens-hora demandados) para produzir uma unidade da saída em estudo. E o indicador utilizado para isso denomina-se Razão Unitária de Produção (RUP), sendo calculado pela seguinte expressão (SOUZA, 2000):

$$RUP = \text{Entradas/Saídas}$$

Como Souza (1996) afirma que a RUP é a razão entre as entradas pelas saídas dos serviços estudados, o autor refere-se, no que diz respeito às entradas, ao cálculo do número de homens-hora demandados, que é, genericamente, fruto da multiplicação do número de homens envolvidos pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Já as saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquidas. Assim, para este trabalho a produtividade medida vai ser feita por meio deste índice – a RUP –, que está ilustrado na Equação 1 (DANTAS, 2011).

$$RUP = \frac{Hxh}{Qs} \quad \dots(1)$$

Onde:

RUP = Razão Unitária de Produção;

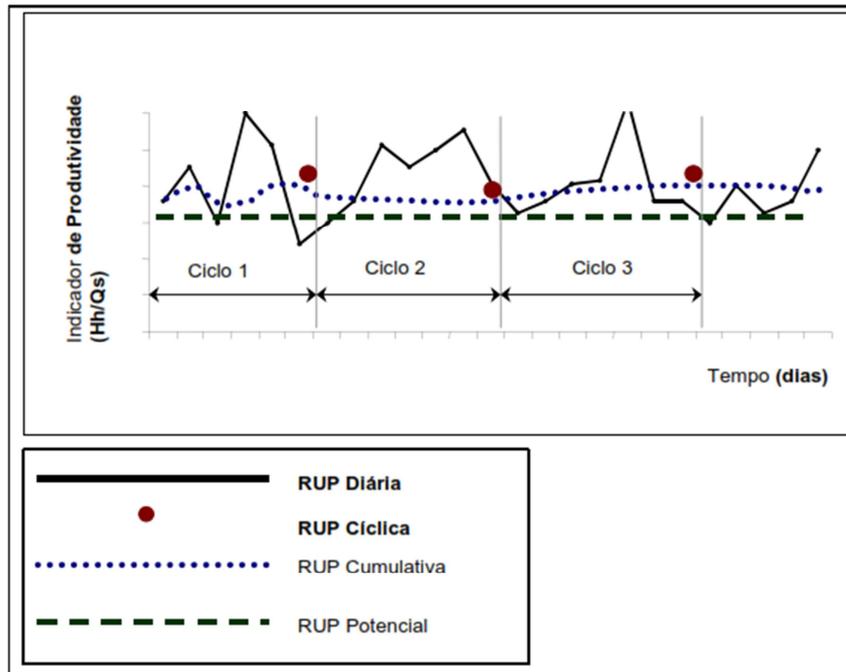
H x h = Mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção do serviço;

Qs = Quantidade de serviço.

Observa-se que, quanto menor o índice, maior será a produtividade, pois menos homens-hora estão sendo consumidos para realizar-se uma determinada quantidade de serviço. Por conseguinte, pode-se dizer que a produtividade melhora à medida que a relação entre as entradas e as saídas diminui.

Souza (2000) enfatiza que, para se obter uma uniformização no cálculo da RUP há que se definirem as regras para a sua mensuração, tanto de entradas, quanto de saídas. Além disso, é preciso definir o período de tempo a que se refere o levantamento feito. Cabe observar que há diferentes tipos de RUP, como mostra a Figura 17.

Figura 17 – Diferentes tipos de RUP



Fonte: Araújo (2000, p. 29)

Quanto a cada tipo de RUP, Araújo (2000) descreve o seguinte:

- **a RUP diária:** é calculada a partir de valores mensurados de homens-horas e quantidades de serviços relativos ao dia de trabalho em análise;
- **a RUP cumulativa:** é calculada a partir de valores de homens-hora e quantidades de serviços relativos ao período que vai do primeiro dia ao último dia em estudo;
- **a RUP potencial:** é produtividade representativa de um desempenho possível de ser repetido várias vezes na obra em que se está realizando o estudo, ou seja, é a mediana das RUPs diárias cujo os valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período em estudo;
- **a RUP cíclica:** é a análise do ciclo de execução de um determinado serviço.

Vale observar que enquanto a RUP diária identifica os efeitos sobre a produtividade dos fatores condicionantes presentes no dia de trabalho, a RUP cumulativa capta tendências de produtividade em longo prazo, sendo útil para se fazer previsões quanto ao consumo de mão de obra e duração dos serviços, entre outros (ARAÚJO, 2000).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Etapas da pesquisa

O trabalho foi elaborado partindo-se da definição do tema de pesquisa, para, posteriormente, realizar-se uma revisão bibliográfica dos fundamentos teóricos envolvidos na mesma. A partir daí, e com os objetivos para esta pesquisa estabelecidos, foram realizadas observações “in loco” dos trabalhadores, ao executarem levantamento de alvenaria estrutural e de alvenaria convencional, com a finalidade de se coletar dados para análise. Assim, os passos da pesquisa são uma adaptação dos procedimentos indicados por Cardoso (2010), sendo apresentados na sequência:

1. Identificação do tema de pesquisa, em seguida, pela formulação do problema, definição dos objetivos gerais e específicos e apresentação das razões que demonstram a importância da realização dessa pesquisa.
2. Apresentação da fundamentação teórica, de forma a abranger os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e de alvenaria convencional, a produtividade da mão de obra na construção civil e a mensuração da produtividade, com base em pesquisas realizadas em livros, artigos técnicos, teses, dissertações, monografias e revistas técnicas.
3. Realização de levantamento de dados junto aos canteiros de obras visitados (diariamente), de modo a obter dados, para, então, tratá-los, apresentá-los e analisá-los. Destaca-se que tais levantamentos envolveram:
 - levantamento quantitativo de trabalhadores que efetivamente executaram o serviço de alvenaria (estrutural e convencional) e quanto tempo dedicaram para a execução da mesma;
 - levantamento da metragem executada da alvenaria produzida por dia de trabalho, em cada tipo de sistema construtivo objeto de estudo desta pesquisa;
 - levantamento de possíveis causas de anormalidades ou ocorrências que tenham acontecido durante a jornada de trabalho, que interferissem na produtividade da mão de obra;
4. Tratamento e apresentação dos dados (com o auxílio do Microsoft Excel);
5. Análise dos resultados obtidos – foi feito um confronto dos índices de produtividade da mão de obra, das duas técnicas construtivas observadas na

pesquisa, com os índices de produtividade da mão de obra publicados na TCPO (2010);

6. Descrição das conclusões.

3.2 Quanto à coleta de dados

Para essa etapa da pesquisa foi usado o seguinte:

- câmera digital: utilizada para registrar as diversas situações que envolvem as atividades dos operários na realização do serviço, auxiliando nas análises dos resultados;
- planilha para anotação dos dados: local onde foram registradas as informações necessárias para a pesquisa.

Nesse trabalho foram apresentadas, anteriormente, na Figura 4, as diferentes abrangências do estudo da produtividade. Ressalta-se que essa pesquisa abrange os fatores físicos, no presente caso, a produtividade da mão de obra. Ademais, para a medição da produtividade seguiu-se o “Modelo de entrada e saída”, procurando-se entendê-la a partir de dados relacionados tanto as entradas, quanto às saídas do processo produtivo, adotando-se, ainda, o Modelo dos Fatores, pois este proporciona conhecer os fatores que fazem a produtividade da mão de obra ser melhor, ou pior.

3.2.1 Coleta de dados: Entradas

Araújo e Souza (2001) sugerem que a coleta de dados, ou seja, a forma de recolher as medições dos homens-horas despendidos diariamente para uma determinada tarefa, pode se dar de diferentes formas.

Para este trabalho foram consideradas as verificações contínuas junto ao canteiro de obras e por meio de informações obtidas em conversas com o encarregado do serviço. Assim, foram anotadas ocorrências diárias ao longo dos dias analisados. Nesse sentido, foram observadas chuvas que atrapalham o andamento da obra, ausência de funcionários no canteiro, atraso na entrega de materiais, realocamento de funcionários para outras funções, bem como outros fatores intervenientes no cálculo de desempenho da produtividade da equipe. Vale

destacar que a ausência de funcionários e o realocamento dos mesmos para outras funções não foram consideradas no cálculo da RUP, já que tal procedimento engloba a mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção do serviço.

Araújo e Souza (2001) explicam que para a coleta de dados deve-se levar em consideração os tipos de homens-horas apropriados, onde, obtêm-se o número de homens-hora relativos a um determinado dia de trabalho, somando-se as horas trabalhadas por cada membro da equipe.

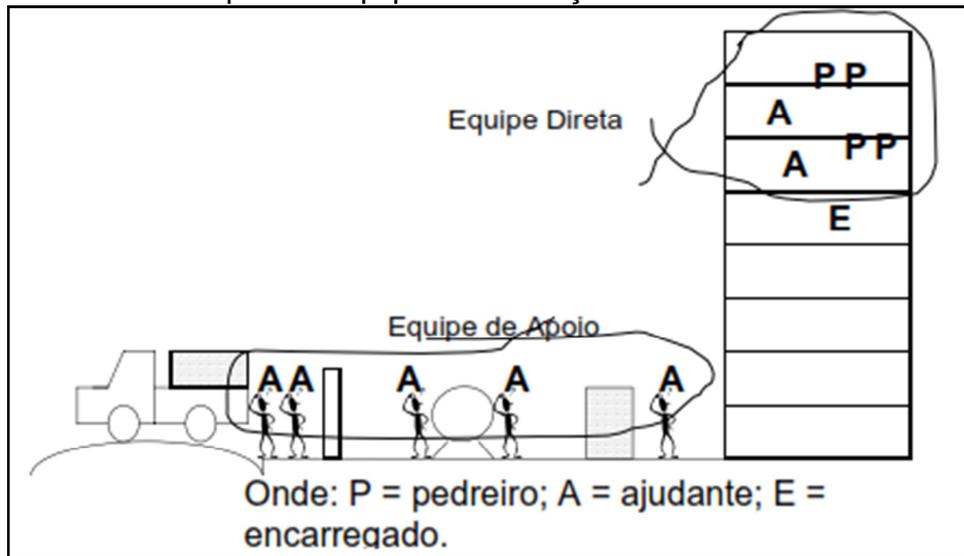
Portanto, foram analisadas as horas trabalhadas pelos operários, ou seja, o tempo que eles estiveram na obra, disponível para o trabalho de elevação de alvenaria. Com relação às equipes, deve-se distinguir dois grupos:

- **Equipe de produção direta:** que inclui apenas os funcionários que estão diretamente envolvidos na tarefa em análise, ou que dão apoio nas suas extremidades;
- **Equipe de produção indireta ou de apoio:** contempla operários que estejam envolvidos em tarefas auxiliares à produção, mais distantes do local propriamente dito, onde o serviço final se materializa.

A Figura 18 mostra um esquema, onde é exemplificada a produção de uma alvenaria de vedação, em que se têm, em dois diferentes andares do edifício, dois pedreiros e um servente atuando diretamente no assentamento dos blocos da alvenaria, apoiados por uma equipe que fica instalada no andar térreo, que produz a argamassa (dois operários) e envia blocos para os andares em execução (um operário).

Ainda, na mesma equipe, considera-se mais dois operários responsáveis pelo recebimento, descarregamento e transporte de materiais (blocos, cimento, cal) até o estoque da obra. Essa equipe conta ainda com um encarregado que não executa serviço algum.

Figura 18 – Diferentes tipos de equipe na execução da alvenaria



Fonte: Araújo e Souza (2001, p.08)

Observa-se que, para este trabalho, foi feita a análise somente sobre a equipe direta (pedreiros). Ademais, para o levantamento dos dados de entrada, como já citado neste trabalho, foi elaborada uma planilha para a anotação de dados conforme ilustra a Figura 19.

Figura 19 – Planilha para anotações dos serviços de alvenaria

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA										
OBRA:										
CONSTRUTORA:							DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
SERVIÇO:										
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m ²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum	
	Pedreiro									
	Pedreiro									
	Pedreiro									
				Total:						
OBSERVAÇÕES:										
Dimensão do bloco:		Anormalidades ocorridas no período:								

Fonte: Elaboração própria

Onde, na Figura 19:

Hh = homem-hora;

Qs = quantidade de serviço executada;

RUP d = RUP diária;

Qsc = quantidade de serviço acumulado;

Hhc = homem-hora acumulado;

RUP cum = RUP cumulativa.

