

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ISABELA FERREIRA DA COSTA

**CONSUMOS TEÓRICOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DE  
ORÇAMENTOS: UM ESTUDO DE CASO PARA COMPARAÇÃO COM  
OS VALORES REAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO  
2016

ISABELA FERREIRA DA COSTA

**CONSUMOS TEÓRICOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DE  
ORÇAMENTOS: UM ESTUDO DE CASO PARA COMPARAÇÃO COM  
OS VALORES REAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Lucia Bressiani

TOLEDO

2016



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Toledo  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



---

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de **Nº 042**

**Consumos teóricos utilizados na elaboração de orçamentos: um estudo de caso para comparação com os valores reais**

por

**Isabela Ferreira da Costa**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16:40 h do dia **09 de Novembro de 2016** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Prof. Dr Lucas Boabaid Ibrahim  
(UTFPR – TD)

---

Profª Dra Silmara Dias Feiber  
(UTFPR – TD)

---

Prof Dra. Lucia Bressiani  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Prof. MSc. Silvana da Silva Ramme  
Coordenadora da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Produtividade da mão de obra. ....	17
Figura 2: Índices de produtividade variável. ....	21
Figura 3: Representação esquemática da pesquisa. ....	30
Figura 4: Planta baixa do pavimento tipo. ....	31
Figura 5: Croqui do canteiro de obras. ....	32
Figura 6: Representação esquemática da RUP diária. ....	35
Figura 7: Serviço de alvenaria executado em obra. ....	41
Figura 8: RUP diária para pedreiro no serviço de chapisco interno/externo. ....	43
Figura 9: RUP diária para servente no serviço de chapisco interno/externo. ....	44
Figura 10: Serviço de chapisco executado em obra. ....	48
Figura 11: RUP diária para pedreiro no serviço de emboço interno/externo. ....	50
Figura 12: RUP diária para servente no serviço de emboço interno/externo. ....	50
Figura 13: Serviço de emboço executado em obra. ....	56
Quadro 1: fatores que influenciam a produtividade dos serviços de alvenaria e revestimento argamassado. ....	20
Quadro 2: fatores que diminuem o consumo de materiais para o serviço de alvenaria. ....	27
Quadro 3: fatores que diminuem o consumo de materiais para o serviço de revestimento interno. ....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índices de produtividade.....	23
Tabela 2: Produtividade de concreto usinado em duas obras.....	24
Tabela 3: Consumo unitário de materiais obtido de outras fontes.....	25
Tabela 4: custo dos insumos analisados para a região de Toledo.....	37
Tabela 5: custo do bloco cerâmico analisado para a região de Assis Chateaubriand. .....	37
Tabela 6: Composição de custo para o serviço de chapisco. ....	38
Tabela 7: Composição de custo para o serviço de emboço. ....	38
Tabela 8: Composição de custo para o serviço de alvenaria. ....	39
Tabela 9: Índice de produtividade para alvenaria.....	40
Tabela 10: Consumo teórico para blocos cerâmicos 11,5 x 14 x 24 cm. ....	42
Tabela 11: Índice de produtividade para o serviço de chapisco interno/externo. ....	43
Tabela 12: Produtividade variável para o serviço de chapisco interno/externo. ....	45
Tabela 13: Índice de consumo do cimento para o serviço de chapisco interno/externo. ....	46
Tabela 14: Índice de consumo da areia para o serviço de chapisco interno/externo. .....	46
Tabela 15: Índice de consumo variável dos materiais para o serviço de chapisco interno/externo. ....	47
Tabela 16: Índice de produtividade para o serviço de emboço interno/externo. ....	49
Tabela 17: Produtividade variável para o serviço de emboço interno/externo. ....	51
Tabela 18: Índice de consumo do cimento para o serviço de emboço interno/externo. .....	52
Tabela 19: Índice de consumo da cal para o serviço de emboço interno/externo. ....	53
Tabela 20: Índice de consumo da areia para o serviço de emboço interno/externo..	54
Tabela 21: Índice de consumo variável dos materiais para o serviço de emboço interno/externo. ....	55
Tabela 22: Composição de custo prevista e realizada para o serviço de alvenaria. .	57
Tabela 23: Composição de custo prevista e realizada para o serviço de chapisco...	58
Tabela 24: Composição de custo prevista e realizada para o serviço de emboço. ....	59

