



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

**LETÍCIA DE FÁTIMA SANTOS BRASIL**

**ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCO  
CERÂMICO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA**

**FORTALEZA**

**2022**

LETÍCIA DE FÁTIMA SANTOS BRASIL

ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCO  
CERÂMICO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

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

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- B83a Brasil, Letícia de Fátima Santos.  
Análise de produtividade de alvenaria de vedação de bloco cerâmico por meio da aplicação do ciclo PDCA / Letícia de Fátima Santos Brasil. – 2022.  
72 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
1. Análise de produtividade. 2. Construção Civil. 3. RUP. 4. Alvenaria. 5. PDCA. I. Título.  
CDD 620
-

LETÍCIA DE FÁTIMA SANTOS BRASIL

ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCO  
CERÂMICO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

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

Aprovada em: 14 de Fevereiro de 2022

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

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

---

Eng. Dimitry de Sarriune Cysne  
Engenheiro Civil especialista em Gestão de Obras



Aos meus pais e ao meu irmão, que sempre sonharam, juntos a mim, com minha formatura na Universidade Federal do Ceará.

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Ana, por ser meu alicerce, ter me disciplinado desde sempre e me incentivado a estudar e dar o melhor de mim.

Ao meu pai, Álvaro, por sempre ter feito de tudo para que eu pudesse ter dedicação exclusiva aos estudos.

Ao meu irmão, Lucas, que sempre foi meu exemplo e meu porto seguro em todos os momentos da vida.

Aos meus tios, primos e avós, por sempre terem torcido e vibrado por cada conquista minha.

Ao meu namorado, por ter sido tão paciente, compreensivo e ter sido suporte durante o período de realização desse trabalho.

A todos os meus amigos da UFC, mas especialmente: Henrique, Gustavo, Ivana, Jefferson, Karyna e Larissa, por terem percorrido essa jornada árdua da graduação comigo e assim terem tornado tudo mais leve.

Às minhas amigas de infância e adolescência, Ariele, Dalila e Maria, por todo o acolhimento, amizade e cuidado de sempre.

Aos meus amigos, Joaquim, João Pedro, Mariana, Rayssa e Renan, por toda a amizade e por sempre trazerem alegrias imensas ao meu dia a dia.

Ao grupo PET Civil UFC, por ter me trazido as melhores experiências dos meus anos de graduação e a todas as pessoas que estiveram comigo durante a minha jornada nele.

A todos os meus professores, que fizeram parte da minha formação tanto educacional, profissional como também de caráter.

Aos meus colegas de trabalho da obra, por fazerem minha rotina muito mais alegre, animada e leve, especialmente às minhas amigas, Maria Eduarda e Rafaela Machado.

Por último, ao meu orientador José de Paula Barros Neto e ao Engenheiro Dimitry Cysne, por terem me apoiado e contribuído para a elaboração desse trabalho.

Obrigada a todos, vocês fazem parte disso!

## RESUMO

A mão de obra da construção civil representa uma parcela considerável dos custos da obtenção do produto final, sobretudo pelo setor necessitar de uma quantidade excessivo de trabalhadores. Ainda, dentre as diversas etapas construtivas, a de alvenaria de vedação é uma das mais significativas no que diz respeito aos custos desembolsados e ao prazo de execução no âmbito da construção. Baseado nisso, se faz necessário um planejamento e acompanhamento adequado da mão de obra desse serviço.

Dessa forma, nesse trabalho se analisa a produtividade do ciclo de alvenaria de vedação de uma obra residencial, vertical e de múltiplos pavimentos. Essa análise foi realizada por meio da metodologia de administração do Ciclo PDCA e foi feita em 35 pavimentos. A ferramenta foi implementada inicialmente para planejar a execução e posteriormente para permitir que seja atingido as metas propostas pelo planejamento e para fins de melhoria contínua do ciclo de execução dos pavimentos.

Além disso, no decorrer da análise foram investigados fatores que influenciam a produtividade do serviço, os quais foram amenizados ou inibidos a fim de cumprir com o proposto pela metodologia.

Por último, os resultados obtidos por esse trabalho transmitem a efetividade de se analisar os fatores de influência e pôr em prática as ações de intervenções em cada ciclo, uma vez que se obteve melhoria comprovada na produtividade da mão de obra de produção.

**Palavras-chave:** produtividade, alvenaria, ciclo, RUPcic, planejamento, produção, execução

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O processo de produção de obras . . . . .	18
Figura 2 – Diferentes abrangências do estudo da produtividade . . . . .	18
Figura 3 – Fatores influenciadores da produtividade . . . . .	19
Figura 4 – Argamassa estabilizada . . . . .	21
Figura 5 – Ferramentas para aplicação de argamassa . . . . .	22
Figura 6 – Aspectos a padronizar quanto à mensuração da RUP . . . . .	24
Figura 7 – A previsão da produtividade no âmbito do planejamento e da tomada de decisões . . . . .	26
Figura 8 – Círculo de Deming - P.D.C.A. . . . .	31
Figura 9 – Ciclo de vida de projeto . . . . .	32
Figura 10 – Metodologia do Trabalho . . . . .	36
Figura 11 – Salários da Categoria . . . . .	38
Figura 12 – Método de pesquisa - Fase de Planejamento . . . . .	39
Figura 13 – Método de pesquisa - Planejamento . . . . .	41
Figura 14 – Vista da obra . . . . .	42
Figura 15 – SLQA . . . . .	43
Figura 16 – Alvenaria tipo 1/2 vez . . . . .	44
Figura 17 – Alvenaria tipo 1 vez . . . . .	44
Figura 18 – Execução de Alvenaria . . . . .	45
Figura 19 – Elevadores guinchos cremalheiras para carga . . . . .	47
Figura 20 – Pacote de serviço . . . . .	48
Figura 21 – Composições de consumo . . . . .	50
Figura 22 – Detalhe do pacote de serviço . . . . .	51
Figura 23 – Layout de armazenamento de materiais . . . . .	53
Figura 24 – Detalhe do pacote de serviço replanejado . . . . .	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferentes tipos de RUPs . . . . .	25
Tabela 2 – Composição de custos unitários . . . . .	27
Tabela 3 – Serviços do pacote de alvenaria . . . . .	49
Tabela 4 – Consumo de horas do pacote de serviço . . . . .	50
Tabela 5 – Custo do pacote de serviço . . . . .	50
Tabela 6 – Definição do pacote de serviço . . . . .	51
Tabela 7 – Medição de RUPcic - 1° Ciclo PDCA . . . . .	54
Tabela 8 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 1° Ciclo PDCA . . . . .	55
Tabela 9 – Comparativo entre parâmetros de cada ciclo . . . . .	58
Tabela 10 – Medição de RUPcic - 2° Ciclo PDCA . . . . .	59
Tabela 11 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 2° Ciclo PDCA . . . . .	61
Tabela 12 – Medição de RUPcic - 3° Ciclo PDCA . . . . .	62
Tabela 13 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 3° Ciclo PDCA . . . . .	63
Tabela 14 – Medição de RUPcic - 4° Ciclo PDCA . . . . .	65
Tabela 15 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 4° Ciclo PDCA . . . . .	66
Tabela 16 – Medição de RUPcic - Todos os pavimentos . . . . .	68

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – RUPcic - Ciclo 1 - Pavimentos 1 ao 9 . . . . .	54
Gráfico 2 – RUPcic x Salário estimado . . . . .	56
Gráfico 3 – RUPcic - Ciclo 2 - Pavimentos 10 ao 24 . . . . .	60
Gráfico 4 – RUPcic - Ciclo 3 - Pavimentos 25 ao 29 . . . . .	63
Gráfico 5 – RUPcic - Ciclo 4 - Pavimentos 30 ao 35 . . . . .	65
Gráfico 6 – RUPcic geral dos pavimentos . . . . .	67
Gráfico 7 – RUPcic x Salário estimado . . . . .	67

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ICC	Indústria da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
RUP	Razão Unitária de Produção
Hh	Homens-horas
Qs	Quantidade de serviço
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos
RUPcic	Razão Unitária de Produção Cíclica
SLQA	Sistema Limitador de Queda em Altura

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
<b>1.1</b>	<b>Considerações Iniciais</b>	14
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	15
<b>1.2.1</b>	<i>Objetivos Gerais</i>	15
<b>1.2.2</b>	<i>Objetivos Específicos</i>	15
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	17
<b>2.1</b>	<b>A produtividade na construção civil</b>	17
<b>2.1.1</b>	<i>Contextualização</i>	17
<b>2.1.2</b>	<i>Fatores que influenciam a produtividade</i>	19
<b>2.1.2.1</b>	<i>Características do produto</i>	20
<b>2.1.2.2</b>	<i>Materiais e componentes</i>	20
<b>2.1.2.3</b>	<i>Equipamentos e ferramentas</i>	21
<b>2.1.2.4</b>	<i>Mão de obra</i>	22
<b>2.1.2.5</b>	<i>Organização e logística da produção</i>	23
<b>2.1.3</b>	<i>Formas de mensurar a produtividade</i>	23
<b>2.2</b>	<b>Planejamento e controle da produtividade</b>	25
<b>2.2.1</b>	<i>Composição de custos e Índices</i>	26
<b>2.2.2</b>	<i>Custos de mão de obra e remuneração</i>	28
<b>2.2.3</b>	<i>Duração das atividades e efeito de aprendizagem</i>	29
<b>2.3</b>	<b>Ciclo PDCA</b>	30
<b>2.3.1</b>	<i>Histórico</i>	30
<b>2.3.2</b>	<i>Aplicação na construção civil</i>	31
<b>2.3.2.1</b>	<i>P - Plan/Planejar</i>	32
<b>2.3.2.2</b>	<i>D - Do (Fazer)/Desempenhar</i>	33
<b>2.3.2.3</b>	<i>C - Check/Checar</i>	33
<b>2.3.2.4</b>	<i>A - Action/Agir</i>	34
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b>	35
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa</b>	35
<b>3.2</b>	<b>Escolha dos indicadores</b>	35



3.3	<b>Fase de planejamento</b> . . . . .	36
3.3.1	<i>Coleta de dados</i> . . . . .	36
3.3.2	<i>Tratamento de dados</i> . . . . .	38
3.4	<b>Fase de controle</b> . . . . .	39
3.4.1	<i>Coleta de dados</i> . . . . .	40
3.4.2	<i>Tratamento de dados</i> . . . . .	40
3.5	<b>Fase de Retroalimentação</b> . . . . .	41
4	<b>ESTUDO DE CASO</b> . . . . .	42
4.1	<b>Ambiente de pesquisa</b> . . . . .	42
4.2	<b>Alvenaria de Vedação</b> . . . . .	43
4.3	<b>Logística de transporte de materiais</b> . . . . .	46
4.4	<b>Forma de pagamento dos funcionários</b> . . . . .	47
5	<b>APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> . . . . .	49
5.1	<b>Primeiro ciclo PDCA</b> . . . . .	49
5.1.1	<i>Planejamento</i> . . . . .	49
5.1.2	<i>Execução</i> . . . . .	52
5.1.3	<i>Checagem</i> . . . . .	53
5.1.4	<i>Ação</i> . . . . .	56
5.2	<b>Segundo ciclo</b> . . . . .	57
5.2.1	<i>(Re)planejamento</i> . . . . .	57
5.2.2	<i>Execução</i> . . . . .	58
5.2.3	<i>Checagem</i> . . . . .	59
5.2.4	<i>Ação</i> . . . . .	60
5.3	<b>Terceiro ciclo</b> . . . . .	61
5.3.1	<i>(Re)Planejamento</i> . . . . .	61
5.3.2	<i>Execução</i> . . . . .	62
5.3.3	<i>Checagem</i> . . . . .	62
5.3.4	<i>Ação</i> . . . . .	63
5.4	<b>Quarto ciclo</b> . . . . .	64
5.4.1	<i>(Re)Planejamento</i> . . . . .	64
5.4.2	<i>Execução</i> . . . . .	64
5.4.3	<i>Checagem</i> . . . . .	64

5.4.4	<i>Ação</i> . . . . .	66
5.5	<b>Resultados gerais</b> . . . . .	66
6	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> . . . . .	69
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	70
	<b>APÊNDICES</b> . . . . .	72
	<b>APÊNDICE A-PLANTA BAIXA DE ALVENARIA DOS PAVIMENTOS</b>	72
	<b>APÊNDICE B-MEMORIAL DE CÁLCULO DE ALVENARIA</b> . . . . .	73

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

Para o desenvolvimento e crescimento econômico de um país, vários setores são essenciais, principalmente aqueles que desencadeiam considerável influência na economia do país, como exemplo da Indústria da Construção Civil (ICC), a qual além disso, possui vinculação com demais áreas (VIEIRA; NOGUEIRA, 2018).

De acordo com o mesmo autor, o setor colabora significativamente para a oferta de empregos diretos - na própria construção civil -, além de milhares de empregos indiretos em outras áreas, uma vez que é responsável pela construção de toda a infraestrutura do país e assim proporciona o crescimento de toda a cadeia produtiva.

Assim, segundo Gondim et al. (2004, *apud* COSTA et al., 2013 ) a ICC tem sido historicamente importante no panorama da economia nacional, sendo um dos principais setores na formação do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil.

Nesse cenário, à medida que o setor possui considerável importância para a economia do país, o mesmo deve acompanhar as nuances do mercado capitalista, e então, ser cada vez mais competitivo. Desse modo, conforme Herculano (2010), o bom desempenho de uma empresa está associado à eficiência produtiva, uma vez que a competitividade do mercado não o torna disposto a absorver ineficiências.

Nesse mesmo panorama, a McKinsey (1998, *apud* SOUZA, 2006) promoveu um estudo relacionado ao desenvolvimento do Brasil por meio da produtividade e afirmou o seguinte:

“Em qualquer país, o caminho mais sustentável para a melhoria do padrão de vida é o aumento da produtividade. Os ganhos de produtividade englobam tanto processos mais eficientes como inovações em processos e serviços. O uso adequado de recursos permite que a economia forneça bens e serviços a custos menores para o mercado interno e possa competir em mercados internacionais.”

A citação desse autor confirma a necessidade de análise desse parâmetro, sobretudo no âmbito de um setor tão relevante para a economia nacional. Dessa forma, Souza (2006) explica que devido a essa tamanha influência do setor, sobretudo devido aos demais empregos gerados anualmente, é instantâneo concluir a grandeza do valor e da quantidade do esforço humano envolvido na produção de obras. Ou seja, os custos voltados à mão de obra são uma parcela significativa do montante financeiro do setor.

Em contrapartida, Sarcinelli (2008) aponta que a indústria da construção civil sempre foi objeto de críticas em decorrência da baixa produtividade, sendo um setor caracterizado por produzir através de processo obsoletos e improdutivos.

De mesmo modo, Dantas (2011) afirma que a indústria brasileira da construção civil apresenta caráter artesanal, à medida que utiliza poucas técnicas aplicadas por outros setores industriais as quais permitiram aumentos significativos de produtividade.

Nesse aspecto, devido à mão de obra na construção civil apresentar caráter artesanal, além da grande variabilidade de serviços desempenhados e, diferentemente daquilo visto na indústria seriada, possuir um canteiro de trabalho nômade, o tempo despendido para a obtenção do produto final e conseqüentemente os custos gastos com mão de obra são uma parcela considerável do orçamento de uma construção.

Em virtude disso, é indiscutível a necessidade por o estudo e a análise da produtividade da mão de obra, a fim de tornar o setor da construção civil mais potencializado e competitivo.

Nessa conjuntura, os gestores de obras vêm adotando ferramentas de administração para auxiliar no planejamento e controle de seus projetos, como exemplo da metodologia do Ciclo PDCA.

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivos Gerais***

Analisar a produtividade do ciclo do serviço de alvenaria de bloco cerâmico de vedação em uma obra vertical de múltiplos pavimentos, por meio da aplicação da ferramenta do Ciclo PDCA.

### ***1.2.2 Objetivos Específicos***

- a) Diagnosticar a produtividade do ciclo do serviço de alvenaria e posteriormente checar/comparar com o que está sendo executado;
- b) Identificar fatores que possam influenciar as produtividades cíclicas encontradas;
- c) Implementar ações que possam contribuir para a melhoria da produtividade;
- d) Aplicar o ciclo PDCA como ferramenta de melhoria contínua.

### 1.3 Justificativa

Para Souza (2006), o estudo da produtividade tem como objetivo desenvolver bases para a montagem de um sistema de informações para auxiliar nas decisões importante de gestores, tais como a avaliação do desempenho da mão de obra, a definição de uma remuneração do trabalho coerente com o esforço despendido, a previsão de custos de um serviço, a definição do tamanho das equipes necessárias e da duração de uma atividade, etc.

Acrescentando o dito, Marchiori (1998) afirma que os processos de construção devem ser executados de acordo com o previsto pelo planejamento e controlados em conformidade com os prazos estabelecidos.

Dessa forma, se faz necessário aprofundar às análises no quesito de mão de obra da construção civil, porque, conforme Carraro (1998), a construção civil mantém literaturas sobre perdas voltadas a materiais e serviços, mas ainda é carente de informações a respeito da produtividade da mão de obra.

Em síntese, Souza (2006) afirma que para alcançar a melhoria da eficiência econômica do setor da construção civil - e conseqüentemente da economia do país -, é necessário investir-se no aprimoramento da produtividade no uso da mão de obra.

No que tange o serviço de alvenaria, Mattos (2019a) estima que o custo da vedação com alvenaria de blocos cerâmicos, em obras residenciais, pode chegar a 10% do seu custo total. Portanto, a otimização da etapa de produção de alvenaria, por meio de estudos de produtividade, por ser um dos serviços mais importantes da construção de edifícios, pode garantir um grande acréscimo de lucratividade da empresa.

Assim, esse trabalho se justifica como um meio para proporcionar a compreensão dos estágios tanto de planejamento como de checagem desses índices de produtividade e assim promover a melhoria contínua e otimização da produtividade do serviço. Como auxílio para a pesquisa, é utilizada a metodologia do Ciclo PDCA, por se tratar de um meio simples e totalmente aplicável no cotidiano da construção civil.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A produtividade na construção civil

#### 2.1.1 Contextualização

O termo por si, possui diferente significados, os quais diferem para diferentes pessoas, enquanto alguns pensam na força do trabalho, outros associam ao capital despendido (ADRIAN, 1987 *apud* CARRARO, 1998). Costa (1983) *apud* Souza (2006), exemplifica que um engenheiro diria que produtividade se trata da quantidade produzida por unidade de tempo, diferentemente de um administrador de empresas, que a descreveria como a relação entre lucro e investimento total, definição usualmente utilizada para o termo lucratividade. Posteriormente, conforme será mais bem detalhado nas referências seguintes, é possível associar esse conceito à perspectiva dos dois profissionais, visto que a produtividade pode abranger diferentes contextos.

Para Chiavenato (2014), produtividade é a relação ótima entre insumos e resultados, isto é, entre custos e benefícios entre recursos aplicados e o volume produzido. Ao se tratar de mão de obra, um operário é mais produtivo do que outro quando produz mais no mesmo período de tempo e utiliza os mesmos recursos de produção. Conceito esse que corrobora com o citado por Chiavenato (2015), o qual sintetiza que a produtividade no trabalho humano é igual ao quociente da relação de uma produção pelo tempo nela empregado.

Em síntese, Carraro (1998) pontua que a produtividade pode ser definida de diversas formas por diferentes autores, entretanto, todos esses conceitos estão relacionados a uma razão entre saídas resultantes de um processo de produção e os recursos que entram nos mesmos.

No contexto da construção civil, Souza (2006) descreve que produtividade estaria associada à comparação do resultado obtido com o esforço demandado. Já Souza (1998 *apud* SOUZA, 2000), especifica que a produtividade pode ser definida pela eficiência de tornar entradas em saídas no contexto de um processo produtivo.

Em concordância a essa definição, Souza (2006) acrescenta que a mesma seria a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação de tais entradas em saídas que cumpram com os objetivos previstos para tal processo. Por último, o autor define eficiência e eficácia por meio da seguinte exemplificação prática: um pedreiro que consegue fazer uma quantidade considerável de alvenaria num dia de trabalho, mas que não necessariamente a faz na região mais adequada do pavimento, e compromete o trabalho de outras equipes, ele teria sido

eficiente mas não necessariamente eficaz. A Figura 1 demonstra um fluxograma resumido desse conceito definido por Souza (2006).

