



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**GEORGE CUNHA CORREIA LIMA**

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE PELO MÉTODO DA RAZÃO UNITÁRIA DE  
PRODUÇÃO (RUP) EM UMA OBRA DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

**FORTALEZA**

**2013**

**GEORGE CUNHA CORREIA LIMA**

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE PELO MÉTODO DA RAZÃO UNITÁRIA DE  
PRODUÇÃO (RUP) EM UMA OBRA DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

**FORTALEZA**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- L698a Lima, George Cunha Correia.  
Análise da produtividade pelo método da razão unitária de produção (RUP) em uma obra de alvenaria estrutural / George Cunha Correia Lima. – 2013.  
56 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Graduação em Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.  
Orientação: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.
1. Construção Civil. 2. Alvenaria estrutural. I. Título.

**GEORGE CUNHA CORREIA LIMA**

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE PELO MÉTODO DA RAZÃO UNITÁRIA DE  
PRODUÇÃO (RUP) EM UMA OBRA DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. civil Luís Felipe Cândido (Examinador interno)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

M.Sc. Ana Beatriz Luna de Carvalho (Examinador externo)

Protecto Engenharia Ltda.



A Deus que me deu a oportunidade de viver,  
me ensinou a ser uma pessoa melhor e que a  
cada erro deu-me uma nova chance para  
recomeçar minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A minha mãe que sempre acreditou no meu potencial e me incentivou aos estudos.

Ao meu pai que foi meu exemplo de paternidade e ser humano.

A minha irmã que pouco convivi, mas alegrou-me quando tive essa oportunidade.

A minha noiva (futura esposa) Renata que esteve presente nesta nova fase da minha vida, sempre me apoiando e compreendendo.

Ao prof. Alexandre Araújo Bertini que me aceitou como seu orientando e propôs meu tema, apesar de estar saturado como orientador, mostrando um dos atributos de um verdadeiro educador.

Ao meu amigo Luís Felipe Cândido, exemplo de dedicação, que me agraciou com a avaliação do meu trabalho.

A Ana Beatriz que com a apresentação de sua dissertação mostrou a viabilidade do meu tema.

Aos professores da graduação Ticiania, Nadja, Aldo, Suelly, Magnólia, Joaquim, Denise, Macário, Evandro, Anderson que ajudaram muito na minha formação acadêmica e influenciaram como profissional, além dos ensinamentos de vida que foram imprescindíveis.

A Prof.<sup>a</sup> Verônica que contribuiu muito para a concepção da minha monografia com suas aulas, cobranças de prazos e correções oportunas.

Aos meus amigos Rondinelly, Ana Selma, José Márcio, Edward, Carlos, Victor, Guilherme e Daniel que durante esses anos de faculdade compartilharam muitos momentos de estudo para trabalhos e provas.

A Universidade Federal do Ceará, minha escola, que me viu chegar, aprender, tropeçar, cair, me reerguer e por fim me ver sair ativo com muitas histórias para contar e lições de vida.

“Conhecereis a verdade e a verdade vos libertará.” (Jesus)

## RESUMO

O setor da construção civil tem papel fundamental para o crescimento do Brasil, sendo sua representatividade justificada por sua participação expressiva no Produto Interno Bruto (PIB) como também por empregar milhões de trabalhadores. Este setor também é caracterizado por sua baixa produtividade associada geralmente a uma mão-de-obra desqualificada, alta rotatividade de empregados e gestão ineficiente. Estes fatores justificam e motivam o estudo da produtividade de uma maneira padronizada que permita a formação de um banco de dados quantitativo e qualitativo, como também o estudo do controle da produção. Como alternativa de Souza a Razão Unitária de Produção (RUP) juntamente com o Modelo dos Fatores, proporciona a correlação entre a produtividade de um serviço a um fator (anormalidade). Diante disso, através de um estudo de caso em alvenaria estrutural foram exploradas as ferramentas apropriadas para a coleta padronizadas e determinação dos diferentes tipos de RUP. Foi proposto a uma metodologia de implantação de um sistema de gestão da produtividade com a inclusão destes elementos associados às ferramentas gerenciais já disseminadas, servindo de modelo para construtoras alcançarem a melhoria contínua da produtividade.

**Palavras-chave:** Produtividade. Alvenaria estrutural. RUP. Modelo de fatores. Sistema de gestão da produtividade.

## ABSTRACT

The building construction sector has a fundamental role in Brazilian growth, its representativeness is justified by its expressive contribution in the gross national product (GNP), and it also employs millions of workers. The building construction sector has a characterized by ITS low productivity linkage, in usually, a poorly qualified labor hand, high turnover and inefficient management. Therefore, studies about productivity theme in standardized method that provides a generation database quantitative and qualitative, as well as a production control. Alternatively, we have the Unitary Production Ratio (RUP) indicator that together with the factor model provide a correlation of the productivity performance of tasks and determinate factor (abnormality). Thus, through a case study in a building construction site on structural masonry were explored appropriate tools to collect data standardized were proposed in a spreadsheets and different RUP indicators were calculated. A methodology to implementation of a management system of productivity were proposed and with the inclusion of factors in the management tools already disseminated. These results served as a model for builders to achieve continuous improvement productivity.

**Palavras-chave:** Productivity. Structural masonry. RUP. Factor model. Productivity management system.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferentes possibilidades da mão-de-obra envolvida .....	9
Figura 2 – Horas disponíveis para o trabalho em um dia .....	10
Figura 3 – Abordagem analítica relativo ao produto e ao processo construtivo do serviço de concreto armado de um edifício (exemplo de desmembramento dos serviços) .....	11
Figura 4 – Visualização dos diferentes tipos de RUP .....	13
Figura 5 – Gráfico da RUPd of.....	16
Figura 6 – Gráfico dos diferentes tipos de RUP para o mesmo serviço.....	17
Figura 7 – Visão do processo de produção e partes influenciadas pelos fatores.....	18
Figura 8 – Gráfico $RUP_{cum} \times RUP_{pot}$ para diferentes anormalidades de um serviço.....	20
Figura 9 – Exemplo de Linha de Balanço (LB) .....	20
Figura 10 – Ciclo de vida de um projeto .....	21
Figura 11 – Planilha 3 - Quantidade de serviço diária (paginação).....	24
Figura 12– Placa de identificação das paredes .....	24
Figura 13– Presença diária da equipe .....	27
Figura 14 - Horas trabalhadas por operário/dia .....	28
Figura 15– Quantidade de serviço do 1º dia coletado .....	28
Figura 16– RUP e anormalidades .....	29
Figura 17– Gráfico com os valores de RUP potencial e diária .....	29
Figura 18– Ciclo PDCA para o sistema de gestão de produtividade proposto .....	31
Figura 19– Fluxograma para obtenção dos valores de RUP's.....	34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Cálculo diário das RUP diária e cumulativa e valor da RUP potencial.....	12
Tabela 2 – Planilha de registro da RUP.....	15

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos dos possíveis desmembramentos dos serviços .....	11
Quadro 2 – Fontes disponíveis de dados .....	14
Quadro 3 – Fatores influenciadores da produtividade da mão-de-obra.....	18
Quadro 4 – Fatores influenciadores (anormalidades).....	19



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1. Justificativa do tema</b> .....	1
<b>1.2. Objetivos</b> .....	2
<i>1.2.1. Objetivo geral</i> .....	2
<i>1.2.2. Objetivos específicos</i> .....	2
<b>1.3. Estrutura do trabalho</b> .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
<b>2.1. Alvenaria estrutural (processo racionalizado)</b> .....	4
<i>2.1.1. Materiais empregados</i> .....	4
<i>2.1.2. Projeto racionalizado</i> .....	5
<i>2.1.3. Layout de canteiro</i> .....	6
<i>2.1.4. Equipamentos e ferramentas</i> .....	6
<b>2.2. O método da Razão Unitária de Produção (RUP)</b> .....	7
<i>2.2.1. Mão-de-obra adotada</i> .....	8
<i>2.2.2. Horas efetivas</i> .....	9
<i>2.2.3. Quantidade de serviço</i> .....	10
<i>2.2.4. Período considerado</i> .....	12
<i>2.2.5. Avaliando a produtividade de uma obra</i> .....	13
<i>2.2.5.1. Definição do escopo</i> .....	13
<i>2.2.5.2. Levantamento de dados</i> .....	14
<i>2.2.5.3. Geração e apresentação dos dados</i> .....	15
<i>2.2.5.4. Análise das informações</i> .....	16
<b>2.3. Modelo de Fatores</b> .....	17
<b>2.4. Gerenciamento da produtividade</b> .....	19
<i>2.4.1. Linha de Balanço</i> .....	20
<i>2.4.2. PDCA</i> .....	21
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	23
<b>3.1. Coleta de dados</b> .....	23
<b>3.2. Fatores influenciadores da produtividade</b> .....	25
<b>3.3. Sistema de gerenciamento</b> .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	26

<b>4.1. Estudo de caso</b> .....	26
<i>4.1.1. Caracterização da obra</i> .....	26
<i>4.1.2. Resultados dos dados coletados</i> .....	27
<b>4.2. Análise dos resultados</b> .....	29
<i>4.2.1. Análise dos dados obtidos</i> .....	29
<i>4.2.2. Modelo simplificado de gerenciamento produtivo</i> .....	30
<i>4.2.2.1. Características do empreendimento</i> .....	31
<i>4.2.2.2. Coleta de dados e obtenção das RUP's</i> .....	33
<i>4.2.2.3. Identificação de fatores e gestão da produtividade</i> .....	35
<b>5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37
<b>ANEXO A – PLANTA BAIXA PARCIAL DA 1º FIADA</b> .....	39
<b>APÊNDICE A – PLANILHA 1 (LISTA DE PRESENÇA DIÁRIA)</b> .....	40
<b>APÊNDICE B – PLANILHA 2 (HOMENSxHORAS TRABALHADAS DIÁRIAS)</b> ... 41	
<b>APÊNDICE C – PLANILHA 3 (QUANTIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA - PAGINAÇÃO)</b> .....	42
<b>APÊNDICE D – PLANILHA 4 (QUANTIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA – m<sup>2</sup>)</b> .....	43
<b>APÊNDICE E – PLANILHA 5 (CÁLCULO DAS RUP's)</b> .....	44

## **1. INTRODUÇÃO**

Conforme dados obtidos pelo Censo de 2010 a cadeia da construção imobiliária representa cerca de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, ficando atrás somente de setores como educação, saúde e comércio (IBGE, 2010). Com relação ao número de trabalhadores envolvidos na construção civil são cerca de três milhões de empregos diretos (Oscar, 2012). Com isso verifica-se a relevância do setor para o crescimento do país e a importância de estudos nessa área, principalmente no que se refere a ganhos de produtividade.

A Construção civil, também conhecida como indústria da construção, está aquém da produtividade obtida pela indústria seriada, existindo ainda processos construtivos artesanais como argamassa feita sem o uso de betoneira, por exemplo. Logo, verifica-se a necessidade de um gerenciamento das obras mais eficaz e eficiente na busca de práticas construtivas mais racionalizadas e padronização dos processos visando um maior controle da produção.

### **1.1. Justificativa do tema**

Diante da grande importância do setor da construção civil para a sociedade, sendo um dos maiores empregadores do país, a busca pela melhoria dos processos construtivos assim como o gerenciamento adequado das obras se tornaram primordiais quando é visado o aumento da produtividade.

A preocupação com racionalização da produção, a adoção de metodologias de gerenciamento da produtividade e padronização de processos na indústria da construção hoje são negligenciados por muitas empresas, pois estas adotaram como missão a obtenção do lucro como único fim, independente dos meios utilizados.

A alvenaria estrutural surge como uma aproximação do modelo de produção industrial, com processo construtivo bem definido e racionalizado, reduzindo os desperdícios tão evidentes nos métodos tradicionais.

A baixa produtividade da construção civil é evidente há muitos anos, caracterizada geralmente pelo baixo nível educacional de sua mão-de-obra, falta de treinamento adequado e salários considerados baixos.

Para Araújo (2000) determinar a eficiência produtiva, bem como os fatores influenciadores para sua redução mostra-se um valioso parâmetro para a melhoria dos

processos e aumento da produtividade. Além disso, segundo o mesmo autor o uso de inovações tecnológicas sem a gestão sistemática pode não acarretar em ganhos de produtividade.

Porém, a ausência de padronização na mensuração da produtividade dificulta a comparação com outras obras. Souza (2006) cita um indicador denominado razão unitária de produção (RUP) que determina a produtividade pela quantidade de horas demandadas de uma equipe previamente definida pela a quantidade de serviço executado num período de tempo estipulado. O pensamento de se ter um indicador produtivo padrão baseado na RUP ainda é uma realidade distante para o mercado da construção de Fortaleza.

Pelo contexto supracitado, verifica-se a necessidade da padronização da medição da produtividade nas obras por meio de um indicador, que o presente estudo adotou como sendo a RUP, o qual fornece valores quantitativos e quando associado ao modelo de fatores proporciona uma visão das variáveis que influenciam no aumento ou decréscimo da produtividade. Dessa maneira possibilita, por meio de um sistema de gestão da produção, o devido controle e auxílio na tomada de decisões em relação ao desempenho da produção.

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo geral***

Propor uma metodologia de implantação de um sistema de gestão da produtividade em obras de alvenaria estrutural, utilizando o método da Razão Unitária de Produção (RUP) em uma obra na cidade de Fortaleza.