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamento

CUB - Custo Unitário Básico da Construção

FGV - Fundação Getúlio Vargas

RUP - Razão Unitária de Produção

CUM - Consumo Unitário de Materiais

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.2.1 Objetivo geral.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 PROBLEMA.....	12
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
2.2 ORÇAMENTO.....	15
2.3 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA.....	17
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUTIVIDADE.....	18
2.5 ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE.....	20
2.6 CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS.....	23
2.7 PERDAS DE MATERIAIS.....	25
2.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	27
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	29
3.2 DEFINIÇÃO DA OBRA DO ESTUDO DE CASO.....	30
3.3 DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS.....	33
3.3.1 Entrevistas.....	33
3.3.2 Observação.....	33
3.4 COLETA DE DADOS.....	34
3.5 TRATAMENTO DOS DADOS.....	35
3.6 COMPARAÇÃO COM OS DADOS UTILIZADOS NA EMPRESA.....	36
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1 ÍNDICES PARA O SERVIÇO DE ALVENARIA.....	40
4.1.1 Índices de consumo de mão de obra.....	40
4.1.2 Índices de consumo de material.....	41
4.2 ÍNDICES PARA O SERVIÇO DE CHAPISCO.....	42
4.2.1 Índices de consumo de mão de obra.....	42
4.2.2 Índices de consumo de material.....	45
4.3 ÍNDICES PARA O SERVIÇO DE EMBOÇO.....	48
4.3.1 Índices de consumo de mão de obra.....	48
4.3.2 Índices de consumo de material.....	51
4.4 ANÁLISE DAS COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS.....	56
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>

<b>6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
ANEXO A: Planta baixa do térreo, primeiro pavimento e tipo 2x da edificação .....	70
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>73</b>
APÊNDICE A: Roteiro da Entrevista com o Encarregado .....	74
APÊNDICE B: Diário de obra .....	75
APÊNDICE C: Formulário para dados de produtividade de alvenaria .....	76
APÊNDICE D: Formulário para Dados de Produtividade de Revestimento Argamassado .....	77



## RESUMO

COSTA, Isabela Ferreira da. **Consumos teóricos utilizados na elaboração de orçamentos: um estudo de caso para comparação com os valores reais**. 2016. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2016.

A análise da produtividade na construção civil tem se tornado cada vez mais expressiva devido ao crescimento do setor e a busca por qualidade e redução de custos. Nesse sentido, uma construtora, procurando obter orçamentos mais precisos para obras futuras, propôs uma parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Com isso, foi realizado um estudo referente ao consumo de materiais e a produtividade de mão de obra para o serviço de alvenaria, chapisco e emboço, na execução de um edifício localizado na cidade de Toledo, Paraná. A pesquisa contemplou um estudo de caso, com a avaliação do índice de produtividade e consumos de materiais apresentados pela Tabela de Composição de Preços para Orçamento - TCPO, comparando com os dados reais identificados durante a execução dos serviços. A partir disso, foi possível realizar as composições de custos unitários, sendo constatado que os serviços de alvenaria e de emboço apresentaram valores reais superiores ao orçado, nas proporções de 1,888% e 16,866%, respectivamente. Já o serviço de chapisco apresentou um custo real de 24,324% inferior ao valor obtido com o uso da TCPO.

PALAVRAS-CHAVE: produtividade. Parceria. Consumo. Orçamento.

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento das obras no Brasil ainda não encontrou seu papel fundamental dentro do processo construtivo. Isso porque o sistema de previsão, na maioria das vezes, demanda mais tempo para que seja possível verificar incompatibilidades, mesmo que este processo gere possibilidades de custos menores. Assim, sem essa antevisão não é possível prever os problemas e a solução só vem após a ocorrência, o que acarreta maiores custos e prazos (TELES, 2006).

Com o aumento da concorrência e a evolução das tecnologias, as empresas necessitam complementar seu processo produtivo. Isto se deve a um planejamento bem ordenado, focado na minimização de riscos e incertezas (MAGGI, SANTOS, BARBOSA, 2008).

Neste sentido, Cordeiro (2007) define que parte do sucesso de um empreendimento é possível graças ao estudo de viabilidade econômica, já que existe a necessidade de dominar as finanças do empreendimento. Para isso, demanda-se uma metodologia capaz de gerar dados de qualidade, relevantes e em tempo hábil para as tomadas de decisão. Deste modo, para a permanência competitiva das empresas no mercado é preciso que estas associem o processo de gestão ao gerenciamento dos custos.

A ferramenta utilizada para a análise dos custos e estudo de viabilidade econômica de uma obra é o orçamento. Segundo Mattos (2006), essa estimativa dos custos é um exercício de previsão, já que muitos são os itens que influenciam e contribuem para o custo de um empreendimento. O artifício orçamentário envolve a identificação, descrição, quantificação e análise de muitos itens, requerendo muita cautela e habilidade técnica do profissional. Como o orçamento é preparado antes da construção do empreendimento, erros na composição do custo e considerações indevidas em relação ao sistema construtivo acarretam em prejuízos financeiros e atrasos no canteiro de obras.