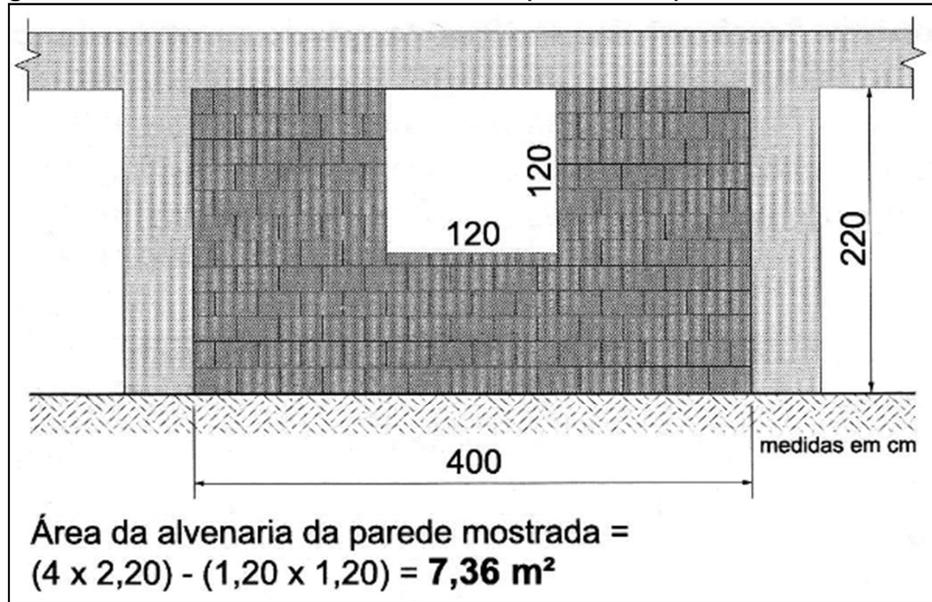
3.2.2 Coleta de dados: Saídas

Para a coleta de dados sobre as saídas, Araújo e Souza (2001) descrevem que devem ser obtidas duas informações:

- **a quantidade de serviço executada:** quanto à medição das saídas, para obter um padrão e uma precisão da RUP, distingue-se as tarefas que serão executadas. Neste caso, no serviço de alvenaria é estudado as tarefas de marcação, elevação e fixação. Em função de existir esforços diferentes entre tarefas, pode-se criar fatores de conversão que servem para transformar as quantidades de uma certa tarefa em uma quantidade equivalente de serviço.
- **a caracterização do serviço:** levantar as informações que possam caracterizar o serviço dará origem a um banco de dados para conhecimento da produtividade.

Para fins de estudo desse trabalho foram analisadas somente a produtividade no serviço de elevação das alvenarias, ou seja, não foram considerados os serviços de marcação e de fixação. Além disto, contabilizou-se apenas as áreas líquidas de alvenaria, ou seja, foram descontados os vãos de portas e janelas, quando existentes, como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Levantamento de áreas líquidas em paredes de alvenaria



Fonte: Souza (2006, p.37)

Vale salientar que também foram observados possíveis fatores diários que pudessem afetar a execução do serviço em alvenaria convencional e em alvenaria estrutural.

3.2.3 Aspectos considerados para apropriação dos dados

Para garantir os aspectos que fundamentassem a metodologia utilizada, com base em Cardoso (2010), cita-se algumas observações que foram seguidas, de forma assegurar a credibilidade na apropriação dos dados do serviço de elevação de alvenaria. Assim, é importante esclarecer que foi considerado (a):

- a quantidade de serviço a ser apropriada, que foi em termos de área plana vertical, calculada a partir das faces dos materiais utilizados no serviço de elevação das alvenarias;
- apenas os colaboradores envolvidos diretamente no serviço de elevação das alvenarias, ou seja, os pedreiros. Assim, os ajudantes diretos e os da equipe de apoio não fizeram parte do cálculo dos índices de produtividade, pois supõe-se que estes trabalhadores se comportam regularmente, proporcionando os mesmos serviços para todas as equipes de alvenaria;
- para o levantamento dos dados apenas a área plana da elevação das alvenarias, não sendo levado em conta o tempo de marcação das mesmas;

- que, no caso da alvenaria estrutural, as paredes do shaft não fizeram parte do cálculo dos índices de produtividade, por se tratar de um projeto arquitetônico, opcional de cada arquiteto;
- que os blocos da alvenaria estrutural e os da alvenaria convencional apresentassem dimensões constantes e formas regulares.
- que as espessuras da argamassa de assentamento são constantes.
- a quantidade de horas efetivamente trabalhadas, diariamente, pelos pedreiros envolvidos na elevação das alvenarias.

3.3 Quanto ao tratamento dos dados coletados

3.3.1 A escolha do Modelo dos Fatores para a medição da produtividade

Como já dito, o trabalho em estudo baseou-se no Modelo dos Fatores, para fazer o levantamento dos fatores que interferissem na produtividade da mão de obra nos serviços de alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

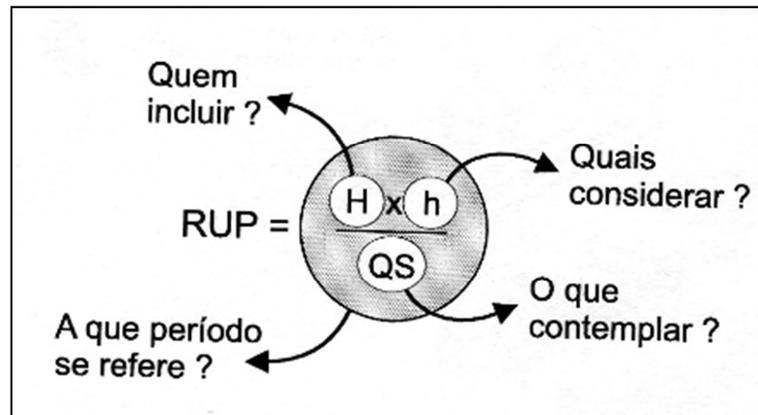
Desenvolvido por Thomas e Yiakoumis (1987) apud Araújo (2000), o Modelo dos Fatores, apresentado no item 2.5.1, descreve que a produtividade diária deve seguir um padrão de trabalho, sendo esta a produtividade de referência. Anormalidades que ocorrem durante o processo de produção fazem com que a produtividade diária varie em relação a produtividade de referência. O modelo reflete a produtividade real diária às características de trabalho.

Portanto, foram anotados, nos levantamentos realizados, todos os fatores que influenciaram nos índices de produtividade da mão de obra dos dois tipos de alvenarias analisados.

3.3.2 O indicador para mensurar a produtividade

A medição da produtividade foi realizada por meio do índice parcial denominado Razão Unitária de Produção (RUP). Foram considerados para o cálculo da RUP os valores diários. A Figura 21 ilustra a forma utilizada para calcular a RUP.

Figura 21 – Fatores considerados no cálculo da RUP



Fonte: Souza (2006, pg.32)

Onde:

RUP = Razão Unitária de produção;

H x h = Mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção do serviço;

Qs = Quantidade de serviço.

Cabe esclarecer quanto aos seguintes questionamentos:

- Quem incluir? – foram incluídos os pedreiros que efetivamente participaram da produção;
- Quais considerar? – foram consideradas as horas que os pedreiros estiveram disponíveis para realizar as tarefas de elevação de alvenaria;
- A que período se refere? O que contemplar? – se refere até o período necessário para contemplar a elevação de 1,40m de altura de alvenaria estrutural e de 1,50m de altura de alvenaria convencional. Esta diferença de altura é causada pelas dimensões diferentes de cada bloco. E contempla somente o serviço de elevação de alvenaria.

Também é importante salientar que nesse estudo foram calculadas: a RUP diária, a RUP cumulativa e a RUP potencial. Onde a RUP diária foi calculada a partir da divisão da quantidade dos homens-horas pela quantidade de serviço executado. A RUP cumulativa foi calculada dividindo-se a quantidade acumulada dos homens-horas pela quantidade acumulada do serviço executado em todo o período. A RUP potencial foi calculada fazendo-se a mediana das RUPs diárias do período em

estudo, cujo valores estivessem abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período em estudo.

3.4 Quanto à apresentação dos dados

Para fins de estudo desse trabalho foi utilizado para apresentação dos dados obtidos uma planilha de anotação, conforme visto na Figura 19, para a anotação dos dados de entrada, assim como, por meios das RUPs consideradas (RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial), obter os dados de saída. Nos apêndices A e B, constam todos os dados levantados na pesquisa de campo.

Após a coleta dos dados de cada obra foi elaborada a planilha, com o auxílio do software Microsoft Excel, obtendo-se os valores das RUPs (mostrados nos apêndices A e B), apresentados por meio de tabelas (Tabela 2 à Tabela 17). Com as tabelas preenchidas, foram elaborados gráficos para representar as curvas de cada tipo de RUP, consideradas para este estudo, de forma a facilitar a análise dos dados. Aqui cabe ressaltar que a Tabela 16 apenas apresenta as observações do 8º dia de mensuração na alvenaria estrutural. Neste dia os pedreiros não realizaram atividades na obra, pois estava chovendo, portanto, nada foi mensurado.

3.5 Quanto à análise dos resultados obtidos

A partir das curvas encontradas para cada tipo de RUP (representadas nos Gráficos 1, 2, 3 e 4), foram realizadas interpretações, juntamente com os fatores influenciadores das produtividades encontradas em cada sistema construtivo investigado. Ademais, os valores das duas diferentes obras foram comparados com os índices de produtividade da mão de obra publicados na TCPO (2010), no intuito de responder as questões propostas para essa pesquisa e alcançar os objetivos estabelecidos para o presente trabalho.

Como já citado nesse trabalho, o índice de produtividade indica o número de homens versus horas de trabalho, por unidade produzida, e pode ser determinado a partir de estudos sobre o processo de construção com coleta de dados *in loco*.

Destaca-se que a Figura 22 ilustra os valores dos índices de produtividade encontrados na TCPO (2010) para a alvenaria de tijolo cerâmico furado para alvenaria convencional.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de analisar a produtividade da mão de obra da forma proposta por essa pesquisa, se fez necessária a utilização de dois empreendimentos como objeto de estudo, um de alvenaria convencional e outro de alvenaria estrutural e do apoio da RUP para a obtenção dos índices de produtividade de cada sistema construtivo. Destaca-se que, conforme combinado com a empresa, com o dono de uma das obras e com os funcionários, optou-se pelo anonimato deles, de forma a não ser possível identifica-los. Diante do exposto, neste capítulo estão apresentados os empreendimentos escolhidos e suas características particulares, bem como analisados os dados constatados sobre os índices da produtividade da mão de obra utilizada em cada tipo de obra investigada.

4.1 Caracterização das obras de alvenaria

4.1.1 Estudo de caso 1: a obra de alvenaria convencional

Trata-se de uma obra unifamiliar reticulada em concreto armado, como mostra a Figura 24, e que está situada no bairro Novo Lar, na cidade de Alegrete-RS. É composta por dois pavimentos, sendo que o primeiro será utilizado como garagem e o segundo como residência. Observa-se que a residência do segundo andar possui uma área de 126,4m² construídos e um total de 289,2 m² de alvenaria, onde a mesma serve somente para vedação. Destaca-se que o regime de contratação dos operários desta obra foi feito na forma de empreitada, em que os trabalhadores tinham contrato direto com o dono da obra.

Figura 24 – Fachada da obra em estudo



Fonte: elaboração própria

4.1.1.1 Caracterização do serviço de alvenaria

Quanto a caracterização do serviço de alvenaria, apresenta-se, na sequência, a equipe de funcionários empregada, as especificações no serviço de elevação, as ferramentas utilizadas, o estoque e o transporte de materiais.

- Equipe:

Existia uma equipe de funcionários que executava serviços desde a fundação da obra, até o seu acabamento final. Porém, não existia uma equipe específica que executasse somente alvenaria, sendo que, em dias necessários, os funcionários eram deslocados para realizar outras tarefas. As atividades auxiliares contavam com a participação de dois serventes que, durante a análise dessa pesquisa, não foi contabilizada a sua participação no serviço de elevação, conforme já citado nos procedimentos metodológicos adotados para a pesquisa.

A equipe direta consistia em três pedreiros, como dito anteriormente, não sendo considerados os serventes que davam apoio a equipe. A Figura 25 mostra dois pedreiros e o servente trabalhando na obra.

Figura 25 – Operários trabalhando



Fonte: Elaboração própria

- Especificações do serviço de elevação:

Trata-se de uma alvenaria convencional, com tijolos seis furos de 9x14x19cm, com peso de 2Kg e resistência a compressão de 1,5 Mpa. Os tijolos eram assentados com juntas amarradas e as juntas verticais preenchidas como pode ser verificado na Figura 26.