Figura 1 – O processo de produção de obras



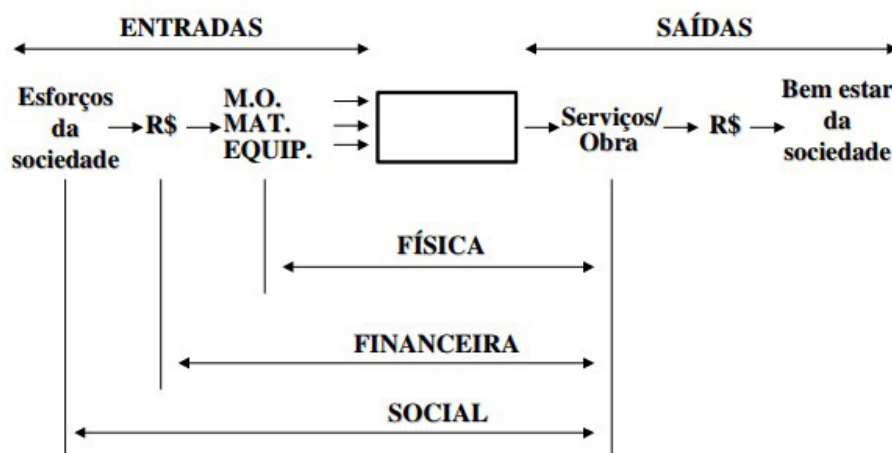
Fonte: Souza (2006).

Ademais, conforme os conceitos de Souza (2000), a produtividade, no âmbito da construção civil, é função do tipo de recurso a ser transformado, logo, pode ser estudada sob os seguintes pontos de vista, tratados como crescentes níveis hierárquicos:

- físico: relaciona a produtividade por meio do uso de equipamentos, materiais e ferramentas utilizadas para conceber o serviço;
- financeiro: compreende a análise a partir da quantidade de dinheiro demandada;
- social: descreve a partir do esforço da sociedade como um todo para a efetivação do processo.

A Figura 2 apresenta um fluxograma com esse conceito enunciado pelo autor.

Figura 2 – Diferentes abrangências do estudo da produtividade



Fonte: Souza (2000).

Souza (2000) denota que a análise de produtividade da mão de obra mantém a abrangência dentro do nível físico. Porém, Souza (2006) já ressalta que a produtividade física da

mão-de-obra pode ser estudada de uma maneira bastante analítica e ela pode ser conjugada com a financeira. Nesse trabalho, pretende-se retratar exatamente essa interligação entre ambas as modalidades.

No que tange aos benefícios de analisar a produtividade, Carraro (1998) pontua que o estudo da produtividade de mão de obra pode trazer alguns benefícios, dentre os quais se pode destacar:

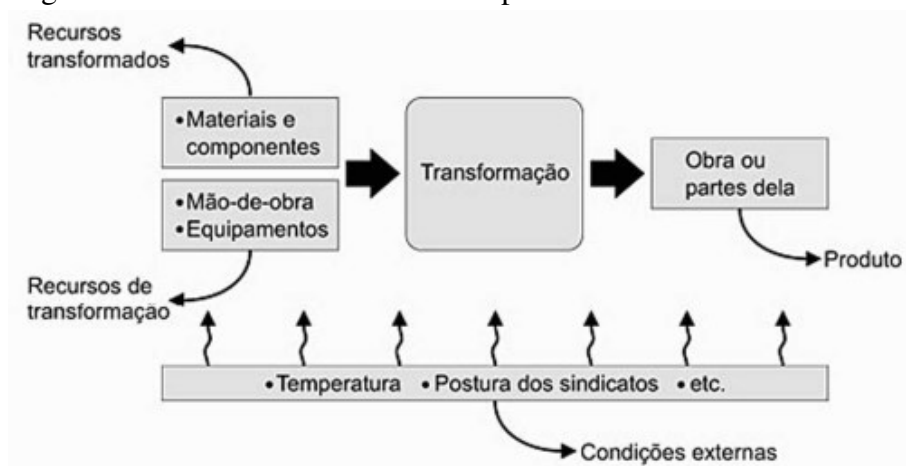
- previsão e duração dos serviços;
- avaliação e comparação de resultados;
- desenvolvimento / aperfeiçoamento de métodos construtivos.

### 2.1.2 Fatores que influenciam a produtividade

A partir da definição e ao entender a importância de mensurar a produtividade da mão de obra, faz-se necessário analisar quais os fatores possuem influência na obtenção desse parâmetro. Para Carraro (1998) entender os fatores que fazem a produtividade de uma obra ser melhor ou pior que outra é tão ou mais relevante que simplesmente calcular índices de produtividade.

Souza (2006) exprime de maneira global os fatores que influenciam a produtividade, resumidos por meio da Figura 3.

Figura 3 – Fatores influenciadores da produtividade



Fonte: Souza (2006).

Na visão de Araújo e Souza (2001) quando se estuda a transformação de entradas em saídas, é de extrema importância estudar a detecção de quais fatores têm influência significativa sobre a eficiência deste processo e a posterior análise destes fatores. O autor ainda sugere que



esses fatores estão relacionados tanto ao conteúdo quanto ao contexto de execução.

Desse modo, a partir de conceitos de diversos autores, conforme referenciados a seguir, é possível segmentar os fatores de influência da produtividade por meio dos seguintes tópicos:

#### 2.1.2.1 *Características do produto*

Diferentemente daquilo evidenciado na indústria seriada, onde há uma repetição convencional de processos de um mesmo produto, a construção civil é caracterizada por conceber produtos únicos e, de certa forma, ainda artesanais. Nesse contexto, Carraro (1998) expressa que execução de alvenaria não é uma atividade totalmente contínua, repetitiva e executável em um ritmo constante de trabalho, ela possui algumas fases distintas e bem definidas. Isto posto, segundo Araújo e Souza (2001), características relacionadas à alvenaria, como a localização e a forma geométrica, o tipo de fixação aplicado, são necessárias para o entendimento e análise da produtividade relacionada ao projeto que está sendo concebido.

Em relação a especificamente os fatores de influência ao serviço de alvenaria, Sanders e Thomas (1991, *apud* CARRARO 1998) por meio de estudos de identificação e quantificação, chegaram às seguintes conclusões:

- a) a produtividade pode aumentar em até 30% quando se trabalha em um ciclo, ou seja, em pavimentos repetitivos;
- b) fatores relacionados ao layout de execução da alvenaria possuem um efeito considerável para efeito da produtividade de alvenaria. Paredes com um desenho mais complexo podem impactar negativamente em até projeto têm um efeito dramático na produtividade da alvenaria. Paredes com um desenho mais complexo podem piorar a produtividade em até 40%, enquanto as paredes com poucas aberturas e poucos cantos melhoram bastante a produtividade;
- c) as restrições de acesso também podem influenciar negativamente, exemplo dificuldades de entrega dos materiais e no acesso e movimentação às áreas de trabalho.

#### 2.1.2.2 *Materiais e componentes*

Segundo Araújo e Souza (2001) a construção civil possui uma gama considerável de materiais e componentes utilizados para a produção do serviço, de tal modo que gera diferentes

combinações e permite uma maior variabilidade entre a maneira de execução dos serviços. O autor acredita que essa variação seja um fator que vem a influenciar a produtividade de mão de obra.

Como exemplo dessa variação de materiais, pode-se citar a utilização de argamassas com diferentes fluidez, ou ainda o uso para execução do serviço de alvenaria de vedação de uma argamassa moldada in loco, em contraste com o uso de uma argamassa estabilizada, a qual estará apresentada na Figura 4.

Figura 4 – Argamassa estabilizada



Fonte: A autora.

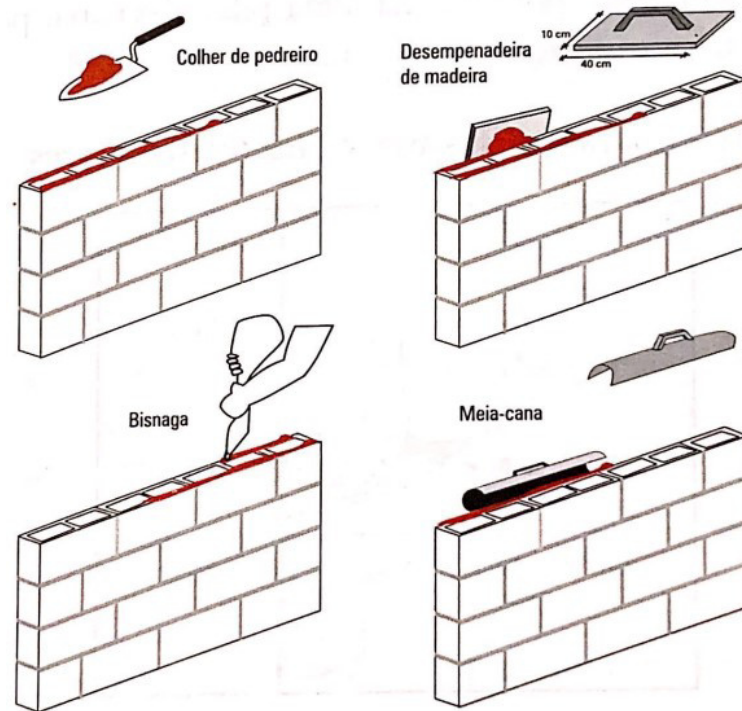
### 2.1.2.3 Equipamentos e ferramentas

Assim como existe uma gama de materiais e componentes utilizados na construção civil, tal qual é essa diversidade para equipamentos e ferramentas manuseados para a produção de alvenarias. Inclusive, conforme Araújo e Souza (2001) nos últimos anos tem-se notado a utilização de alguns equipamentos e ferramentas em substituição às tradicionais colheres de pedreiro e prumos de face, por exemplo. Para o autor, a inclusão dessa diversidade no mercado advém como forte apelo para obter o aumento da produtividade almejada. Ademais, a idade, o estado e a boa manutenção de equipamentos e ferramentas também é um fator de influência da produtividade.

Além disso, para Souza (2006) a utilização de equipamentos de maior porte para auxílio na logística de transporte de blocos paletizados, como exemplo da grua, pode ser também

um fator de influência da produtividade. A Figura 5 ilustra várias ferramentas utilizadas no serviço de alvenaria.

Figura 5 – Ferramentas para aplicação de argamassa



Fonte: Júnior (2000).

#### 2.1.2.4 Mão de obra

O dimensionamento de uma equipe trata-se da determinação do quantitativo de mão de obra, ou seja a entrada de um processo, para se obter um produto final. Implica em definir a quantidade de operários necessários para realização de um serviço (ARAÚJO; SOUZA, 2001).

Para Souza (2006) o dimensionamento das equipes, como por exemplo o número de ajudantes para cada pedreiro e a presença ou não de encarregado, constituem fatores importantes a serem considerados, mantêm correlações com a variação nos níveis de produtividade da mão-de-obra. O autor também afirma que a remuneração dos operários e o nível de emprego disponibilizado na região também são fatores condicionantes para a inconstância da produtividade.

### 2.1.2.5 *Organização e logística da produção*

Para Araújo e Souza (2001) a organização da produção está relacionada aos fatores presentes no contexto da execução do trabalho - e não no conteúdo -, o que tornaria mais sensível a instabilidade da produtividade, uma vez que incidem ao trabalho por completo.

Carraro (1998) reforça que, quando se está trata da realização de uma alvenaria, no senso comum se pensa apenas na figura do operário assentando bloco de tijolos, todavia, por trás desse pensamento há toda uma gestão e organização da produção para que o trabalho seja realizado.

Nesse contexto, segundo Thomas et al. (1989, *apud* CARRARO, 1998) o mau gerenciamento de materiais pode comprometer significativa a produtividade na execução do serviço. Por esse mau gerenciamento, no contexto aplicado, se pode citar um planejamento de entrega inadequado dos materiais e a não disponibilização em tempo hábil dos insumos necessários para realização de certa atividade.

Na perspectiva de mão de obra, Souza (2006) afirma que fatores relacionados à disponibilização de frente de trabalho suficiente ao longo de transcorrer do serviço, também são variantes para a produtividade. Pode-se dizer que essa afirmação está diretamente associada ao superdimensionamento de funcionários em determinado serviço.

Uma logística adequada para a execução do serviço é fundamental para a contribuição da produção. Para Herculano (2010) a locação correta de armazenamento de materiais, equipamentos e setor de produção no canteiro, juntamente ao dimensionamento adequado em tamanho e quantidade do mesmo, otimiza a produção com ganho de tempo, limpeza e qualidade.

### 2.1.3 *Formas de mensurar a produtividade*

Após a compreensão da importância em mensurar a produtividade, além de entender alguns fatores condicionantes da variação da mesma, é necessário investigar como deve ser feita essa mensuração. Isso é corroborado pela fala de Souza (2006), o qual enfatiza que uma das grandes dificuldades dos estudos desse tema está na falta de padronização em como mensurar a produtividade e reforça a importância de definir uma linguagem padronizada para esse tema.

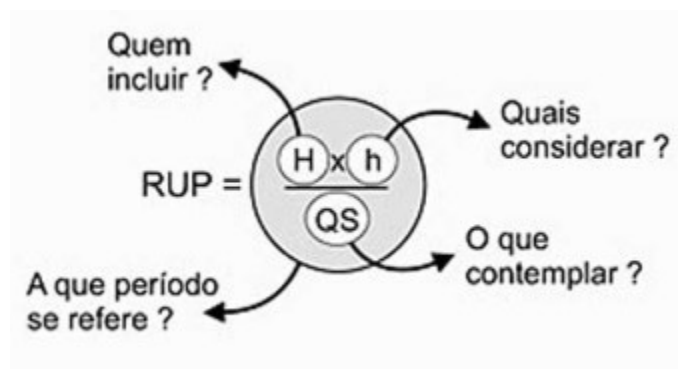
Segundo Souza (2000) a forma mais adequada de se medir a produtividade é referente à quantificação da mão de obra necessária, expressa pela multiplicação de homens demandas para o processo pelo tempo líquido em horas de produção, para produzir uma unidade de saída

medida, para o caso deste trabalho, 1 metro quadrado (m<sup>2</sup>) de alvenaria. Desse modo, o autor define como indicador para essa aferição a Razão Unitária de Produção (RUP), o qual pode ser resumido pela relação entre entradas e saídas, ou seja, razão entre Homens-horas (Hh) e Quantidade de serviço (Qs). Na Equação será apresentada essa relação.

$$RUP = \frac{\text{Entradas}}{\text{Saídas}} = \frac{Hh}{Qs}. \quad (2.1)$$

Embora apenas essa definição tenha sido validada por Souza (2006), apenas esse conceito não supriria as necessidades para uma padronização adequada da aferição da produtividade, visto que diferentes autores podem considerar diferentes fatores de entrada. Esse questionamento será mais bem apresentado por meio da Figura 6.

Figura 6 – Aspectos a padronizar quanto à mensuração da RUP



Fonte: Souza (2006).

A partir disso, o autor ratifica que para que seja obtida a padronização da RUP é necessário manter regras quanto aos seguintes aspectos:

- a) mão de obra contemplada (Homens), que se trata da distinção dos profissionais envolvidos para o cálculo, consideração ou não de ajudantes (oficiais ou de apoio) ou apenas os oficiais (diretamente envolvidos na produção) do serviço;
- b) horas de trabalho consideradas (horas), correspondente a se será contabilizado todo o período de trabalho em que o funcionário está no canteiro, ou seja, disponível para trabalhar, ou se serão descontadas demais paralisações - independente do motivo - no decorrer do serviço;
- c) quantificação de saídas resultantes (Qs), referente como será mensurado o serviço executado, no exemplo da alvenaria, se será aferido toda a área bruta ou a área líquida (aquela com desconto de vãos) da parede, ou ainda se a aferição do serviço será repartida em subtarefas.

Além desse, outro aspecto que o autor considera como regra é o período de tempo ao qual se refere a RUP, que será mais bem apresentado e definido conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Diferentes tipos de RUPs

Sigla	Especificação	Período de tempo de referência para medição
RUP <sub>d</sub>	RUP diária	Período de um dia de trabalho
RUP <sub>cum</sub>	RUP cumulativa	Período acumulado dentro de um espaço de tempo estudado até sua data de avaliação
RUP <sub>cic</sub>	RUP cíclica	Execução de um ciclo de serviço. Ex.: Alvenaria de um pavimento repetitivo
RUP <sub>per</sub>	RUP periódica	Período fixo determinado. Ex.: Uma semana

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Embora essas diretrizes tenham sido mais bem explanadas por Souza (2006), Souza (2000) havia sido acometido pelos mesmos questionamento e também definidos regras semelhantes a do autor posterior, mas não tão minuciadas. De toda forma, o autor indica que a melhor forma de se mensurar seria da seguinte forma:

- a) deve-se tornar bem distinto qual é a equipe envolvida para o estudo da produtividade - se contém auxiliares ou encarregados ou não -;
- b) preconiza-se que para o cálculo de horas deve-se adotar as horas disponíveis para o trabalho, isto é, presentes no canteiro de obras;
- c) acredita-se que a quantidade líquida de alvenaria seja o melhor estimulador de saídas para o processo produtivo;
- d) torna-se necessário enfatizar em qual período de tempo está sendo estudado a produtividade - de um ciclo, de um dia, etc. -.

## 2.2 Planejamento e controle da produtividade

Essa seção tem por objetivo buscar a relação entre produtividade, planejamento e controle de obras, o que é bem descrito por Souza (2006) ao dizer que "enquanto o levantamento da produtividade diz respeito ao controle, o prognóstico da mesma se associa à programação; ambos dizem respeito ao planejamento, que subsidia a tomada de decisões".

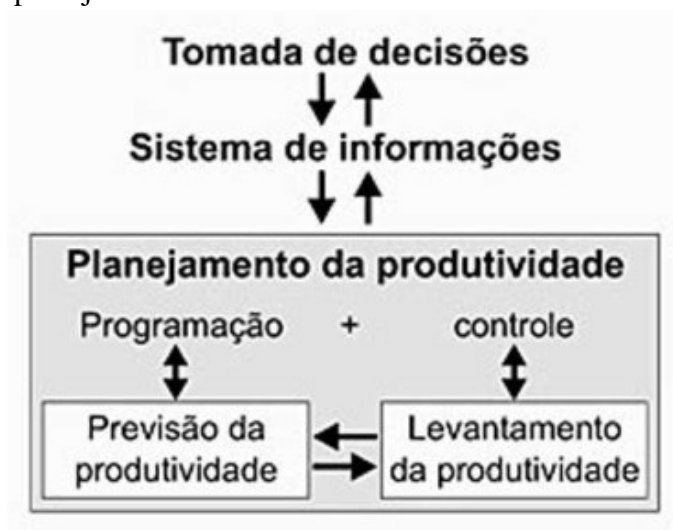
Segundo Mattos (2019b) as principais causas da baixa produtividade no setor da construção civil derivam da deficiência no planejamento e controle da construção.

Para Souza (2006) a tomada de decisão feita por um gestor pode ser alimentada por um estudo de produtividade, que deve ser considerado como um sistema de informação. Esse sistema normalmente é aplicado como banco de dados para desenvolvimento de orçamento de obras.

Em concordância com esse dito, Mattos (2019b) retrata que a análise das produtividades advindas do orçamento são fundamentais para se ter sucesso como um bom planejador de obras, além disso, compreender a produtividade se faz necessária para obtenção de parâmetros como a determinação da duração das atividades e o dimensionamento das equipes a serem contratadas para a execução das etapas de obra.

Ainda de acordo com Souza (2006), duas partes do planejamento devem interagir: prognóstico e apropriação da produtividade, de modo que haja uma previsão - do valor da produtividade e das condições que levaram ao seu prognóstico -, a qual serviria de referência para o controle, o qual monitorando a produtividade e as condições vigentes, permitiria um ciclo do próprio planejamento. O autor exprime esse conceito pela figura 7.

Figura 7 – A previsão da produtividade no âmbito do planejamento e da tomada de decisões



Fonte: Souza (2006).

Mattos (2019a) também afirma ser inevitável o investimento em gestão e controle de processos na construção civil, uma vez que, sem essa sistemática, os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: prazo, custo, lucro, retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa.

### 2.2.1 Composição de custos e Índices

"Dá-se o nome de composição de custos ao processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com certos requisitos preestabelecidos"(MATTOS, 2019a). De acordo com o autor, essa compo-

sição lista todos os insumos necessários para a realização de um serviço e atribui três categorias normalmente envolvidas: mão de obra, material e equipamento. Em síntese, nesse trabalho, se analisará apenas a categoria mão de obra.