Quanto mais detalhado é um orçamento, mais útil e eficaz se torna o gerenciamento. Diante disso, o engenheiro executor pode prever possíveis atrasos ou maiores demandas de insumos. Para a elaboração de uma estimativa mais precisa é necessário conhecer alguns indicadores dos serviços, como por exemplo, produtividade da mão de obra, consumo de materiais e de equipamentos.

Com o objetivo de contribuir para este contexto, a análise da produtividade no setor da construção civil tem se tornado cada vez mais significativa devido ao crescimento do segmento e a busca por qualidade e redução de custos. Para Souza (2000), a mão de obra é o recurso mais valioso da execução de projeto, não apenas pela alta representatividade nos custos, mas por lidar com humanos e suas necessidades.

Carraro (1998) esclarece que a construção civil receberá inúmeros benefícios ao se obter informações pertinentes a produtividade da mão de obra, dentre eles, a antevisão do consumo de mão de obra e duração do serviço, avaliação e comparação dos resultados e desenvolvimento ou aperfeiçoamento de métodos construtivos.

No âmbito dos materiais, o consumo pré-estabelecido no planejamento indica a quantidade de material necessária para a execução de um determinado serviço, como por exemplo, a quantidade de blocos cerâmicos para a execução de um metro quadrado de alvenaria. Porém, durante a execução do trabalho, o consumo de materiais nem sempre condiz com o orçamento. Para Salvador e Marchiori (2012) este consumo está diretamente ligado a desenvoltura da mão de obra envolvida, assim como sua conscientização com relação à qualidade do serviço que estão executando.

Procurando obter orçamentos mais precisos para obras futuras, uma empresa executora que não será identificada, propôs uma parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Com isso, foi realizado um estudo referente ao consumo de materiais e a produtividade de mão de obra, em um edifício localizado na cidade de Toledo, Paraná.

Sendo assim, a pesquisa contemplou uma análise teórica a respeito da produtividade e do consumo unitário de materiais na execução de edifícios, além dos impactos que causam em um orçamento. Em seguida, estabeleceu-se a metodologia utilizada em obra para a verificação dos objetivos pretendidos. Foi realizado um estudo de caso, com a devida avaliação do índice de produtividade empregado *versus* realizado, levantamento dos materiais consumidos por serviço, elaboração da composição de custo unitário e investigação do impacto financeiro que a produtividade e o consumo reais causaram na obra estudada.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A competitividade no setor da construção civil tem aumentado gradativamente, aliada a custos e prazos cada vez menores, além de clientes cada vez mais exigentes para um serviço de qualidade. Por esse motivo, muitos são os estudos que associam o processo produtivo com baixa produtividade e conseqüentemente, desperdício de tempo e dinheiro. Esses estudos buscam otimizar a execução de projetos e evitar perdas desnecessárias.

Por mais abrangente que sejam as produtividades encontradas em diversas fontes, elas partem de observações de obras diversas, de diferentes empresas e são realizadas sob condições particulares. As construtoras precisam desenvolver suas próprias composições, que reflitam a produtividade de suas equipes e, que melhor representem as características e produção da corporação (MATTOS, 2006).

Desse modo, é possível perceber a importância do planejamento pautado na produtividade da mão de obra e no consumo de materiais efetivos. Buscando isso, a empresa construtora sugeriu uma parceria com a Universidade, ação esta que deu fruto ao Trabalho de Conclusão de Curso. O escopo principal foi obter estes índices, analisar o motivo das ineficiências das equipes e do consumo de material, constituir as composições de custos dos serviços e verificar o impacto financeiro que essa discrepância causa no orçamento. Conseqüentemente, com todas estas análises, será possível planejar com mais precisão as obras futuras.

Os serviços analisados foram referentes à alvenaria e revestimento argamassado, já que a obra estava quase finalizada, restando apenas estes serviços para análise. Com destes dados, puderam ser realizadas comparações entre o executado em obra e o planejado, sendo este a partir de dados teóricos obtidos na TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamento). Além disso, trabalhos como este foram poucos desenvolvidos na região.

A maioria dos realizados em outras localidades na área de produtividade não comparam os resultados com os índices norteadores da TCPO ou fontes de outros autores. Apenas a partir deste diagnóstico é possível aprimorar os recursos, identificar as faixas de produtividade e estabelecer parâmetros para obter orçamentos cada vez mais condizentes com a realidade. Assim, a empresa utiliza estes indicadores fidedignos em outros empreendimentos e aperfeiçoa seu processo construtivo, minimizando erros associados.

## 1.2 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Comparar os índices de consumos de insumos reais com os teóricos, utilizados em uma obra na cidade de Toledo, Paraná.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar o índice de produtividade da equipe referente a serviços de alvenaria e revestimentos argamassados;
- Apurar os consumos unitários de materiais como: bloco cerâmico, cimento, cal e areia;
- Comparar e analisar os resultados com o planejado pela empresa a partir da TCPO;
- Fazer a composição de custo unitário dos serviços;
- Comparar resultados em termos de custos financeiros.