### ***1.2.2. Objetivos específicos***

São descritas as metas a serem atingidas com o presente estudo:

- a) desenvolver planilhas para coletas de dados de produtividade na obra estudada;
- b) coletar dados com as planilhas desenvolvidas com a finalidade de padronizá-las e validá-las;
- c) analisar os dados coletados com base no método da RUP.

### **1.3. Estrutura do trabalho**

A estrutura da monografia foi formada por 5 capítulos que tem por finalidade apresentar o tema estudado, dar um embasamento teórico, detalhar os meios utilizados para alcançar os objetivos definidos, mostrar os resultados obtidos, realizar conclusões e sugerir questões de pesquisa a partir desse trabalho.

O capítulo 1 compõe-se da introdução, justificativa do tema escolhido, objetivo geral, objetivos específicos e estrutura de trabalho.

O capítulo 2 refere-se a revisão de literatura que evidencia o conhecimento necessário para a composição do tema proposto que permeia dentro da construção civil, os assuntos: alvenaria estrutural, produtividade e gerenciamento da produtividade.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para o presente estudo da elaboração das planilhas testadas e validadas.

O capítulo 4 mostra os dados coletados por cada planilha, uma amostra não representativa do índice produtividade RUP e um modelo simplificado de um sistema de gerenciamento da produtividade.

O capítulo 5 constitui-se das conclusões do trabalho e sugestões para trabalhos futuros. Por fim, tem-se as referências, anexos e apêndices da pesquisa.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Alvenaria estrutural (processo racionalizado)**

O déficit habitacional ainda relevante, aliado a maior oferta de crédito disponibilizada nos últimos anos, o aumento da competitividade das grandes empresas do setor que expandiram sua atuação para outros estados visando atender as necessidades dos clientes são os motivadores para que o ambiente da construção se torne cada vez mais racionalizado. Logo, os processos tendem a se tornarem mais enxutos, os métodos construtivos objetivando reduzir os custos e garantindo a qualidade do produto final.

Tendo esse pensamento como premissa Barros e Sabbatini (2003), propuseram a adoção de Tecnologias Construtivas Racionalizadas (TCR's) definindo-as como a sistematização de conhecimentos acadêmicos e empíricos, com o objetivo de criar, produzir e difundir um modo particular de execução das partes de um edifício ou no todo, buscando otimizar os recursos envolvidos em todas as etapas.

A alvenaria estrutural sendo considerada uma TCR apresenta-se como um processo construtivo eficiente e eficaz, posto que sua execução seja normalizada, necessitando de um alto grau de organização do canteiro, mão-de-obra devidamente treinada, modulação de projetos, equipamentos específicos e sequência construtiva bem definida.

#### ***2.1.1. Materiais empregados***

Segundo Camacho (2006), os componentes básicos da alvenaria estrutural são: os blocos estruturais, a argamassa, o graute e a armadura. Ainda segundo o mesmo autor, tal processo construtivo apresenta as seguintes vantagens no seu emprego: redução de custos, menor variedade de materiais utilizados, redução na diversidade da mão-de-obra especializada, aumento da produtividade e resistência estrutural.

Os blocos comumente utilizados podem ser de concreto ou cerâmicos, que em sua maioria são projetados para a modulação de 40 cm, mais difundida no Brasil, cuja unidade básica é de 20 cm.

A argamassa tem por função principal ser o ligante entre os blocos, para garantir a homogeneidade da estrutura, sendo constituída de cimento, areia, cal e água. Ramalho e Correa (2003) relatam as demais funções que são: distribuir as cargas pela alvenaria, corrigir

os defeitos dos blocos, absorver deformações, dificultar a infiltração da água e a entrada do vento.

O graute segundo Medeiros e Sabbatini (1993) é composto de microconcreto de alta plasticidade e tem por finalidade que a parede tenha ganhos de resistência à compressão, devido ao aumento da seção transversal com o seu preenchimento, sendo utilizado em conjunto com as armaduras para combater os esforços de tração.

As armaduras segundo, Camacho (2006), são as mesmas das estruturas de concreto armado e são divididas em construtiva ou de cálculo, podendo absorver os esforços a tração ou a compressão e por necessidades da construção.

Além disso, outros componentes também são fundamentais para que este processo alcance um nível de industrialização, semelhante a uma linha de montagem, onde as peças são dispostas em seus devidos lugares sendo estas previamente fabricadas. Estes elementos mais comuns são: escadas pré-moldadas, vergas, contra-vergas, contramarcos e lajes pré-moldadas (treliçadas ou painéis de concreto armado).

Os elementos denominados de pré-moldados têm como características a sua compatibilização com o projeto de coordenação modular, eficiência produtiva e montagem fácil, sendo denominado segundo a norma NBR 9062 de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2006), onde o mesmo é moldado fora do lugar (industrializadas ou no canteiro de obras) que será assentado.

### ***2.1.2. Projeto racionalizado***

Segundo Tauil e Nesse (2001), o projeto da alvenaria estrutural, contém a paginação das paredes, que mostra a distribuição exata de cada tipo de bloco e elemento pré-moldado (vergas, contra-vergas e contramarco) em cada parede (numerada em projeto), sendo apresentado nas plantas de 1º fiada (marcação da alvenaria), 2º fiada e a paginação propriamente dita.

Mamede (2001) enumera as regras básicas para a obtenção de um projeto racionalizado contendo os seguintes itens:

- a) implantação de um sistema de racionalização de projetos;
- b) equipe de projetos integrada;
- c) controle de qualidade;

- d) aplicação dos princípios da construtibilidade nas etapas de concepção, planejamento, projeto e execução;
- e) soluções simplificadas e padronizadas;
- f) uso de materiais pré-moldados;
- g) adoção da coordenação modular;
- h) projetos detalhados.

### **2.1.3. Layout de canteiro**

O arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação (Corrêa & Corrêa, 2009). Na construção civil um termo alternativo mais comumente utilizado para arranjo físico é o *layout* de canteiro de obras. Sua função básica é garantir as condições mínimas para execução de uma obra organizada e com fluxo contínuo de produção.

Assim, o planejamento de canteiro é definido como o planejamento do *layout* e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação e armazenamento de materiais e instalações de segurança (Saurin, 1997).

O conceito de linha de produção tradicional prevê que esta seja estacionária, onde as matérias-primas vão se deslocando até formar o produto acabado (final). Contudo, a Indústria da Construção Civil têm a peculiaridade de ter o processo de fabricação dinâmico enquanto o produto final (edifício) é estático.

Para Mourão *et. al* (2009), as restrições de tempo, dos deslocamentos (transportes horizontal e vertical) e localização dos materiais dentro do canteiro de obras são um dos fatores que influenciam nas perdas de produtividade. Os autores sugerem que a solução seja a definição de um *layout* de canteiro otimizado onde deve haver um estudo prévio da alocação dos seguintes elementos: guincho, betoneira, grua, estoque de material, entrada de caminhões, dentre outros.

### **2.1.4. Equipamentos e ferramentas**

Carvalho (2013), lista alguns equipamentos que podem ser usados para facilitar o transporte vertical e horizontal dentro da obra, que são:



- a) grua: permite o transporte de cargas para a edificação ou dentro do canteiro, reduzindo o tempo dos deslocamentos;
- b) guincho cremalheira: transporte vertical de pessoas e cargas (separadamente);
- c) manipulador telescópico: facilita o transporte de materiais (horizontal e vertical) diretamente da área de estoque até o local onde este será utilizado;
- d) transpallets: carrinhos para transporte adequado dos pallets, gerando menor esforço;

Segundo Carvalho (2013), as ferramentas geralmente utilizadas a execução da alvenaria estrutural são:

- a) régua de nível: para alinhamento e nivelamento das fiadas;
- b) fio: marcação da linha de assentamento das fiadas;
- c) nível alemão: para tomada do nível da laje e demais níveis necessários;
- d) escantilhão: disposto no encontro das paredes, tendo por função manter o alinhamento;
- e) régua de prumo: verifica o prumo e o nível da alvenaria;
- f) gabaritos: utilizados nas portas e janelas onde são posicionados, para serem removidos posteriormente;
- g) colher de pedreiro: espalhar a argamassa na 1º fiada e nas paredes transversais dos blocos;
- h) palheta: espalhar a argamassa nas paredes longitudinais;
- i) colher meia-cana: outro equipamento que também distribui a argamassa sobre os blocos;
- j) bisnaga: também utilizado para distribuir a argamassa;
- k) masseira e porta-masseira: utilizada para colocação da argamassa facilitando o seu acesso com diminuição do esforço pelo operário;
- l) andaimes: utilizados geralmente na 2º elevação da alvenaria (acima de 1,40m).

## **2.2. O método da Razão Unitária de Produção (RUP)**

Para Souza (2006), a grande variação da produtividade atual nas obras de construção leva a seguinte conclusão: não é possível tomar decisões assertivas sem o devido

ao conhecimento da noção de produtividade variável e os fatores influenciadores. Isso demonstra que a adoção de valores médios como se costuma adotar pode levar a erros que poderiam acarretar em aumento de custos e atrasos, caso a produtividade real difira do que foi previsto.

Souza (2006) propõe ainda a adoção de um novo modelo para a padronização e mensuração da produtividade que é o indicador da razão unitária de produção (RUP), que relaciona o esforço humano, obtido em Homens x hora(Hh), com a quantidade de serviço realizado, conforme exemplificado na fórmula 1.

$$\text{RUP} = \text{Hh}/\text{quantidade de serviço} \quad (1)$$

Ainda segundo Souza (2006), para padronizar a avaliação da RUP deve-se primeiro definir quatro aspectos que são:

- a) definição da mão-de-obra envolvida que pode ser: oficial (pedreiro), direta (pedreiro e servente) e global (pedreiro, servente, guincheiro e betoneiro);
- b) quantificação das horas de trabalho consideradas;
- c) quantificação do serviço realizado;
- d) definição do intervalo de tempo que as medições de entrada e saída relacionam-se.

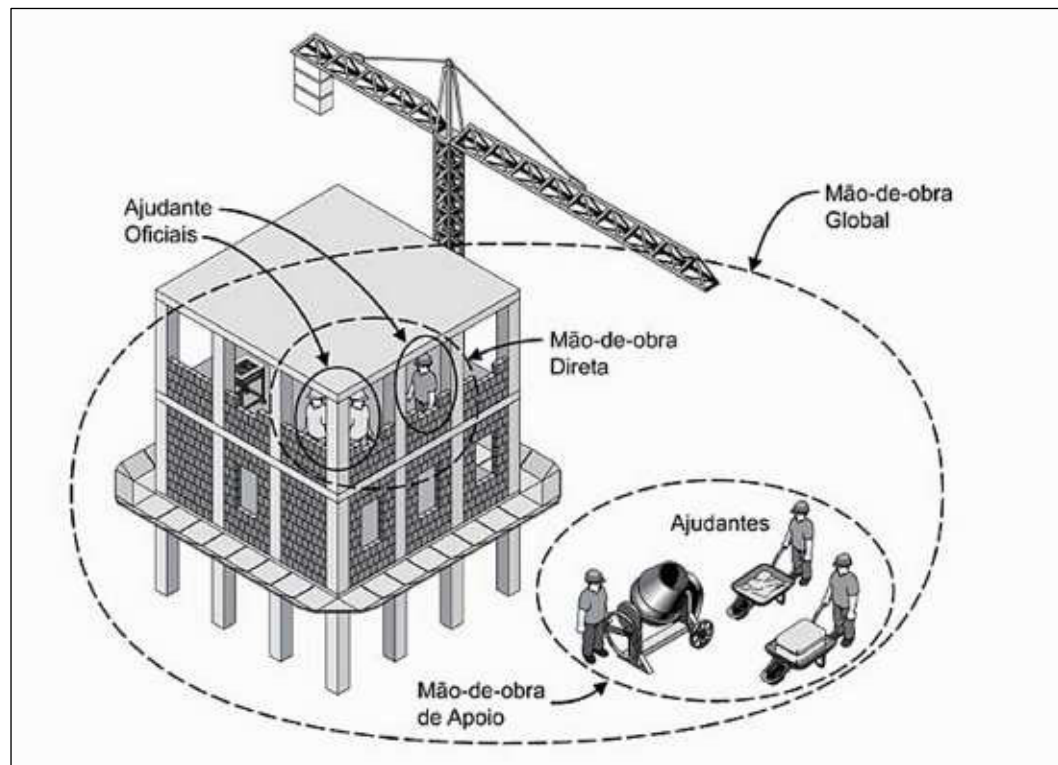
### ***2.2.1. Mão-de-obra adotada***

Para que se estude a produtividade física da mão-de-obra para um dado serviço, tem-se que identificar quem foi designado, sendo alocado nas atividades-fim (aplicação de revestimento de gesso, por exemplo) ou em atividades-meio (transporte de materiais, por exemplo). Partindo desse princípio, segundo Souza (2006), pode-se medir a produtividade com diferentes RUP's, criando um padrão relativo aos trabalhadores considerados na equipe de produção (Figura 1), resultando nos seguintes indicadores:

- a) RUP<sub>of</sub>: avalia a produtividade dos oficiais (os diretamente envolvidos no produto final) que seriam os pedreiros;
- b) RUP<sub>dir</sub>: avalia a produtividade da mão-de-obra direta (oficiais acrescidos dos ajudantes diretos) composta de pedreiros e serventes;

c)  $RUP_{glob}$  : avalia a produtividade da mão-de-obra global (mão-de-obra direta acrescida da equipe de apoio), somando aos considerados no item anterior o betoneiro, por exemplo. Vale ressaltar que a equipe administrativa não é contemplada com a equipe de apoio já que esta não participa da produção.