Figura 26 – Tijolos usados na obra



Fonte: Elaboração própria

As alvenarias eram executadas até uma altura de 1,50m, onde, posteriormente, eram feitas as concretagens dos pilares para amarração das mesmas. Tal observação pode ser visualizada na Figura 27.

Para as esquadrias de janelas e portas foram deixados vãos nas paredes para, posteriormente, serem colocados os marcos e contramarcos. Nesta obra não foi utilizado vergas e contravergas, somente duas barras de aço com diâmetro de 6,3mm.

A argamassa era produzida no próprio canteiro de obras, no pavimento térreo, com um traço de 1:6 (cimento e areia e uma porcentagem de aditivo incorporador de ar) na qual, depois era transportada para o segundo piso e depositada nos caixotes de cada pedreiro.

Observa-se que os tijolos eram entregues e descarregados, de forma manual, pelos operários da loja de construção, não sendo necessária a utilização de nenhum funcionário da obra.

Figura 27 – Tijolos usados na obra e alvenarias na altura de 1,5m



Fonte: Elaboração própria

- Estoque:

O estoque do material era realizado na própria obra, sendo que, por dispor de pequeno espaço para armazenamento, os mesmos eram depositados em frente à obra em execução.

- Ferramentas utilizadas:

Para a execução das alvenarias foram utilizados um nível de bolha, um prumo, uma trena, colher de pedreiro, uma manga de nível, um esquadro metálico, uma brocha, andaimes metálicos e uma linha. Para a produção de argamassa foi utilizada uma betoneira de 120 litros.

- Transporte dos materiais:

O transporte vertical dos materiais era feita com um guincho elétrico, e o transporte horizontal com carinhos de mão, sendo que, muitas vezes, o transporte manual foi utilizado.

As ferragens utilizadas na obra eram carregadas manualmente até o guincho e depois içadas para cima do pavimento, como mostra a Figura 28.

Figura 28 – Guincho utilizado na obra



Fonte: Elaboração própria

4.1.1.2 Condições de trabalho

Quanto às condições de trabalho, foi possível observar que:

- O canteiro apresentava condições precárias de segurança, além disso, os funcionários não utilizavam qualquer equipamento de proteção individual.
- O pagamento dos funcionários era feito semanalmente, onde, em determinado dia, os mesmo trabalhavam somente até o meio dia.

- A jornada de trabalho era de 9 horas diárias, exceto no sábado, no qual trabalhavam até ao meio dia, sendo que, quando necessário, trabalhavam pela parte da tarde.
- Os operários possuíam uma folga de 15 minutos pela parte da tarde para o café e os mesmos almoçavam na obra.

O canteiro de obras era localizado em frente à obra, por não possuir espaço físico para o armazenamento dos materiais e ferramentas utilizados na construção, como pode ser visto na Figura 29.

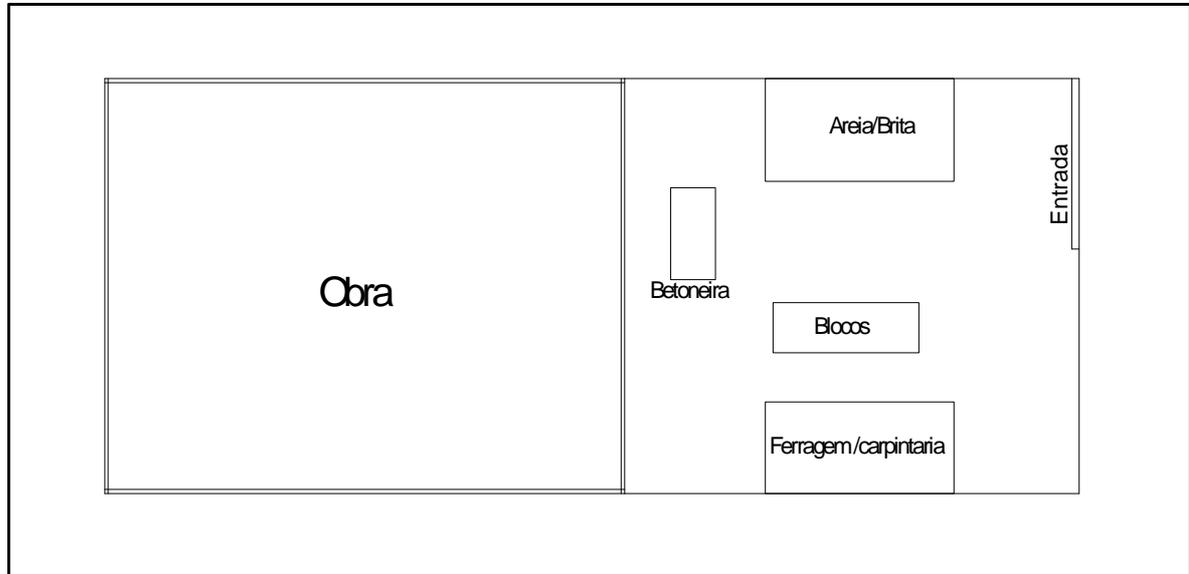
Figura 29 – Canteiro de obras



Fonte: Elaboração própria

A Figura 30 mostra a disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras.

Figura 30 - Disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras.



Fonte: Elaboração própria

4.1.2 Estudo de caso 2: a obra de alvenaria estrutural

Trata-se de uma obra residencial/comercial reticulada em alvenaria estrutural, no Centro da cidade de Alegrete/RS, na qual pode ser visualizada na Figura 31. Tal obra é composta de sete pavimentos, sendo que o primeiro será utilizado como salas comerciais, o segundo como garagem e os demais como residência. Cada pavimento tipo possui uma área de 402,00m² construídos e um total de 566,50m² de alvenaria por pavimento. A tipologia estrutural da obra é de alvenaria estrutural. Os operários da obra eram contratados da própria empresa.

Figura 31 – Fachada da obra em alvenaria estrutural



Fonte: Elaboração própria

4.1.2.1 Caracterização do serviço de alvenaria

- Equipe:

Existia várias equipes de funcionários que executavam diversos serviços, desde a fundação da obra até o seu acabamento final. Porém, existia uma equipe específica que executava somente a alvenaria, sendo que, em dias de chuva, os mesmos eram deslocados para realizar outras tarefas. As atividades auxiliares eram realizadas por dois serventes que, durante a análise, não foram contabilizadas a participação dos mesmos no serviço de elevação. A equipe direta consistia em três pedreiros, não sendo considerados os serventes que davam apoio à equipe. A Figura 32 mostra a equipe de trabalho.

Figura 32 – Equipe de trabalho



Fonte: Elaboração própria

- Especificações do serviço de elevação:

O serviço executado trata-se de uma alvenaria estrutural, com blocos cerâmicos de 14x19x29 e 14x19x44, com peso de 6Kg e resistência a compressão de 6,5 Mpa. Os tijolos eram assentados com juntas amarradas e as juntas verticais preenchidas. Os tijolos utilizados estão mostrados na Figura 33. Destaca-se aqui que os blocos eram entregues e descarregados de forma manual pelos operários da loja de construção, não sendo necessária a utilização de nenhum funcionário da obra.

Figura 33 – Blocos cerâmicos utilizados na obra



Fonte: Elaboração própria

Vale frisar que as alvenarias eram executadas até uma altura de 1,50m, onde, posteriormente, eram feitas as concretagens dos pilares para amarração das mesmas.

Para as esquadrias de janelas e portas foram deixados vãos nas paredes para, posteriormente, serem colocados os marcos e contramarcos. Nesta obra foi utilizado como vergas e contravergas os blocos “U” preenchidos de concreto, conforme mostra a Figura 34.

A argamassa da primeira fiada de marcação era produzida no próprio canteiro de obras, no pavimento térreo, com um traço de 1:3 (cimento e areia e uma porcentagem de aditivo incorporador de ar). A argamassa das demais fiadas era industrializada, e, na sua mistura era somente adicionada água, na quantia especificada pelo fabricante, depois de pronta, a argamassa era transportada para o segundo piso e depositada no caixote de cada pedreiro.

Figura 34 – Verga executada na obra



Fonte: Elaboração própria

- Estoque:

O material era depositado dentro da obra, no térreo, como visualiza-se na Figura 35, pois havia pouco espaço para armazenamento dos materiais no canteiro.

Figura 35 – Disposição dos materiais no canteiro



Fonte: Elaboração própria

- Ferramentas utilizadas:

Para a execução das alvenarias foram utilizadas as ferramentas apresentadas na Figura 36. Para tal atividade tinha-se um nível de bolha, um prumo, uma trena, colher de pedreiro, uma colher canaleta, uma manga de nível, um esquadro metálico, uma brocha, um martelo de borracha e uma linha. Para a produção de argamassa foi utilizada uma betoneira de 400 litros.

Figura 36 – Alguns dos materiais utilizados para assentamentos dos blocos



Fonte: Elaboração própria

- Transporte dos materiais:

O transporte vertical dos materiais era feito por um guincho elétrico e o transporte horizontal com carinhos de mão (Figura 37), sendo que, muitas vezes, o transporte manual foi utilizado.

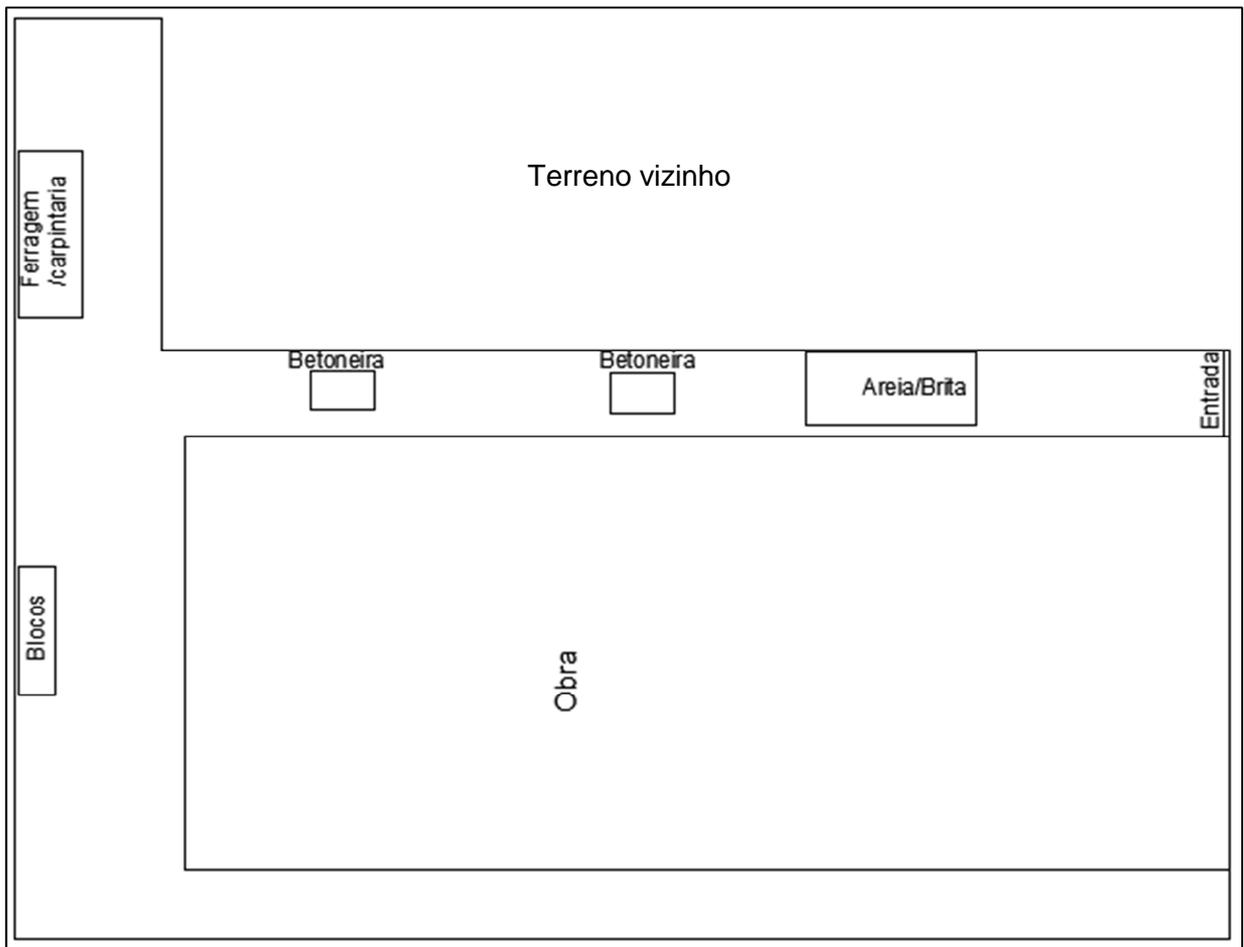
Destaca-se que as ferragens utilizadas na obra eram carregadas manualmente até o guincho e depois içadas para o pavimento. A Figura 38 mostra a disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras.