Ainda segundo Mattos (2019a), composição de custo unitário é o custo correspondente para a realização de uma unidade de serviço, por exemplo, para execução de 1m<sup>2</sup> de alvenaria. Para o autor, alguns conceitos são fundamentais para o entendimento de uma composição de custos unitários, conforme seguinte:

- a) insumo é cada um dos itens envolvidos (mão de obra, material e equipamento) que entram na execução direta do serviço;
- b) unidade é a unidade de medida de um insumo, no caso da mão de obra, é comumente medido em horas (ou mais precisamente, Hh);
- c) índice é a incidência de cada insumo na execução de uma unidade de serviço;
- d) custo unitário é o custo de aquisição ou emprego de uma unidade do insumo;
- e) custo total é o custo total do insumo dentro da composição de custos unitários, o qual é obtido por meio do produto do índice pelo custo unitário.

A partir dessas definições, o autor exemplifica os conceitos por meio da tabela 2.

Tabela 2 – Composição de custos unitários

Insumo	Unidade	Índice	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Armador	h	0,10	6,90	0,69
Ajudante	h	0,10	4,20	0,42
Aço CA-50	kg	1,10	2,90	3,19
Arame recozido	kg	0,03	5,00	0,15
<b>Total</b>				<b>4,45</b>

Fonte: Adaptada de Mattos (2019a).

Para Mattos (2019b), a definição de índice também pode ser chamada de RUP e que o inverso desse coeficiente é definido como produtividade, isto é, a taxa de produção de uma pessoa da equipe ou de um equipamento.

A partir da caracterização advinda de ambos os autores, verifica-se que se o conceito de RUP mantém relação direta com o custo unitário de produção de uma atividade, ou melhor, ela é um dos fatores primordiais para essa definição. Isto posto, foi bem definida a relação entre produtividade e custos.

Essas composições de custos podem ser encontradas na literatura, tais como no livro de Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), porém, segundo Mattos (2019a), por mais abrangente que um livro de conjuntos de composições possa ser, ele parte



de observação de obras diversas, então, é importante que as próprias construtoras definam seus índices e composições de custos, baseados em observação e, posteriormente, com o levantamento de dados reais em campo.

### ***2.2.2 Custos de mão de obra e remuneração***

Como parte dos insumos que compõe a composição de custo unitário, o custo unitário de mão de obra corresponde ao consumo de horas, ou fração de horas, dos trabalhadores envolvidos para a execução de determinado serviço. O custo horário é o salário/hora do trabalhador mais os encargos sociais representados. (TCPO, 2010)

Conforme Mattos (2019a), cabe ao construtor atribuir o custo de uma hora base, de modo a considerar o que ela realmente representa para a empresa. Nesse contexto, o custo de um operário para o empregador não corresponde apenas ao seu salário-base, mas à soma desse acrescido de diversos encargos sociais e trabalhistas impostos pela legislação e pelas convenções de trabalho. Nessas convenções de trabalho é onde será definido o piso salarial do funcionários da construção civil.

Machado (1997) elucida que o pagamento por dia de trabalho consiste na prática onde uma taxa horária é paga de forma que a simples presença do operário no trabalho já proporciona o seu pagamento. Para o autor, a desvantagem desse método está sobretudo na inexistência de uma recompensa sobre a eficiência do trabalhador.

De acordo com Chiavenato (2015) "se as pessoas percebem e crêem que seu desempenho é, ao mesmo tempo, possível e necessário para obter mais dinheiro, elas certamente desempenharão da melhor maneira possível". Para o autor, a aplicação da remuneração fixa e permanente, não motiva os trabalhadores a terem um desempenho melhor e que a produtividade das pessoas somente aumenta e se mantém quando as mesmas também possuem interesse em produzir mais e, assim, como estratégia das empresas em aumentar a produtividade e incrementar a eficiência surge a remuneração variável.

Nesse contexto, diretamente em relação ao contexto da construção civil, Machado (1997) aponta o conceito de pagamento por produção como o pagamento de um valor uniforme por unidade de produção cujo princípio consiste no aumento proporcional dos ganhos dos operários à medida que ocorre uma elevação no nível de produtividade e conseqüente aumento da produção. Verifica-se, pela definição de conceitos dos demais autores dessa seção, que a aplicação de composições de custo unitários se aplica a essa forma de pagamento.

Harris e McAffer (1989, *apud* MACHADO 1997), consideram o sistema de pagamento por produção mais apropriado quando aplicado sobre atividades repetitivas, visto que o padrão de tempo para executar o serviço pode ser fixado com maior precisão. Ademais, como vantagem o sistema apresenta: incentivo direto ao aumento da produtividade, manutenção de um custo salarial por unidade de produção invariável.

Machado (1997) também inclui como vantagem desse sistema a possibilidade de conhecimento prévio do custo da mão de obra envolvida no serviço, ou seja, o gestor pode prever quanto será gasto com mão de obra na execução dos serviços, e como desvantagem traz a possibilidade de aumento do custo da tarefa devido a ajustes decorrentes de imprevistos na produção.

### **2.2.3 Duração das atividades e efeito de aprendizagem**

Mattos (2019b) denota que com o entendimento correto do conceito de índices e produtividades, o gestor pode calcular a duração de uma atividade. O autor define como duração a quantidade de tempo necessário para realizar determinada atividade e essa depende, por sua vez, da quantidade de serviço, da RUP e da quantidade de recursos alocados, isto é, a disponibilização de mão de obra. Além disso, para o autor, as composições de custo unitários são formas adequadas para prever a duração de atividades.

Desse modo, o autor pontua que há duas diferentes perspectivas de se conceder a duração de dada atividade: dimensionar a duração em função da equipe ou dimensionar a equipe em função da duração, e que o mais comum a ser utilizado é o segundo modo. Além disso, ele atribui ao grau de conhecimento do serviço como um fator que influencia na duração da atividade, ao explicar que atividades novas ou pouco frequentes requerem um período de familiarização da equipe, como a metodologia construtiva, o posicionamento dos operários, entre outros. Assim, existe uma tendência natural de que a produtividade cresça com o tempo e define isso como curva de aprendizagem.

Para Gates e Scarpa (1978, *apud* MARCHIORI 1998), é importante que o efeito do aprendizado seja levado em conta no cálculo do consumo de mão-de-obra no momento do planejamento da obra.

Para Marchiori (1998) o efeito da repetição é a redução sucessiva do tempo necessário para executar operações idênticas, repetida e sucessivamente. A influência favorável da repetição do tempo operacional é devido ao aumento da produtividade alcançado por meio do

treinamento, mas também pelo sucessivo aperfeiçoamento do método de trabalho e o ajustamento no ambiente imediato da operação. A repetição, a continuidade, a aquisição de habilidade, a familiarização com o projeto propiciam um ambiente favorável para que a produtividade aumente.

Leite e Possamai (2002) considera que o efeito aprendido surge ao passo que o operário realiza o trabalho repetitivo e ganha maior confiança e agilidade em sua execução, de modo a aumentar sua produtividade. E também aponta que esse fenômeno só ocorre ao passo que o trabalho seja contínuo e repetitivo, ou seja, não deve haver interrupções nos processos e sendo executado por uma mesma equipe.

Conforme já referenciado na subseção de 2.1.2 - Fatores que influenciam a produtividade, por meio do trabalho repetitivo, dentro de um ciclo de produção, foi possível obter ganhos de produtividade de em média 30%.

## **2.3 Ciclo PDCA**

Como decorrência da incerteza que cerca as atividades na construção civil, é necessário não somente planejar - quadrante P do ciclo PDCA -, mas também controlar - quadrante C para avaliar as eventuais discrepâncias e poder ajustar o cronograma para o restante do projeto. (MATTOS, 2019b)

### **2.3.1 Histórico**

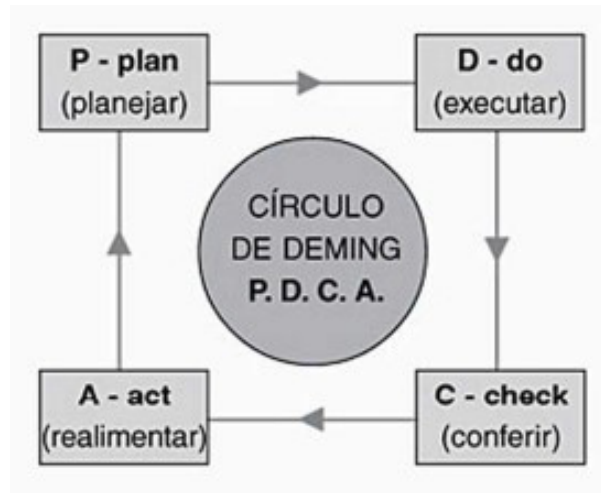
De acordo com Graeml e Peinado (2007), a melhoria contínua é baseada em um conceito japonês denominado *Kaizen*, que consiste no ponto principal da filosofia da qualidade total, a ideia da busca contínua de melhorias em tudo que é feito em uma organização. O ciclo PDCA é um dos vários modelos descritos na literatura para melhoria contínua e, para o autor, talvez o mais conhecido. Esse será justamente o aplicado nesse trabalho.

Segundo Mattos (2019b), o ciclo PDCA foi desenvolvido originalmente por Walter Shewart, na década de 1920, mas foi difundido por Edwards Deming na década de 1950 ao aplicá-lo no Japão.

Conforme Thomaz (2001), Deming foi um especialista norte-americano em processos da qualidade conhecido mundialmente e principalmente no Japão. Ele definiu que devam ser continuadas as ações de planejamento, execução, controle e realimentação. Essa definição pode

ser exibida pela Figura 8.

Figura 8 – Círculo de Deming - P.D.C.A.



Fonte: Thomaz (2001).

Mattos (2019b) define como ciclo PDCA o conjunto de ações ordenadas e interligadas entre si, dispostas graficamente em um círculo em que cada quadrante corresponde a uma parte de um processo.

De acordo com Graeml e Peinado (2007), "o que torna o ciclo PDCA tão especial é, justamente, a idéia de que as atividades de melhoramento devem ocorrer em ciclos, que envolvem a o planejamento e experimentação com inovações, mas também etapas de consolidação dos benefícios obtidos ou reavaliação de mudanças que não trouxeram os resultados esperados". Ainda, define que o conceito se trata de um ciclo pois, ao encerrar a última etapa, deve-se estar pronto para iniciar uma nova etapa de planejamento, o que define como "rodar" o ciclo PDCA.

Em concordância, Mattos (2019b) enfatiza que o mérito do ciclo PDCA é deixar claro para o gestor que não basta planejar, que não é suficiente delimitar apenas a metodologia, os prazos e os recursos requeridos sem que haja o monitoramento da atividade, é necessário comparar os resultados reais com aqueles desejados. Ainda reforça que, quanto maior a frequência da aplicação desse ciclo, mas aperfeiçoado se torna o planejamento.

### 2.3.2 Aplicação na construção civil

No âmbito da construção civil, Mattos (2019b) menciona que o processo de melhoria contínua surge como uma ferramenta de gestão fundamental para o gerenciamento dos canteiros de obras, a qual prega que todo processo deve ter um controle permanente que permita a aferição do desempenho dos meios empregados, a flexibilidade de alteração de procedimentos e assim

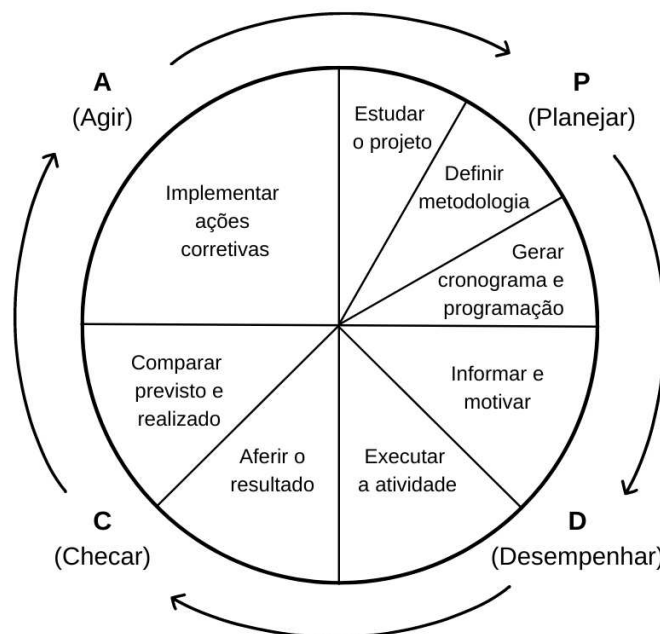
facilitar o alcance das metas necessárias. Dentre esses princípios, um principal adotado no gerenciamento de obras é bem descrito pelo ciclo PDCA. O autor ainda afirma o seguinte:

"Em virtude da grande quantidade de variáveis envolvidas, como mão de obra, suprimento, intempéries, interferências, retrabalho e perdas periódicas de produtividade, o ciclo PDCA encaixa-se perfeitamente no mundo da construção civil, enfatizando a relação entre o planejamento, o controle e as ações preventivas e corretivas cabíveis."

Além desse autor, Souza (2006) aconselha a adoção de uma postura do tipo PDCA para garantir uma constante preocupação com a gestão da produtividade. Além disso, reitera que ao passo que são gerados mais "giros" do ciclo PDCA, as melhorias tornam-se cada vez mais significativas.

Por último, Mattos (2019b) também define cada sigla do processo de melhoria contínua, aplicada à construção civil, conforme exibido na imagem 9 e enunciado nos subtópicos seguintes.

Figura 9 – Ciclo de vida de projeto



Fonte: Adaptado de Mattos (2019b).

### 2.3.2.1 P - Plan/Planejar

Fase em que a equipe de planejamento da obra gera informações de prazos e metas físicas e pode ser dividido em três processos:

- a) estudo do projeto: envolve a análise do projeto, identificação e avaliação de interferências, entre outros;
- b) definição de metodologia: compreende a definição de processos construtivos, plano de ataque da obra, precedência de atividades, logística de materiais e equipamentos, entre outros;
- c) geração do cronograma e programações: consiste em coordenar as informações como os quantitativos de serviço; as produtividades adotadas previamente; a quantidade disponível de mão de obra; entre outros, de modo a promover um cronograma racional e factível.

O planejamento é naturalmente a representação daquilo que se deve seguir para alcançar o objetivo do empreendimento.

#### 2.3.2.2 *D - Do (Fazer)/Desempenhar*

Representa a materialização do planejamento em campo. É a fase propriamente de execução da atividade.

- a) informar e motivar: explicar a todos os envolvidos no processo produtivo qual deve ser o método construtivo empregado, a sequência de atividades, as durações previstas, além de tirar as dúvidas da equipe;
- b) executar a atividade: consiste na realização física da atividade.

Para o autor, o grau de envolvimento e interesse das equipes é majorado quando o planejamento e as programações são bem apresentados. Apesar disso, o campo pode não repercutir exatamente o que foi planejado, visto que podem haver discrepâncias vide falta de comunicação, não entendimento do planejado, por inexecuibilidade do planejamento, entre outros.

#### 2.3.2.3 *C - Check/Checar*

A etapa consiste na aferição do que foi realmente realizado, além de a comparar o previsto com o realizado e apontar as diferenças relativas a prazo, custo e qualidade. Nessa etapa é onde se manifesta o acompanhamento e o controle do projeto.

- a) aferir o resultado: corresponde a levantar em campo as quantidades de serviço executadas dentro de um período de análise, portanto, é uma tarefa de apropriação de dados;

- b) comparar o previsto e realizado: fase real de comparação do previsto com o realizado, momento o qual se detectam os desvios e identificam os impactos que eles trazem, como possíveis adiantamento da obra, etc.

Nesse quadrante os indicadores de desempenho reais são medidos pelo planejador, a exemplo da produtividades em campo que são calculadas e passam a se tornar acervo da obra. Além disso, o autor reforça que todas as informações que possam servir para reduzir os possíveis desvios devem ser coletadas, identificadas como pontuais ou tendenciosas e aplicadas na etapa seguinte.

#### 2.3.2.4 A - Action/Agir

A partir do levantamento de possíveis desvios, isto é, se os resultados em campo divergirem do planejado divergir, ações corretivas precisam ser implementadas. Com o fito de amenizar e impedir re ocorrências, as causas dos desvios devem ser analisadas e investigadas a fundo.

Já em situações com menores desvios, essa fase deve funcionar como uma oportunidade de melhoria do serviço executado - visando a melhoria contínua -, além de proporcionar uma oportunidade para redução do prazo da obra.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

No presente trabalho, foi analisada e investigada a produtividade do ciclo da execução do serviço de alvenaria de vedação de bloco cerâmico. O método de pesquisa adotado foi de um estudo de caso, posto que se objetiva analisar um problema ou fenômeno dentro do contexto da edificação estudada, fomentadora do levantamento dos dados desse trabalho.

Ademais, o tipo de pesquisa aplicada é de caráter quantitativa, visto que se busca levantar dados para análise da produtividade cíclica do pavimento, mas também possui embasamentos qualitativos, no que se refere à investigação do processo e ao empenho pela melhoria contínua da sua aplicação.

Ainda, esse processo de melhoria contínua foi realizado por meio da ferramenta do Ciclo PDCA. A aplicação dessa ferramenta esteve relacionada a todas as etapas de estudo do trabalho, de forma a executar exatamente o que a mesma prescreve: houve as fases de planejamento, execução, checagem e ação.

Dessa forma, devido à essa metodologia possuir fases bem distintas no que tange à coleta e apropriação de dados, a metodologia do trabalho aqui apresentado irá ser dividida em três fases macro: a de planejamento, que fará o estabelecimento de metas para a produtividade; a de controle, a qual irá tanto dispôr do momento de execução como também o de aferição dos resultados obtidos; e a de retroalimentação, que irá promover uma ação para melhoria. Isso está melhor descrito pela Figura 10 trazida abaixo.

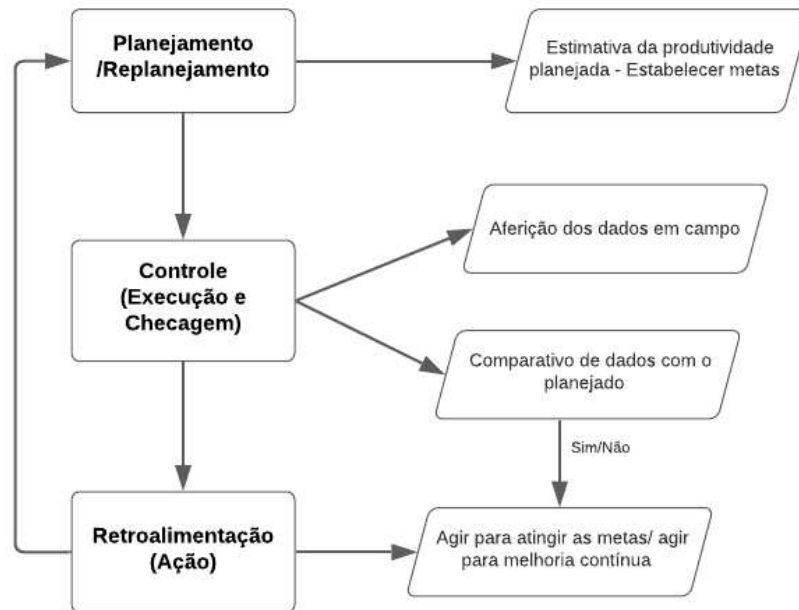
#### **3.2 Escolha dos indicadores**

Como indicador de mensuração da produtividade, foi aplicado o conceito Razão Unitária da Produção (RUP), a qual possui como entradas e saídas, a razão entre homens-hora (entradas) e a quantidade de serviço executado (saídas), conforme demonstrado anteriormente na equação 2.1.

Além disso, devido aos objetivos desse trabalho e por meio dos dados de coleta escolhidos, optou-se por avaliar a produtividade por meio da Razão Unitária de Produção Cíclica (RUP<sub>cic</sub>), a qual aborda o período de análise dentro de um ciclo de produção da execução de serviço de um pavimento. Esse indicador é normalmente aplicado quando se deseja analisar a



Figura 10 – Metodologia do Trabalho



Fonte: A autora.

evolução da produtividade em serviços repetitivos. Um exemplo dessa aplicação está no trabalho de Marchiori (1998), cujo estudo também foi realizado de modo a considerar a produtividade cíclica do pavimento.