Figura 1 - Diferentes possibilidades da mão-de-obra envolvida



Fonte: Souza (2006).

### 2.2.2. Horas efetivas

Souza (2006) considera como horas efetivas trabalhadas conforme Figura 2, o tempo em que o operário está presente no canteiro de obras e apto ao trabalho. Logo, são feitas as seguintes considerações:

- a) não são descontadas as horas paradas de eventos, que foram ocasionados por falhas na gestão da obra: falta de materiais, treinamentos, dentre outros;
- b) são considerados somente os tempos produtivos, pois apesar de o mesmo estar mais ou menos dedicado nas atividades ele permanece disponível;
- c) os intervalos para refeição não são computados como horas disponíveis.

Figura 2 – Horas disponíveis para o trabalho em um dia

Horário	Operário 1	Operário 2	Operário 3
7h00 às 8h00	E		E
8h00 às 9h00		E	
9h00 às 10h00			
10h00 às 11h00			
11h00 às 12h00	almoço	almoço	S
12h00 às 13h00			ausente
13h00 às 14h00	paralisação por falta de material	paralisação por falta de material	
14h00 às 15h00			
15h às 16h00			
16h00 às 17h00	S	S	
Horas Disponíveis	9	8	4

Fonte: Souza (2006).

E horário de entrada   
 S horário de saída   
  períodos disponíveis   
  períodos contabilizados

### 2.2.3. Quantidade de serviço

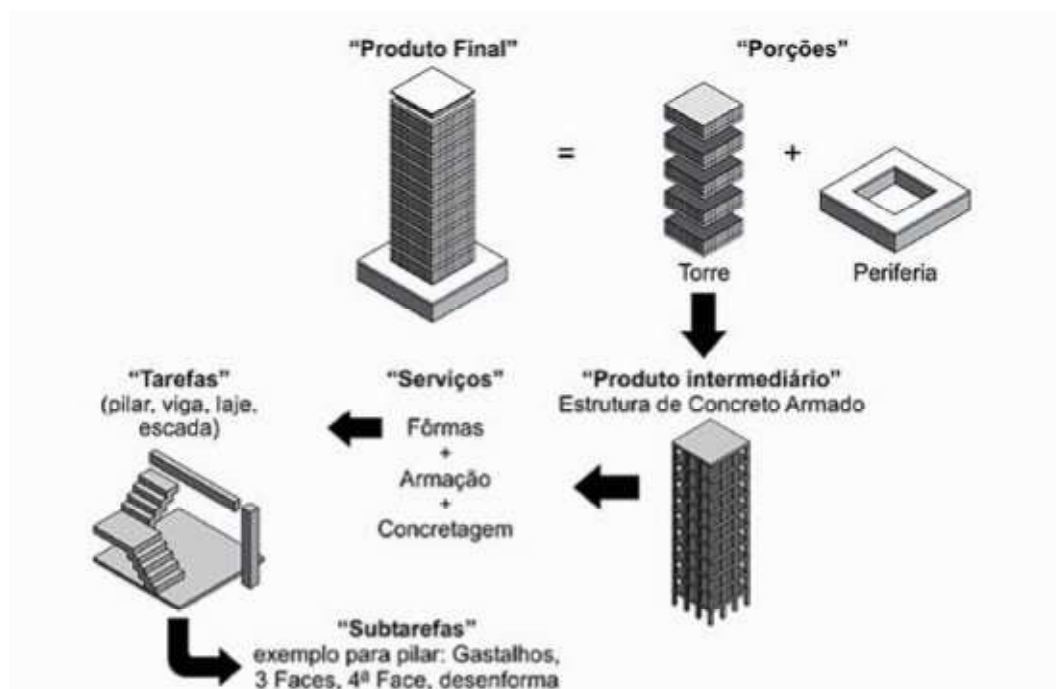
Para Souza (2006), deve ser adotada a quantidade líquida dos serviços já com os descontos, como por exemplo, nas paredes mede-se a quantidade de alvenaria executada sendo retirados os vãos (portas e janelas). Os serviços podem ser divididos em parcelas menores (Figura 3 e Quadro 1), conforme escopo da análise, etapas produtivas (concretagem dos pilares, e posteriormente das vigas e lajes) e produto final (armação dos pavimentos tipo e em seguida à periferia).

Quadro 1 – Exemplos dos possíveis desmembramentos dos serviços

<b>Vedação</b>	Alvenaria	marcação
		elevação
		fixação
	revestimento interno de paredes com argamassa	taliscamento
		aplicação de argamassa
	revestimento de fachada com argamassa	chapisco
		taliscamento
		aplicação de argamassa
	revestimento cerâmico de paredes	assentamento de placas cerâmicas
		rejuntamento
revestimento com gesso desempenado	-	
revestimento com gesso sarrafeado	taliscamento	
	aplicação de gesso	

Fonte: Souza (2006).

Figura 3 – Abordagem analítica relativo ao produto e ao processo construtivo do serviço de concreto armado de um edifício (exemplo de desmembramento dos serviços)



Fonte: Souza (2006).

### 2.2.4. Período considerado

Para a definição do tempo ao qual a RUP se refere Souza (2006) propõe para a mensuração da produtividade, as listadas abaixo:

- a) RUP diária ( $RUP_d$ ): para cada dia útil de serviço, medem-se as entradas e saídas;
- b) RUP cumulativa ( $RUP_{cum}$ ): quando as quantidades de entradas e saídas são acumuladas do primeiro dia até a data da sua avaliação;
- c) RUP cíclica ( $RUP_{cic}$ ): quando o serviço possui ciclos bem definidos, como por exemplo, a execução da alvenaria dos pavimentos tipo;
- d) RUP periódica ( $RUP_{per}$ ): quando definido um período (semana, mês, 10 dias, dentre outros) da atividade;
- e) RUP potencial ( $RUP_{pot}$ ): que seria o valor da RUP diária ( $RUP_d$ ) que evidencia à sensação de meta de desempenho do serviço, já que seria uma valor de referência de produtividade. Matematicamente é calculada como sendo o valor da mediana das  $RUP_d$  inferiores ao valor da  $RUP_{cum}$  ao final do período considerado.

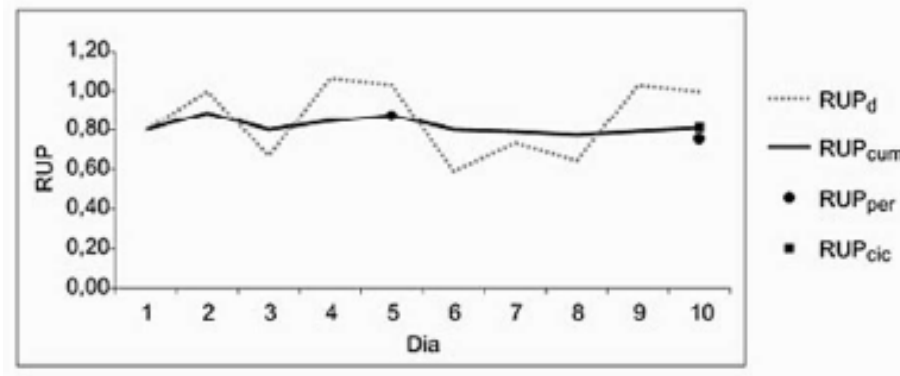
A Tabela 1 (Souza, 2006) exemplifica o cálculo das diferentes RUP's, complementada pelo Figura 4 a seguir.

Tabela 1 – Cálculo diário das RUP diária e cumulativa e valor da RUP potencial

Dia	Quantidade de serviço diária ( $m^2$ )	Hh diário	$RUP_d$ ( $Hh/m^2$ )	Quantidade cumulativa ( $m^2$ )	Hh cumulativo	$RUP_{cum}$ ( $Hh/m^2$ )	$RUP_{pot}$ ( $Hh/m^2$ )
1	100	80	0,80	100	80	0,80	0,67
2	80	80	1,00	180	160	0,89	
3	120	80	0,67	300	240	0,80	
4	60	64	1,07	360	304	0,84	
5	70	72	1,03	430	376	0,87	
6	150	88	0,59	580	464	0,80	
7	120	88	0,73	700	552	0,79	
8	100	64	0,64	800	616	0,77	
9	70	72	1,03	870	688	0,79	
10	80	80	1,00	950	768	0,81	

Fonte: Souza (2006).

Figura 4 – Visualização dos diferentes tipos de RUP



Fonte: Souza (2006).

### 2.2.5. Avaliando a produtividade de uma obra

Segundo Souza (2006), o estudo da produtividade, sendo este mais ou menos aprofundado, aplicado de maneira formal ou informal, deve conter algumas etapas, que são:

- a) escopo da avaliação;
- b) levantamento dos dados;
- c) processamento dos dados obtidos;
- d) apresentação dos resultados coletados;
- e) análise das informações.

#### 2.2.5.1. Definição do escopo

Para Souza (2006) alguns critérios devem ser atendidos no momento de definir os serviços que deverão ser primeiramente avaliados, que podem ser:

- a) atividades que requerem uma grande quantidade de operários envolvidos, já que a melhora na sua produtividade acarretaria num ganho mais significativo;
- b) para serviços que não possuem o devido acompanhamento de seus processos;
- c) para as atividades que são executadas pela empresa devem ter prioridade sobre aqueles que são terceirizadas;
- d) para serviços cuja duração é mais prolongada, podendo sofrer as devidas intervenções no intuito de melhorar o processo antes de seu término.

### 2.2.5.2. Levantamento de dados

No Quadro 2 abaixo ilustram-se as duas maneiras de apropriação dos dados que servirão para o cálculo da RUP, serem realizadas antes (fase de planejamento) e depois (fase de execução).

Quadro 2 – Fontes disponíveis de dados

<b>Projeto do produto e especificações</b>	Partes da obra executadas
	Materiais e componentes em uso
<b>Projeto para a produção</b>	Equipamentos em uso
	Ferramentas utilizadas
<b>Projeto do canteiro</b>	Processo / técnicas adotadas
	Condições do canteiro
<b>Macroprogramação</b>	Controle do andamento dos serviços
<b>Microprogramação</b>	Controle de presença
<b>Contratos</b>	Organização do trabalho vigente
<b>Sistema de gestão da empresa</b>	Formas de remuneração adotadas
	Práticas gerenciais em uso
<b>Plano de gestão da obra</b>	
<b>Previsão do tempo</b>	Condições atmosféricas

Fonte: Souza (2006).

Os dados relativos aos homens e as horas dedicadas a cada atividade, podem ser obtidos conforme exemplos:

- a) através da folha de pagamento onde geralmente atribui-se uma produtividade no período para cálculo das remunerações variáveis;
- b) as horas elegíveis por métodos já conhecidos, que são: apontador, relógio de ponto, catraca eletrônica;
- c) como também pode-se designar o controle por parte de um encarregado ou estagiário.



Para a quantidade de serviço ser devidamente mensurada, faz-se necessário o detalhamento do processo (paginação de paredes e revestimentos de piso, por exemplo), com auxílio de planilha diária ou por meio de ilustrações que evidenciam através de legendas (cores, hachuras, dentre outros) o andamento da atividade. E por fim, perceber os fatores inerentes a cada processo que podem ser qualitativos.

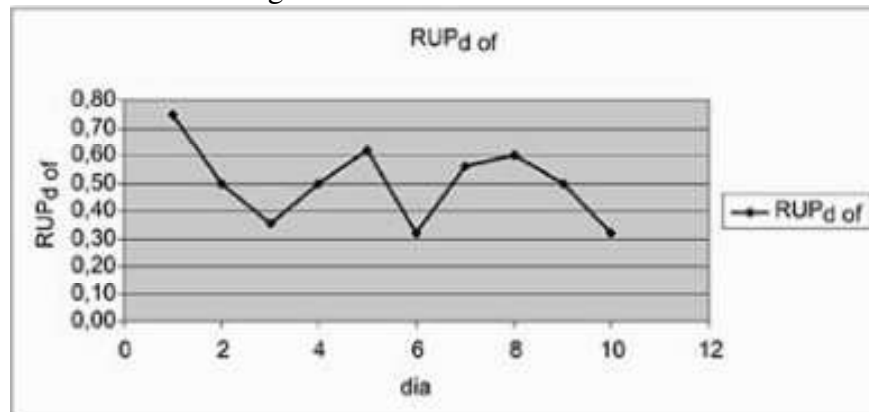
### 2.2.5.3. Geração e apresentação dos dados

Para Souza (2006), a fase que compreende o processamento de dados e a forma como eles podem ser visualizados, dependerá: do intuito das decisões a serem tomadas, da urgência na ocasião e do público alvo a ser atingido. Para isso são apresentados dois modelos de exposição de tais dados, através da Tabela 2 e Figura 5, abaixo.