Figura 37 – Material utilizado para transporte dos materiais



Fonte: Elaboração própria

Figura 38 – Disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras



Fonte: Elaboração própria

4.1.2.2 Condições de trabalho

No que se refere às condições de trabalho, observou-se que:

- O canteiro apresentava boas condições de segurança, além disso, os funcionários utilizavam equipamentos de proteção individual. Ao redor do prédio foram instaladas bandejas para evitar que materiais despencassem na rua ou até mesmo atingissem algum pedestre ou carro que passasse na rua.
- O pagamento dos funcionários era feito quinzenal e mensalmente. Os mesmos tinham direito a um bônus se não tivesse falta no mês, que era um vale compras no mercado.
- A jornada de trabalho era de 9 horas diárias, onde, no sábado, não trabalhavam.
- Os operários possuíam uma folga de 10 minutos pela parte da manhã e pela parte da tarde para o café. Alguns funcionários almoçavam na obra.

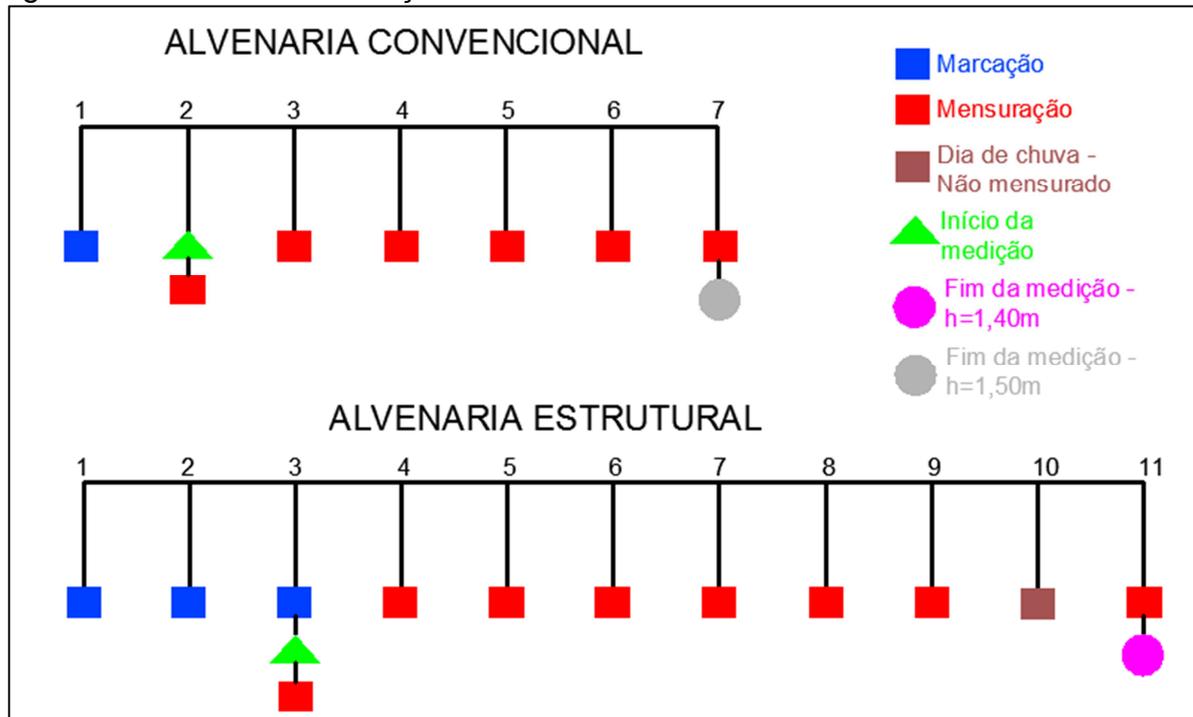
4.2 Apresentação e análise dos resultados

Primeiramente, vale destacar, que o objetivo dessa pesquisa foi analisar os índices de produtividade da mão de obra, pela RUP, do sistema de alvenaria estrutural e o de alvenaria convencional, bem como elencar os fatores responsáveis pela variação desta produtividade. Neste contexto, não foi comparada a quantidade total de alvenaria produzida nestes dois sistemas, que possuem metragens diferentes, e nem foi feita a comparação direta do total de dias trabalhados da alvenaria estrutural (11 dias) com a alvenaria convencional (7 dias). Cabe lembrar que os fatores considerados no cálculo da RUP são a mensuração do esforço humano despendido em homens-horas, para a produção do serviço e a quantidade de serviço, como já evidenciado na Figura 21.

Diante do exposto, a Figura 39 mostra que, na alvenaria estrutural, os três primeiros dias foram utilizados para marcação, iniciando-se as atividades de elevação de alvenaria no terceiro dia de trabalho. Já na alvenaria convencional, o primeiro dia foi de marcação e no segundo dia começaram as atividades de elevação de alvenaria. Como citado na metodologia deste trabalho, foi mensurada

somente a produtividade da mão de obra nos dias em que ocorreram serviços de elevação das alvenarias.

Figura 39 – Dias de observação nos dois sistemas construtivos



Fonte: Elaboração própria

A partir das planilhas contendo o levantamento das quantidades de serviços executados em cada obra, apresentadas nos Apêndices A e B, foram elaborados gráficos das RUPs diárias dos pedreiros envolvidos na tarefa de elevação de alvenaria, das RUPs cumulativas e da RUP potencial para todo o período. Vale ressaltar que a RUP diária é calculada a partir da quantidade de homens-horas e quantidade de serviço relativo ao dia de trabalho em estudo. Enfatiza-se que de cada gráfico, no eixo vertical, é demonstrado o valor da RUP da equipe, e que o eixo horizontal mostra o número de dias trabalhados.

Cabe lembrar que a RUP diária evidencia as consequências que os fatores influenciadores podem causar na produtividade e também serve para avaliar a equipe e identificar os problemas que tenham ocorrido no serviço em estudo.

Já a RUP cumulativa apresenta a tendência da obra apresentar determinados valores de produtividade e serve para prever o andamento do serviço e determinar o seu desempenho.

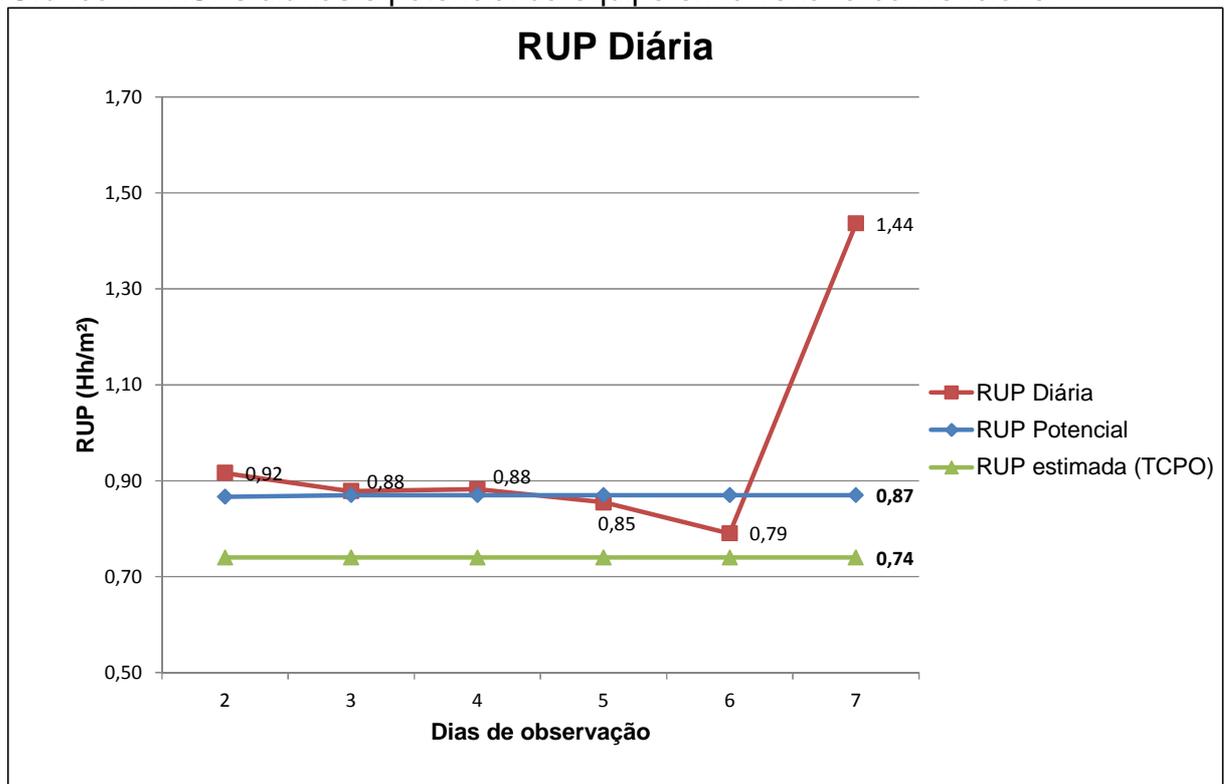
Ademais, a RUP potencial serve para prever a produtividade possível de ser alcançada no serviço, e, por meio dela é possível estabelecer metas para as equipes em estudo poderem atingir.

4.2.1 Resultados constatados na obra de alvenaria convencional

4.2.1.1 Quanto à equipe de trabalho

O Gráfico 1 demonstra valores das RUPs diárias e potencial e o Gráfico 2 os valores de RUPs cumulativas da equipe em estudo.

Gráfico 1 –RUPs diárias e potencial da equipe em alvenaria convencional



Fonte: Elaboração própria

Quanto a RUP diária, no primeiro dia de estudo na obra foi realizada somente a marcação e o levantamento de cantos das alvenarias, por isso, a mesma não foi contabilizada no gráfico. A partir do segundo dia (dados da Tabela 3), ela foi de 0,92Hh/m² e, conforme é possível observar, no Gráfico 1, houve um índice de produtividade com pouca variação, porém, acima da produtividade estimada pela

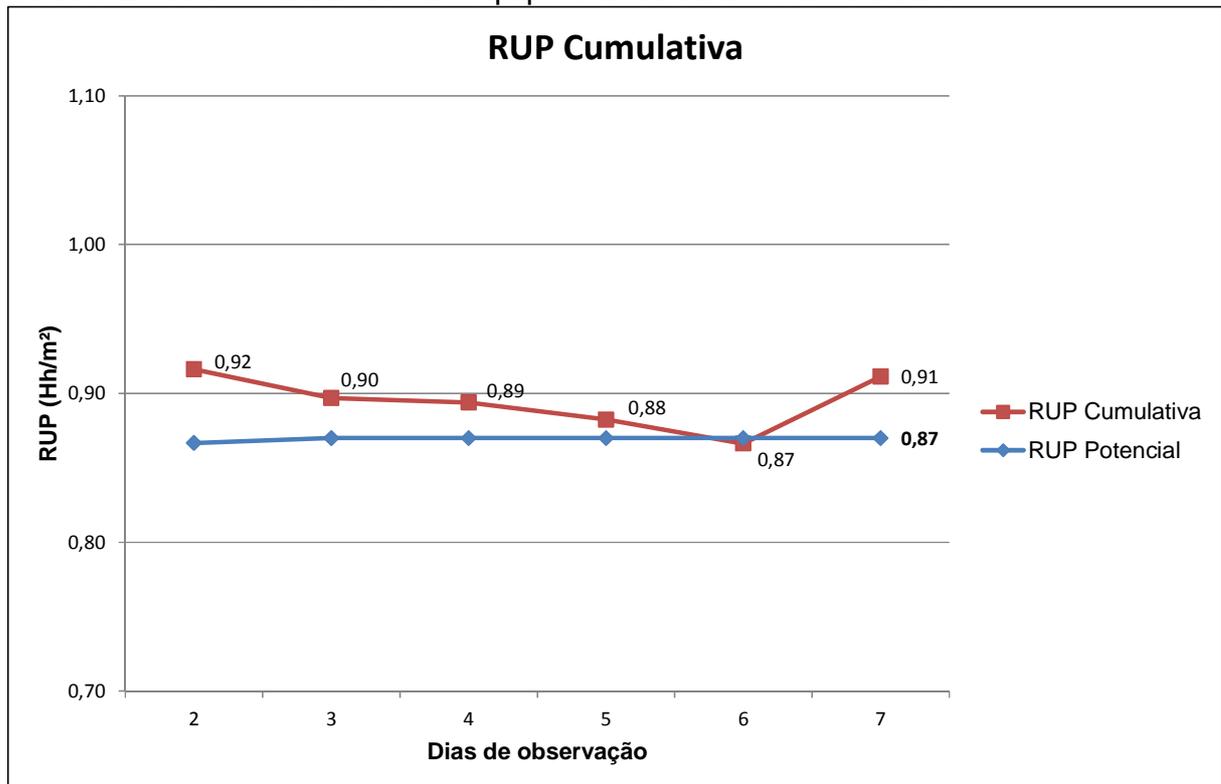
TCPO (2010). Pois, o valor mensurado representa 24,3% acima do valor da RUP estimada, que é 0,74Hh/m².