Ademais, no trabalho a autora optou por mensurar o quantitativo de serviço com a repartição das atividades, porém ela constatou que esse nível de detalhamento não agregou muito valor à pesquisa e recomendou que fosse feita a coleta de dados de forma mais globais, isto é, que a unidade de medida dos serviços do pacote fosse apenas a unidade de parede (em m<sup>2</sup>), e que isso não prejudicaria os resultados finais da pesquisa, além de demandar menos horas dos pesquisadores. Desse modo, esse presente trabalho seguirá essa indicação da pesquisadora, conforme foi melhor descrito na fase de controle.

### 3.3 Fase de planejamento

Essa seção irá descrever os métodos aplicados no decorrer da fase de planejamento.

#### 3.3.1 Coleta de dados

Primeiramente, conforme preceitos do ciclo PDCA, foi necessário estudar as características do projeto, definir a metodologia construtiva a ser adotada e levantar os quantitativos

de serviços a serem executados.

Tais procedimentos foram realizados com o auxílio de plantas baixas e de cortes arquitetônicos fornecidas pela própria obra, em formato do software AutoCAD e com o auxílio de uma planilha eletrônica no software Excel, de modo a permitir a geração de um memorial de cálculo com os quantitativos de serviço a serem realizados. Por seguinte, foi levantado e quantificado as demais atividades a serem realizadas para compôr o pacote de serviço de alvenaria do pavimento, de modo a obter a real quantidade de serviço que irá ser realizado.

No que tange à metodologia construtiva adotada para a execução do serviço, foi aplicada o prescrito pelos documento de instrução de trabalho da própria construtora. Esse documento fornece todos os procedimentos e diretrizes que devem ser aplicados para a execução do serviço de alvenaria de vedação não estrutural, bem como as ferramentas e os materiais que devem ser utilizados.

Ainda, a fim de obter uma previsibilidade da execução da atividade, foi necessário se apropriar de uma produtividade para cada serviço, ou seja, estimar composições de consumo unitárias para cada serviço. Segundo Souza (2006), não é adequado fazer estimativa dessa previsibilidade sem fundamentação e sugere que se deve buscar históricos confiáveis para isso. Assim, para o caso desse trabalho, essas produtividades originaram-se de um banco de composições de insumos da própria construtora.

Além disso, para estimativa do custo unitário da mão de obra (homem-hora), foi necessário averiguar o salário-base dos operários, isso foi feito por meio do documento de Convenção Coletiva de Trabalho 2018/2020, fornecido pelo , uma vez que esse era o vigente no período de realização do estudo de planejamento de mão de obra. Os salários vigentes durante o período serão apresentados na Figura 11. Vale definir que a classe pedreiro está relacionado à categoria de profissional.

No entanto, conforme descrito pela TCPO (2010), o custo de mão de obra de um operário não está relacionado a apenas o seu salário base, mas também a uma série de impostos que incidem sobre a contratação. Dito isso, o percentual de encargos sobre os custos do funcionário foi fornecido pela obra e não foi detalhado mais a fundo nessa pesquisa, apenas aplicado como fator corretivo no custo horário do operário.

Figura 11 – Salários da Categoria

CATEGORIA	PISO SALARIAL (R\$)
A) SERVENTE	1.014,45
B) MEIO-PROFISSIONAL	1.142,30
C) PROFISSIONAL	1.538,31
D) ENCARREGADO DE SETOR	1.807,52
E) MESTRE DE OBRAS	2.665,02
F) PESSOAL DE APOIO ADM.	1.014,45
G) PESSOAL ADMINISTRATIVO	1.142,30

Fonte: SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO CEARÁ

### 3.3.2 Tratamento de dados

A partir do processo de análise dos projetos arquitetônicos, foi gerado um projeto específico para as alvenarias do pavimento, com identificação de cada parede a ser executada, assim como com as cotas necessárias.

Para auxiliar no levantamento de quantitativos de alvenaria, foi mapeado por meio do software Excel, com o auxílio do projeto específico de alvenarias do pavimento, uma planilha com a identificação de cada alvenaria a ser executada. Nessa, foi realizado um memorial de cálculo à medida que foi incluso todas as informações necessárias para obtenção do quantitativo da área líquida de alvenaria - exemplo de marcação (comprimento da parede), pé direito, vãos e encontro entre alvenaria e estrutura (comprimento para chapisco) -, as quais as paredes foram identificadas e mapeadas por meio do projeto exclusivo de alvenaria desenvolvido.

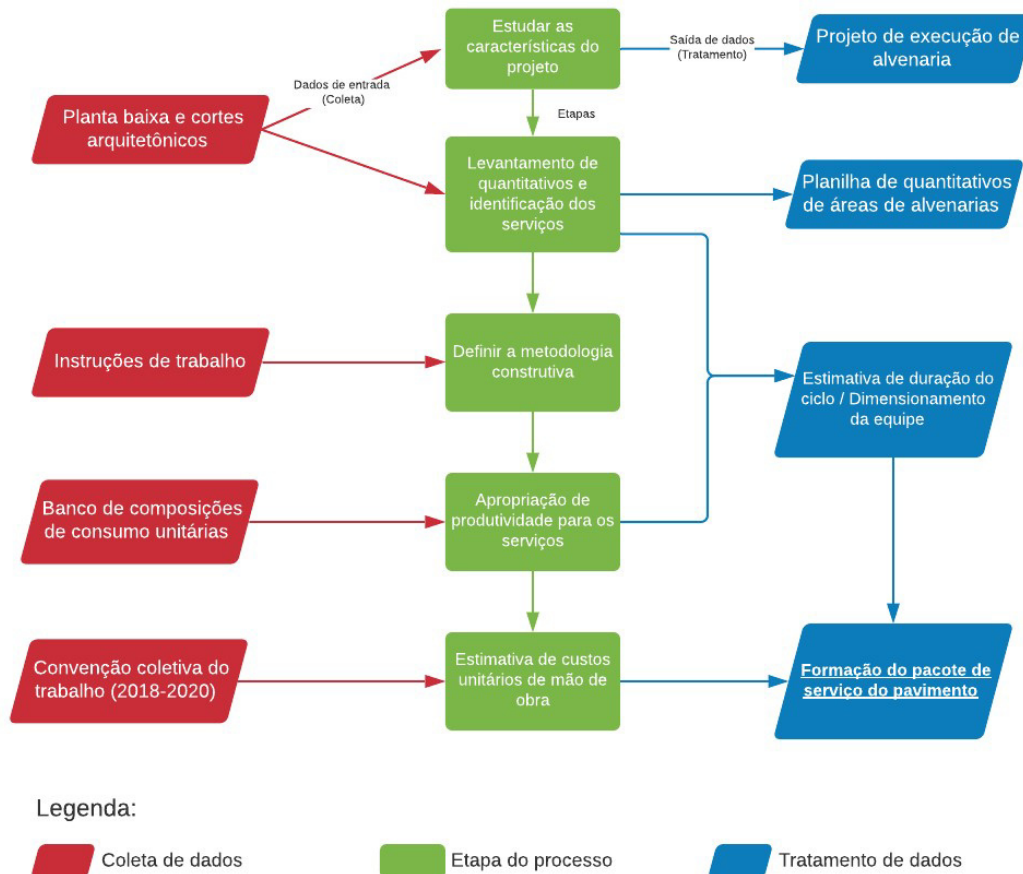
Após isso, com a listagem de todos os serviços a serem executados e os seus respectivos quantitativos, por meio do banco de composições unitárias da construtora, e com o **auxílio de uma planilha no Excel** para efetuar os cálculos, foi possível estimar a duração para a execução de cada serviço. Além disso, ao passo que se possui o custo horário dos operários envolvidos nas composições, também foi possível obter o custo unitário da execução de cada serviço. Assim, foi possível definir a produtividade planejada e o custo para o pacote de serviço de cada pavimento.

Por último, munido da produtividade planejada para o serviço juntamente de infor-

mações provenientes do cronograma de longo prazo da obra - o qual não é o objeto de estudo desse trabalho -, foi possível dimensionar a equipe de mão de obra para a realização do serviço.

Em síntese, a coleta de dados e o tratamento dos mesmos resumidamente correspondem aos processos evidenciados no diagrama de blocos apresentado pela Figura 12.

Figura 12 – Método de pesquisa - Fase de Planejamento



Fonte: A autora.

### 3.4 Fase de controle

A fase de controle corresponde ao momento da execução e verificação do serviço planejado, ou seja, onde irá ser mensurado e analisado os dados obtidos decorrentes dessa execução. Além disso, aqui foram verificadas razões que influenciaram a produtividade do serviço.

Durante a fase de execução, foi repassado para a equipe de operários a metodologia a ser aplicada para a execução do serviço. Outrossim, foi fornecido a planta baixa gerada na fase de planejamento, para orientar com as informações do projeto necessárias a equipe. E por último, foi instruído aos profissionais qual deveria ser a ordem de execução do serviço, como

uma espécie de plano de ataque do serviço.

### **3.4.1 Coleta de dados**

Nesse momento, foram coletados os dados mensuráveis da forma apresentada nos itens abaixo. Desse modo, esses dados foram mensurados na etapa de execução dos serviço.

- a) A mensuração de homens foi feita apenas com a equipe efetivamente de produção, ou seja, somente os pedreiros envolvidos na execução do serviço;
- b) O quantitativo de horas foi verificado por meio dos cartões de ponto dos funcionários, de forma a se considerar as horas disponíveis para o trabalho dos mesmos, ou seja, o período em que eles estavam na obra, assim, pausas no meio do serviço não foram excluídas para efeito de cálculo;
- c) A quantidade de serviço executado considerada foi a área líquida de alvenaria como unidade padrão e foi aferida com auxílio de equipamentos de medição - trena, etc - e por meio da análise do projeto de alvenaria e memorial de quantitativo, concebidos na fase de planejamento;
- d) O período de tempo mensurado, conforme já bem enunciado na subseção de Fase de Planejamento, foi apenas o período de execução de um ciclo (RUP cíclica), ou seja, da execução de um pavimento;
- e) O salário mensal dos colaboradores foi obtido por meio do sistema RM TOTVS, após o fechamento mensal da folha de pagamento.

Em relação aos dados qualitativos, foi verificado de maneira empírica os fatores de influência da produtividade do pavimento, conforme sugerido pela literatura, de forma a realizar visitas aos pavimentos em que estava sendo executado o serviço, além de entrevistas com o encarregado do serviço para entender possíveis problemas que impactavam a produtividade do serviço.

### **3.4.2 Tratamento de dados**

Para o auxílio da mensuração de homens-hora, foi necessário verificar os dias em que a equipe de produção estava no determinado pavimento estudado. Para isso, fez-se o uso da planilha exibida na Figura 13.

Por meio dela, foi possível mensurar os dias de serviço de cada funcionário da equipe produtiva no pavimento e, posteriormente, calcular a quantidade de homem-horas em

cada pavimento e assim, munido também do quantitativo de serviço do pavimento, calcular a o RUP<sub>cic</sub> (ao realizar a divisão dos respectivos parâmetros).

Ainda, a seção de observações foi fundamental para o entendimento dos dados qualitativos, no que diz respeito a como estava se configurando a logística do serviço em campo.

A partir disso, comparou-se as produtividade que foram planejadas com aquelas obtidas na coleta em campo e caso não fosse atingido a meta almejada, promove-se a retroalimentação do ciclo.

Figura 13 – Método de pesquisa - Planejamento

Pacote de Serviço:	Alvenaria de vedação externa - Pavimentos tipos																Pavimento de análise:									
Mês de análise:	Dezembro de 2020																Quantitativo do pavimento (QS):									
Funcionários da equipe de produção	Dias do mês	01/dez	02/dez	03/dez	04/dez	07/dez	08/dez	09/dez	10/dez	11/dez	14/dez	15/dez	16/dez	17/dez	18/dez	21/dez	22/dez	23/dez	24/dez	28/dez	29/dez	30/dez	31/dez	Total Execução (Dias)	Total Homem-hora (Hh)	
	Dias da semana	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	2	3	4	5			
	Dias no serviço																									
	Dias no serviço																									
	Dias no serviço																									
<b>Total da equipe produtiva</b>																								<b>0</b>	<b>0,0</b>	
<b>RUP<sub>cic</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b>																										
Observações																										

Fonte: A autora.

### 3.5 Fase de Retroalimentação

À medida que os resultados obtidos na fase de controle não atingiram as metas esperadas pelo planejamento, um novo ciclo PDCA foi colocado em prática, de modo a replanejar fatores relacionados à influência da produtividade. Esse plano de ação foi instruído sempre pelo engenheiro da obra e pelo encarregado do serviço.

Vale ressaltar que a coleta e checagem de resultados ocorreram na fase de controle. Dessa forma, a fase de retroalimentação tem como objetivo pôr em prática novamente o planejamento, de modo a apenas alterar as possíveis causas de impacto da mão de obra.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Ambiente de pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma única obra residencial vertical, situada no bairro Mucuripe em Fortaleza-CE. A edificação objeto da pesquisa possui 51 pavimentos, desses sendo 46 pavimentos tipos com um apartamento por andar de aproximadamente 600m<sup>2</sup>, além de 1 subsolo (Figura 14). Outrossim, é permitido que os clientes modifiquem as plantas baixas de seus apartamentos, o que pode alterar o quantitativo de alvenaria dos pavimentos.

Figura 14 – Vista da obra



Fonte: A autora.

Para a obra, a alvenaria de vedação de blocos cerâmicos nos pavimentos tipos foi aplicada como alvenaria externa do edifício - aquelas que delimitam os ambientes de varanda e fachada -, além da caixa de escada, hall social e poço de elevadores. As alvenarias internas, de delimitação de ambientes do apartamento, serão realizadas conforme outra metodologia construtiva a qual não é objeto de estudo deste trabalho.

A circunstância de o edifício ser consideravelmente alto contribuiu para a análise da



repetição da execução do serviço e assim possibilitar obter um maior número de dados. Nesse trabalho, foi realizado a análise em 35 pavimentos.

#### 4.2 Alvenaria de Vedação

A obra, a partir do seu cronograma de longo prazo, previu que a alvenaria fosse realizada em 8 dias trabalhados, de modo que seguisse o ritmo de execução da estrutura, atividade predecessora com ciclo de 7 dias trabalhados. Assim, se fez importante manter a frequência de execução desejada, em virtude de medidas de segurança do trabalho.

Conforme indicações da NR-18: "é obrigatória, na periferia da edificação, a instalação de proteção contra queda de trabalhadores e projeção de materiais a partir do início dos serviços necessários à concretagem da primeira laje". Para o caso, o sistema da obra é constituído de guarda-corpos metálicos, para proteção periférica coletiva, e uma rede de proteção, como Sistema Limitador de Queda em Altura (SLQA). Esse, será apresentado pela Figura 15.

Figura 15 – SLQA



Fonte: A autora.

Desse modo, o SLQA abrange os três últimos pavimentos de estrutura construídos, ou seja, caso se esteja realizando o 10º pavimento de estrutura, esse sistema protegerá até a laje do 8º pavimento tipo. Logo, a fim de promover a proteção periférica, o 7º pavimento devia estar



iniciando seu serviço de vedação.

Nessas circunstâncias, o gestor da obra planejou a equipe de alvenaria inicialmente com 3 pedreiros, para executar os 279,94m<sup>2</sup> (área líquida) de alvenaria do pavimento. Essa, é sobretudo feita por tijolos de 9x19x19cm e 14x19x19cm assentados em 1/2 vez (bloco em pé). Já na caixa de escada, há a incidência maior de alvenaria em tijolo de 14x19x19cm feita em 1 vez (bloco deitado). Esses tipos serão demonstrados nas Figuras 16 e 17.

Figura 16 – Alvenaria tipo 1/2 vez



Fonte: A autora.

Figura 17 – Alvenaria tipo 1 vez



Fonte: A autora.

Desse modo, todo o planejamento inicial foi construído em cima dos valores de área líquida, prazo de execução e dimensionamento de equipe citado anteriormente. Ainda, partiu-se da premissa de que caso a equipe planejada não conseguisse cumprir com o ritmo mencionado nos tópicos anteriores, se faria necessário inserir mais uma equipe no pavimento subsequente.

A Figura 18 mostrará a execução de alvenaria em um dos pavimentos de estudo.

Figura 18 – Execução de Alvenaria



Fonte: A autora.

No que diz respeito a metodologia execução do serviço, a construtora possui uma instrução de trabalho, a qual é descrita pelos tópicos a seguir.

- a) usar a mesma referência da estrutura para o esquadro de marcação das alvenarias;
- b) chapiscar fundo de vigas, de lajes maciças e faces de pilares, onde houver encontro com a alvenaria;
- c) locar a alvenaria executando, se necessário, a regularização do piso adequando aos níveis do pavimento;
- d) assentar os blocos/tijolos extremos de cada parede e aprumar, definir o alinhamento e assentar os demais blocos/tijolos, com argamassa na horizontal e vertical, e espessura de 1cm à 2cm;

- e) executar as demais “fiadas” observando o alinhamento, o prumo, o nivelamento e amarração entre alvenaria e estrutura, a qual deverá ocorrer em fiadas alternadas com tela soldada.
- f) priorizar a execução das alvenarias externas até altura de 5 fiadas;
- g) realizar o aperto das alvenarias em contato com fundos de viga e lajes maciças utilizando argamassa expansiva (no mínimo após 14 dias da execução da alvenaria cerâmica);
- h) nos vãos das esquadrias aplica-se a tela de reforço do tipo murfor como verga e contraverga;

Além disso, vale destacar que a construtora faz uso majoritariamente de argamassa estabilizada para confecção das alvenarias. Entretanto, também há um estoque como reserva de emergência com argamassas do tipo multiuso, as quais são empacotadas e devem apenas ser dosadas com as devidas medidas de água - a própria equipe de produção deve moldar essa argamassa -.

Fora esses tópicos padronizados pela construtora, a obra específica possui uma particularidade de execução: em algumas alvenarias periféricas, foi realizada uma fiada de bloco tipo calha U, com concreto e telas de aço, o qual terá função estrutural para o recebimento de uma fachada ventilada. A localização dessa fiada e a determinação das alvenarias que a possuem serão identificadas e mapeadas conforme o projeto específico para alvenaria desenvolvido no estudo.

É importante destacar que a empresa possui a filosofia de treinar todos os colaboradores assim que são admitidos na obra, além de repetir esse treinamento imediatamente antes do início da realização do serviço. Comumente, o mestre de obras, o qual já recebeu esse treinamento previamente, se encarrega de repassá-lo para os operários.

### **4.3 Logística de transporte de materiais**

Para o abastecimento dos pavimentos, a obra possui 2 elevadores guinchos cremalheiras, cada qual com um operador, exclusivamente para o transporte de materiais, conforme demonstrado na Figura 19.

Desse modo, em relação ao abastecimento para o serviço de alvenaria, se fez necessário uma equipe de apoio, constituída por um servente para paletização dos blocos cerâmicos - isto é, colocar os tijolos (entregues soltos) em uma base de madeira de tamanho adequado que possi-



bilite o transporte no interior do elevador - além dos operadores de guincho, os quais transportam o material (já paletizado) até o pavimento. Para isso, os operadores utilizam uma transpaleteira até o interior do elevador e posteriormente até a locação no devido local no pavimento.

Figura 19 – Elevadores guinchos cremalheiras para carga



Fonte: A autora.

A determinação dos locais no pavimento são previstos por um layout de armazenamento de materiais, pré-determinado pelo encarregado do serviço. Todos os tijolos são disponibilizados previamente ao início da execução do serviço do pavimento.

A respeito do transporte de argamassa estabilizada, os operadores transportavam o material em caixas masseiras de 200L para o pavimento no dia anterior, com a finalidade de que esse fosse consumido durante o dia seguinte. Dessa forma, entendia-se que seria evitado a falta do insumo no pavimento logo no início do serviço, o que podia amenizar possíveis improdutividades por falta de material.

Todos esses funcionários de apoio - operadores e servente paletizador - recebiam um percentual do pacote produtivo, conforme está demonstrado nos resultados desse trabalho.

#### **4.4 Forma de pagamento dos funcionários**

A construtora promove o pagamento da mão de obra não apenas pelo valor do salário-base fornecido pela convenção trabalhista (também chamado de salário de carteira), mas

também pela produção realizada pelo funcionário.

Assim, foram estabelecidos pacotes de serviços, concebidos por meio do planejamento da etapa do serviço: das composições de consumo unitário e de um salário almejado para o profissional. Dessa forma, a construtora admitiu a seguinte maneira de pagamento: mensalmente os operários iniciavam o mês sem nenhum valor de salário e iriam conquistando-o à medida que realizassem os pacotes de serviço.