Tabela 2 – Planilha de registro da RUP

				Horas			RUP <sub>d</sub> (Hh/m <sup>2</sup> )			RUP <sub>cum</sub> (Hh/m <sup>2</sup> )			RUP <sub>pot</sub> (Hh/m <sup>2</sup> )		
Data	Dia	Dia da semana	QS	Oficial	Ajudante direto	Ajudante de apoio	Oficial	Direta	Global	Oficial	Direta	Global	Global	Global	Global
26/nov	1	Seg	24	18	18	4	0,75	1,50	1,67	0,75	1,5	1,67	0,32	0,73	0,81
27/nov	2	Ter	26	18	18	4	0,69	1,38	1,54	0,60	1,20	1,33			
28/nov	3	Qua	48	17	18	4	0,35	0,73	0,81	0,49	0,99	1,1			
29/nov	4	Qui	20	10	10	4	0,5	1,00	1,20	0,49	0,99	1,12			
30/nov	5	Sex	26	16	16	4	0,62	1,23	1,38	0,51	0,99	1,16			
03/dez	6	Seg	28	9	18	4	0,32	0,96	1,11	0,48	1,03	1,15			
04/dez	7	Ter	32	18	18	4	0,56	1,13	1,25	0,50	1,02	1,17			
05/dez	8	Qua	30	18	18	4	0,6	1,20	1,33	0,51	1,04	1,19			
06/dez	9	Qui	36	18	18	4	0,5	1,00	1,11	0,51	1,06	1,18			
07/dez	10	Sex	50	16	16	4	0,32	0,64	0,72	0,48	1,05	1,11			

Fonte: Souza (2006).

Figura 5 – Gráfico da RUP<sub>d of</sub>.

Fonte: Souza (2006).

#### 2.2.5.4. Análise das informações

Conforme apresentado anteriormente, diversos indicadores de produtividade podem ser gerados e combinados para resultar uma análise específica para determinada tomada de decisão, subdividindo-se em dois tipos: na mão-de-obra considerada e no período de tempo.

Abaixo são listados as características de cada tipo de RUP e seus exemplos que demonstram as aplicabilidades:

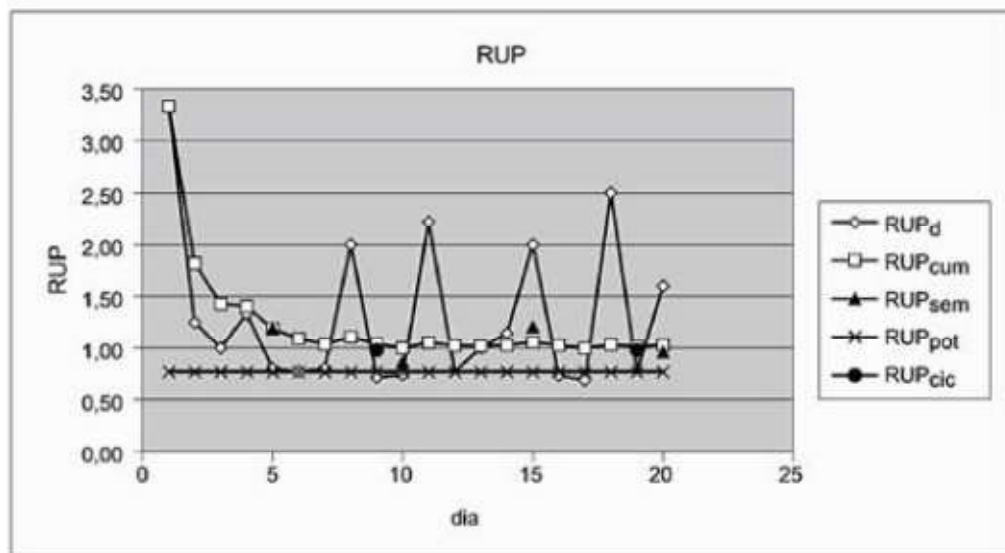
- a) RUP<sub>of</sub>: ao maior ou menor nível de dificuldade na finalização do serviço. O tamanho e o peso do bloco por ser determinantes na produtividade do pedreiro;
- b) RUP<sub>dir</sub>: o esforço demandado pelos ajudantes diretos (auxiliares) para a operação final, podendo ser reduzido ou extinto com o aumento de tecnologia. Execução de revestimento de gesso projetado;
- c) RUP<sub>glob</sub>: influenciada pelo tipo de fornecimento de materiais. Uso de grua para transporte de materiais (tijolos em pallets, armaduras de aço, içamento de concreto, etc.);
- d) RUP diária (RUP<sub>d</sub>): demonstra uma maior sensibilidade, dando respostas mais rápidas, permitindo correções imediatas. Fácil percepção de anomalias como falta de material ou frente de serviço;
- e) RUP cumulativa (RUP<sub>cum</sub>): revela tendências da produtividade, permitindo fazer um prognóstico para seu desempenho;
- f) RUP cíclica (RUP<sub>cic</sub>): assemelha-se a RUP<sub>per</sub>, podendo ser usada como controle de metas a curto prazo;

g) RUP periódica ( $RUP_{per}$ ): sua periodicidade independe do tempo de ciclo da atividade, mas permite a fixação de metas;

h) RUP potencial ( $RUP_{pot}$ ): seria o indicador que baliza o desempenho ótimo daquele serviço.

Vale ressaltar a importância da  $RUP_{pot}$  como parâmetro de referência para as demais, onde os distanciamentos dos valores diários evidenciam as correções necessárias no caso de baixas produtividades. Na Figura 6 é mostrado um gráfico que compara todas as RUP's relativas ao período de tempo definido.

Figura 6 – Gráfico dos diferentes tipos de RUP para o mesmo serviço

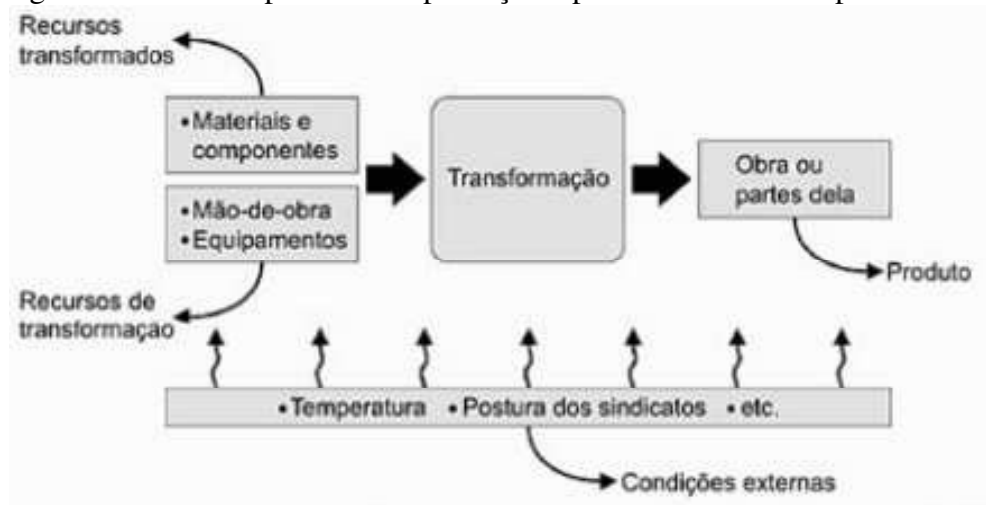


Fonte: Souza (2006).

### 2.3. Modelo de Fatores

O Modelo de Fatores formulado por Thomas e Yakoumis (1987) propõe que se as características de um determinado serviço permanecessem constantes, as variações na produtividade não ocorreriam. Portanto, as características que influenciam a produtividade são denominadas de fatores, foram sistematizados na Figura 7 para uma melhor compreensão.

Figura 7 – Visão do processo de produção e partes influenciadas pelos fatores



Fonte: Souza (2006).

Na tentativa de classificar os fatores Souza (2006) afirmou que estes podem estar ligados ao conteúdo (características do produto e recursos transformados) e ao contexto (recursos de transformação e condições de contorno). Além disso, quando as condições normais não ocorrem surgem as anormalidades que são definidas como distanciamentos acentuados do conteúdo e contexto citados. O Quadro 3 cita alguns exemplos para o serviço de concretagem de pilares e o Quadro 4 elenca as causas primárias e indiretas que provocaram danos à produtividade conforme proposto por Thomas e Smith (1990 *apud* SOUZA, 2006).

Quadro 3 – Fatores influenciadores da produtividade da mão-de-obra

Tipo de fator	Fator apontado	Comentários feitos
Conteúdo	tamanho do pilar	quanto maior, o trabalho é mais fácil
	densidade de armadura da seção transversal	se muito alta, cria dificuldades
	área do pavimento	quanto maior, maiores as distâncias a percorrer
	altura do pavimento sendo executado	quanto maior, mais lenta a concretagem
	abatimento do concreto	não adotar "slump" muito baixo
	britas usadas	brita 1 facilita
Contexto	equipamento de transporte interno do concreto	bombeamento é mais rápido que grua e elevador
	número de vibradores	ideal ter mais de 1
	qualidade do acesso dos caminhões-betoneira no canteiro	pensar o canteiro para não se criar dificuldades
	armadura de viga já colocada	dificulta a concretagem
	restrições quanto ao horário de concretagem	por legislação municipal ou regras internas a condomínios, trazem dificuldades
	período (manhã ou tarde) da concretagem	de manhã é melhor
	antecedência da solicitação	quanto maior, menor a chance de atrasos
incentivo por tarefa	aumenta a motivação dos operários	
Anormalidades	falha no atendimento pela concreteira	é o maior receio dos gestores
	quebra do equipamento de transporte	pode atrasar muito a concretagem

Fonte: Souza (2006).

Quadro 4 – Fatores influenciadores (anormalidades)

Ação danosa na produtividade	Causa
<b>primária</b>	variação de temperatura e/ou umidade
	eventos atmosféricos (chuvas, ventos fortes, etc.)
	trabalho fora da sequência programada
	interrupção 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
	tamanho elevado da equipe
	deficiências no gerenciamento de ferramentas e equipamentos
	restrições fictícias
	política de pagamentos inadequada ou não bem aceita
<b>via indireta</b>	aceleração da obra
	excesso de horas extras
	mais de um turno de trabalho
	jornada semanal elevada
	absenteísmo
	rotatividade
	alterações de projeto
	alterações de programação

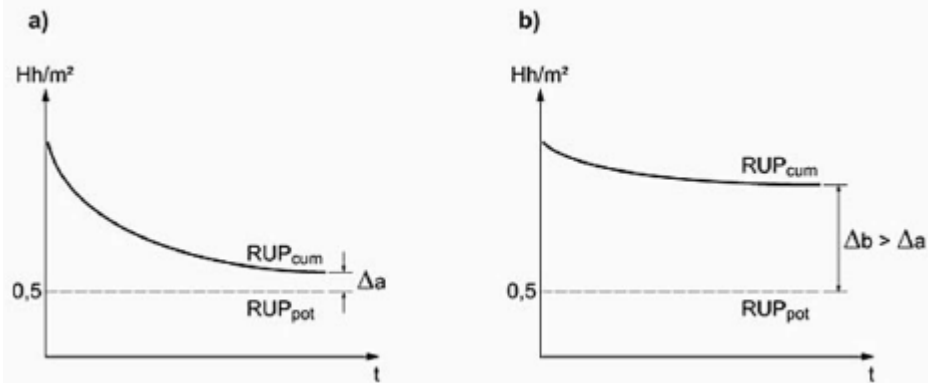
Fonte: Souza (2006).

## 2.4. Gerenciamento da produtividade

Souza (2006) conclui que: “... a atuação contínua do gestor, no sentido de garantir que ocorram os menores afastamentos em relação ao desempenho factível,...”, demonstra que a gestão da produtividade aparece como a solução para a eficiência produtiva da Indústria da Construção por seu grau de complexidade frente às demais. Esses afastamentos (anormalidades) evidenciados na Figura 8 a seguir os motivos da diferença entre a produtividade cumulativa e a potencial.

No gráfico a) o fator influenciador provocou um distanciamento bem menor do que no gráfico b) apresenta uma maior variação em relação a RUPpotencial. Logo, evidencia a necessidade de uma medida corretiva urgente no segundo gráfico para a melhoria da produtividade.