No terceiro e quarto dia, a produção melhorou um pouco (0,88Hh/m²), permanecendo o índice 18,9% acima do estimado (dados das Tabelas 4 e 5). No quinto dia a equipe conseguiu diminuir o índice de produção (aumentar a produtividade) para 0,85Hh/m² (dados da Tabela 6), 14,9% acima da RUP estimada. No sexto dia, em que a equipe obteve seu melhor índice (dia de maior produção), houve uma variação no valor da RUP que foi de 0,79Hh/m² (dados da Tabela 7), cerca de 6,76% a mais da estimada.

No sétimo dia, a produtividade da equipe foi afetada, com um acréscimo 94,6% acima da RUP estimada, ou seja, a RUP estimada era de 0,74Hh/m² (dados da Tabela 8) e a RUP apresentada pela equipe foi de 1,44Hh/m², pois a quantidade de serviço que foi executada nesse dia foi bem abaixo dos demais dias de trabalho, o que comprometeu consideravelmente o rendimento do grupo. Destaca-se que no sétimo dia um dos funcionários foi deslocado para auxiliar em outra tarefa e que outro membro da equipe saiu para resolver problemas particulares. Mesmo as horas destes funcionários não terem sido consideradas para o cálculo da RUP, observa-se que tais fatos de alguma forma podem ter contribuído para o auto índice da RUP diária de produção.

A RUP potencial para o período analisado foi de 0,87Hh/m², ou seja, 17,5% acima do valor que a TCPO (2010) estima para este sistema construtivo, que era de 0,74Hh/m². Cabe lembrar que este valor é calculado a partir da mediana das RUPs diárias, cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período em estudo.

Gráfico 2 –RUPs cumulativa da equipe em alvenaria convencional



Fonte: Elaboração própria

Nos dados apresentados no Gráfico 2, a mensuração das atividades de elevação de alvenaria teve início somente no segundo dia, como já dito anteriormente, pois, no primeiro dia foi realizado somente o serviço de marcação e levantamentos de cantos. A equipe apresentou valores elevados de RUPs cumulativas, porém, com o decorrer dos dias a mesma foi diminuindo, se aproximando da RUP potencial ($0,87\text{Hh/m}^2$), o que indica que a equipe estava obtendo êxito na produção, mas no sétimo dia, o valor da RUP elevou-se. Talvez tenha contribuído para isso o fato de estarem terminando a alvenaria na altura de 1,50m. Estes valores apresentam uma tendência de desempenho da obra e problemas gerenciais evidenciados pela diferença de valores.

Em função da obra não possuir um encarregado para fiscalizar o serviço, possivelmente a variação da RUP cumulativa, entre valores de $0,92\text{Hh/m}^2$ a $0,91\text{Hh/m}^2$, ou seja, 5,74% e 4,6% a mais da RUP potencial esperada, que era de $0,87\text{Hh/m}^2$, deve-se a este fator. Além disso, um dos pedreiros desta equipe era realocado para outros serviços, o que pode ter contribuído para tal ocorrência, pois os outros pedreiros, de repente, podem ter se sentido prejudicados por não terem sido escolhido para executar o outro serviço, e isso pode ter influenciado nos níveis de produtividade.

4.2.1.2 Fatores influenciadores na variação da produtividade

- Características do produto

A obra que serviu para estudo, como já dita, é uma obra em alvenaria convencional, cuja forma do empreendimento é retangular, não havendo em seu projeto paredes curvilíneas, fato este que não contribuiu para que os operários obtivessem uma boa produtividade diária. Além disso, possuía poucas paredes com dimensões pequenas, que também é outro fator que afeta a produtividade.

Outro fator que contribuiu para a variação da produtividade foi que nesta obra todas as juntas verticais eram preenchidas com argamassa, o que demandava um maior tempo para a elevação da alvenaria. Como foram analisadas as RUPs somente até a altura de 1,50m, não é possível afirmar que os vãos de janelas e portas podem ter contribuído para a variação da produtividade.

- Materiais e componentes

A alvenaria convencional apresenta em sua execução a utilização de tijolos, muitas vezes de pequena e média dimensão. Mas acredita-se que este fato não deve ter ocasionado a baixa produtividade da equipe, pois alguns autores, como Salgado (2009), citam que blocos de dimensões pequenas podem ser mais produtivos que blocos com dimensões maiores.

A argamassa de assentamento era feita na própria obra e misturada com betoneira no andar térreo e logo era transportada por um guincho de carga até o andar em execução de alvenaria, onde era depositada em um local para posteriormente, ser carregada até os pedreiros. Frisa-se que não foram utilizadas vergas e contra-vergas nesta obra, somente duas barras de ferro com diâmetro de 6,3mm com a mesma função.

Muitas vezes notou-se que os pedreiros tinham que esperar por materiais e componentes, assim, acredita-se que diminuindo as horas ociosas que o pedreiro fica esperando os materiais para a elevação das alvenarias, haveria ganhos de produtividade.

- Equipamentos e ferramentas

Na obra em estudo foi notado que a mesma disponibilizava para seus funcionários todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da tarefa.

Mas, em conversa com os funcionários, eles relataram que a maioria das ferramentas utilizadas no canteiro eram de seu próprio uso particular, como a colher de pedreiro, o nível de bolha, o prumo, a trena, entre outras.

Destaca-se que manusear corretamente as ferramentas é um dos principais fatores pela busca da racionalização e um melhor aproveitamento dos materiais e nos processos produtivos na alvenaria convencional. Além disso, dispor de ferramentas novas para os operários muitas vezes pode servir de estímulo para que o mesmo trabalhe melhor.

- Mão de obra

A empresa dispõe de mão de obra própria, jornada de trabalho de 9 horas diárias, não premia seus funcionários com vale-mercado para aqueles que não tiverem nenhuma falta no mês, como é no caso da obra estudada em alvenaria estrutural. Não é efetuado qualquer controle em forma de anotação de entrada ou saída dos mesmos. São poucos funcionários na obra e o encarregado comentou que sabe quem está presente ou não na obra.

Nesta obra, a equipe de trabalho era toda constituída por membros da mesma família, o que acarretou na variação da produtividade, devido à ocorrência de tempos improdutivos com conversas e, assim, os mesmos trabalhavam sem nenhum tipo de cobrança quanto à produção.

A equipe de trabalho estudada era composta por três pedreiros e um servente. O servente era encarregado de dispor materiais e os componentes necessários para a elevação das alvenarias, outro servente era responsável por operar o guincho de carga, mas estes não participavam diretamente nas tarefas. Mas como já dito neste trabalho, foi contabilizada somente a mão de obra dos pedreiros envolvidos no serviço.

Acredita-se que se, a equipe dispusesse de mais um servente para apoiar o serviço dos pedreiros, provavelmente os ganhos de produtividade seriam bem melhores, pois haveria mais uma pessoa auxiliando os pedreiros, para que não faltasse materiais para a elevação das alvenarias diminuindo as horas ociosas do pedreiro esperando material.

Outro fator a ser considerado nesta obra é que a equipe que realizava a elevação das alvenarias era composta por operários com alguma experiência nesta função, o que não justifica a baixa produtividade apresentada pela equipe. Apesar

de tal experiência, os mesmos não receberam qualquer tipo de treinamento para que pudessem exercer a tarefa, o que poderia contribuir para o aumento nos níveis de produtividade.

- **Organização da produção**

A forma como o serviço é organizado para a produção de alvenaria é muito importante para que se tenha bons resultados na produtividade. Fato este que não foi observado na obra em análise, pois a mesma não tinha um encarregado direto para fiscalizar a elevação das alvenarias, somente o mestre de obras, mas ele era um dos pedreiros da equipe, o que tornava inviável para o mesmo ficar constantemente fiscalizando o serviço de alvenaria.

Também foi notada a falta de planejamento dos pedreiros quanto à forma de organizar e disponibilizar os materiais para o serviço. Pois, os mesmos, às vezes, tinham que caminhar sem necessidade para poder alcançar um determinado material ou ferramenta, o que gerava um tempo improdutivo e provocava perdas nos níveis de produção.

Outro fator que foi observado foi a condição do tempo, em que, nos dias da medição, a temperatura era bastante variada, dias de muito sol e calor. Nos dias considerados não houve interrupções no serviço por causa de chuvas ou ventos fortes. Também se notou tempos improdutivos com paradas para fazerem outras atividades, tais como: necessidades pessoais, fazer lanche, entre outras, que, às vezes, eram demoradas.

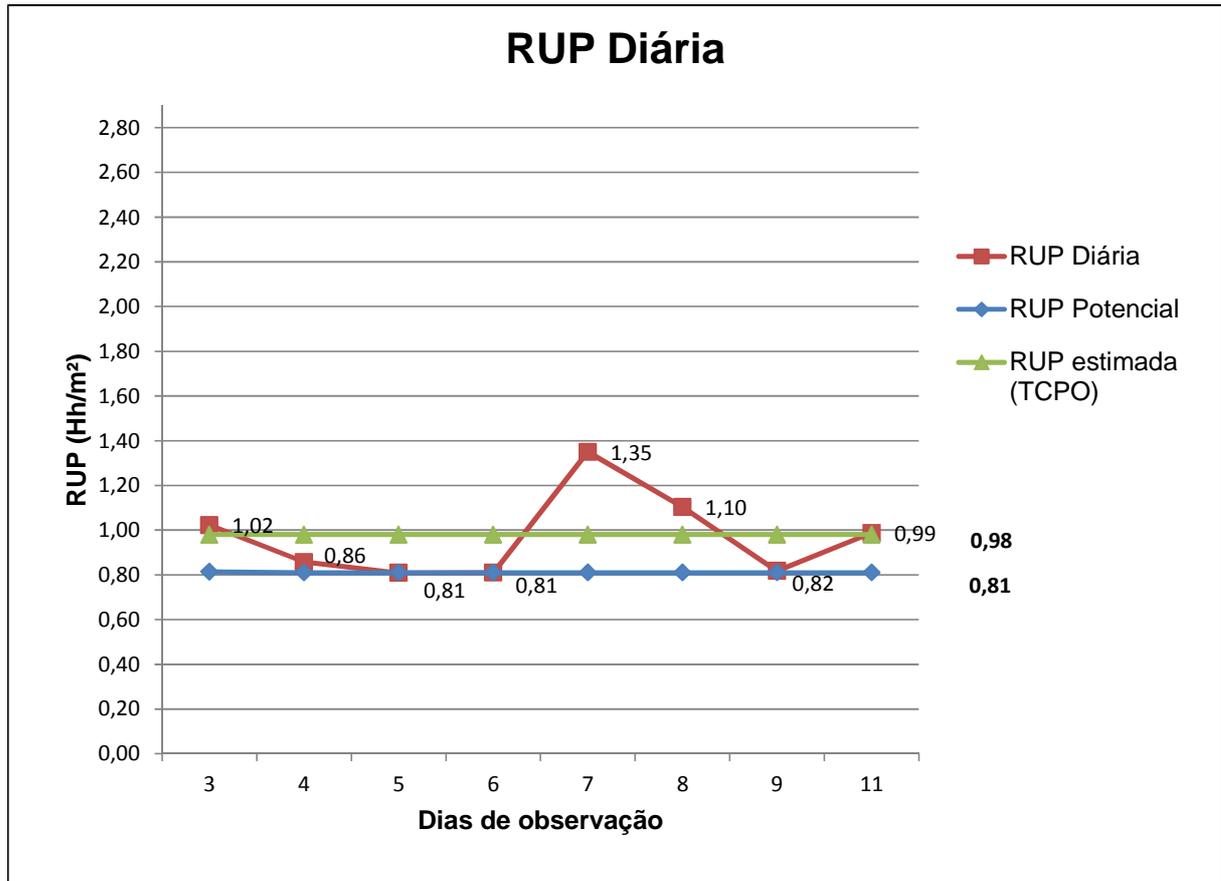
Frisa-se que não houve ocorrências de absenteísmo, pois todos os funcionários estavam comprometidos com o serviço e não faltaram a um só dia de trabalho.