Antes da realização do serviço, o pacote era passado para a equipe produtiva, com o intuito de incentivar a produção do serviço, uma vez que quanto mais o operário produzisse, maior era o seu acumulado financeiro dado pelos pacotes daquele mês. Um modelo de pacote de serviço está mostrado na Figura 20 o qual, conforme exibido, foi rateado entre os membros da equipe produtiva.

Figura 20 – Pacote de serviço

<b>PACOTE: ALVENARIA PAV. TIPO - HALL SOCIAL E APARTAMENTO</b>	
<b>VALOR DO PACOTE:</b>	<b>R\$ 3.000,00</b>
<b>DURAÇÃO ESTIMADA:</b>	<b>11 DIAS</b>
<b>EQUIPE:</b>	
<i>Pedreiro 1</i>	R\$ 1.096,15
<i>Pedreiro 2</i>	R\$ 1.096,15
<i>Servente</i>	R\$ 657,69
<i>Equipe de apoio:</i>	R\$ 150,00
<b>SERVIÇO:</b>	<b>ALVENARIA DO PAVIMENTO (S/CX DE ESCADA)</b>

Fonte: A autora.

Ainda, o pacote de serviço foi dividido proporcionalmente entre a equipe produtiva, mas com proporção inferior para o servente, uma vez que o mesmo não é atuante direto da produção.

A medição de serviços para folha de pagamento ocorria entre o primeiro e o último dia útil do mês e era pago à medida que se analisasse o avanço físico do pavimento. Entretanto, a equipe de apoio - compreendida pelos operadores de guincho e o servente paletizador - só era paga quando o pavimento estivesse totalmente concluído.

Por último, para a formação da folha de pagamentos dos funcionários, a construtora faz uso do sistema RM TOTVS - Obras.

## 5 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Primeiro ciclo PDCA

O primeiro ciclo correspondeu ao planejamento base realizado para a execução do serviço de alvenarias dos pavimentos. Este, ocorreu apenas do 1º ao 9º pavimento tipo de alvenaria, devido a não terem sido obtidos resultados de execução conforme o planejado, o que obrigou a intervenção de um novo ciclo PDCA.

#### 5.1.1 Planejamento

O primeiro passo do planejamento foi levantar e identificar os serviços a serem executados nos pavimentos de alvenaria. Conforme enunciado na metodologia, foi concebido uma planta baixa específica para o serviço de alvenaria e uma planilha memorial de cálculo, ambos estão respectivamente nos Apêndices A e B desse trabalho.

Desse modo, a partir da geração desses documentos, foi possível obter o quantitativo de cada serviço a ser executado no pavimento, conforme consta na Figura 3.

Tabela 3 – Serviços do pacote de alvenaria

Serviços identificados	Unidade	Quantitativo por pavimento
ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	m <sup>2</sup>	66,71
ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=9cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	m <sup>2</sup>	133,05
ALV. 1 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	m <sup>2</sup>	80,19
MARCAÇÃO DE ALVENARIA	m	143,90
VERGA/CONTRA-VERGA C/ TELA MUFOR	m	102,58
CHAPISCO ARG. ESTABILIZADA C/BIANCO (VIGA/ALVENARIA/PILAR)	m	253,18
CINTA INTERMEDIÁRIA EM ALVENARIA	m	39,31

Fonte: A autora.

Em seguida, por meio das composições de consumo unitário de cada serviço, presentes na Figura 21, foi possível mensurar o quantitativo de horas de mão de obra para cada qual, é importante ressaltar que cada dia de trabalho possui 8,8 horas. Esse último está exibido na tabela da Figura 4.

Logo, munido dos coeficientes de consumo e dos valores de salário base da mão de obra de produção, foi possível desenvolver os custos unitários do pacote de serviço e, juntamente do quantitativo de cada um, definir um valor total para esse pacote. Esse procedimento será identificado por meio da tabela da Figura 5.

Figura 21 – Composições de consumo

<b>ALV.1 VEZ TIJ.CERAM. C/ ARG. ESTABILIZADA</b>			<b>M2</b>
PEDREIRO B	H	1,000000	
SERVENTE	H	0,500000	
<b>ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=9cm) - ARG. ESTABILIZADA</b>			<b>M2</b>
PEDREIRO B	H	0,500000	
SERVENTE	H	0,250000	
<b>ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA</b>			<b>M2</b>
PEDREIRO B	H	0,500000	
SERVENTE	H	0,250000	
<b>MARCAÇÃO DE ALVENARIA</b>			<b>M</b>
PEDREIRO B	H	0,173400	
SERVENTE	H	0,173400	
<b>CHAPISCO ARG. ESTABILIZADA C/ BIANCO (VIGA/ALVENARIA/PILAR)</b>			<b>M</b>
SERVENTE	H	0,068100	
<b>CINTA INTERMEDIÁRIA EM ALVENARIA 10X20cm</b>			<b>M</b>
PEDREIRO B	H	1,000000	
SERVENTE	H	0,500000	

Fonte: Banco de composições da Construtora.

Tabela 4 – Consumo de horas do pacote de serviço

ATIVIDADE	UNIDADE PRODUTIVA	COEFICIENTE DE CONSUMO (h/m <sup>2</sup> )	QUANTITATIVO DE SERVIÇO (QS)	HORAS CONSUMIDAS
ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	PEDREIRO	0,50	66,71	33,35
ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=9cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	PEDREIRO	0,50	133,05	66,53
ALV. 1 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	PEDREIRO	1,00	80,19	80,19
MARCAÇÃO DE ALVENARIA	PEDREIRO	0,17	143,90	24,95
VERGA/CONTRA-VERGA C/ TELA MUFOR	-	0,00	102,58	0,00
CHAPISCO ARG. ESTABILIZADA C/BIANCO (VIGA/ALVENARIA/PILAR)	SERVENTE	0,07	253,18	17,72
CINTA INTERMEDIÁRIA EM ALVENARIA	PEDREIRO	1,00	39,31	39,31
<b>TOTAL DE HORAS NECESSÁRIAS/HOMEM</b>				<b>262,05</b>
<b>TOTAL DE DIAS NECESSÁRIAS/HOMEM</b>				<b>29,78</b>

Fonte: A autora.

Tabela 5 – Custo do pacote de serviço

ATIVIDADE	SALÁRIO MENSAL BASE		CUSTO HORÁRIO DA M.O. (R\$)	COEFICIENTE DE CONSUMO (h/m <sup>2</sup> )	CUSTO (R\$/m <sup>2</sup> ) (s/ leis sociais)	CUSTO X QUANTITATIVO
ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	PEDREIRO	R\$ 1.538,31	R\$ 6,99	0,50	R\$ 4,65	R\$ 310,12
	SERVENTE	R\$ 1.014,45	R\$ 4,61	0,25		
ALV. 1/2 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=9cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	PEDREIRO	R\$ 1.538,31	R\$ 6,99	0,50	R\$ 4,65	R\$ 618,55
	SERVENTE	R\$ 1.014,45	R\$ 4,61	0,25		
ALV. 1 VEZ TIJOLO CERÂMICO (e=14cm) C/ ARG. ESTABILIZADA	PEDREIRO	R\$ 1.538,31	R\$ 6,99	1,00	R\$ 9,30	R\$ 745,55
	SERVENTE	R\$ 1.014,45	R\$ 4,61	0,50		
MARCAÇÃO DE ALVENARIA	PEDREIRO	R\$ 1.538,31	R\$ 6,99	0,17	R\$ 2,01	R\$ 289,53
	SERVENTE	R\$ 1.014,45	R\$ 4,61	0,17		
VERGA/CONTRA-VERGA C/ TELA MUFOR	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
CHAPISCO ARG. ESTABILIZADA C/BIANCO (VIGA/ALVENARIA/PILAR)	SERVENTE	R\$ 1.014,45	R\$ 4,61	0,07	R\$ 0,32	R\$ 81,72
CINTA INTERMEDIÁRIA EM ALVENARIA	PEDREIRO	R\$ 1.538,31	R\$ 6,99	1,00	R\$ 9,30	R\$ 365,52
	SERVENTE	R\$ 1.014,45	R\$ 4,61	0,50		
<b>VALOR ESTIMADO PARA PACOTE</b>						<b>R\$ 2.410,99</b>

Fonte: A autora.



Para as definições apresentadas pela Figura 5 ocorreram por meio dos cálculos de: definição do custo horário da mão de obra, decorrente do salário base do funcionário dividido por 220h trabalhadas por mês; coeficiente de consumo horário unitário de serviço; obtenção do custo unitário do serviço, por meio da multiplicação de ambos os mencionados; geração final do custo do pacote, definido pelo produto dos quantitativos e custo unitários do serviço.

Dessa forma, os resultados exibidos pela Figura 5 representam o custo do pacote de serviço proveniente do salário mensal base dos funcionários. Porém, a fim de incentivar a produtividade dos operários dado melhoria na remuneração, a obra optou por acrescentar um percentual a esse valor. Além disso, foi também pago um percentual do pacote de serviço para a equipe de apoio (definida na subseção 4.3). A representação disso será apresentado pela Figura 6.

Tabela 6 – Definição do pacote de serviço

Definição do valor do pacote de serviço			
Pacote	Custo do pacote	Equipe de apoio	Equipe de produção
Por salário base	R\$ 2.410,99	R\$ -	R\$ 2.410,99
Por salário com acréscimo	R\$ 3.000,00	R\$ 150,00	R\$ 2.850,00

Fonte: A autora.

A partir dos resultados até então apresentados, a divisão financeira do pacote de mão de obra ocorreu da forma mostrada na Figura 22.

Figura 22 – Detalhe do pacote de serviço

Pacote de Serviço - Alvenaria dos pavimentos tipos						
Equipe	Percentual	Ponto	R\$/pavto	R\$/m <sup>2</sup>	R\$/dia	Projeção salarial
Pedreiro 01	26,39%	1,00	R\$ 791,67	R\$ 2,83	R\$ 98,96	R\$ 2.177,08
Pedreiro 02	26,39%	1,00	R\$ 791,67	R\$ 2,83	R\$ 98,96	R\$ 2.177,08
Pedreiro 03	26,39%	1,00	R\$ 791,67	R\$ 2,83	R\$ 98,96	R\$ 2.177,08
Servente	15,83%	0,60	R\$ 475,00	R\$ 1,70	R\$ 59,38	R\$ 1.306,25
Equipe de apoio	5,00%	-	R\$ 150,00	R\$ 0,54	R\$ 18,75	-
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>3,60</b>	<b>R\$ 3.000,00</b>	<b>R\$ 10,72</b>	<b>R\$ 375,00</b>	<b>-</b>

Área de Alvenaria do pavimento tipo (1/2 vez) (m <sup>2</sup> )	199,76
Área de Alvenaria do pavimento tipo (1 vez) (m <sup>2</sup> )	80,19
Valor do m <sup>2</sup> do pacote (R\$/m <sup>2</sup> )	R\$ 10,72
Duração do Pacote por pavimento tipo (dia)	8,00
Quantidade de Hh mensuradas para o serviço (Hh)	211,20
<b>RUPcíclica planejada (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,75</b>

Custo do Pacote Adotado:	Equipe de produção	R\$ 2.850,00
	Equipe de apoio	R\$ 150,00

Fonte: A autora.

Conforme já mencionado, a divisão do pacote não ocorre de maneira igualmente



proporcional entre a equipe de produção (pedreiros e servente), de modo que os profissionais possuem uma proporção de 1 pelo todo, enquanto o servente apenas de 0,60. Entretanto, o servente é considerado como membro da equipe de produção, por auxiliar integralmente os pedreiros, enquanto a equipe de apoio apenas fornece uma infraestrutura básica de materiais para o serviço.

A quantidade de funcionários foi alocada a partir do ritmo de alvenaria desejado - de 8 dias trabalhados - e, por isso, foram considerados 3 pedreiros na equipe. Vale lembrar que, conforme o resultado de duração do pacote apresentado pela Figura 4, esse número de pedreiros não seria suficiente para concluir o pacote em 8 dias. Todavia, o incentivo financeiro oferecido e mostrado na Figura 6 foi considerado um fator para melhorar a produtividade da mão de obra.

Ainda, conforme apresentado na Figura 22, a RUP<sub>cic</sub> almejada para o ciclo de alvenaria do pavimento calculado foi de 0,75Hh/m<sup>2</sup>, esse valor foi obtido a partir da divisão da quantidade de homens-hora disponível para o serviço (Hh) pelo quantitativo total de alvenaria (QS).

Por fim, de acordo com o verificado na Figura 22, foi almejado um salário mensal para os profissionais de R\$ 2.177,08, o que correspondia a um acréscimo de 42% do salário base previsto pela convenção coletiva. Essa estimativa de salário mensal corresponde à projeção da diária obtida pelo pacote a ser paga durante todo o mês, ou seja, caso o funcionário trabalhe no mesmo ritmo durante o mês de medição, ele recebe esse valor como salário.

### **5.1.2 Execução**

Durante a execução do serviço, foi feito uso da planta baixa de alvenaria própria para o pavimento, conforme obtida na etapa anterior dessa ciclo.

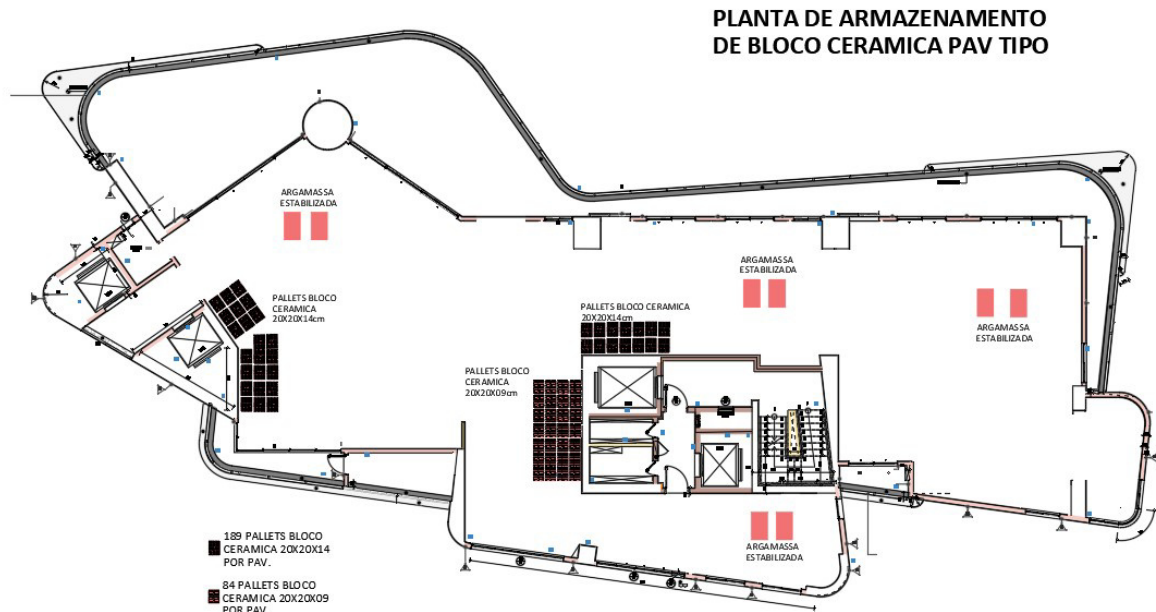
Inicialmente, a equipe foi treinada na instrução de trabalho da empresa e assim instruída em como realizar o serviço nos padrões determinados pela construtora. Outrossim, o valor do pacote de serviço e o prazo necessário para sua execução foram informados anteriormente ao início do primeiro pavimento, assim como o valor de projeção salarial para cada profissional caso o serviço fosse realizado no tempo determinado. Ambas essas ações foram realizadas a fim de obter um maior interesse da equipe para produzir.

A respeito da organização da produção, um dos pedreiros esteve concentrado principalmente na execução da caixa de escada, enquanto outro executava as alvenarias da cozinha e quarto de casal e o terceiro, o hall social e sala. Entretanto, não foi enfatizada um plano de

ataque específico para os funcionários.

Além disso, os materiais foram dispostos no pavimento conforme a planta de layout de armazenamento de materiais, apresentada na Figura 23 desse trabalho.

Figura 23 – Layout de armazenamento de materiais



Fonte: A obra.

No horizonte de estudo desse ciclo, todos os pavimentos executados fizeram uso de argamassa estabilizada e não foi observada falta de material durante a execução do serviço, especificamente argamassa, fator esse que contribuiu para a não-interrupção do serviço.

### 5.1.3 Checagem

Ao passo que foi executado o primeiro ciclo, foi aferido o tempo de execução e salário dos funcionários de cada pavimento executado, os quais, conforme já mencionado, correspondem do 1º ao 9º pavimento tipo. As Figuras 7 e 1 exibirão esses resultados mensurados, por meio de uma tabela e um gráfico.

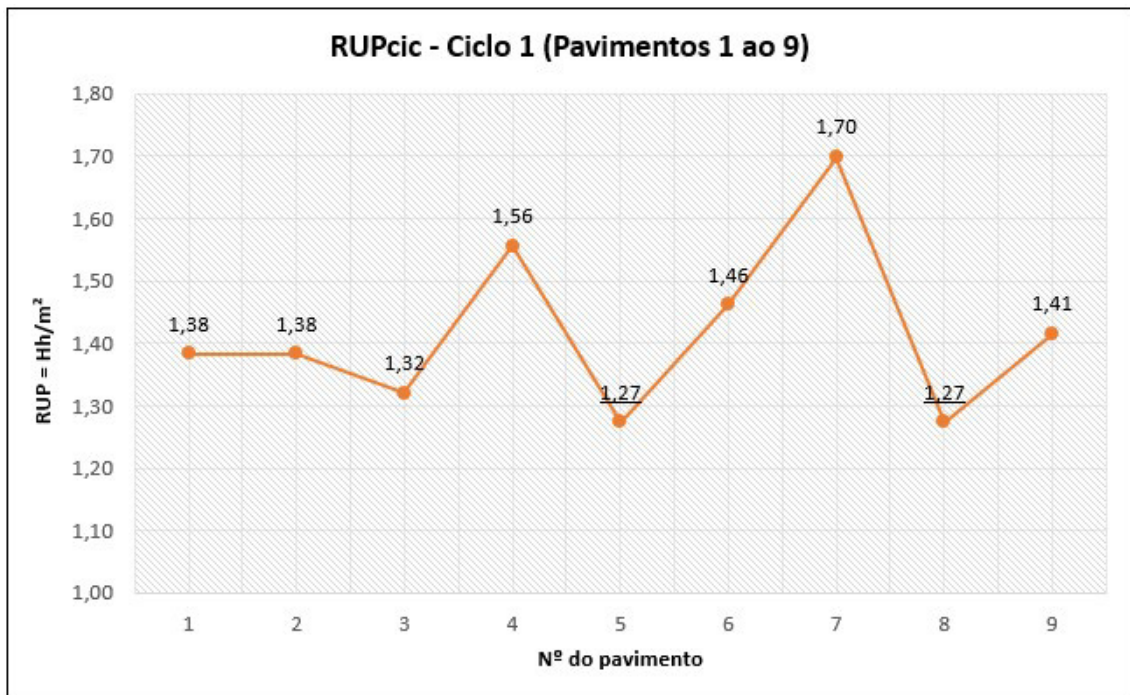
Conforme demonstrado nas Figuras 7 e 1, nenhum dos pavimentos obteve o valor de RUP<sub>pic</sub> planejada - de 0,75Hh/m<sup>2</sup> -, o que contribuiu para uma nova alimentação do ciclo PDCA.

Tabela 7 – Medição de RUPcic - 1º Ciclo PDCA

Medição de RUPcic - 1º Ciclo PDCA						
Nº do pav.	Equipe	Quantitativo	Homens (H)	Homens-dias	Homens-Hora (Hh)	RUPcic (Hh/m <sup>2</sup> )
1	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	3	44,0	387,2	1,38
2	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	3	44,0	387,2	1,38
3	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	3	42,0	369,6	1,32
4	Volante	279,94m <sup>2</sup>	3	49,5	435,6	1,56
5	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	3	40,5	356,4	1,27
6	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	3	46,5	409,2	1,46
7	Volante	279,94m <sup>2</sup>	3	54,0	475,2	1,70
8	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	3	40,5	356,4	1,27
9	Volante	279,94m <sup>2</sup>	3	45,0	396,0	1,41

Fonte: A autora.