Figura 8 – Gráfico  $RUP_{cum} \times RUP_{pot}$  para diferentes anormalidades de um serviço

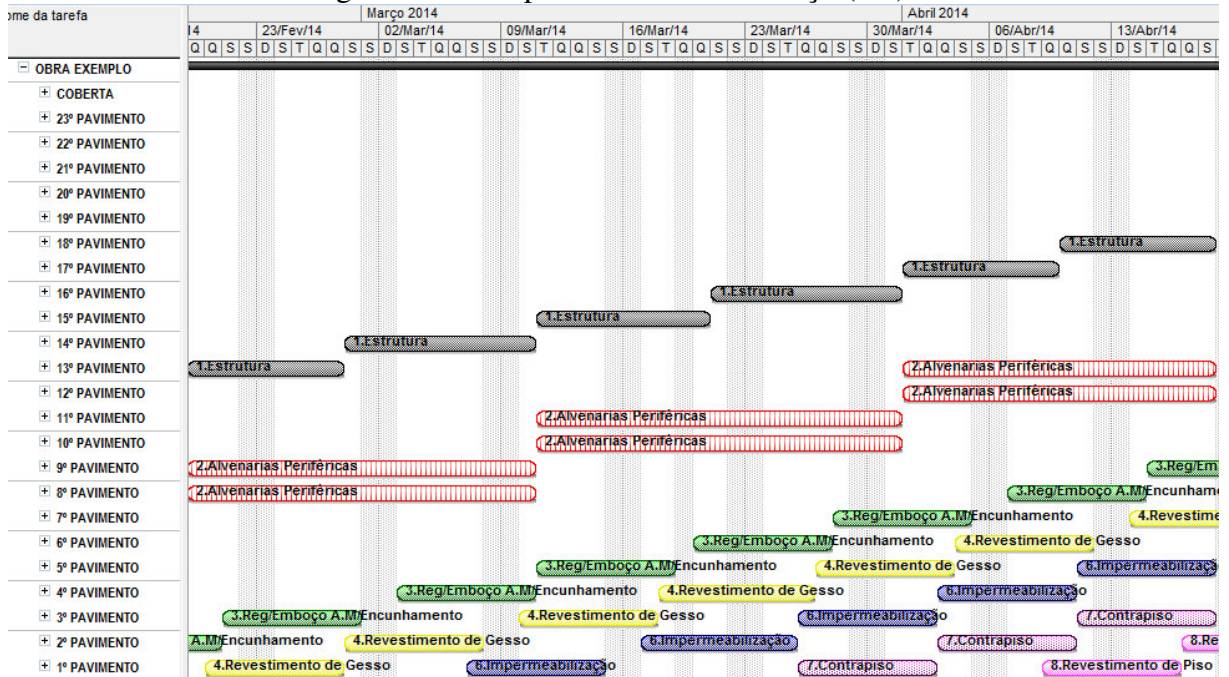


Fonte: Souza (2006).

### 2.4.1. Linha de Balanço

Segundo Mattos (2010) a Linha de Balanço (LB), também conhecida por diagrama tempo-caminho ou diagrama espaço-tempo, é um método de planejamento desenvolvido para projetos com serviços repetitivos. A Figura 9 é mostra um exemplo de LB, onde observa-se um cronograma simples e o agrupamento das atividades que se repetem, traçando-se geralmente um caminho crítico com aquelas que devem ser priorizadas.

Figura 9 – Exemplo de Linha de Balanço (LB)



Fonte: Autor (2013).

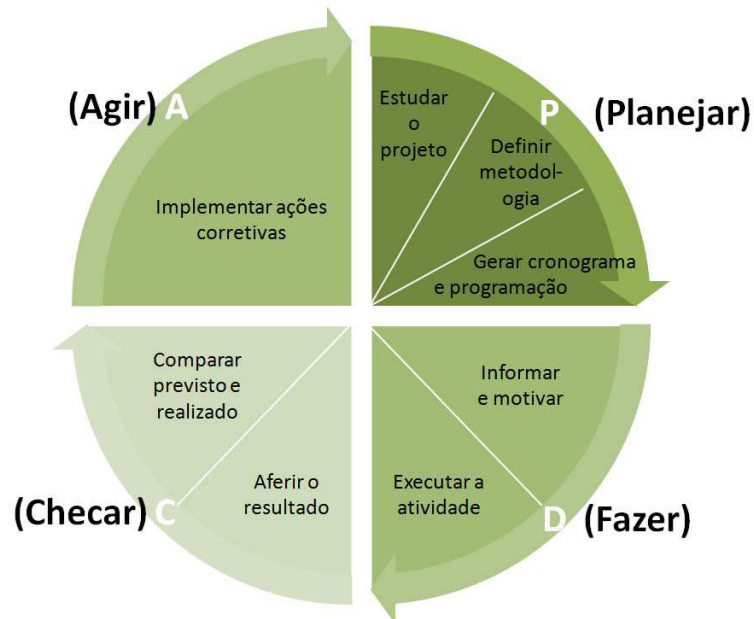
Como pode ser visto a LB é de fácil compreensão pelos seguintes motivos: indica o pavimento que será realizado a atividade, qual o período de tempo para cada atividade, quais serviços estão sendo executados, permite a diferenciação por meio de cores para cada atividade, dentre outros.

Conforme citado por Mattos (2010), a LB é montada através da homem-hora e com o tamanho ótimo da equipe, onde as produtividades para a obtenção da quantidade de dias são resultado de médias obtidas pela experiência dos projetistas. Acrescenta que, no cronograma tradicional a duração define o planejamento, porém para a LB o que influencia é ritmo. Podemos concluir que o conhecimento da produtividade durante a execução da obra possibilita a comparação entre as metas previstas e a metas realizadas, quando os serviços que compõem o pacote de trabalho são iguais.

#### 2.4.2. PDCA

O modelo de gestão PDCA conforme a Figura 10 citado por Mattos (2010) serve de parâmetro para a obtenção da melhoria contínua dentro do canteiro de obras, que é amplamente utilizado na indústria seriada e constitui-se das seguintes etapas:

Figura 10 – Ciclo de vida de um projeto



Fonte: Mattos (2010).

- a) Programação (P): corresponde ao planejamento prévio da execução de uma tarefa, definindo um plano de ataque inicial;
- b) Desenvolver (D): é executar o trabalho conforme planejado;
- c) Controlar (C): é avaliar o trabalho buscando seus pontos de melhoria;
- d) Avaliar (A): é replanejar tentando otimizar e corrigir erros do último ciclo.



### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou-se de um estudo de caso que, segundo Yin (2001), é uma estratégia cujas questões típicas de pesquisa são **como** e **por que**, onde o pesquisador não possui controle do fato a ser estudado e há um contextualidade no assunto. Para isso, foi escolhida uma obra do município de Fortaleza, em construção, para a validação das planilhas de coleta de dados em campo e tratamento dos mesmos em *software* específico, criando um padrão a ser utilizado na obtenção das produtividades pelo método da RUP.

#### 3.1. Coleta de dados

O serviço escolhido foi a execução da alvenaria estrutural (blocos cerâmicos) foi escolhido por representar um processo construtivo mais racionalizado. Os dados referem-se somente a etapa de elevação da alvenaria já que a marcação foi realizada por uma equipe distinta, tendo sido a 1ª fiada excluída, portanto, do cálculo da produtividade. A mão-de-obra envolvida denominada de direta, contemplou 4 pedreiros e 2 serventes, pois executavam o serviço final não se ocupando das etapas designadas a equipe de apoio.

Com a equipe definida, foi desenvolvida a Planilha 1 – Lista de Presença Diária (APÊNDICE A) para acompanhar a presença diária em campo de cada funcionário envolvido, onde foi elaborada uma legenda para preenchimento feito pelo apontador da obra. As ausências legais (atestados, consultas, exames ocupacionais, dentre outros) e outras (acidentes, clima) deveriam ser anotadas para retirar do cálculo das horas efetivas.

Na Planilha 2 – Homens × horas trabalhadas diárias (APÊNDICE B) foi contabilizado as horas efetivas por funcionário nos dias analisados no *software* Microsoft EXCEL visando a automatização dos resultados com a geração das RUP's diária e potencial, bem como o gráfico necessário.

Na Planilha 3 – Quantidade de serviço diária (APÊNDICE C), a paginação das paredes foi retirada dos projetos (*software* AUTOCAD) que foram transformados em arquivos pdf e com o uso do *software* MSPAINT, coladas no EXCEL. Inicialmente as paredes foram colocadas aleatoriamente nas páginas, para em seguida serem alocadas próximas em uma mesma página, o que facilitou a coleta de dados. As visitas ocorreram no período de 04/11 a 18/11/2013, onde cada parede era inspecionada visualmente e anotados os números (com cores diferenciadas) correspondentes ao dia para os blocos executados, conforme exemplificado na Figura 11.

Figura 11 – Planilha 3 - Quantidade de serviço diária (paginação)

PAREDE Nº										16
14										
13										
12										
11										
10										
9										
8	12	12	12	12	12	12	12	13	13	
7	12	-	-	-	-	-	-	13	13	
6	12	-	-	-	-	-	-	13	13	
5	12	-	-	-	-	-	-	13	13	
4	12	12	-	-	-	-	-	13	13	
3	12	12	-	-	-	-	-	13	13	
2	12	12	12	12	12	12	12	13	13	
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: Autor (2013).

Conforme a figura acima pode-se observar que a parede nº 16 até o nível indicado foi executado entre os dias 11, 12 e 13/11/2013. Em campo as paredes receberam a numeração (Figura 12), com placas feitas de papel comum e fixadas com fita adesiva, dada em projeto para facilitar o preenchimento da Planilha 3, eliminando a necessidade de consulta a planta de 1º fiada.

Figura 12– Placa de identificação das paredes



Fonte: Autor (2013).

A Planilha 4 – Quantidade de serviço diária ( $m^2$ ) (APÊNDICE D) consolidou os dados obtidos na Planilha 3, sendo colocada todas as paredes por dia, obtendo dessa forma a produção diária da equipe.

A Planilha 5 – Cálculo das RUP's ( $H \times h/m^2$ ) (APÊNDICE E) gera através de fórmulas no EXCEL, buscando valores das planilhas 2 e 4 necessários para a obtenção das RUP's. Os valores são visualizados no gráfico gerado automaticamente para a RUP potencial e diária. Também foi disponibilizada uma coluna para que fossem colocados os fatores que influenciaram na redução da produtividade.

### **3.2. Fatores influenciadores da produtividade**

Para Araújo (2000), a variação da produtividade, após as definições na fase de planejamento, decorre de fatores influenciadores denominados de anormalidades. Já Souza (2006) cria duas categorias distintas, onde a primeira ocorreria dentro das condições normais, têm-se fatores ligados ao conteúdo (recursos de transformados) e contexto (recursos de transformação). Além disso, para distanciamientos mais acentuados da produtividade ideal chamaria-se de anormalidades. Na Planilha 1 e Planilha 5 foram reservados campos onde diariamente poderiam ser colocados tais fatores e dessa maneira justificar a baixa produtividade.

### **3.3. Sistema de gerenciamento**

Segundo Araújo (2000), as anormalidades identificadas na execução resultam em grande parte de falhas de gestão da obra. Para Carvalho (2013) a dificuldade no gerenciamento e planejamento de uma obra era proveniente da distância que havia entre a gestão e a produção. Diante desta realidade, objetivou-se por meio dos estudos já feitos e das visitas realizadas, sistematizar a implantação de um sistema de gestão da produtividade que pudesse ser implantado nas construtoras.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que um sistema de gerenciamento da produtividade baseado no uso do indicador produtivo RUP possa ser implementado, algumas etapas foram seguidas. No estudo de caso realizado para o serviço de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, com ênfase para a subatividade de elevação, foi consolidada uma metodologia simplificada que foi baseada nos estudos empíricos e na revisão bibliográfica realizada no presente trabalho.

### 4.1. Estudo de caso

#### 4.1.1. Caracterização da obra

A Obra em estudo possui as seguintes características que podem influenciar diretamente na produtividade:

- a) constituída de 4 torres residenciais (térreo mais 4 pavimentos), sendo uma torre com 4 apartamentos e as demais com 8 apartamentos por andar. A planta baixa parcial da 1º fiada da torre estudada é mostrada no Anexo A;
- b) os projetos de instalações foram compatibilizados com a alvenaria estrutural;
- c) a alvenaria estrutural foi executada em blocos cerâmicos com preenchimento de juntas verticais, com o projeto de paginação contendo: planta de 1º e 2º fiadas, paginação das paredes e demais elementos (janelas, portas, vergas, contra-vergas e vazios). A posição das caixas elétricas e pontos de água não foram contemplados no projeto com o uso de blocos já definidos em central de corte, porém tal atividade não estava dentro do pacote de produção da equipe de alvenaria;
- d) foram utilizados quatro tipos de blocos: bloco 44 (44×19×14cm), bloco 29 (29×19×14cm), bloco calha (29×19×14cm), bloco 14 ou compensador (14×19×14cm);
- e) a argamassa e o graute utilizados foram rodados na obra em betoneira;
- f) o transporte horizontal era feito manualmente ou com o uso de carrinho de mão. Para o transporte vertical foi utilizado um guincho de coluna com um adaptador para transporte dos blocos ou manualmente por uma escada improvisada;
- g) a mão-de-obra própria foi utilizada, com 4 pedreiros e 3 serventes constituindo a mão-de-obra direta, perfazendo uma jornada de 44 horas semanais;

- h) o sistema de qualidade foi baseado nas diretrizes do PBqp-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), com certificação nível D;
- i) não possuindo técnico de segurança do trabalho no local, mas fornece s EPI's necessários e equipe treinada;
- j) o planejamento da obra a curto, médio e longo prazo por meio de Linha de Balanço e o *Layout* de canteiro foram elaborados por uma consultoria, ocorrendo visitas quinzenais para acompanhamento da obra;
- k) o empreendimento foi uma parceria entre uma incorporadora e uma construtora, gerando muitos entraves para o andamento. Por exemplo, a compra de materiais era de responsabilidade da incorporadora, devido a uma indefinição na escolha de fornecedor dos blocos cerâmicos estruturais, por conta dos testes de resistência do bloco que foram realizados durante a fase de execução. Por esse motivo faltaram os blocos 44 e 14, diminuindo a produção e resultando no aumento da RUP nos dias ocorridos.