4.2.2 Resultados constatados em alvenaria estrutural

4.2.2.1 Quanto à equipe de trabalho

O Gráfico 3 demonstra valores das RUPs diárias e potencial, e o Gráfico 4 os valores de RUPs cumulativas da equipe em estudo.

Gráfico 3 – RUPs diária da equipe em alvenaria estrutural



Fonte: Elaboração própria

Inicialmente cabe observar que no décimo dia não foi possível mensurar a produtividade da mão de obra, pois chovia e os pedreiros não foram trabalhar. Como os pedreiros não realizaram atividades de elevação de alvenaria neste dia, os dados não aparecem no Gráfico 3.

A equipe da obra em estudo iniciou as atividades de marcação da alvenaria no dia 22 de julho de 2013. A elevação das paredes foi até a altura de 1,40m, teve início no dia 24 de julho de 2013 e terminou no dia 05 de agosto de 2013, perfazendo um total de 9 dias trabalhados nas atividades de elevação de alvenaria. Como já dito nos procedimentos metodológicos, a marcação não faz parte da mensuração dessa pesquisa. Como vai ser feita uma comparação em relação aos índices de produtividade da alvenaria estrutural, e a alvenaria convencional, pela RUP, na análise dos resultados considerou-se apenas os 9 dias de trabalho de elevação das alvenarias.

Conforme o Gráfico 3, pode-se verificar que a RUP do terceiro dia foi de 1,02Hh/m² (dados da Tabela 9), cerca de 4,08% a mais que o estimado pela TCPO

(2010), que é de $0,98\text{Hh/m}^2$, em virtude de somente um pedreiro da equipe executar alvenaria, enquanto os outros membros faziam a marcação da obra.

A partir do quarto dia, o índice de produção tem um ganho considerável (em comparação com o terceiro dia de trabalho) e, apesar das condições climáticas ser de frio intenso, não houve nenhuma interferência nas atividades desenvolvidas, ficando a RUP no valor de $0,86\text{Hh/m}^2$ (dados da Tabela 10), ou seja, 12,24% abaixo do valor estimado, evidenciando uma boa produtividade, em razão de toda a equipe executar alvenaria.

No quinto e no sexto dia o índice permaneceu mais abaixo ainda, $0,81\text{Hh/m}^2$ (dados da Tabela 11 e 12), cerca de 17,3% abaixo da RUP de referência, o que, evidência uma boa produtividade. No sétimo dia houve um aumento no valor da RUP da equipe, $1,35\text{Hh/m}^2$ (dados da Tabela 13), cerca de 37,75% a mais do estimado, evidenciando uma baixa produtividade, em decorrência de que neste dia dois pedreiros da equipe levantaram cantos e pela parte da tarde faltou argamassa para assentamento dos blocos.

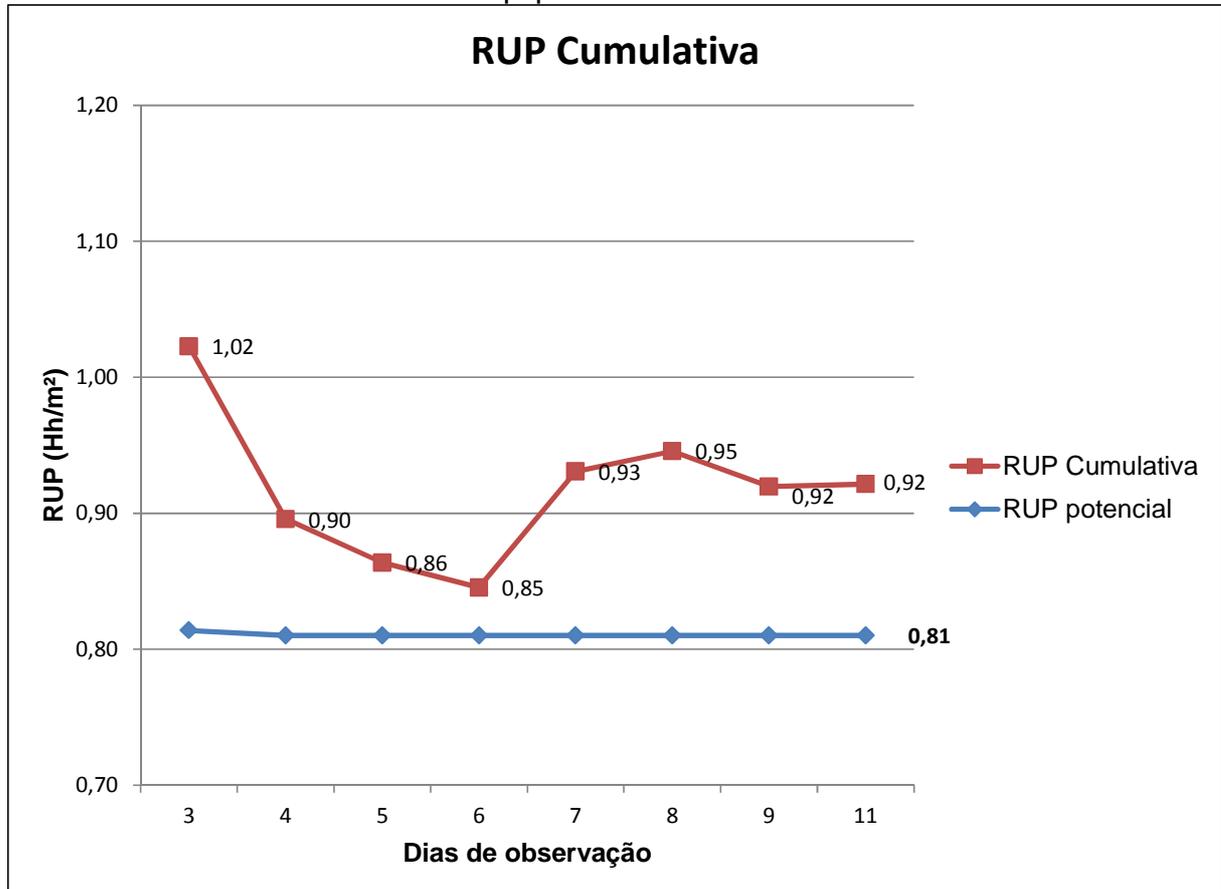
No oitavo dia obteve-se o valor de $1,10\text{Hh/m}^2$ (dados da Tabela 14), cerca de 12,24% acima do índice de referência. Destaca-se que neste dia ocorreu falta de material na obra e os pedreiros ficaram um tempo parados e somente depois foram destinados a fazerem outras tarefas no canteiro de obra, mas tais horas não foram contabilizadas no cálculo da RUP. No nono dia de elevação o índice voltou a melhorar, $0,82\text{Hh/m}^2$ (dados da Tabela 15), valor este que representou 16,3% abaixo do estimado, em que a equipe obteve uma boa produtividade novamente.

Como já dito, no décimo dia os pedreiros não realizaram atividades na obra, pois estava chovendo, o que impossibilitou o serviço de elevação de alvenaria (dados da Tabela 16). Este dia não foi contemplado no cálculo da RUP, portanto, não houve mensuração da produtividade da mão de obra e os dados deste dia não aparecem no Gráfico 3. Já no décimo primeiro dia o valor de $0,99\text{Hh/m}^2$ (dados da Tabela 17), ficou 1,02% acima do estimado, em virtude de neste dia somente dois pedreiros executaram paredes. Também neste mesmo dia foi terminada a alvenaria na altura de 1,40m pela parte da manhã.

A RUP potencial para o período analisado foi de $0,81\text{Hh/m}^2$, ou seja, 17,34% abaixo do valor que a TCPO (2010) estima para este sistema construtivo, que era de $0,98\text{Hh/m}^2$. Vale lembrar que este valor é calculado a partir da mediana das RUPs

diárias, cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período em estudo.

Gráfico 4 – RUPs cumulativa da equipe em alvenaria estrutural



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 4 mostra os valores de RUP cumulativa, onde a mesma mostra tendências de desempenho, agregando dias de produtividade boa, com dias de produtividade ruins. A RUP potencial de elevação da equipe foi de $0,81 \text{ Hh/m}^2$. Embora dois dos três operários da equipe executarem a marcação das paredes, no terceiro dia de execução da obra, ou seja, o primeiro na elevação de alvenaria, a produtividade ficou um pouco distante da potencial ($0,81 \text{ Hh/m}^2$).

A partir do quarto dia a tendência da obra foi a melhora da produtividade, o que é evidenciado pelo Gráfico 4, em que os valores até o sexto dia aproximavam-se da RUP potencial ($0,81 \text{ Hh/m}^2$). No sétimo dia, em virtude de falta de material na obra, o índice aumentou até o oitavo dia, em que normalizou a falta de material na obra. Logo, no nono dia, a produção melhorou, porém, acima do estimado. No décimo primeiro dia, a RUP permaneceu constante ($0,92 \text{ Hh/m}^2$) em relação a RUP

esperada que era de 0,81Hh/m², em virtude que os operários já estavam terminando a alvenaria na altura considerada que era de 1,40m.

A variação de valores entre as RUPs evidência uma tendência da obra a apresentar melhores ou piores resultados no decorrer do período em execução. Por estar contemplando a mesma equipe, a variação da produtividade potencial em relação à produtividade cumulativa de elevação, pode ser explicado por questões referentes ao gerenciamento da obra. Pois, o mestre da obra, tinha a tarefa de fiscalizar e administrar toda a obra em execução, por este motivo ele não ficava presente todo o dia na fiscalização da tarefa de elevação, fato este que propiciou a variação da produção.

Destaca-se que, mais que “simplesmente” mensurar a produtividade da mão de obra, faz-se necessário controlá-la. Na medida em que é possível estimar valores esperados para o serviço numa determinada obra, têm-se o referencial necessário para promover o controle (ARAÚJO, 2000).

Neste contexto, para que a empresa possa possuir um valor de RUP cumulativa, afim de que, posteriormente, possa ser usado para nortear o gerenciamento e gestão das obras futuras é necessário que a mesma realize mais mensurações de produtividade e monte um banco de dados com tais informações.

4.2.2.2 Fatores influenciadores na variação da produtividade

- Características do produto

A obra que serviu para estudo, como já dito, é uma obra em alvenaria estrutural, cuja forma do prédio é retangular, não havendo em seu projeto paredes curvilíneas, fato este que contribuiu para que os operários obtivessem uma boa produtividade diária. Além disso, possuía poucas paredes com dimensões pequenas, que também é outro fator que afeta a produtividade.

Um fator que pode ter contribuído para a variação da produtividade foi que nesta obra todas as juntas verticais eram preenchidas com argamassa, o que demandava um maior tempo para a elevação da alvenaria. Como foram analisadas as RUPs somente até a altura de 1,40m, não é possível afirmar que os vãos de janelas e portas possam ter contribuído para a variação da produtividade.

- Materiais e componentes

A alvenaria estrutural, por apresentar em sua estrutura a utilização de blocos, muitas vezes, entende-se que estes podem ser causadores da má produtividade. Os blocos possui, um peso maior em relação ao tijolo comum, além do seu assentamento ser feita com ferramentas especiais (colher de canaleta). Porém, para a obra estudada, possivelmente este fator pode ter gerado tal variação na produção de alvenaria.

A argamassa de assentamento era industrializada e misturada com betoneira no andar térreo e logo era transportada, por um guincho de carga, até o andar em execução de alvenaria, onde era depositada em um local para posteriormente, ser carregada até os pedreiros.

As vergas eram feitas na própria obra, onde eram utilizados blocos tipo “J” ou “U”, que por sua vez, depois de assentados, eram concretados com uma mistura de areia, brita e cimento, chamada de graute. Este mesmo graute era utilizado para fazer a concretagem das amarrações das paredes.

- Equipamentos e ferramentas

Na obra em estudo foi notado que a mesma disponibilizava, para seus funcionários todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da tarefa. Colheres do tipo canaleta, (ferramenta utilizada somente na alvenaria estrutural), que é uma aliada no ganho de produtividade, além do nível de bolha para conferência dos prumos das paredes.

Vale frisar que manusear corretamente as ferramentas é um dos principais fatores pela busca da racionalização nos processo produtivos na alvenaria estrutural. Além disso, dispor de ferramentas novas para os operários, muitas vezes, pode servir de estímulo para que o mesmo trabalhe melhor.

- Mão de obra

A empresa dispõe de mão de obra própria, jornada de trabalho de 9 horas diárias, premia seus funcionários com vale-mercado para aqueles que não tiverem nenhuma falta no mês. O controle de entrada dos mesmos é feita na forma de apontamento manual em um caderno que fica na entrada da obra.