Gráfico 1 – RUPcic - Ciclo 1 - Pavimentos 1 ao 9



Fonte: A autora.

Além disso, devido ao fato de a equipe principal de execução dos pavimentos não ter conseguido realizar no período do ciclo pré-estimado, de 8 dias trabalhos, à medida que o serviço de alvenaria tornou-se defasado em relação ao de estrutura, e devido aos motivos já explicados na seção 4.2, foi necessário inserir outra equipe volante para realizar outros pavimentos de alvenaria.

Desse modo, os 4º, 7º e 9º pavimentos tipos foram realizados por uma segunda equipe, o que influenciou negativamente na produtividade da mesma, uma vez que ela não

possuía a vantagem da curva de aprendizagem, ou seja, não possuía a familiarização com o serviço a ser executado.

Em contrapartida, foi observada na maioria dos pavimentos uma melhoria parcial na produtividade da equipe padrão, o que corrobora com o conceito do efeito de aprendizagem à medida que os mesmos realizavam o serviço repetitivo nos pavimentos.

Ainda, em relação ao salário dos funcionários, a projeção de obtenção devido a essas RUPs está apresentada pela Figura 8.

Tabela 8 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 1º Ciclo PDCA

<b>Projeção salarial mensal da equipe produtiva - 1º Ciclo PDCA</b>					
<b>Nº do pav.</b>	<b>Equipe</b>	<b>Duração de diárias médias da equipe</b>	<b>Valor do pacote (Pedreiro)</b>	<b>Valor da diária (Pedreiros)</b>	<b>Projeção salarial no mês</b>
1	Padrão	14,67	R\$ 791,67	R\$ 53,98	R\$ 1.187,50
2	Padrão	14,67	R\$ 791,67	R\$ 53,98	R\$ 1.187,50
3	Padrão	14,00	R\$ 791,67	R\$ 56,55	R\$ 1.244,05
4	Volante	16,50	R\$ 791,67	R\$ 47,98	R\$ 1.055,56
5	Padrão	13,50	R\$ 791,67	R\$ 58,64	R\$ 1.290,12
6	Padrão	15,50	R\$ 791,67	R\$ 51,08	R\$ 1.123,66
7	Volante	18,00	R\$ 791,67	R\$ 43,98	R\$ 967,59
8	Padrão	13,50	R\$ 791,67	R\$ 58,64	R\$ 1.290,12
9	Volante	15,00	R\$ 791,67	R\$ 52,78	R\$ 1.161,11

Fonte: A autora.

Conforme a tabela exibida na Figura 8, é nítido que a produtividade atingida não foi efetiva para a equipe, principalmente pelo fato dos profissionais estarem improdutivos financeiramente, isto é, não estão recebendo sequer o salário base exigido por lei.

De modo a obter uma relação entre o salário estimado, ou projeção salarial, dos funcionários e a RUP<sub>cic</sub> dos pavimentos, o gráfico da Figura 2 foi gerado.

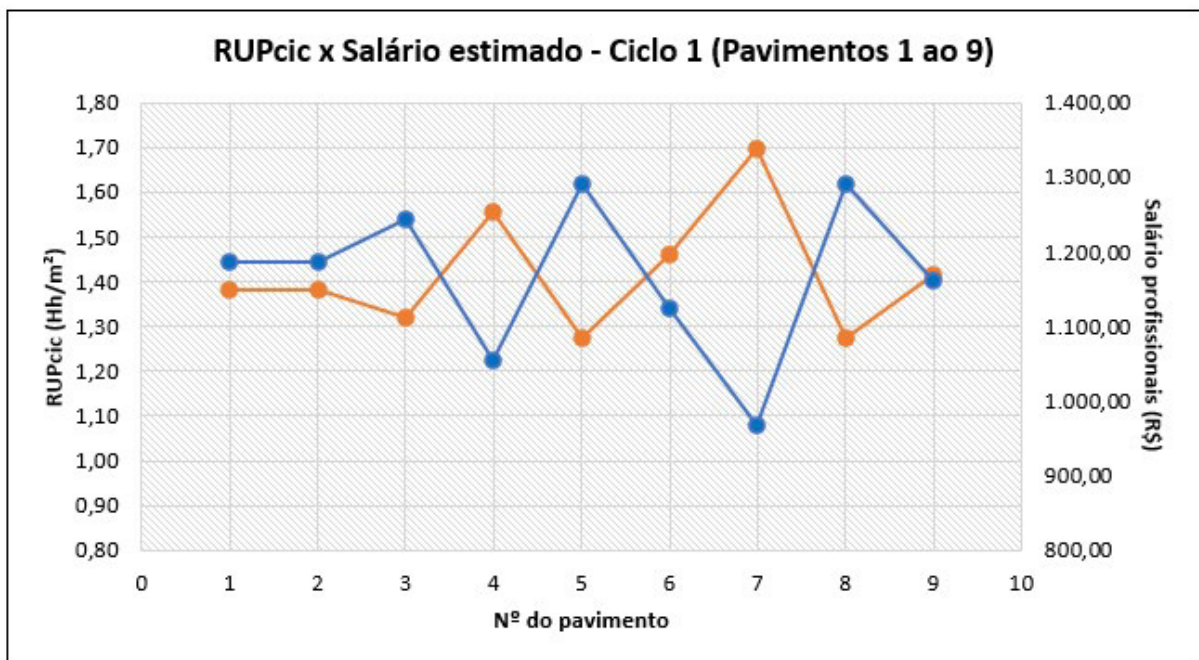
Sobretudo, esse gráfico possui o intuito de comprovar a relação inversamente proporcional entre a projeção salarial do funcionário e a RUP<sub>cic</sub> do pavimento e, conforme mencionado na subseção 2.2.2 Custos de mão de obra e remuneração, isso se observa como um fator cíclico de improdutividade, visto que salários baixos tendem a influenciar negativamente na produção do colaborador.

Nesse contexto sobre a ótica de fatores de influência da produtividade, os principais motivos considerados para a não obtenção da meta estimada para produção, segundo observações

cotidianas e a opinião do encarregado do serviço, foram os seguintes:

- a) falta de familiarização com o serviço, o que melhoraria à medida do tempo, conforme a equipe fosse executando os pavimentos repetitivos;
- b) as características geométricas das alvenarias, visto que há a presença de alvenarias complexas, arredondadas e com algumas viradas nas extremidades de janelas, a ser visto pelo projeto de alvenaria;
- c) ao passo que havia 3 pedreiros no pavimento, notou-se que existia pouca frente de serviço para a quantidade planejada de pedreiros, de forma a gerar ociosidade nos mesmos por não enxergarem onde "atacar";
- d) à medida que os funcionários estavam se tornando improdutivos financeiramente, os mesmos não possuíam motivação para alavancar sua produtividade.

Gráfico 2 – RUPcic x Salário estimado



Fonte: A autora.

#### 5.1.4 Ação

Conforme evidenciado no momento da checagem, observa-se que o motivo mais agravante para o não cumprimento da meta estimada foi devido ao prejuízo da distribuição da frente de trabalho dos funcionários.

Baseado nisso, a primeira etapa de ação deste trabalho procurou, inicialmente, modificar o quantitativo de profissionais distribuídos no pavimento tipo.



Dessa forma, espera-se que a equipe distribua-se de maneira mais adequada no pavimento e assim consiga produzir mais, obter a RUP<sub>cic</sub> almejada e conseqüentemente atingir um salário atrativo para a continuidade da produção.

## 5.2 Segundo ciclo

A partir das ações enunciadas pelo primeiro ciclo de ação do PDCA, foi retroalimentado o segundo ciclo. Esse ciclo foi compreendido entre o 10° e 24° pavimento tipo, até o momento de percepção e definição de um novo replanejamento.

### 5.2.1 (Re)planejamento

Por se tratar de um segundo ciclo, diversos parâmetros aplicados no primeiro podem ser reaplicados, conforme citado a seguir:

- levantamento de quantitativos e serviços permanecem os mesmos, uma vez que são parâmetros inalteráveis;
- as composições de consumo e de custo também seguem os mesmos;
- a definição do valor do pacote de serviço permanece inalterada, no valor de R\$ 3.000,00, o qual deverá ser alterado apenas caso a equipe ainda, após essa intervenção, não consiga cumprir com a nova meta planejada.

Entretanto, conforme a equipe de produção diminuiu, o tempo para o ritmo do ciclo deve conseqüentemente aumentar. Desse modo, o novo valor de RUP<sub>cic</sub> estimado para a equipe, juntamente à estimativa de salário por produção, apresenta-se na Figura 24.

Figura 24 – Detalhe do pacote de serviço replanejado

Pacote de Serviço <b>Replanejado</b> - Alvenaria dos pavimentos tipos						
Equipe	Percentual	Ponto	R\$/pavto	R\$/m <sup>2</sup>	R\$/dia	Projeção salarial
Pedreiro 01	36,54%	1,00	R\$ 1.096,15	R\$ 3,92	R\$ 99,65	R\$ 2.192,31
Pedreiro 02	36,54%	1,00	R\$ 1.096,15	R\$ 3,92	R\$ 99,65	R\$ 2.192,31
Servente	21,92%	0,60	R\$ 657,69	R\$ 2,35	R\$ 59,79	R\$ 1.315,38
Equipe de apoio	5,00%	-	R\$ 150,00	R\$ 0,54	R\$ 13,64	-
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>2,60</b>	<b>R\$ 3.000,00</b>	<b>R\$ 10,72</b>	<b>R\$ 272,73</b>	<b>-</b>

Área de Alvenaria do pavimento tipo (1/2 vez) (m <sup>2</sup> )	199,76
Área de Alvenaria do pavimento tipo (1 vez) (m <sup>2</sup> )	80,19
Valor do m <sup>2</sup> do pacote (R\$/m <sup>2</sup> )	R\$ 10,72
Duração do Pacote por pavimento tipo (dia)	11,00
Quantidade de Hh mensuradas para o serviço (Hh)	193,60
<b>RUP<sub>cíclica</sub> planejada (Hh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,69</b>

Custo do Pacote Adotado:	Equipe de produção	R\$ 2.850,00
	Equipe de apoio	R\$ 150,00

Fonte: A autora.

Conforme apresentado, o ciclo planejado para a equipe passa a ser de 11 dias e, dessa forma, conseqüentemente sempre fará necessário o auxílio de uma equipe volante, a fim de cumprir com o ritmo de defasagem em relação à estrutura. Assim, o valor de RUP<sub>cic</sub> planejada como meta é de 0,69Hh/m<sup>2</sup>.

O valor estimado de 11 dias úteis foi baseado sobretudo em uma meta financeira almejada para os operários do pacote, de aproximadamente R\$2.200,00 por profissional, correspondente a um aumento de 43% em relação ao salário de carteira, o que também funciona como uma estratégia para influenciar a produtividade. Além disso, conforme será disponibilizada uma frente de trabalho maior, espera-se que a equipe consiga atingir a meta proposta. Em resumo, a Figura 9 resumirá quais foram as alterações de metas e parâmetros entre os ciclos.

Tabela 9 – Comparativo entre parâmetros de cada ciclo

Comparativo entre parâmetros de cada ciclo				
Ciclos	M.O. produtiva (H)	Duração planejada (dias)	RUP <sub>cic</sub> planejada (Hh/m <sup>2</sup> )	Salário estimado p/ profissionais
Ciclo 1	3	8	0,75	R\$ 2.177,08
Ciclo 2	2	11	0,69	R\$ 2.192,31

Fonte: A autora.

### 5.2.2 Execução

De mesma maneira, os envolvidos no processo produtivo fizeram o uso da planta baixa de alvenaria e foram informados dos prazos e valores que receberiam ao realizar o pacote de serviço, além de quanto isso representa para a projeção salarial do final do mês - caso o prazo seja cumprido -.

Nesse ciclo, em virtude da equipe de produção ter sido reduzida, a organização da produção ocorreu da seguinte forma: um dos funcionários iniciou as alvenarias pela cozinha e o outro pelo quarto de casal. Isso ocorreu porque esses dois locais são paredes de fachada e, portanto, devem ser priorizados. Assim, posteriormente, um dos profissionais atacou no hall social e o outro na caixa de escada.

De mesma forma, os materiais foram disponibilizados no pavimento pela planta de layout de materiais. Outrossim, os pavimentos foram realizados com uso de argamassa estabilizada.

### 5.2.3 Checagem

De mesma maneira que no ciclo anterior, foi medido o tempo de execução e a perspectiva de salário de cada pavimento executado. No caso desse, foram aferidos do 10° ao 24° pavimento tipo, até a próxima intervenção. As Figuras 10 e 3 apresentam os dados obtidos de RUPcic por meio de um gráfico e uma tabela.

Tabela 10 – Medição de RUPcic - 2° Ciclo PDCA

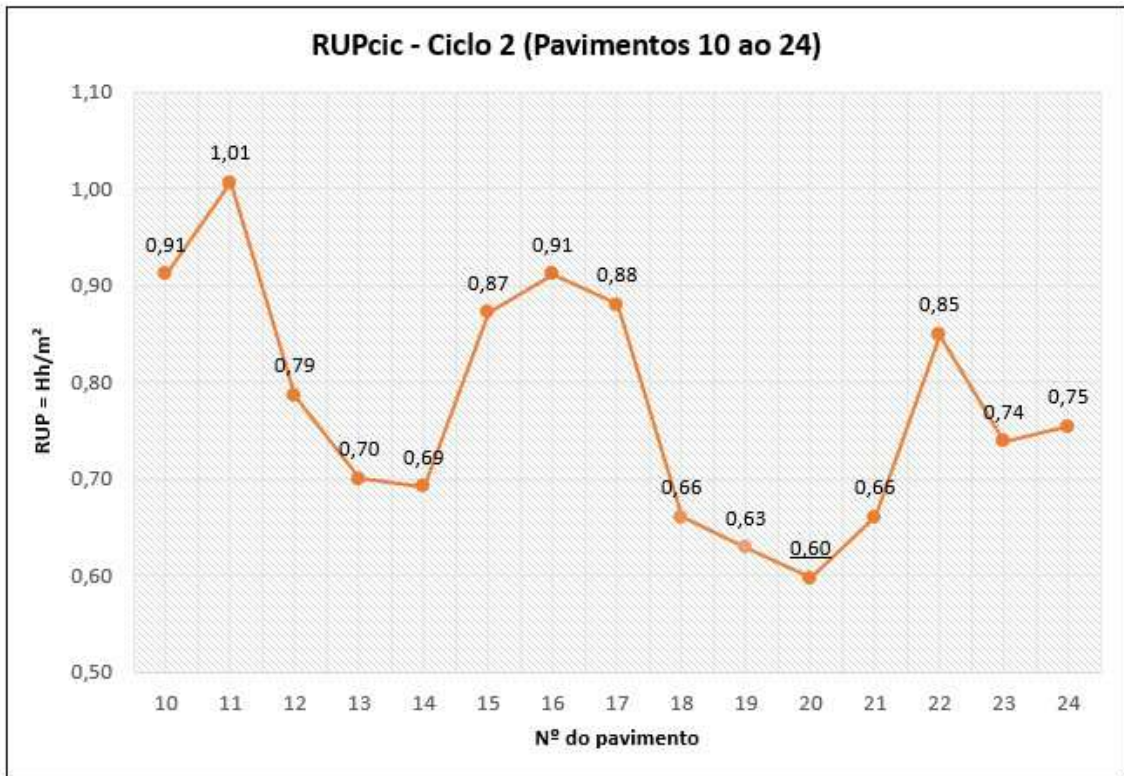
Medição de RUPcic - 2° Ciclo PDCA						
N° do pav.	Equipe	Quantitativo	Homens (H)	Homens dias	Homens-Hora (Hh)	RUPcic (Hh/m <sup>2</sup> )
10	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	29,0	255,2	0,91
11	Volante	279,94m <sup>2</sup>	2	32,0	281,6	1,01
12	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	25,0	220,0	0,79
13	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	22,3	196,0	0,70
14	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	22,0	193,6	0,69
15	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	27,7	244,0	0,87
16	Volante	279,94m <sup>2</sup>	2	29,0	255,2	0,91
17	Volante	279,94m <sup>2</sup>	2	28,0	246,4	0,88
18	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	21,0	184,8	0,66
19	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	20,0	176,0	0,63
20	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	19,0	167,2	0,60
21	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	21,0	184,8	0,66
22	Volante	279,94m <sup>2</sup>	2	27,0	237,6	0,85
23	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	23,5	206,8	0,74
24	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	24,0	211,2	0,75

Fonte: A autora.

Já nesse ciclo, é possível verificar que a meta conseguiu ser atingida pelos profissionais do serviço, sobretudo pela equipe padrão do pavimento - ou seja, aquela que já estava habituada ao serviço -, a partir do 14° pavimento tipo, o qual corresponde ao 4° executado pela equipe padrão no nesse novo ciclo.

Ainda, vale observar novamente que a equipe volante, embora também tenha conseguido melhorar sua produtividade, não evolui no mesmo ritmo que a equipe padrão, o que corrobora mais uma vez com a melhoria comprovada também pelo efeito de aprendizado da equipe padrão.



Gráfico 3 – RUP<sub>cic</sub> - Ciclo 2 - Pavimentos 10 ao 24

Fonte: A autora.

Todavia, nos últimos dois pavimentos do ciclo, correspondente ao 23º e 24º pavimento tipo, foi verificado um decréscimo da produtividade e, logo, um acréscimo da RUP<sub>cic</sub>. O principal fator identificado para ter contribuído com essa situação foi a falta de argamassa estabilizada para efetuar o serviço. Foi verificado que o material não estava suprindo totalmente as necessidades dos profissionais, sobretudo no início do dia, visto que em algumas circunstâncias a argamassa poderia atrasar ou mesmo não ser enviada para a obra.

Outrossim, à medida que a produtividade dos pavimentos foi melhorada, a projeção salarial da equipe produtiva seguiu o mesmo ritmo, o que pode ser verificado pela Figura 11.

#### 5.2.4 Ação

Conforme foi identificado no decorrer do estágio de checagem, embora esteja-se cumprindo a meta almejada, a falta de disposição de material é um fator que influencia negativamente a produtividade.

Em virtude disso, a medida de ação tomada para a retroalimentação do ciclo, de modo a visar a melhoria contínua do serviço, foi a inserção de argamassa de multiuso de pacote para efetuar o serviço.

Tabela 11 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 2º Ciclo PDCA

Projeção salarial mensal da equipe produtiva - 2º Ciclo PDCA					
Nº do pav.	Equipe	Duração de diárias médias da equipe	Valor do pacote (Pedreiro)	Valor da diária (Pedreiros)	Projeção salarial no mês
10	Padrão	14,50	R\$ 1.096,15	R\$ 75,60	R\$ 1.663,13
11	Volante	16,00	R\$ 1.096,15	R\$ 68,51	R\$ 1.507,21
12	Padrão	12,50	R\$ 1.096,15	R\$ 87,69	R\$ 1.929,23
13	Padrão	11,14	R\$ 1.096,15	R\$ 98,44	R\$ 2.165,73
14	Padrão	11,00	R\$ 1.096,15	R\$ 99,65	R\$ 2.192,31
15	Padrão	13,87	R\$ 1.096,15	R\$ 79,06	R\$ 1.739,30
16	Volante	14,50	R\$ 1.096,15	R\$ 75,60	R\$ 1.663,13
17	Volante	14,00	R\$ 1.096,15	R\$ 78,30	R\$ 1.722,53
18	Padrão	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
19	Padrão	10,00	R\$ 1.096,15	R\$ 109,62	R\$ 2.411,54
20	Padrão	9,50	R\$ 1.096,15	R\$ 115,38	R\$ 2.538,46
21	Padrão	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
22	Volante	13,50	R\$ 1.096,15	R\$ 81,20	R\$ 1.786,32
23	Padrão	11,75	R\$ 1.096,15	R\$ 93,29	R\$ 2.052,37
24	Padrão	12,00	R\$ 1.096,15	R\$ 91,35	R\$ 2.009,62

Fonte: A autora.

Desse modo, conforme prega a filosofia de melhoria contínua, espera-se que a equipe padrão não apenas cumpra com a meta almejada, mas também melhore continuamente.

### 5.3 Terceiro ciclo

De modo a seguir o procedimento de retroalimentação do ciclo PDCA, esse ciclo irá compreender a análise dos pavimentos 25 ao 29.