#### 4.1.2. Resultados dos dados coletados

A Planilha 1 foi fornecida para o apontador da obra que marcava a presença diária, seguindo as legendas e o preenchimento nas colunas com um x. Na figura 13, para a primeira semana não ocorreu nenhuma falta, tendo o mesmo ocorrido para a segunda semana.

Figura 13– Presença diária da equipe

Dia da Semana	Segunda			Terça			Quarta			Quinta			Sexta		
Data	04/11/2013			05/11/2013			06/11/2013			07/11/2013			08/11/2013		
Função: Pedreiro	P	F	Obs	P	F	Obs	P	F	Obs	P	F	Obs	P	F	Obs
	X			X			X			X			X		
	X			X			X			X			X		
	X			X			X			X			X		
	X			X			X			X			X		
Função: Servente	P	F	Obs	P	F	Obs	P	F	Obs	P	F	Obs	P	F	Obs
	X			X			X			X			X		
	X			X			X			X			X		

Fonte: Autor (2013).

Com os dados da Planilha1 foi preenchida manualmente a Planilha 2 no EXCEL, onde é indicado na Figura 14 os dias de trabalho considerados, excluindo-se os fins de semana (sábado e domingo) e o feriado ocorrido no mês de novembro. Na última linha foi feito o somatório das Hxh diárias, obtendo-se o valor constante de 51,0 Hxh.

Figura 14 - Horas trabalhadas por operário/dia

Dia da Semana		S	T	Q	Q	S	S	S	T	Q	Q	S	S	S
Data		4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	11/11	12/11	13/11	14/11	15/11	16/11	18/11
MO (direta)	Pedreiro 01	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	-	8,5	8,5	8,5	8,5	F	-	8,5
	Pedreiro 02	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	-	8,5	8,5	8,5	8,5	F	-	8,5
	Pedreiro 03	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	-	8,5	8,5	8,5	8,5	F	-	8,5
	Pedreiro 04	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	-	8,5	8,5	8,5	8,5	F	-	8,5
	Servente 01	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	-	8,5	8,5	8,5	8,5	F	-	8,5
	Servente 02	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	-	8,5	8,5	8,5	8,5	F	-	8,5
<b>Hxh</b>		<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>51</b>

Fonte: Autor (2013).

A Planilha 3 teve seus valores coletados pelo pesquisador durante as visitas de campo, pois o quadro administrativo não permitiu tal alternativa. Depois de feitas as anotações os valores eram computados na Planilha 4, vista parcialmente na Figura 15, para cada parede diariamente, tendo ao final sido consolidado a quantidade de serviço, que teve os seguintes valores para alguns dias: 1º dia de 39,03m<sup>2</sup>, 3º dia de 26,75m<sup>2</sup>, 6º dia de 29,24m<sup>2</sup> e 9º dia de 0,00m<sup>2</sup>.

Figura 15– Quantidade de serviço do 1º dia coletado

Parede Nº	Nº Feadas completas	Comprimento da parede (m)	Nº blocos assentados			Comprimento bloco inteiro (m)			Qts parede (m <sup>2</sup> )
			Bloco 44	Bloco 29	Bloco 14	Bloco 44	Bloco 29	Bloco 14	
51	3	2,69	0	10	7	0,44	0,29	0,14	2,39
56	3	2,69	0	17	9	0,44	0,29	0,14	2,852
74	0	3,74	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
75	0	3,74	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
76	0	3,44	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
77	0	3,44	0	7	2	0,44	0,29	0,14	0,462
78	4	3,44	3	22	4	0,44	0,29	0,14	4,404
79	0	1,49	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
80	0	1,49	0	11	3	0,44	0,29	0,14	0,722
81	0	0	0	3	14	0,44	0,29	0,14	0,566
82	0	0	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
83	0	1,49	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
84	1	3,44	2	23	1	0,44	0,29	0,14	2,226
85	5	1,49	0	4	1	0,44	0,29	0,14	1,75
86	0	3,44	2	20	4	0,44	0,29	0,14	1,448
87	0	3,44	2	33	7	0,44	0,29	0,14	2,286
88	0	3,44	0	25	5	0,44	0,29	0,14	1,59
89	0	3,44	0	10	1	0,44	0,29	0,14	0,608
Altura do bloco + espessura da junta (m) =			0,20			Qtstd (Quantidade de Serviço diária de elevação) =			39,036

Fonte: Autor (2013).

A Planilha 5 foi composta dos valores encontrados nas Planilhas 2 e 4 para os dados quantitativos fornecendo os valores das RUP's e da Planilha 1 para os dados qualitativos (anormalidades). A Figura 16 mostra os valores da RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial, onde observa-se nos 2 primeiros dias um valor de RUPdiária mais equilibrado, tendo o seu 1º pico no 3º dia, um 2º pico no 7º dia com o valor de 2,85 Hxh/m<sup>2</sup> e por fim o valor de 0 nos 2 últimos dias. E por último a elaboração de um gráfico (Figura 17).

Figura 16– RUP e anormalidades

Dias analisados	Hxh diária (m.o.)	Qtde de serviço diário (m <sup>2</sup> )	RUP <sub>d</sub> (diária)	RUP <sub>cum</sub> (cumulativa)	RUP <sub>pot</sub> (potencial)	Fatores (anormalidades) / Observações
1/11	-	-	-	-	-	Não analisado
3/11	-	-	-	-	-	Não analisado
4/11	-	-	-	-	-	Não analisado
5/11	51	39,036	1,31	1,31	1,13	
6/11	51	41,486	1,23	1,27	1,13	
7/11	51	26,75	1,91	1,43	1,13	guincho de coluna parado
8/11	51	49,086	1,04	1,30	1,13	
11/11	51	49,462	1,03	1,24	1,13	
12/11	51	29,244	1,74	1,30	1,13	falta de material - bloco 44
13/11	51	17,884	2,85	1,41	1,13	falta de material - bloco 44 e 14
14/11	51	0	-	-	-	falta de material e frente de serviço
18/11	51	0	-	-	-	falta de material e frente de serviço

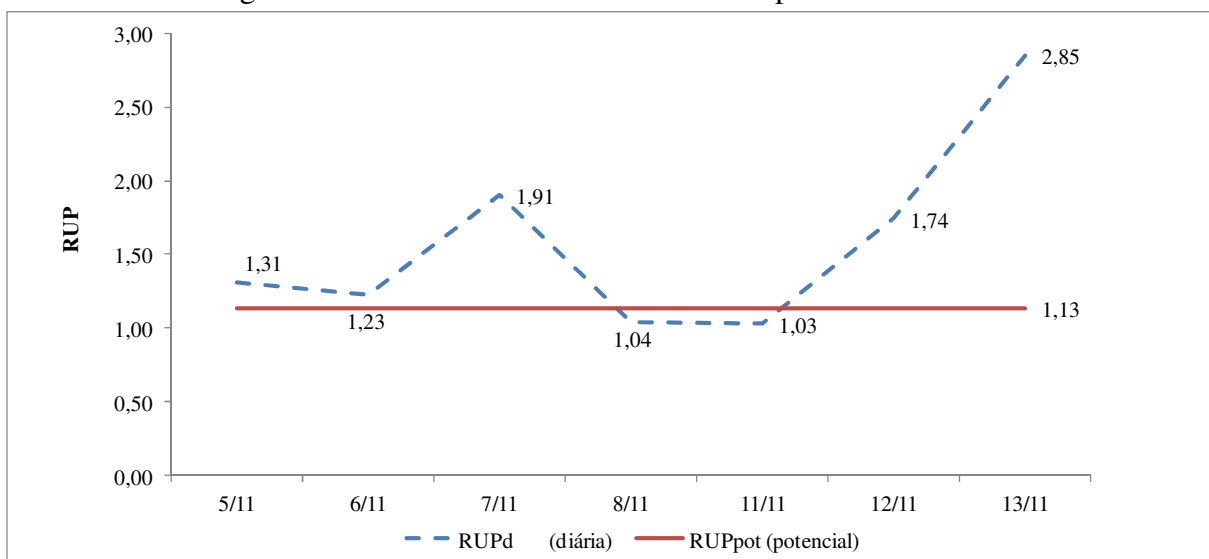
Fonte: Autor (2013).

## 4.2. Análise dos resultados

### 4.2.1. Análise dos dados obtidos

A equipe, constituída de mão-de-obra, própria recebeu treinamento diretamente do engenheiro da obra para a execução da alvenaria estrutural com o uso de blocos cerâmicos estruturais. Foi estudado a produtividade do 1º pavimento tipo, sendo o 2º ciclo de execução, podendo-se supor que a produtividade mensurada foi hipoteticamente maior que o pavimento térreo devido ao efeito de aprendizagem. Porém, em compensação no 2º ciclo foi inserida a restrição do transporte vertical dos blocos.

Figura 17– Gráfico com os valores de RUP potencial e diária



Fonte: Autor (2013).

Na Figura 17, supracitada, temos o valor da RUP potencial sendo constante devido a ser o valor de produtividade ótima a ser atingido que foi de  $1,13 \text{ H}\times\text{h}/\text{m}^2$ . Os distanciamentos verificados nos dias 6º e 7º dia, foram resultantes na diminuição dos blocos de 44 e 14 na 1º elevação da alvenaria o que ainda permitiu ter produção. Contudo, o valor da RUP no 8º e 9º dia foram igual  $0,00 \text{ H}\times\text{h}/\text{m}^2$ , indicando que o serviço estava totalmente parado ocasionado pela falta destes.

Com a ausência dos blocos o que foi feito na 1º elevação já não pode ser feito para a 2º elevação da alvenaria. Portanto, o fator que influenciou a produtividade foi a falta de material, primeiramente parcial e em seguida total. Disso resultou na parada do serviço e consequente na subutilização da equipe toda que aproveitou para transporta os blocos de 29, criando um estoque para a 2º elevação.

A falta de planejamento para a devida reposição dos materiais, gerou valores de RUP muito altos se comparado com o valor de referência (RUP potencial). Evidencia uma falha na gestão da obra que não possui um modelo de gestão da produtividade que permitiria a visualização dos desvios e devidas correções.

#### ***4.2.2. Modelo simplificado de gerenciamento produtivo***

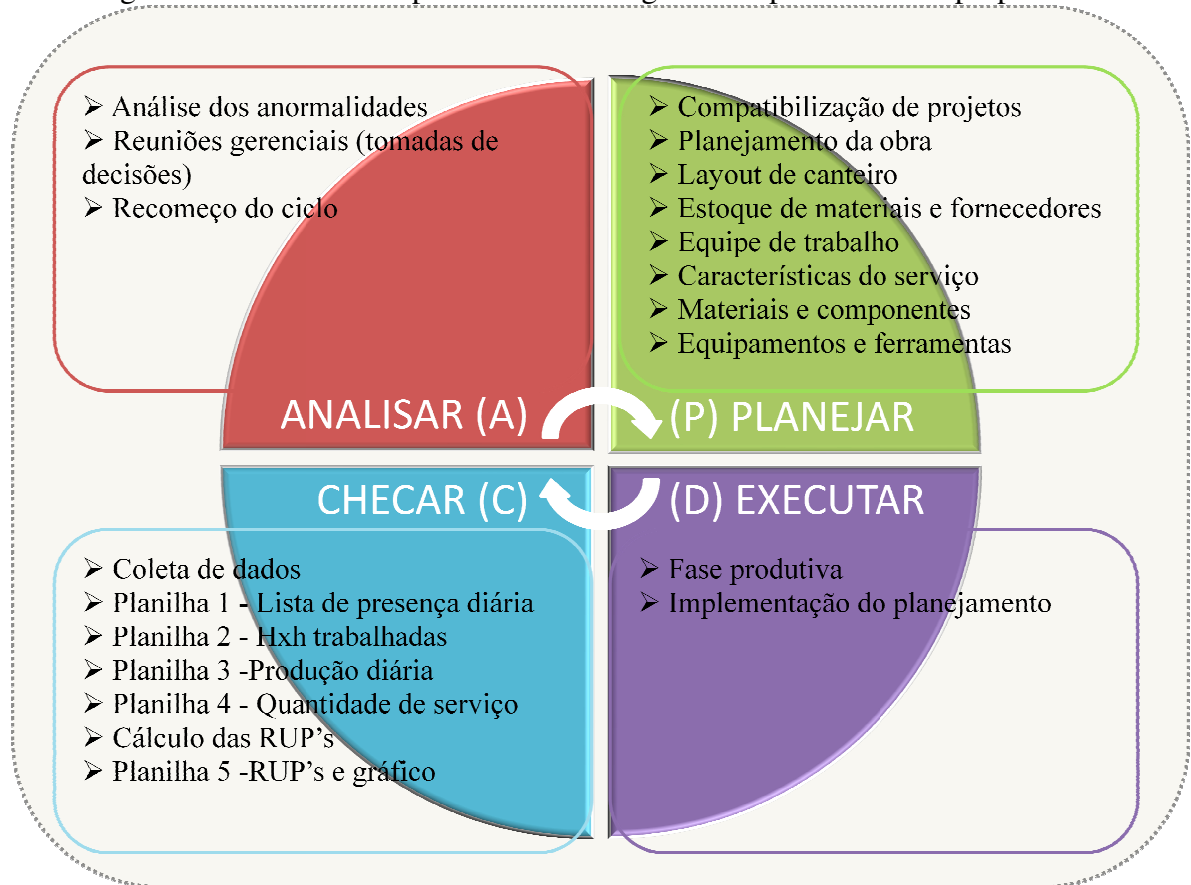
Foram definidas as seguintes etapas para a implantação de um sistema de gerenciamento da produtividade com o uso da RUP em uma obra, que são:

- a) definição das características do empreendimento;
- b) coleta de dados e obtenção das RUP's;
- c) identificação das anormalidades e gerenciamento da produtividade.