A equipe de trabalho estudada era composta por três pedreiros e dois serventes. Um dos serventes era encarregado de dispor materiais e os componentes

necessários para a elevação das alvenarias. Já outro servente era responsável por operar o guincho de carga, mas este não participava diretamente nas tarefas. Mas como já dito neste trabalho, foi contabilizada somente a mão de obra dos pedreiros envolvidos no serviço.

Acredita-se que, se a equipe dispusesse de mais um servente, para apoiar o serviço dos pedreiros, provavelmente os ganhos de produtividade seriam bem melhores, pois haveria mais uma pessoa auxiliando os pedreiros, para não faltar materiais para a elevação das alvenarias e, com isso, diminuir as horas ociosas do pedreiro esperando material.

Outro fator a ser considerado nesta obra é que a equipe que realiza a elevação das alvenarias é composta por operários que nunca haviam trabalhado com este tipo de sistema construtivo. Os mesmos tinham experiência em obras com tijolos utilizados na alvenaria de vedação e, quando perguntado aos mesmos se eles tinham passado por algum tipo de treinamento para que pudessem exercer tal tarefa, responderam que não haviam feito qualquer tipo de capacitação para tal serviço. Fato este que pode ser observado na falta de modulação das fiadas, onde os mesmos cortavam constantemente os blocos para que pudessem ser feitas as amarrações necessárias. Com todos estes fatores, verificou-se que houve poucas variação nos valores de RUPs diárias de elevação.

- Organização da produção

A forma de como o serviço é organizado para a elevação da alvenaria é muito importante para que se tenha bons resultados na produtividade. Fato este que não foi observado na obra em análise, pois a mesma não tinha um encarregado direto para fiscalizar a elevação das alvenarias, somente o mestre da obra, mas o mesmo era responsável de fiscalizar toda a obra, o que tornava inviável para o mesmo ficar constantemente fiscalizando o serviço de alvenaria.

Também foi notada a falta de planejamento dos pedreiros quanto na forma de organizar e disponibilizar os materiais para o serviço. Pois eles, às vezes, tinham que caminhar, sem necessidade, para poder alcançar um determinado material ou ferramenta, fato que gerou um tempo improdutivo e que, conseqüentemente, provocou perdas na produção.

Outros fatores que puderam ser notados foram às condições do tempo, em que, nos dias da medição, fez um frio intenso, com sensações térmicas bem abaixo

da temperatura. Nos dias considerados houve interrupções no serviço por causa de chuvas ou ventos fortes, e, em um dos dias a obra ficou parada por falta de argamassa industrializada. Também se notou tempos improdutivos como paradas para fazerem outras atividades, tais como, necessidades pessoais, fazer lanche, entre outras.

Não houve ocorrências de absenteísmo, pois todos os funcionários estavam comprometidos com o serviço e eles não faltaram um só dia de trabalho. Somente um dos funcionários (pedreiro F), que estava de aviso prévio, em um dos dias de estudo, faltou.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Com este estudo foi possível coletar índices de produtividade da mão de obra na elevação de alvenaria em dois diferentes sistemas construtivos: alvenaria convencional e alvenaria estrutural, partindo de mensurações e observações *in loco*, para, posteriormente, compará-los com índices publicados na TCPO (2010).

Primeiramente, apresentou-se os dois sistemas construtivos, em alvenaria convencional e alvenaria estrutural, considerados como objeto de estudo dessa pesquisa. Foi possível abordar as características particulares de cada sistema, de forma sucinta, para um melhor entendimento de como é executada cada alvenaria.

Logo, foi caracterizada a produtividade no setor da construção civil, distinguindo-se cada etapa do processo, ou seja, as entradas e as saídas do processo de transformação do sistema produtivo na construção civil. Nas entradas pode-se considerar os recursos disponíveis para efetuar a tarefa e para a saídas, o serviço como um todo, ou seja, a obra.

Para este trabalho, na apropriação dos dados de saída, foi utilizada uma das metodologias mais empregadas para tal estudo, o Modelo dos Fatores. Este modelo visa mostrar quais fatores influenciam na produtividade do serviço que está sendo mensurado. Além disso, foram identificadas e apresentadas outras metodologias que podem ser empregadas para fazer o levantamento da produtividade de determinado serviço, mas, como já dito, optou-se pelo Modelo dos Fatores, que é o mais utilizado na Construção Civil.

Ademais, para o cálculo da produtividade da mão de obra foi utilizado como indicador de mensuração da produtividade a Razão Unitária de Produção, a RUP, já que ele proporciona a mensuração do esforço humano despendido em homens-hora para a produção do serviço.

Portanto, ao término deste trabalho, foi possível concluir que os índices de produtividade da mão de obra – as RUPs –, no serviço de alvenaria convencional, apresentaram valores insatisfatórios, ao serem comparados com os padrões já estabelecidos na TCPO (2010). Embora a equipe tenha sido mensurada em um curto espaço de tempo, acredita-se que a mesma possa apresentar uma melhor produtividade. Os valores de RUPs diárias e das RUPs cumulativas, que

representam uma tendência da obra, ficaram bem acima do estimado, o que demonstra que a equipe necessita de um encarregado que gerencie melhor os funcionários. Pode-se afirmar que a os funcionários demoravam, em média, 1,13 horas (67 minutos) para executarem um metro quadrado de alvenaria, o quê, em comparação com os valores apresentados na TCPO (2010), este valor está bem abaixo do esperado.

Na alvenaria estrutural os resultados apresentados – das RUPs – foram superiores aos valores estabelecidos na TCPO (2010). A equipe obteve uma boa produtividade, mantendo os índices de RUPs diárias abaixo dos valores estabelecidos na TCPO (2010). Mesmo a equipe estudada executando pela primeira vez esse este sistema construtivo, a mesma demonstrou que este fator não interferiu nos seus índices de produtividade. Porém, a RUP cumulativa da equipe apresentou valores acima do estimado, o que pode ser detectado pela ausência de um encarregado da equipe, ou pela falta de um melhor gerenciamento da mesma. Pode-se afirmar que os funcionários demoravam, em média, 0,8 horas (48 minutos) para executarem um metro quadrado de alvenaria.

Para este trabalho foram discriminados diferentes tipos de fatores responsáveis pela variação da produtividade, que são: características do produto, materiais e componentes, equipamentos e ferramentas, mão de obra e organização da produção. Tais fatores influenciaram os índices de produtividade da mão de obra, principalmente no serviço de alvenaria convencional, além de desencadear subsídios que, ao longo dos dias observados, ocasionaram a elevação da RUP cumulativa, tanto da alvenaria convencional, como da alvenaria estrutural.

Também, as condições meteorológicas, tempos improdutivo, a falta de investimentos dos responsáveis pelas obras em cursos de aprimoramento para seus funcionários, bem como problemas de gestão (falta de profissional encarregado para fazer a verificação do serviço de alvenaria) contribuíram para a baixa nos índices de produtividade da mão de obra.

Então, pode-se afirmar que a equipe de funcionários, responsável pela execução da alvenaria estrutural, que tinha em sua composição pedreiros iniciantes no processo construtivo, teve melhor desempenho em relação a produtividade da equipe responsável pela alvenaria convencional, que era composta por profissionais mais experientes na função.

Vale lembrar que o referente estudo foi realizado em apenas uma obra, de cada sistema construtivo, portanto, por não dispor de um banco de dados com mais resultados disponíveis, não serve como parâmetro de índices de produtividade na cidade de Alegrete-RS, mas sim como um alerta para que empresas passem a preocupar-se mais com a produtividade de seus funcionários.

Nesse sentido, verifica-se a necessidade de que muitas empresas devem investir em cursos de aprimoramento e treinamento para seus funcionários, objetivando apresentar melhor rendimentos de produção, bem como precisam realizar novas medições de produtividade de suas equipes, de forma a possuir informações que sirvam como parâmetros de decisão, por meio de índices de produtividade. Assim, o planejamento e o controle da produção, além de suprir estas necessidades, também ajudam o gerenciador a prever problemas que possam vir a ocorrer nas obras.

Espera-se que este estudo possa servir de algum modo para a universidade, bem como para as empresas de construção da cidade de Alegrete-RS. Que a partir do mesmo, desperte o interesse de novas pesquisas referentes ao tema proposto, visando agregar mais conhecimentos sobre o tema e minimizar a realidade que se encontra os canteiros de obras da cidade.

5.2 Sugestões para trabalho futuros

Entende-se, ao final de uma pesquisa, que outras possibilidades de trabalhos possam ser realizadas, com novos enfoques. Diante disso, recomenda-se:

- aplicar a mesma metodologia em outros canteiros de obras, de modo a montar um banco de dados mais preciso e proporcionar uma maior comparação entre os índices de produtividade na cidade de Alegrete-RS;
- obter índices de produtividade da mão de obra em alvenaria de blocos de concreto;
- determinar a qualidade na execução das obras em alvenaria estrutural e alvenaria convencional, em conjunto com a medição da produtividade;

- identificar os tempos improdutivos e auxiliares na execução de alvenaria estrutural e convencional, em confronto com os índices de produtividade;
- analisar como é feito o gerenciamento e o dimensionamento das equipes de trabalho nas obras da cidade de Alegrete-RS;
- investigar os fatores responsáveis pela variação dos índices de produtividade da mão de obra nos serviços executados em diversos canteiros de obras da cidade de Alegrete-RS;
- em função de existir esforços diferentes entre as tarefas de marcação e elevação, que se identifique fatores de conversão que sirvam para transformar as quantidades de uma certa tarefa, em uma quantidade equivalente do serviço da outra tarefa, para que se possa medir a produtividade da mão de obra em empreendimentos completos na cidade de Alegrete-RS.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** 2000. 374p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ARAÚJO, L.O.C; SOUZA, U. E. L. **Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: Detecção e quantificação.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000. Não paginado.

_____. **A produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, v.3., 2000, Vitória. **Anais...** Vitória: ANTAC, 2000. p. 715-725.

_____. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: Detecção e quantificação de fatores influenciadores.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001. p.01 – 25.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistema de Gestão da Qualidade- Fundamentos e Vocabulário.** ABNT NBR ISO 9000:2005. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

AZEREDO, H. A. **O Edifício Até sua Cobertura.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BRAGA, B; Et al. **Alvenarias.** (Notas de aula). 2010. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.ufp.pt%2F~jguerra%2FPDF%2FConst%2Frucoes%2FAlvenarias_PP_1.pdf&ei=SGhnUM2NPOfj0QHH_oHIBQ&usg=AFQjCNH OacDvkinu8s4h6EL97DUkdDsx_A>. Acesso em 15 de agosto de 2012.

CAMACHO, J.S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** Trabalho Desenvolvido ao NEPAE - Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. UNESP-SP , 2006.

CARDOSO, B.F.S. **Produtividade no serviço de Alvenaria Estrutural-Estudo de Caso.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

CARRARO, F. **Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria.** 1998. 226p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CARRARO, F; SOUZA, E.L. **Monitoramento da produtividade da mão de obra na execução da alvenaria: Um caminho para a otimização dos recursos.** In:

CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, v.1, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. p.291 – 298.

CBIC / FGV. **A produtividade da construção civil brasileira**. Estudo realizado pela parceria da Câmara Brasileira da Indústria da Construção com a Fundação Getúlio Vargas (2012). Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-na-construcao-civil>>. Acesso em 5 de junho de 2012.

CERÂMICA ERMIDA. **Blocos estruturais**. 2012. Disponível em: <<http://www.ceramicaermida.com.br/blocos-estruturais-vantagens.html>>. Acesso em 22 set.2012.

CHAMBERS, S; JOHNSTON, R.; SLACK, N. **Administração da Produção**. 3 ed. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CHIAVENATO, I. **Administração da Produção: Uma Abordagem Introdutória**. 10 ed. Elsevier, 2005. Rio de Janeiro.

DANTAS, J. D. F. **Produtividade da Mão de Obra- Estudo de Caso: Métodos e Tempos da Indústria da Construção Civil no Subsetor de Edificações na Cidade de João Pessoa –PB**. 2011. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2011.

FERNANDES, M. J. G; SILVA, A. F. **Estudo comparativo do uso da alvenaria estrutural com bloco de concreto simples em relação ao sistema estrutural em concreto armado**. Boletim técnico, (2009?).

FIGUEIRÓ, W. O. **Racionalização do Processo Construtivo de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). 2009.

HEINECK, L. F. **Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento de produtividade nas alvenarias**. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, v.3. 1991, Florianópolis, **Anais...** Santa Catarina: UFSC, 1991.