#### 5.3.1 (Re)Planejamento

Assim como no segundo ciclo, e inclusive devido aos bons resultados que o mesmo apresentou, alguns parâmetros iniciais de planejamento se mantiveram constante: o custo do pacote da atividade e o levantamento de quantitativo e serviços.

Além disso, para esse ciclo também irá ser mantido o dimensionamento da equipe e o período de duração do pacote. Dessa forma, conseqüentemente, a RUPcic planejada se manteve 0,69Hh/m<sup>2</sup>, assim como a projeção salarial da equipe.

Em suma, a única alteração prevista para o ciclo foi a disponibilização de argamassa ensacada para a execução do serviço, visto que esse material possui disponibilidade de estoque na obra, então sempre estaria em prontidão para suprir a equipe produtiva numa eventual

necessidade, isto é, apenas quando não houvesse a argamassa estabilizada.

### 5.3.2 Execução

Devido a inserção da argamassa ensacada como material para execução do serviço, se fez necessário algumas modificações no que tange a organização da produção da equipe.

Desse modo, juntamente ao material ofertado, também foi disponibilizado um misturador de argamassa para a equipe de produção, no intuito de agilizar a moldagem da mesma in loco. Para efetuar essa moldagem, instruiu-se que o auxiliar da equipe (o servente) ficasse encarregado de realizá-la, no intuito de contribuir para que os profissionais não parassem a produção para ter que gerar o insumo, assim a produtividade permaneceria a mesma, embora estivesse sendo incluso mais esse serviço.

Além disso, a organização dos pedreiros no pavimento seguiu da mesma forma do ciclo anterior, assim como a disponibilização dos materiais no pavimento e o uso da planta baixa específica de alvenaria gerada desde o primeiro ciclo.

### 5.3.3 Checagem

Assim como os demais ciclos, foi aferido o tempo de execução e a projeção salarial dos funcionários em cada pavimento estudado. Para esse ciclo, os pavimentos constituintes foram do 25º ao 29º pavimento tipo. As Figuras 12 e 4 irão exibir os resultados obtidos das medições de RUPcic e a Figura 13 irá apresentar a perspectiva salarial da equipe produtiva.

Tabela 12 – Medição de RUPcic - 3º Ciclo PDCA

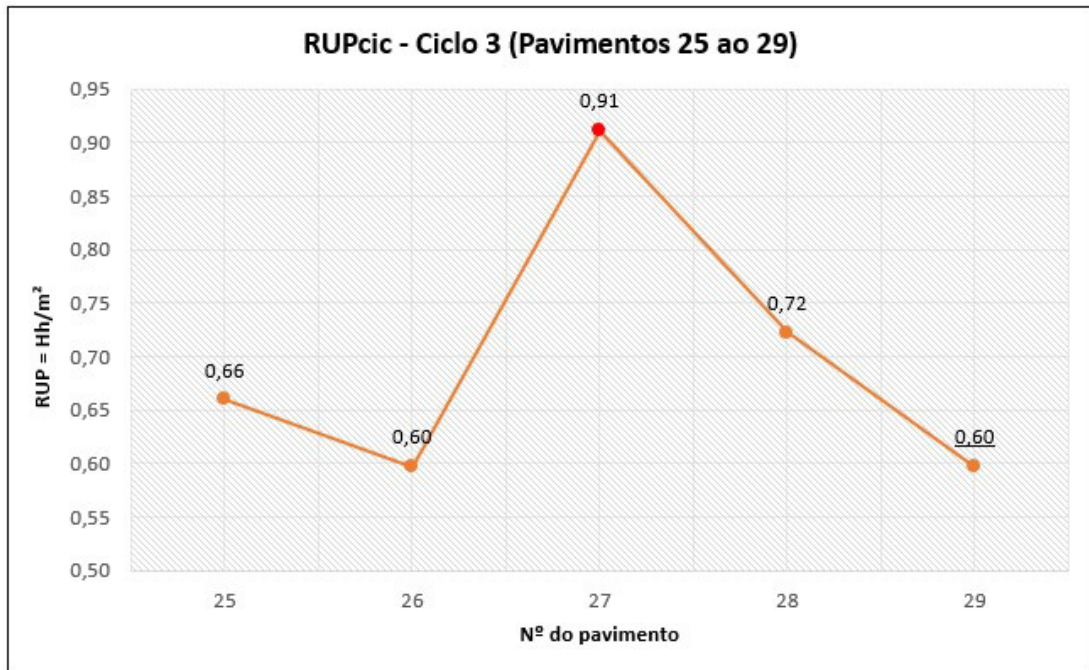
Medição de RUPcic - 3º Ciclo PDCA						
Nº do pav.	Equipe	Quantitativo	Homens (H)	Homens dias	Homens-Hora (Hh)	RUPcic (Hh/m <sup>2</sup> )
25	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	21,0	184,8	0,66
26	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	19,0	167,2	0,60
27	Volante	279,94m <sup>2</sup>	1	29,0	255,2	0,91
28	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	23,0	202,4	0,72
29	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	19,0	167,2	0,60

Fonte: A autora.

A partir da análise dos resultados, é possível notar que, ao passo que foi disponibilizado o insumo planejado, houve novamente a redução da RUPcic da equipe padrão de



Gráfico 4 – RUPcic - Ciclo 3 - Pavimentos 25 ao 29



Fonte: A autora.

Tabela 13 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 3º Ciclo PDCA

Projeção salarial mensal da equipe produtiva - 3º Ciclo PDCA					
Nº do pav.	Equipe	Duração de diárias médias da equipe	Valor do pacote (Pedreiro)	Valor da diária (Pedreiros)	Projeção salarial no mês
25	Padrão	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
26	Padrão	9,50	R\$ 1.096,15	R\$ 115,38	R\$ 2.538,46
27	Volante	29,00	R\$ 2.850,00	R\$ 98,28	R\$ 2.162,07
28	Padrão	11,50	R\$ 1.096,15	R\$ 95,32	R\$ 2.096,99
29	Padrão	9,50	R\$ 1.096,15	R\$ 115,38	R\$ 2.538,46

Fonte: A autora.

produção, com ressalva para o pavimento 28, o qual fugiu do ritmo que estava sendo alcançado eventualmente.

De toda forma, os resultados obtidos no ciclo já apresentavam-se ótimos em relação aquilo que havia sido planejado, visto que correspondiam à uma redução de 15% do pacote de serviço - ou seja, 15% de aumento da produtividade -.

#### 5.3.4 Ação

De acordo com o visualizado no tópico de checagem, a RUPcic da execução da alvenaria do pavimento já possui resultados bastante satisfatórios no que tange o cumprimento

da meta e melhora desta. Entretanto, segundo os preceitos do Ciclo PDCA, deve sempre ser buscada a melhoria contínua da execução do serviço.

Dessa forma, a próxima e última retroalimentação do ciclo PDCA desse trabalho verificou-se como se comportou o serviço ao substituir um dos profissionais da equipe padrão de execução.

#### **5.4 Quarto ciclo**

Esse será o último ciclo de retroalimentação desse trabalho, a ter sido interrompido devido à não continuidade de dados de aferição dos pavimentos. Assim, o quarto ciclo irá compreender dos pavimentos 30 ao 35.

##### **5.4.1 (Re)Planejamento**

Tudo que foi aplicá-lo no tópico de (re)planejamento do terceiro ciclo se aplica a esse, com exceção da substituição de um dos profissionais da equipe padrão de execução.

O motivo de tal intervenção se deu devido ao operário ser considerado, pelo encarregado do serviço, como habilidoso e mais produtivo no serviço de execução alvenaria.

Em contrapartida, entende-se que a substituição de um profissional já familiarizado com a atividade por um outro que não conhece o pacote, pode acarretar em redução da produtividade, conforme preceitos definidos pelo fator de curva de aprendizagem. Todavia, ainda assim, o planejamento da atividade buscou verificar como se comportaria essa nova organização.

##### **5.4.2 Execução**

Assim como o tópico anterior, esse se manteve da mesma forma daquele apresentado na seção de execução descrita do terceiro ciclo, de modo que o profissional substituído na equipe desempenhará exatamente a mesma função - e assim executar as mesmas paredes - que o seu antecessor.

##### **5.4.3 Checagem**

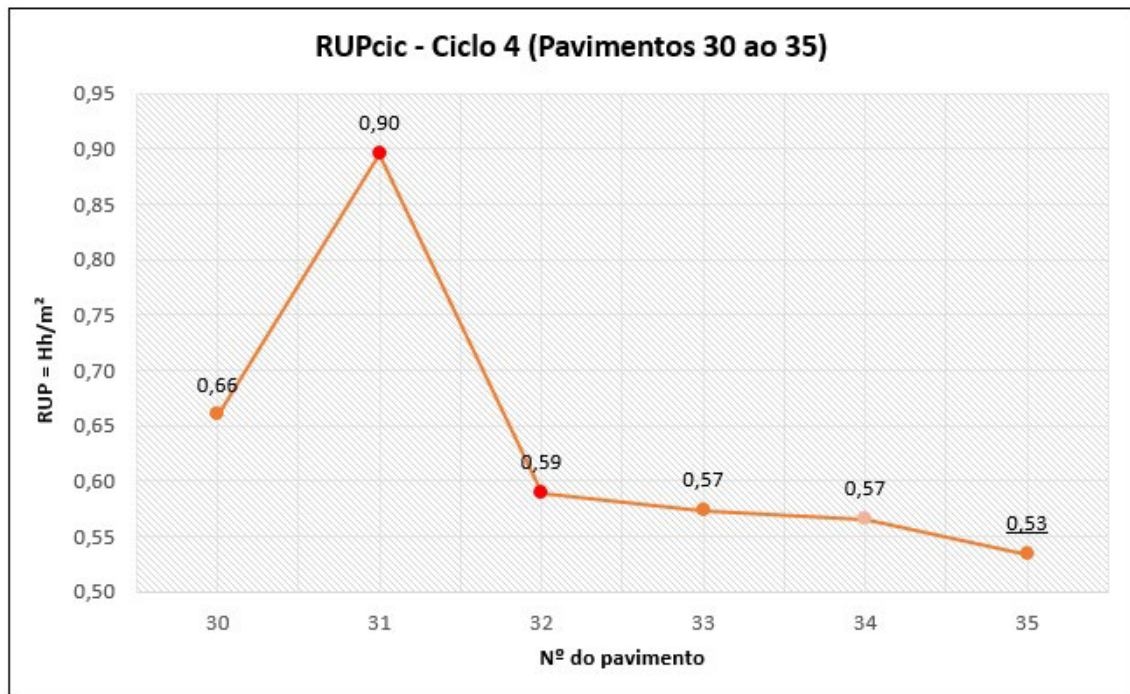
Novamente, foi medido o tempo de execução e a perspectiva de salário mensal da equipe em cada pavimento de análise. Nesse ciclo, os dados apresentados serão dos pavimentos 30 ao 35 e serão mostrados nas Figuras 14 e 5.

Tabela 14 – Medição de RUPcic - 4º Ciclo PDCA

Medição de RUPcic - 4º Ciclo PDCA						
Nº do pav.	Equipe	Quantitativo	Homens (H)	Homens dias	Homens-Hora (Hh)	RUPcic (Hh/m <sup>2</sup> )
30	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	21,0	184,8	0,66
31	Volante	279,94m <sup>2</sup>	1	28,5	250,8	0,90
32	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	18,8	165,0	0,59
33	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	18,3	160,6	0,57
34	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	18,0	158,4	0,57
35	Padrão	279,94m <sup>2</sup>	2	17,0	149,6	0,53

Fonte: A autora.

Gráfico 5 – RUPcic - Ciclo 4 - Pavimentos 30 ao 35



Fonte: A autora.

Em relação ao salário atingido pela equipe, a Figura 15 demonstrará o aferido pelo ciclo.

Para o pavimento 31, por meio das Figuras 14 e 15, verifica-se a particularidade da execução do pavimento por uma equipe volante composta de apenas um pedreiro e sem nenhum auxiliar - apenas equipe de apoio -, o que justifica a RUPcic consideravelmente maior em relação até mesmo o que estava sendo visualizado pelas últimas equipes volantes. Além disso, é interessante notar que a incidência de equipes volantes tornou-se cada vez menor, uma vez que o ciclo de alvenaria foi reduzindo e foi aproximando-se da meta proposta inicialmente - de 8 dias -.

Tabela 15 – Projeção Salarial da Equipe de Produção - 4º Ciclo PDCA

Projeção salarial mensal da equipe produtiva - 4º Ciclo PDCA					
Nº do pav.	Equipe	Duração de diárias médias da equipe	Valor do pacote (Pedreiro)	Valor da diária (Pedreiros)	Projeção salarial no mês
30	Padrão	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
31	Volante	28,50	R\$ 2.850,00	R\$ 100,00	R\$ 2.200,00
32	Padrão	9,38	R\$ 1.096,15	R\$ 116,92	R\$ 2.572,31
33	Padrão	9,13	R\$ 1.096,15	R\$ 120,13	R\$ 2.642,78
34	Padrão	9,00	R\$ 1.096,15	R\$ 121,79	R\$ 2.679,49
35	Padrão	8,50	R\$ 1.096,15	R\$ 128,96	R\$ 2.837,10

Fonte: A autora.

Dessa forma, evidencia-se que de fato inicialmente a produtividade da equipe decresceu no primeiro pavimento de execução, em consonância ao que prega o conceito de curva de aprendizagem. Porém, praticamente de imediato o novo profissional se adequou ao serviço e tornou a equipe a superar a produtividade de alvenaria e assim, conseqüentemente, melhorou a perspectiva salarial dos demais.

Em suma, após o último ciclo, verifica-se uma redução da RUP<sub>cic</sub> medida em relação à planejada de aproximadamente 29%, o que demonstra um resultado imensamente satisfatório.

#### 5.4.4 Ação

Não houve retroalimentação a partir desse ciclo, logo, o quadrante de ação não foi aplicado, sobretudo devido à ausência de dados para dar continuidade.

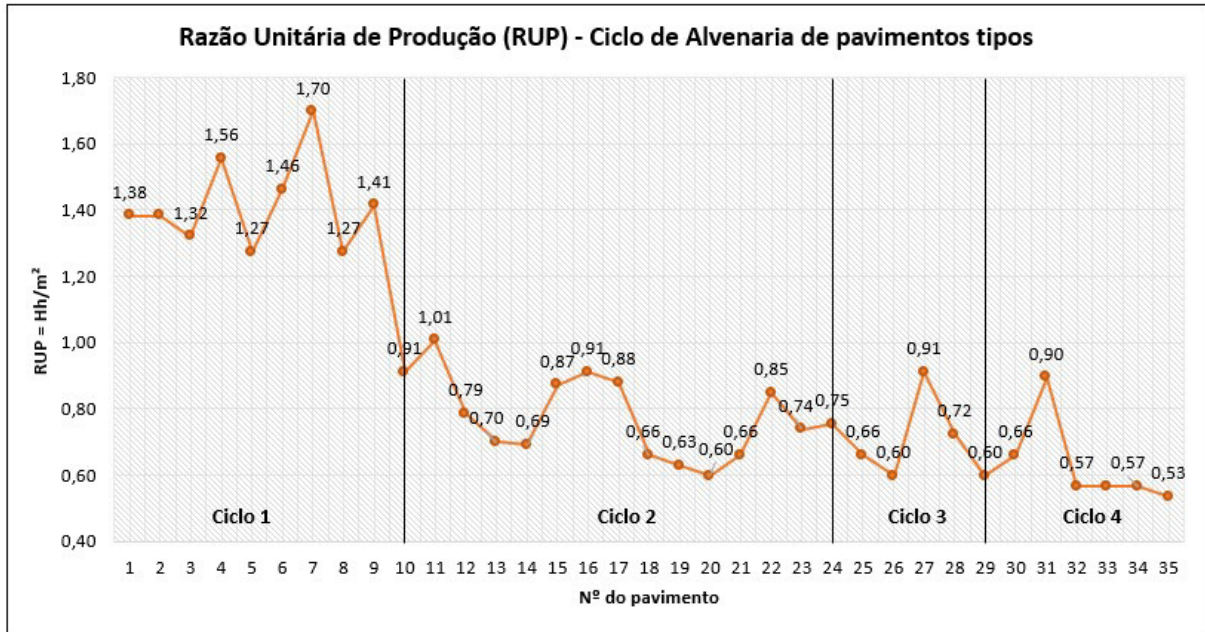
### 5.5 Resultados gerais

Em síntese do que foi apresentado nos demais ciclos desse capítulo, obteve-se a curva de resultados da checagem dos demais pavimentos, evidenciado pela Figura 6.

A partir da Figura 6, verifica-se o demasiado avanço na produtividade da execução do serviço, sobretudo à medida que os ciclos foram postos em prática, de modo a obter uma redução de 161% da RUP<sub>cic</sub> entre o primeiro e último pavimento executado. Outrossim, é possível notar picos de baixa produtividade (RUP<sub>cic</sub> elevada) correspondente principalmente àqueles feitos pelas equipes volantes, mais uma vez em concordância com os preceitos da curva de aprendizagem.

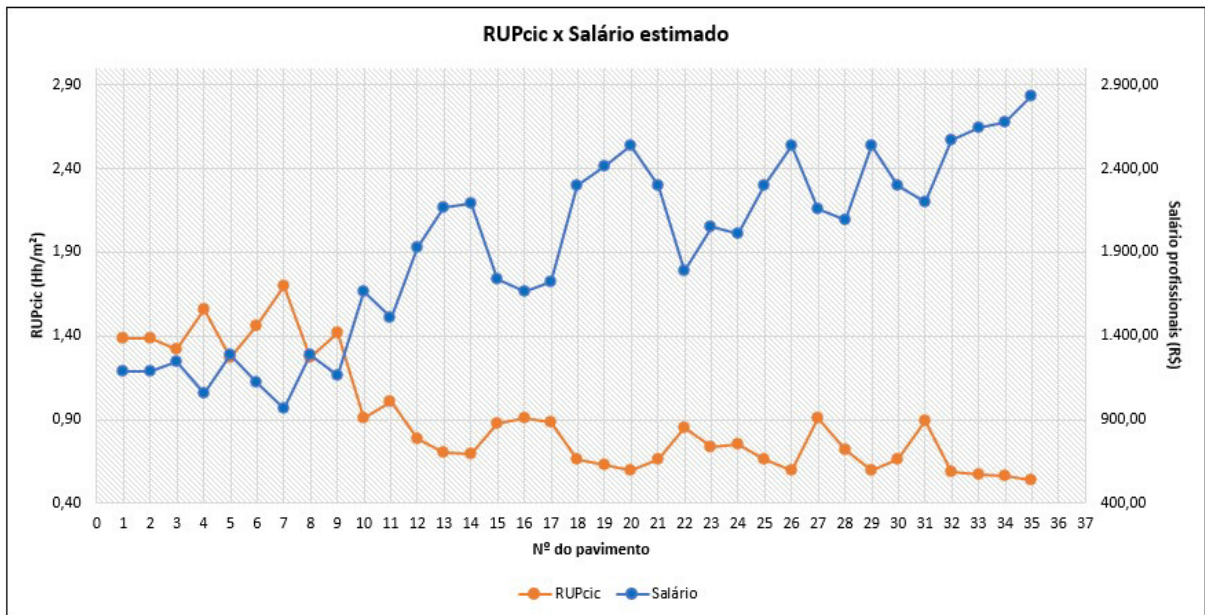


Gráfico 6 – RUPpic geral dos pavimentos



Fonte: A autora.

Gráfico 7 – RUPpic x Salário estimado



Fonte: A autora.

Além disso, a Figura 7 retorna a comprovação da relação inversamente proporcional entre a perspectiva salarial do funcionário com a RUPpic obtida. Por meio da mesma, é possível verificar o quão significativamente a projeção aumentou, à medida que a RUPpic reduziu, dentre o primeiro e último ciclo aplicados.