O método baseia-se no PDCA e conforme a Figura 18 mostra o modelo simplificado de um sistema de gerenciamento produtivo. Inicia-se o 1º ciclo na fase de planejamento inicial do empreendimento antes da execução dos serviços.



Figura 18– Ciclo PDCA para o sistema de gestão de produtividade proposto



Fonte: Autor (2013).

#### 4.2.2.1. Características do empreendimento

Muitas das decisões tomadas ainda na fase planejamento da obra são de grande influência para melhoria da produtividade. No caso da alvenaria estrutural alguns pré-requisitos são indispensáveis e outros são necessários para qualquer tipo de serviço por estarem indiretamente relacionados.

Seguem os itens que devem ser atendidos na primeira etapa:

a) compatibilização de projetos: atenção para as interações entre os projetos de instalações (hidro-sanitárias), elétricas, ar-condicionado, dentre outros com o projeto de alvenaria estrutural, pois as correções feitas durante a execução resultaram na baixa produtividade;

b) planejamento da obra: elaborar as metas para cada atividade com os prazos de início e fim (tempo de ciclo) por meio de uma Linha de Balanço, que é uma ferramenta de gerencial que permite a fácil visualização das etapas de uma obra. Além disso, o complemento por meio de metas trimestrais e mensais também

disponibilizadas na sala de engenharia facilitaria o acompanhamento, pois evidenciaria as atividades prioritárias e as subseqüentes;

c) *layout* de canteiro: a organização dos canteiros de obras de forma racional permitirá que os tempos de transporte horizontal e vertical sejam reduzidos. Distribuição dos estoques de materiais próximos aos guinchos, estoque de cimento próximo a betoneira, criação de ruas de fluxo, dentre outros;

d) estoque de materiais: deve-se trabalhar com um estoque mínimo de materiais, para isso faz-se necessário ter um controle de pedidos de materiais eficiente, com atenção para os prazos do início das atividades. Evitando dessa maneira a falta de qualquer tipo de blocos que acarretaria na redução da produtividade;

e) equipe trabalho: definir se a mão-de-obra será terceirizada, devido ao nível de qualificação exigido para a alvenaria estrutural, ou própria que exigirá um treinamento específico para execução do serviço. Determinar o tamanho da equipe direta (pedreiros e serventes), pacotes de trabalho (metas), formas de remuneração e uso de supervisor da equipe;

f) características do serviço: na formulação do projeto de alvenaria estrutural deve-se observar as características mais benéficas para a execução. Pode-se destacar a altura das paredes, densidade de alvenaria interna, fixação da alvenaria verticalmente com um pilar ou com outra parede, fixação horizontal, preenchimento de juntas verticais ou não, uso de elementos pré-moldados ou blocos calha para vergas e contravergas e por fim a adoção de caixas de passagens para a tubulação elétrica;

g) materiais e componentes: tipo de bloco (cerâmico, concreto), família de blocos e uso de especiais, argamassa industrializada ou rodada no local e uso do graute;

h) equipamentos e ferramentas: adoção de escantilhão metálico, nível alemão, régua com nível de bolha, esquadro metálico, bisnaga ou meia cana, caixa de argamassa metálica e suporte com rodas, argamassadeira, central de corte dos blocos, andaimes metálicos, gabaritos para portas e janelas, pallets, *skytrack* ou grua, transpallet, dentre outros.

#### 4.2.2.2. Coleta de dados e obtenção das RUP's

Para a implantação da segunda fase da metodologia aqui proposta, sugere-se o uso das planilhas elaboradas através da pesquisa bibliográfica e validadas nas visitas de campo que se encontram nos Apêndices A, B, C, D e E. Vale lembrar que foram desenvolvidas para o serviço de alvenaria estrutural e logicamente deverão sofrer as devidas alterações para os demais serviços. Seguem etapas a seguir:

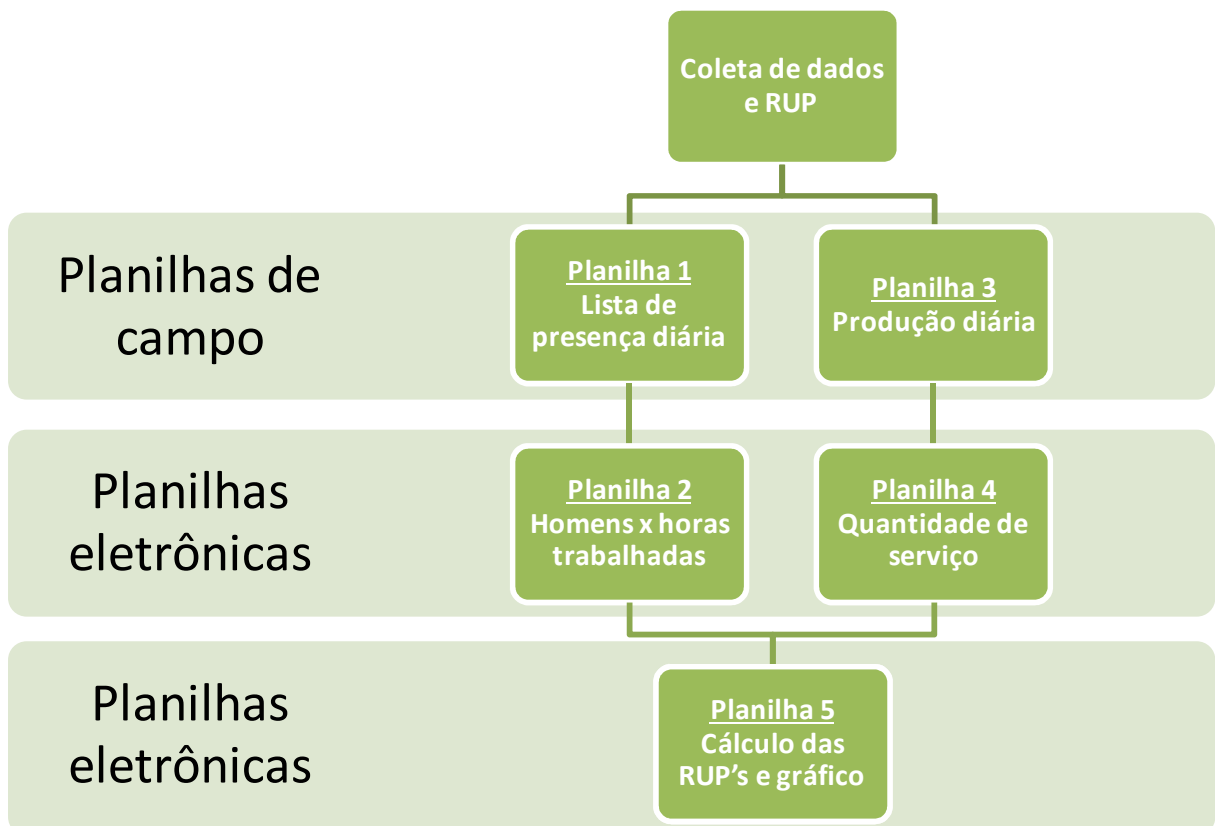
- a) Planilha 1 - Lista de presença diária: deve-se ter um controle manual (apontador ou cartão ponto) ou eletrônico (crachás ou identificação biométrica) das horas efetivas de trabalho, onde consideram-se aqueles em que o operário está disponível para o trabalho, descontado os descansos legais (almoço) e ausências justificadas (atestados, exames ocupacionais, acidentes de trabalho, doação de sangue, serviço militar, casamento civil, falecimento de familiares, dentre outros). Portanto, entrariam as horas em que o funcionário ficou parado, por exemplo, por falta de material ou frente de serviço;
- b) Planilha 2 - Homens  $\times$  horas trabalhadas diárias: com os dados da Planilha 1, calcula-se Homens $\times$ horas trabalhadas por dia (Hh) que servirão para o cálculo da RUP. No caso dos atestados médicos entregues que influem no absenteísmo e reduzem as horas efetivas, pode-se fazer um estudo dos motivos de afastamentos e sua relação com a atividade desempenhada, cabendo isto a área de segurança do trabalho encontrar maneiras de evitá-los;
- c) Planilha 3 – Quantidade de serviço diária: no caso da alvenaria estrutural o projeto deve conter além das plantas baixas de primeira e segunda fiada. Deve também conter a vista frontal das paredes denominada de paginação, sendo estas devidamente numeradas da esquerda para direita e de cima para baixo em algarismos arábicos, onde será possível visualizar os detalhes (portas, janelas, vergas, contravergas, tipos de blocos, localização das instalações, dentre outros). Além disso, para a aferição da quantidade de serviço foi utilizado primeiramente a fixação de placas com os números das paredes, facilitando a identificação e o preenchimento com o uso de cores diferentes com o dia da execução dos serviços nos blocos assentados. Sugere-se que tal medição seja feita antes do início dos trabalhos ou no fim da jornada, viabilizando a aferição;

d) Planilha 4 – Quantidade de serviço diária ( $m^2$ ): de posse da Planilha 3 contabilizaremos para cada parede o número de fiadas completas e em seguida a quantidade de cada tipo de bloco (44, 29 ou 14, por exemplo) assentados obteremos diretamente a área líquida de alvenaria sem necessitar que se desconte as aberturas (portas e janelas);

e) Planilha 5 – Cálculo das RUP's ( $Hxh/m^2$ ): com os valores digitados das planilhas 2 e 4, usando uma planilha eletrônica, acha-se finalmente o valor da RUPdiária direta (pedreiro) para cada dia analisado. Vale ressaltar que podemos obter uma RUP para o tipo de mão-de-obra (oficial, direta e global) definida. Além disso, partindo da RUPdiária encontrar a RUPcumulativa, RUPpotencial, RUPcíclica e RUPperiódica.

Na Figura 19 abaixo foi montado um fluxograma para coleta de dados das horas trabalhadas e quantidade de serviço, digitação dos valores de campo e por fim culminando nas diferentes RUP e visualização gráfica.

Figura 19– Fluxograma para obtenção dos valores de RUP's



Fonte: Autor (2013).

#### *4.2.2.3. Identificação de fatores e gestão da produtividade*

Na última fase de implantação fica evidenciado que as ações serão corretivas, contrapondo às medidas preventivas negligenciadas na primeira fase (planejamento). As variações da produtividade deverão ser correlacionadas aos fatores influenciadores (anomalias) verificados para cada dia aferido. Determinados os dados quantitativos e qualitativos cabe a gerência da obra analisar e propor melhorias. Segue sequência proposta para esta etapa a seguir:

- a) análise dos fatores: com os valores de RUPdiária definidos e sua variação em relação a RUPpotencial (valor ideal) visualizada, com o uso das Planilhas 1 e 5 que possuem campos destinados a anotação das anormalidades na produção permite a proposição de soluções;
- b) reuniões gerenciais: agendar reuniões periódicas (diárias, semanais, quinzenais, dentre outros) na obra no intuito de tomar decisões que eliminem ou atenuem a baixa produtividade, com o registro em ata do que foi discutido. Com isso permitisse a comparação entre as reuniões e se existe alguma pendência, tendo os prazos para resolução estipulados;
- c) recomeço do ciclo: rodar o ciclo novamente no item ix. supracitado, tornando o processo contínuo e habitual para todos os envolvidos na busca pela eficiência produtiva.

## 5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

O presente trabalho partiu de modelos já testados por outros autores e elaborados por algumas empresas do mercado extraindo-se alguns elementos para propor um modelo de coleta de dados para quantidade de serviço, mais visual, através da Planilha 2. Juntamente com as visitas feitas a uma obra foram padronizadas e validadas as planilhas, permitindo o uso pelas construtoras servindo de modelo.

Foram reunidos princípios baseados em práticas de gestão já conhecidas, consolidados num sistema de gestão da produtividade sugerido. Como citado anteriormente o PDCA, uma ferramenta de gestão muito simples, possibilita a melhoria contínua para a produtividade, permitindo que a cada ciclo sejam eliminados os gargalos e restrições das atividades durante a execução.

Vale lembrar que a escolha da alvenaria estrutural deve-se as suas características que se assemelham aos processos produtivos da indústria seriada, exigindo um maior nível de capacitação dos colaboradores, racionalização e padronização que a maioria dos serviços da construção civil não possui.

Em resumo, a melhoria da produtividade será alcançada com a visão de que ela depende das características do produto a ser executado, dos processos construtivos adotados e da frequência que ocorrem as anomalias na fase produtiva. Portanto, o estudo da produtividade pode criar um banco de dados quantitativo e qualitativo nas empresas, necessário para o auxílio nas tomadas de decisões, deixando notória a importância da gestão e valorizando o papel do engenheiro civil como peça fundamental.