HERCULANO, M.T. **Produtividade em alvenaria de vedação de blocos cerâmicos: Análise comparativa**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

LATELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

MADER, T. S. **A Produtividade da mão de obra no Serviço de Alvenaria no Município de Ijuí**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2001.

MARTINS, J.G. **Alvenarias- Condições Técnicas de Execução**. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAa9EAL/alvenaria-condicoes-tecnicas-execucao>>. Acesso em 28 de maio de 2012.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

OLIVEIRA, R.R. et al. **Estudo de fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas**. In: Congresso Latino-Americano, v.1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. p.323 – 330.

OLIVEIRA, R.R. **Repetição e Produtividade na Construção Civil: Estudo da Execução de Estruturas de Edifícios**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v.17., 1997, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais...** Gramado: ABEPRO, 1997.

OLIVEIRA, L. A.; SOUZA, U. E. L.; SABBATINI, F. H. **Produtividade da mão de obra na execução de vedação de fachadas com painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.9., 2002, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC/UNIOESTE/UDEL/UFPR, 2002. Não paginado

RAMALHO, M. A. e CORRÊA, M. R. S.. **Projeto de edifícios de alvenaria Estrutural**. 1 ed. São Paulo: Editora PINI, 2003.

REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO. **Custos da construção**. São Paulo, PINI, 2001. Disponível em <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/114/custos-producao-205846-1.asp>>. Acesso em: 18 de agosto de 2012.

SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2009.

SANTOS, A. **Metodologia de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso**. 1995. 145p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

SANTOS, Â. M. R.; BARBOSA, J. A.; MAGGI, P. L. O. **Medida de produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria com blocos cerâmicos para aplicação em planejamento pelo método das linhas de balanço**. In: Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia, v.21., 2006, Ijuí. **Anais...** Ijuí: UNIJUÍ, 2006. Não paginado.

SILVA, R. C.; GONÇALVES, M. O.; ALVARENGA, R. C S.S. **Alvenaria racionalizada**. Revista Técnica. Edição 112 - Julho de 2006. São Paulo, PINI. Disponível em <<http://revistatechne.com.br/negocios-incorporacao-construcao/109/alvenaria-racionalizada-180496-1.asp>>. Acesso em: 15 de agosto de 2012.

SOUZA, U.E.L. de. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1996. 280p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.

_____. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical**. In: Seminário Tecnologia e Gestão na produtividade de edifícios: Vedações verticais, v.1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC-USP, 1998. p. 237-248.

_____. **Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.8., 2000, Salvador, Bahia, Brasil. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000.

_____. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo. Pini, 2006.

TCPO-13, **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos**. 13 ed. São Paulo: PINI, 2010.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. São Paulo: Pini: SindusCon, 2009.

APÊNDICE A – Tabelas Utilizadas na Pesquisa – Alvenaria convencional
Tabelas utilizadas para apropriação dos dados na obra em alvenaria convencional

Tabela 2 - 1º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANTILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência particular									
CONSTRUTORA: A						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quarta	08:00	17/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro A	Pedreiro	1	9	27	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedreiro B	Pedreiro	1	9		0				
Pedreiro C	Pedreiro	1	9		0				
				Total:	0				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm		Anormalidades ocorridas no período:						
Dia de marcação da obra e levantamento dos cantos da alvenaria:									
16:00 às 16:15 intervalo para café:									
Dia de pouco sol:									

Tabela 3 - 2º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANTILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência particular									
CONSTRUTORA: A						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quinta	08:00	18/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro A	Pedreiro	1	9	27	10,23	0,92	29,47	27,00	0,92
Pedreiro B	Pedreiro	1	9		9,54				
Pedreiro C	Pedreiro	1	9		9,7				
				Total:	29,47				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm		Anormalidades ocorridas no período:						
Iniciou-se a medição da produção dos operários:									
16:00 às 16:15 intervalo para café:									
Dia de sol:									
Vento forte:									

Tabela 4 - 3º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA										
OBRA: Residência particular										
CONSTRUTORA: A							DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
							Sexta	08:00	19/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso										
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum	
Pedreiro A	Pedreiro	1	9	27	11,49	0,88	60,21	54,00	0,90	
Pedreiro B	Pedreiro	1	9		9,05					
Pedreiro C	Pedreiro	1	9		10,2					
				Total:	30,74					
OBSERVAÇÕES:										
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm									
Anormalidades ocorridas no período:										
As metades de tijolos eram cortados pelos serventes;										
16:00 às 16:15 intervalo para café;										
Dia de sol;										
Vento normal;										

Tabela 5 - 4º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA										
OBRA: Residência particular										
CONSTRUTORA: A							DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
							Sábado	08:00	20/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso										
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum	
Pedreiro A	Pedreiro	1	4,5	13,5	5,36	0,88	75,51	67,50	0,89	
Pedreiro B	Pedreiro	1	4,5		4,89					
Pedreiro C	Pedreiro	1	4,5		5,05					
				Total:	15,3					
OBSERVAÇÕES:										
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm									
Anormalidades ocorridas no período:										
Dia nublado;										
Vento forte;										
sábado só trabalhavam pela manhã;										
Horário de entrada-7:30 e saída- 12:00										

Tabela 6 - 5º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência particular									
CONSTRUTORA: A						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Segunda	08:00	22/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro A	Pedreiro	1	9	27	11,54	0,85	107,09	94,50	0,88
Pedreiro B	Pedreiro	1	9		9,79				
Pedreiro C	Pedreiro	1	9		10,25				
				Total:	31,58				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm								
Anormalidades ocorridas no período:									
16:00 às 16:15 intervalo para café;									
Dia nublado									

Tabela 7 - 6º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência particular									
CONSTRUTORA: Particular						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Terça	08:00	23/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro A	Pedreiro	1	9	18	11,35	0,79	129,86	112,50	0,87
Pedreiro B	Pedreiro	1	0		0				
Pedreiro C	Pedreiro	1	9		11,42				
				Total:	22,77				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm								
Anormalidades ocorridas no período:									
O pedreiro B foi deslocado para ajudar na ferragem;									
16:00 às 16:15 intervalo para café;									
Dia de nublado;									
Vento forte;									

Tabela 8 - 7º dia de mensuração na alvenaria convencional

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência particular									
CONSTRUTORA: A						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quarta	08:00	24/10/2012	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria 2º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro A	Pedreiro	1	7	16	4,69	1,44	141,00	128,50	0,91
Pedreiro B	Pedreiro	1	0		0				
Pedreiro C	Pedreiro	1	9		6,45				
				Total:	11,14				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 14 x 19cm								
Anormalidades ocorridas no período:									
O pedreiro B foi deslocado para ajudar na ferragem;									
16:00 às 16:15 intervalo para café;									
Dia nublado;									
Vento normal;									
O pedreiro A se ausentou da obra pela parte da tarde-15:30 as 17:30									
Dia de término das alvenarias na altura de 1,50m									

APÊNDICE B – Tabelas Utilizadas na Pesquisa - Alvenaria estrutural
Tabelas utilizadas para apropriação dos dados na obra em alvenaria estrutural

Tabela 9 - 1º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quarta	08:00	24/07/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	9	9	8,8	1,02	8,80	9,00	1,02
Pedreiro E	Pedreiro	1	0		0				
Pedreiro F	Pedreiro	1	0		0				
				Total:	8,8				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm		Anormalidades ocorridas no período:						
	9 x 19 x 44cm								
Dia 22/07/2013 teve início a marcação do quinto pavimento;									
Dias 23/07 e 24/07 também foi executada a marcação do pavimento;									
Somente o pedreiro D executou o levantamento de alvenaria;									
Dia de frio e vento, pouco sol;									
Os pedreiros E e F executaram cantos;									
O pedreiro F estava de aviso e saía 2hs antes do término da jornada de trabalho;									
Os trabalhadores da obra tinham direito a 10min de manhã e 10min pela tarde para intervalo do café;									

Tabela 10 - 2º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quinta	08:00	25/07/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	9	25	12,8	0,86	37,96	34,00	0,90
Pedreiro E	Pedreiro	1	9		10,22				
Pedreiro F	Pedreiro	1	7		6,14				
				Total:	29,16				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm		Anormalidades ocorridas no período:						
	9 x 19 x 44cm								
Dia de frio e vento, pouco sol;									
Era a primeira obra em que os pedreiros trabalhavam com blocos de alvenaria estrutural;									
O pedreiro F levantou cantos;									

Tabela 11 - 3º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA										
OBRA: Residência 220										
CONSTRUTORA: B							DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
							Sexta	08:00	26/07/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso										
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m ²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum	
Pedreiro D	Pedreiro	1	9	18	10,15	0,81	60,21	52,00	0,86	
Pedreiro E	Pedreiro	1	9		12,1					
Pedreiro F	Pedreiro	1	0		0					
				Total:	22,25					
OBSERVAÇÕES:										
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm									
	9 x 19 x 44cm	Anormalidades ocorridas no período:								
Dia de frio e vento, pouco sol;										
O pedreiro F não compareceu na obra;										

Tabela 12 - 4º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA										
OBRA: Residência 220										
CONSTRUTORA: B							DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
							Segunda	08:00	29/07/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso										
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m ²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum	
Pedreiro D	Pedreiro	1	9	25	6,65	0,81	91,08	77,00	0,85	
Pedreiro E	Pedreiro	1	9		14,5					
Pedreiro F	Pedreiro	1	7		9,72					
				Total:	30,87					
OBSERVAÇÕES:										
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm									
	9 x 19 x 44cm	Anormalidades ocorridas no período:								
Dia de frio e vento, pouco sol;										
O pedreiro D executou paredes com vários cantos;										

Tabela 13 - 5º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Terça	08:00	30/07/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	9	25	5,87	1,35	109,60	102,00	0,93
Pedreiro E	Pedreiro	1	9		5,67				
Pedreiro F	Pedreiro	1	7		6,98				
				Total:	18,52				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm								
	9 x 19 x 44cm		Anormalidades ocorridas no período:						
Dia de frio e vento, pouco sol;									
Os pedreiros E e F levantaram cantos;									
Falta argamassa de assentamento dos blocos pela parte da tarde, por volta das 16:00;									

Tabela 14 - 6º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quarta	08:00	31/07/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	4,5	11,5	5,72	1,10	120,02	113,50	0,95
Pedreiro E	Pedreiro	1	4,5		3,1				
Pedreiro F	Pedreiro	1	2,5		1,6				
				Total:	10,42				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm								
	9 x 19 x 44cm		Anormalidades ocorridas no período:						
Dia de frio e vento;									
Os pedreiros foram deslocados para outras atividades pela parte da manhã por falta de argamassa;									
A tarde voltaram a executar alvenaria;									

Tabela 15 - 7º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Quinta	08:00	01/08/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	9	25	12,02	0,82	150,60	138,50	0,92
Pedreiro E	Pedreiro	1	9		7,8				
Pedreiro F	Pedreiro	1	7		10,76				
				Total:	30,58				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm								
	9 x 19 x 44cm	Anormalidades ocorridas no período:							
Dia nublado, não muito frio:									
O pedreiro E levantou dois cantos até altura de laje:									

Tabela 16 – Observações no 8º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Sexta	08:00	02/08/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	0	0	0	0,00	150,60	138,50	0,92
Pedreiro E	Pedreiro	1	0		0				
Pedreiro F	Pedreiro	1	0		0				
				Total:	0				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm								
	9 x 19 x 44cm	Anormalidades ocorridas no período:							
Dia de chuva, não houve levantamento de alvenarias:									

Tabela 17 - 9º dia de mensuração na alvenaria estrutural

PLANILHA PARA MEDIÇÃO EM OBRA									
OBRA: Residência 220									
CONSTRUTORA: B						DIA DA SEMANA	HORÁRIO	DATA	
						Segunda	08:00	05/08/2013	
SERVIÇO: levantamento de alvenaria do 5º piso									
EQUIPE	TRABALHADOR	NÚMERO	Hh	Total Hh	Qs(m²)	Rup d	Qsc	Hhc	Rup cum
Pedreiro D	Pedreiro	1	2	4	3,0	0,99	154,65	142,50	0,92
Pedreiro E	Pedreiro	1	0		0				
Pedreiro F	Pedreiro	1	2		1,05				
				Total:	4,05				
OBSERVAÇÕES:									
Dimensão do bloco:	9 x 19 x 29cm								
	9 x 19 x 44cm	Anormalidades ocorridas no período:							
Dia nublado, não muito frio;									
Os pedreiros eram chamados um a um para receberem seus honorários, ausentando-se da obra por algum tempo;									
O pedreiro E lavantou cantos;									
Término das alvenarias na altura de 1,40m pela parte da manhã, trabalharam das 8:00 às 10:00;									