Tabela 16 – Medição de RUPcic - Todos os pavimentos

Medição de RUPcic - Todos os pavimentos										
Nº do ciclo	Nº do pav.	Equipe	Homens (H)	Homens dias	Homens-Hora (Hh)	RUPcic (Hh/m <sup>2</sup> )	Duração de diárias médias da equipe	Valor do pacote (Pedreiro)	Valor da diária (Pedreiros)	Projeção salarial no mês
1	1	Padrão	3	44,0	387,2	1,38	14,67	R\$ 791,67	R\$ 53,98	R\$ 1.187,50
1	2	Padrão	3	44,0	387,2	1,38	14,67	R\$ 791,67	R\$ 53,98	R\$ 1.187,50
1	3	Padrão	3	42,0	369,6	1,32	14,00	R\$ 791,67	R\$ 56,55	R\$ 1.244,05
1	4	Volante	3	49,5	435,6	1,56	16,50	R\$ 791,67	R\$ 47,98	R\$ 1.055,56
1	5	Padrão	3	40,5	356,4	1,27	13,50	R\$ 791,67	R\$ 58,64	R\$ 1.290,12
1	6	Padrão	3	46,5	409,2	1,46	15,50	R\$ 791,67	R\$ 51,08	R\$ 1.123,66
1	7	Volante	3	54,0	475,2	1,70	18,00	R\$ 791,67	R\$ 43,98	R\$ 967,59
1	8	Padrão	3	40,5	356,4	1,27	13,50	R\$ 791,67	R\$ 58,64	R\$ 1.290,12
1	9	Volante	3	45,0	396,0	1,41	15,00	R\$ 791,67	R\$ 52,78	R\$ 1.161,11
2	10	Padrão	2	29,0	255,2	0,91	14,50	R\$ 1.096,15	R\$ 75,60	R\$ 1.663,13
2	11	Volante	2	32,0	281,6	1,01	16,00	R\$ 1.096,15	R\$ 68,51	R\$ 1.507,21
2	12	Padrão	2	25,0	220,0	0,79	12,50	R\$ 1.096,15	R\$ 87,69	R\$ 1.929,23
2	13	Padrão	2	22,3	196,0	0,70	11,14	R\$ 1.096,15	R\$ 98,44	R\$ 2.165,73
2	14	Padrão	2	22,0	193,6	0,69	11,00	R\$ 1.096,15	R\$ 99,65	R\$ 2.192,31
2	15	Padrão	2	27,7	244,0	0,87	13,87	R\$ 1.096,15	R\$ 79,06	R\$ 1.739,30
2	16	Volante	2	29,0	255,2	0,91	14,50	R\$ 1.096,15	R\$ 75,60	R\$ 1.663,13
2	17	Volante	2	28,0	246,4	0,88	14,00	R\$ 1.096,15	R\$ 78,30	R\$ 1.722,53
2	18	Padrão	2	21,0	184,8	0,66	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
2	19	Padrão	2	20,0	176,0	0,63	10,00	R\$ 1.096,15	R\$ 109,62	R\$ 2.411,54
2	20	Padrão	2	19,0	167,2	0,60	9,50	R\$ 1.096,15	R\$ 115,38	R\$ 2.538,46
2	21	Padrão	2	21,0	184,8	0,66	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
2	22	Volante	2	27,0	237,6	0,85	13,50	R\$ 1.096,15	R\$ 81,20	R\$ 1.786,32
2	23	Padrão	2	23,5	206,8	0,74	11,75	R\$ 1.096,15	R\$ 93,29	R\$ 2.052,37
2	24	Padrão	2	24,0	211,2	0,75	12,00	R\$ 1.096,15	R\$ 91,35	R\$ 2.009,62
3	25	Padrão	2	21,0	184,8	0,66	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
3	26	Padrão	2	19,0	167,2	0,60	9,50	R\$ 1.096,15	R\$ 115,38	R\$ 2.538,46
3	27	Volante	1	29,0	255,2	0,91	29,00	R\$ 2.850,00	R\$ 98,28	R\$ 2.162,07
3	28	Padrão	2	23,0	202,4	0,72	11,50	R\$ 1.096,15	R\$ 95,32	R\$ 2.096,99
3	29	Padrão	2	19,0	167,2	0,60	9,50	R\$ 1.096,15	R\$ 115,38	R\$ 2.538,46
4	30	Padrão	2	21,0	184,8	0,66	10,50	R\$ 1.096,15	R\$ 104,40	R\$ 2.296,70
4	31	Volante	1	28,5	250,8	0,90	28,50	R\$ 2.850,00	R\$ 100,00	R\$ 2.200,00
4	32	Padrão	2	18,8	165,0	0,59	9,38	R\$ 1.096,15	R\$ 116,92	R\$ 2.572,31
4	33	Padrão	2	18,3	160,6	0,57	9,13	R\$ 1.096,15	R\$ 120,13	R\$ 2.642,78
4	34	Padrão	2	18,0	158,4	0,57	9,00	R\$ 1.096,15	R\$ 121,79	R\$ 2.679,49
4	35	Padrão	2	17,0	149,6	0,53	8,50	R\$ 1.096,15	R\$ 128,96	R\$ 2.837,10

Fonte: A autora.

Por último, a Figura 16 representa os resultados de todas as RUPcic e salário de produção medidos nos demais pavimentos de análise. A partir dessa, é possível confirmar os avanços provenientes da melhoria da produtividade à medida que foram aplicados novos ciclos PDCA's.

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A realização desse trabalho, proporcionou a análise da produtividade de alvenaria de vedação do ciclo de execução dos pavimentos da obra estudada. De forma que, foi possível também aplicar os 4 estágios previstos pelo ciclo PDCA, de modo diretamente atuante em todos esses estágios.

Além disso, foi possível diagnosticar uma produtividade no momento em que se estava planejando os ciclos, com o uso das composições de consumos unitários fornecidas pela construtora. Ainda mais, conforme foi induzida a implantação de um pacote de serviço com um ciclo menor do que aquele estimado pelo cálculo das composições de consumo, à medida que foi acrescido um incentivo financeiro no pacote, foi percebido que a equipe conseguiu ser mais produtiva do que as próprias composições estimavam, porém ao passar do tempo de execução repetitiva.

Sob esse mesmo aspecto de repetição, também foi verificado, por meio dos gráficos de checagem das RUP<sub>pic</sub> dos pavimentos, a influência da curva de aprendizagem na melhoria da produtividade das equipes, visto que gradativamente a mesma foi aprimorando o seu período de execução. Tal aspecto também pôde ter sido bem observado ao comparar-se a equipe padrão de produção com as equipes volantes, uma vez que a primeira sempre obtinha menores valor de RUP e, portanto, maior produtividade.

Em síntese, no que diz respeito à análise de fatores que poderiam vir a influenciar na produtividade, pela hipótese de que alguns estariam sendo prejudiciais para a melhoria da equipe de produção, e a intervenção por meio de ações de alteração desses fatores, foram bem sucedidas, ao comprovarem de fato essa interferências. Isso pode ser evidenciado por meio da ocorrência de melhorias na produtividade logo após as intervenções, validados pelos gráficos e tabelas apresentados neste trabalho.

Assim, a partir dos resultados obtidos pela coleta e tratamento dos dados no momento de checagem, pode ser considerado que o trabalho cumpriu os objetivos propostos.

Para trabalhos futuros, sugere-se que seja verificada mais minuciosamente a relação entre a produtividade diária da equipe produtiva, uma vez que, embora o objetivo do trabalho tenha sido analisar de maneira ampla os impactos da produtividade no ciclo de alvenaria dos pavimentos, uma análise mais detalhada e diária poderia fornecer mais indicações a respeito de fatores que influenciam a variação da produtividade. Inclusive, essa também pode ser considerada uma das limitações deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. d. Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores. **Boletim Técnico**, São Paulo, n. 269/01, 2001.
- CARRARO, F. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1998.
- CHIAVENATO, I. **Gestão da Produção**: Uma abordagem introdutória. 3. ed. Barueri: Manole, 2014. 242 p.
- CHIAVENATO, I. **Recursos humanos**: O capital humano das organizações. 9. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.
- COSTA, G. S. *et al.* Alinhamento estratégico em construtoras de fortaleza/ce: Aplicação de um modelo de medição. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 2, p. 172–178, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/6067/1/2013\\_art\\_jpbarrosneto.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/6067/1/2013_art_jpbarrosneto.pdf). Acesso em: 23 jan. 2022.
- DANTAS, J. D. R. F. **Produtividade da mão de obra**: Estudo de caso: Métodos e tempos na indústria da construção civil no subsetor de edificações na cidade de João Pessoa - pb. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- GRAEML, A. R.; PEINADO, J. Administração da produção: operações industriais e de serviços. **Curitiba: UnicenP**, p. 22–30, 2007.
- HERCULANO, M. T. **Produtividade em alvenaria de vedação de blocos cerâmicos**: análise comparativa. Dissertação (Monografia) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- JÚNIOR, A. C. L. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.
- LEITE, M. O.; POSSAMAI, O. A utilização das curvas de aprendizagem no planejamento da construção civil. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP), 2001, Florianópolis. Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2002.
- MACHADO, R. L. **Incentivos financeiros e produtividade da mão-de-obra na construção civil**: Um estudo de caso em uma empresa do setor. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- MARCHIORI, F. F. **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil**: Um estudo de caso para edifícios altos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. 3. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2019.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, ES, 2008.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO CEARÁ. **Convenção Coletiva de Trabalho 2018/2020**. Fortaleza: [S. n.], 2019. Disponível em: <https://sindusconce.com.br/convencao-coletiva/>. Acesso em: 23 jan. 2022.

SOUZA, U. E. L. d. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 8, n. 1, 2000.

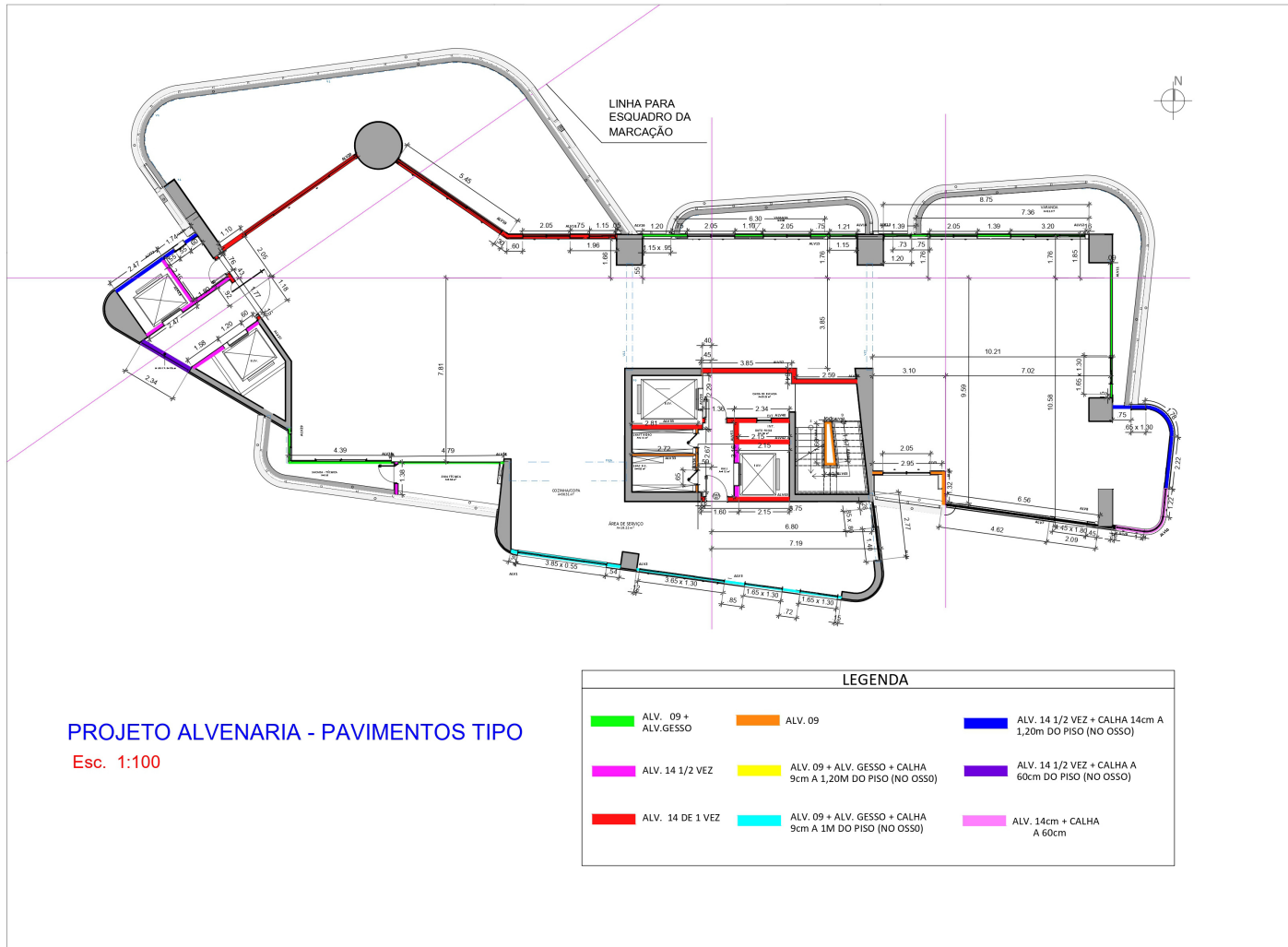
SOUZA, U. E. L. de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra**: Manual de gestão da produtividade na construção civil. 1. ed. São Paulo: PINI, 2006.

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

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2001.

VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 3, p. 366–377, 2018. Disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1419>. Acesso em: 23 jan. 2022.

## APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DE ALVENARIA DOS PAVIMENTOS



## APÊNDICE B – MEMORIAL DE CÁLCULO DE ALVENARIA

ALVENARIAS DE VEDAÇÃO	DETALHE	C. TOTAL/MARCAÇÃO (m)	PÉ DIR. (m)	ALT. VIGALAJE (m)	VÃO (m²)	(x) encontro	Chapisco-Pilar e alvenaria (m)	Chapisco-viga e alvenaria (m)	ÁREA T. (m²)/ALV. DE 9 CM	ÁREA T. (m²)/ALV. DE 14 CM	ÁREA T. (m²)/ALV. DE 14 CM (1 VEZ)	ÁREA DA ALVENARIA (m²)
ALV 1	COZINHA/COPA	4,71	3,15	0,70		2,00	4,90	4,71	11,54	0,00	0,00	11,54
ALV 2	ÁREA DE SERVIÇO	4,16	3,15	0,70	4,50	1,00	2,45	4,16	5,68	0,00	0,00	5,68
ALV 3	QUARTO SERVIÇO	4,63	3,15	0,70		1,00	2,45	4,63	11,35	0,00	0,00	11,35
ALV 4	QUARTO SERVIÇO	2,77	3,15	0,70		2,00	4,90	2,77	6,79	0,00	0,00	6,79
ALV 5	ESTAR INTIMO	2,95	3,15	0,70	4,70	1,00	2,45	2,95	2,53	0,00	0,00	2,53
ALV 6	ESTAR INTIMO	1,32	3,15	0,70		0,00	0,00	1,32	3,23	0,00	0,00	3,23
ALV 7	CLOSET	4,62	3,15	0,70		0,00	0,00	4,62	11,32	0,00	0,00	11,32
ALV 8	WC	2,09	3,15	0,70		1,00	2,45	2,09	5,12	0,00	0,00	5,12
ALV 9	TIPO	0,75	3,15	0,07	0,00	1,00	3,08	0,75	0,00	2,31	0,00	2,31
ALV 10	WC	8,98	3,15	0,70	6,56	1,00	2,45	8,98	0,00	15,44	0,00	15,44
ALV 11	SUITE	5,75	3,15	0,70	2,00	2,00	4,90	5,75	12,09	0,00	0,00	12,09
ALV 12	SUITE	7,36	3,15	0,70	12,10	1,00	2,45	7,36	5,93	0,00	0,00	5,93
ALV 13	WC	1,39	3,15	0,70		1,00	2,45	1,39	3,41	0,00	0,00	3,41
ALV 14	WC	1,39	3,15	0,70		1,00	2,45	1,39	3,41	0,00	0,00	3,41
ALV 15	SUITE	6,30	3,15	0,70	9,40	0,00	0,00	6,30	6,04	0,00	0,00	6,04
ALV 16	WC	1,46	3,15	0,70		1,00	2,45	1,46	3,57	0,00	0,00	3,57
ALV 17	WC	1,39	3,15	0,70		1,00	2,45	1,39	0,00	0,00	3,41	3,41
ALV 18	ESQ. VARANDA	3,22	3,15	0,30	4,70	0,00	0,00	3,22	0,00	0,00	4,47	4,47
ALV 19	ESQ. VARANDA	5,70	3,15	0,30	12,69	1,00	2,85	5,70	0,00	0,00	3,56	3,56
ALV 20	ESQ. VARANDA	6,98	3,15	0,30	13,63	2,00	5,70	6,98	0,00	0,00	6,26	6,26
ALV 21	HALL COMUM	1,74	3,15	0,70		1,00	2,45	1,74	0,00	4,26	0,00	4,26
ALV 22	HALL COMUM	2,47	3,15	0,70		1,00	2,45	2,47	0,00	6,05	0,00	6,05
ALV 23	HALL COMUM	2,16	3,15	0,30		0,00	0,00	2,16	0,00	6,15	0,00	6,15
ALV 24	HALL COMUM	1,80	3,15	0,30		0,00	0,00	1,80	0,00	5,13	0,00	5,13
ALV 25	HALL COMUM	2,47	3,15	0,30		1,00	2,85	2,47	0,00	7,04	0,00	7,04
ALV 26	LAVABO / HALL	0,99	3,15	0,70		2,00	4,90	0,99	0,00	0,00	2,43	2,43
MUR 1	LAVABO / HALL	2,39	0,70	0,00		2,00	1,40	2,39	0,00	1,67	0,00	1,67
ALV 27	HALL SOCIAL	2,26	3,15	0,70	3,57	2,00	4,90	2,26	0,00	0,00	1,96	1,96
ALV 28	HALL SOCIAL	3,39	3,15	0,30		2,00	5,70	3,39	0,00	9,65	0,00	9,65
ALV 29	SACADA	1,43	3,15	0,70		1,00	2,45	1,43	3,50	0,00	0,00	3,50
ALV 30	SACADA	4,39	3,15	0,70	12,73	0,00	0,00	4,39	-1,98	0,00	0,00	-1,98
ALV 32	SACADA	4,79	3,15	0,70		0,00	0,00	4,79	11,74	0,00	0,00	11,74
ALV 33	SHAFT	2,72	3,15	0,30		0,00	0,00	2,72	7,75	0,00	0,00	7,75
ALV 34	SHAFT	2,67	3,15	0,50		1,00	2,65	2,67	7,08	0,00	0,00	7,08
ALV 35	ELEV MACA	2,81	3,15	0,30		1,00	2,85	2,81	0,00	0,00	8,01	8,01
ALV 36	ELEV MACA	2,29	3,15	0,50		1,00	2,65	2,29	0,00	0,00	6,07	6,07
ALV 37	CAIXA DE ESCADA	3,85	3,15	0,70		0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	9,43	9,43
ALV 38	CAIXA DE ESCADA	0,64	3,15	0,70		1,00	2,45	0,64	0,00	0,00	1,57	1,57
ALV 39	CAIXA DE ESCADA	2,59	3,15	0,10		1,00	3,05	2,59	0,00	0,00	7,90	7,90
ALV 40	CAIXA DE ESCADA/DUT	2,34	3,15	0,50		0,00	0,00	2,34	0,00	0,00	6,20	6,20
ALV 40	CAIXA DE ESCADA/HAL	1,36	3,15	0,50		1,00	2,65	1,36	0,00	0,00	3,60	3,60
ALV 41	HALL	3,16	3,15	0,30		1,00	2,85	3,16	0,00	9,01	0,00	9,01
ALV 42	DUTO	2,15	3,15	0,30		0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	6,13	6,13
ALV 43	HALL	2,15	3,15	0,70		2,00	4,90	2,15	0,00	0,00	5,27	5,27
ALV 43	CAIXA DE ESCADA	1,60	3,15	0,70		1,00	2,45	1,60	0,00	0,00	3,92	3,92
ALV 44	MIOLO	1,66	3,15	0,00		0,00	0,00	1,66	5,23	0,00	0,00	5,23
ALV 45	MIOLO	0,49	3,15	0,00		0,00	0,00	0,49	1,55	0,00	0,00	1,55
ALV 46	MIOLO	1,67	3,15	0,00		1,00	3,15	1,67	5,26	0,00	0,00	5,26
ALV 47	MIOLO	0,29	3,15	0,00		2,00	6,30	0,29	0,92	0,00	0,00	0,92
<b>TOTAL P/PAV</b>		<b>143,90</b>					<b>113,88</b>	<b>142,63</b>	<b>133,05</b>	<b>66,71</b>	<b>80,19</b>	<b>279,94</b>

Fonte: A autora