O tema estudado, por ser relevante para a construção civil, e o uso do indicador RUP para determinação da produtividade apesar de ser recente e pouco difundido, com o presente trabalho verificou-se a necessidade de outras pesquisas serem desenvolvidas a partir dos itens elencados a seguir:

- a) elaboração de cartilha explicativa para ser apresentada as empresas, mostrando as etapas da implantação de um sistema de gestão da produtividade baseado no indicador de produtividade RUP (Razão Unitária de Produção);
- b) gerar indicadores de produtividade pelo método da RUP para outros serviços encontrados na construção civil, com a elaboração de planilhas específicas de coleta de dados para a quantidade de serviço executado;
- c) concepção de *software* com as planilhas necessárias para obtenção da RUP e com a geração de relatórios gerenciais que auxiliem na tomada de decisões.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L.O. **Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria.** São Paulo: Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062:** Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2001.
- BARROS, M.M.B.; SABBATINI, F.H. **Diretrizes para o processo de projeto para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- CAMACHO, J.S. **Projetos de edifícios de Alvenaria Estrutural.** Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2006.
- CARVALHO, A.B.L. **Mensuração e controle de índices de produtividade da mão-de-obra da alvenaria estrutural com blocos de concreto, identificando os fatores que influenciam neste índice:** estudo de caso. Fortaleza: Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, 2013.
- CORRÊA, H. L; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços:** uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2ª ed., 2009.
- MAMEDE, F.C. **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural.** São Carlos: Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, 2001.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: Pini, 2010.
- MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F.H. **Alvenaria Estrutural não Armada de Blocos de Concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto.** São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.
- MOURÃO, C.A.; NOVAES, M.V.; KEMMER, S.L. **Gestão de fluxos logísticos na construção civil. O caso de obras verticais em Fortaleza – Ceará.** Canela: Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2010.
- OSCAR, N. **Um mercado sob suspeita.** São Paulo: Revista Exame, edição 1.010, ano 46 nº 3, pg. 36 e 37, 2012.
- RAMALHO, M.A.; CORREA, M.R.S. **Alvenaria Estrutural sem segredos.** São Paulo: Revista Techné, 2003.
- SAURIN, T. A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obra de edificações.** Porto Alegre: Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

SOUZA, U.E. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra:** manual de gestão de produtividade na construção. São Paulo: PINI, 2006.

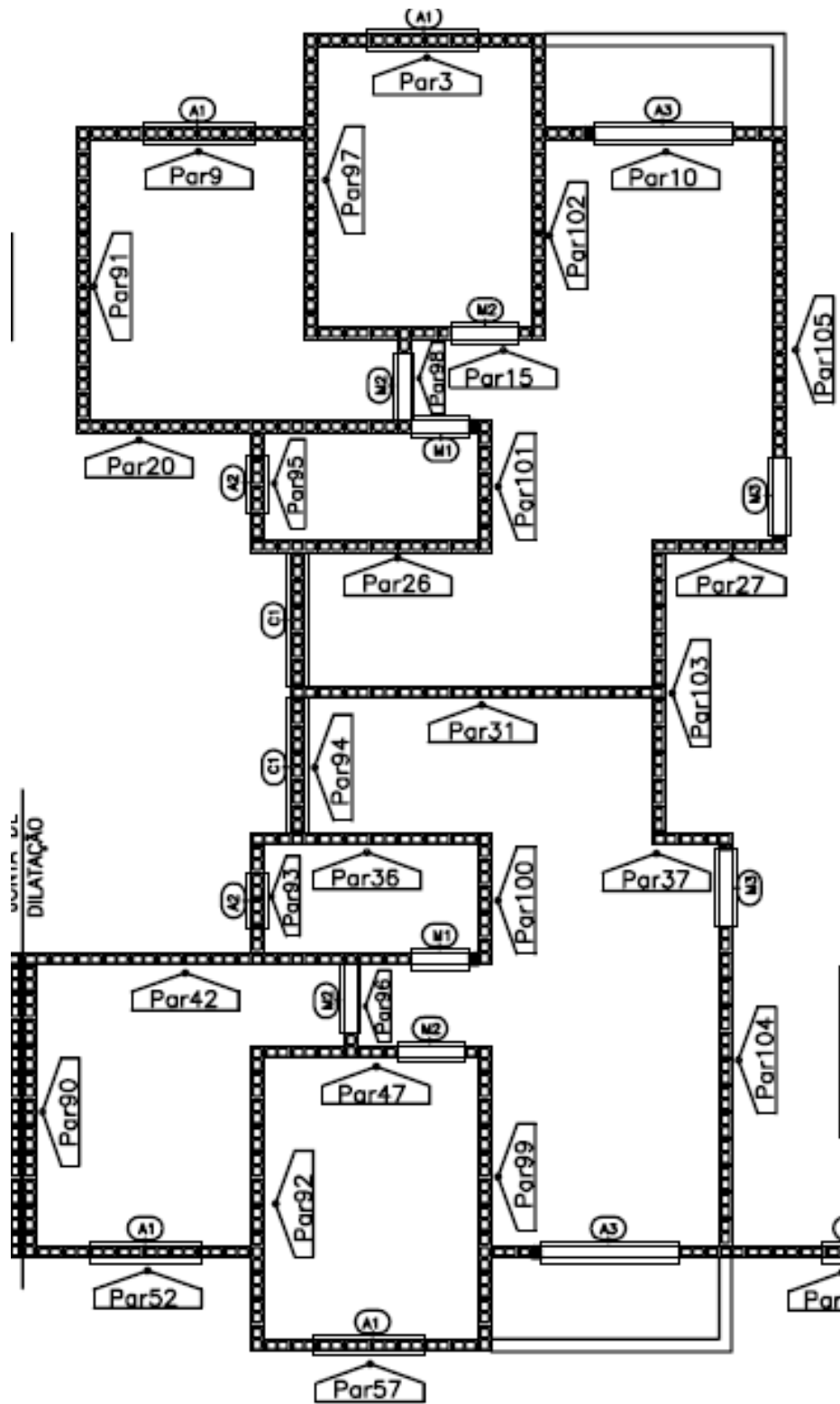
TAUIL, C.A.; NESSE, F.J. **Alvenaria Estrutural.** São Paulo: Ed. Pini 2009.

THOMAS, H.R.; YAKOUMIS, I. **Factor model of construction productivity.** *Journal of Construction Engineering and Management.* v. 113, n.4, pg. 623-39, 1987.

YIN, R.K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 3<sup>a</sup> ed., 2005.



## ANEXO A – PLANTA BAIXA PARCIAL DA 1ª FIADA



## APÊNDICE A – PLANILHA 1 (LISTA DE PRESENÇA DIÁRIA)

PLANILHA 1 - LISTA DE PRESENÇA DIÁRIA															
LOGO DA EMPRESA	<b>Empresa:</b>		Estudo de caso												
	<b>Empreendimento:</b>		Residencial multifamiliar (Térreo + 4 pavimentos tipo)												
	<b>Local de Inspeção:</b>		1º pavimento tipo - Bloco 3												
	<b>Atividade:</b>		Elevação de alvenaria estrutural com Bloco Cerâmico (elevação)												
	<b>Resp. coleta de dados:</b>		Apontador/Almoxarife												
<b>Horário de trabalho:</b>		07:15 - 12:00h / 13:00 - 16:45h													
Dia da Semana	Segunda			Terça			Quarta			Quinta			Sexta		
Data	04/11/2013			05/11/2013			06/11/2013			07/11/2013			08/11/2013		
Função: Pedreiro	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs
Pedreiro 1															
Pedreiro 2															
Pedreiro 3															
Pedreiro 4															
Função: Servente	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs	P/F	I/P	Obs
Servente 1															
Servente 2															
Servente 3															
Servente 4															
LEGENDA:						LEGENDA (observações):									
<b>P</b>	Presente			<b>I</b>	Integral			<b>1</b>	Atestados, consultas			<b>3</b>	Acidentes		
<b>F</b>	Faltoso			<b>P</b>	Parcial			<b>2</b>	Climatológico (chuva, etc)			<b>4</b>	Outros		
CONSIDERAÇÕES:															
04/11/2013															
05/11/2013															
06/11/2013															
07/11/2013															
08/11/2013															



**APÊNDICE C – PLANILHA 3 (QUANTIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA - PAGINAÇÃO)**

PLANILHA 3 - QUANTIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA (PAGINAÇÃO)					
LOGO DA EMPRESA	Empresa:	Estudo de caso			
	Empreendimento:	Residencial multifamiliar (Térreo + 4 pavimentos tipo)			
	Local de Inspeção:	1º pavimento tipo - Bloco 3			
	Coleta de dados:	Estagiário			
	Atividade:	Alvenaria Estrutural com Bloco Cerâmico	Subatividade:	Elevação	
Período:	/ / a / /				
PAREDE Nº 2		PAREDE Nº 7		PAREDE Nº 56	
PAREDE Nº 8		PAREDE Nº 14		PAREDE Nº 24	

## APÊNDICE D – PLANILHA 4 (QUANTIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA – m<sup>2</sup>)

PLANILHA 4 - QUANTIDADE DE SERVIÇO DIÁRIA (m <sup>2</sup> )									
LOGO DA EMPRESA		<b>Empresa:</b> Estudo de caso							
		<b>Empreendimento:</b> Residencial multifamiliar (Térreo + 4 pavimentos tipo)							
		<b>Local de Inspeção:</b> 1º pavimento tipo - Bloco 3							
		<b>Coleta de dados:</b> Estagiário							
		<b>Atividade:</b> Alvenaria Estrutural com Bloco Cerâmico				<b>Subatividade:</b>		Elevação	
		<b>Data:</b> 05/11/2013							
Parede Nº	Nº Fiadas completas	Comprimento da parede (m)	Nº blocos assentados			Comprimento bloco inteiro (m)			Qts parede (m <sup>2</sup> )
			Bloco 44	Bloco 29	Bloco 14	Bloco 44	Bloco 29	Bloco 14	
2	1	2,69	0	10	7	0,44	0,29	0,14	1,314
7	0	2,84	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
8	1	2,69	0	10	7	0,44	0,29	0,14	1,314
14	0	2,69	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
19	1	4,64	9	45	13	0,44	0,29	0,14	4,694
24	1	1,49	0	15	2	0,44	0,29	0,14	1,224
25	0	2,69	2	29	6	0,44	0,29	0,14	2,026
30	0	4,19	0	56	3	0,44	0,29	0,14	3,332
34	0	0,89	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
35	0	2,69	0	3	0	0,44	0,29	0,14	0,174
41	0	4,34	0	9	2	0,44	0,29	0,14	0,578
46	4	2,69	2	10	6	0,44	0,29	0,14	3,076
51	3	2,69	0	10	7	0,44	0,29	0,14	2,39
56	3	2,69	0	17	9	0,44	0,29	0,14	2,852
74	0	3,74	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
75	0	3,74	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
76	0	3,44	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
77	0	3,44	0	7	2	0,44	0,29	0,14	0,462
78	4	3,44	3	22	4	0,44	0,29	0,14	4,404
79	0	1,49	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
80	0	1,49	0	11	3	0,44	0,29	0,14	0,722
81	0	0	0	3	14	0,44	0,29	0,14	0,566
82	0	0	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
83	0	1,49	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
84	1	3,44	2	23	1	0,44	0,29	0,14	2,226
85	5	1,49	0	4	1	0,44	0,29	0,14	1,75
86	0	3,44	2	20	4	0,44	0,29	0,14	1,448
87	0	3,44	2	33	7	0,44	0,29	0,14	2,286
88	0	3,44	0	25	5	0,44	0,29	0,14	1,59
89	0	3,44	0	10	1	0,44	0,29	0,14	0,608
3	0	2,69	0	0	0	0,44	0,29	0,14	0
9	0		0	0	0	0,44	0,29	0,14	0

**APÊNDICE E – PLANILHA 5 (CÁLCULO DAS RUP'S)**

<b>PLANILHA 5 - CÁLCULO DAS RUP'S (Hh/m<sup>2</sup>)</b>							
LOGO DA EMPRESA		<b>Empresa:</b>	Estudo de caso				
		<b>Empreendimento:</b>	Residencial multifamiliar (Térreo + 4 pavimentos tipo)				
		<b>Local de Inspeção:</b>	1º pavimento tipo - Bloco 3				
		<b>Coleta de dados:</b>	Estagiário				
		<b>Atividade:</b>	Alvenaria Estrutural com Bloco Cerâmico	<b>Subatividade:</b>	Elevação		
		<b>Mês / Ano:</b>	Novembro / 2013				
Dias analisados	Hxh diária (m.o. direta)	Qtde de serviço diário (m <sup>2</sup> )	RUP <sub>d</sub> (diária)	RUP <sub>cum</sub> (cumulativa)	RUP <sub>pot</sub> (potencial)	Fatores (anormalidades) / Observações	
1/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
3/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
4/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
5/11	51	39,036	1,31	1,31	1,13		
6/11	51	41,486	1,23	1,27	1,13		
7/11	51	26,75	1,91	1,43	1,13		
8/11	51	49,086	1,04	1,30	1,13		
11/11	51	49,462	1,03	1,24	1,13		
12/11	51	29,244	1,74	1,30	1,13	falta de material - bloco 44	
13/11	51	17,884	2,85	1,41	1,13	falta de material - bloco 44 e 14	
14/11	51	0	-	-	-	falta de material e frente de serviço	
18/11	51	0	-	-	-	falta de material e frente de serviço	
19/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
20/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
21/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
22/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
25/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
26/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
27/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
28/11	-	-	-	-	-	Não analisado	
29/11	-	-	-	-	-	Não analisado	