## 1.3 PROBLEMA

As construtoras mais experientes em execução de obras costumam possuir registros referentes aos dados a utilizar nos orçamentos. Desta forma, empregam esses valores também para estimar o tempo que será gasto em novas obras. Porém, empresas iniciantes no segmento precisam de dados genéricos de referência, que podem ser obtidos na TCPO.

Esta tabela conduz a produtividades mínima, média e máxima para alguns serviços, acompanhado de uma lista de fatores influenciadores para cada intervalo de produtividade. Para saber qual o valor que se aplica, deve-se comparar a situação com os fatores positivos ou negativos, e considerá-los no orçamento. O consumo de materiais também pode ser obtido na mesma fonte, apresentado em forma de índice para cada insumo que faz parte do serviço analisado.

Porém, nem sempre esses índices de consumo retratam a realidade da empresa. Sendo assim, para a edificação analisada, buscou-se responder as questões de pesquisa: Qual o índice de produtividade de mão de obra e o consumo unitário de materiais para os serviços de alvenaria e revestimentos argamassados? Quais as principais influências? Qual o impacto financeiro gerado pela discrepância com o orçamento?

#### 1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A análise da produtividade e consumo de materiais foram realizados para os serviços de alvenaria e revestimento argamassado, para um edifício de quatro pavimentos localizado no Jardim Coopagro, na cidade de Toledo, Paraná. As medições foram realizadas diariamente e dependeu do serviço estudado ser executado durante a jornada de trabalho.

Para o serviço de alvenaria, foi diagnosticado o consumo de tijolos cerâmicos e a produtividade do quarto pavimento, que inclui: içamento dos materiais, distribuição no andar, produção da argamassa, marcação e elevação das fiadas, montagem de fôrmas e concretagem de vergas e contravergas. No serviço de revestimento argamassado foi realizado um estudo de produtividade da execução de chapisco e emboço no primeiro, segundo e terceiro pavimento e parcialmente a área externa, de maneira que pôde ser verificado o consumo unitário dos materiais utilizados, como cimento, areia e cal.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados conceitos sobre planejamento na construção civil, orçamento e suas incertezas, como a produtividade de mão de obra, consumo de materiais e perdas. Essas características são fundamentais para a elaboração desta pesquisa.

### 2.1 PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A falta ou inadequação de planejamento, principalmente em obras de pequeno e médio porte, é algo que pode ser facilmente constatado no atraso da entrega do empreendimento. Essa deficiência se mostra de diversas formas, como em empresas que planejam mal; outras que planejam bem, mas não possuem controle; e aquelas que funcionam no improvisado. Enquanto algumas construtoras possuem cronogramas detalhados e os aplicam, outras acreditam que a experiência de seus profissionais é o suficiente para garantir o cumprimento de prazo e do orçamento (MATTOS, 2010).

A fim de obter os desígnios de um projeto, o planejamento e a programação de obras de engenharia são imprescindíveis, já que indicam uma antevisão dos objetivos, dos recursos necessários, dos custos considerados e dos prazos (LEITE E POSSAMAI, 2001).

Esta análise surge da necessidade de organização, devido à complexidade envolvida em um empreendimento, e se estabelece como uma das fundamentais causas para o sucesso de uma obra. Com esta ferramenta, é possível conduzir dados dos setores envolvidos e direcioná-los de tal maneira que todas as informações e conhecimentos sejam utilizados para o bom andamento da construção (GOLDMAN, 2004).

Em função disso, as empresas estão planejando com intenção de garantir o controle dos custos previstos e o cumprimento de prazos. Além disso, a complexidade dos projetos, a redução dos lucros e a utilização de novas metodologias de construção não admitem mais erros de planejamento (LEITE, 2002).

Para Mattos (2010) os benefícios substanciais do planejamento são relacionados ao conhecimento global da obra, identificação de situações adversas, agilidade nas decisões, otimização da alocação de recursos, uniformização, referência para metas, criação de dados históricos, dentre outros.

Um dos principais itens do planejamento diz respeito à produtividade da mão de obra. As variações desse índice são inerentes aos serviços executados, porém podem ser identificadas e mensuradas. Para Quesado Filho (2009) existe uma ligação direta entre os índices de produtividade e o planejamento, já que é na produção que se disponibilizam informações características dos prazos e custos de serviços.

Apesar de todo planejamento ter uma estimativa de custos associada, o conhecimento da produtividade fornece um parâmetro para comparar o orçado com o realizado. Segundo Monteiro e Santos (2010) o planejamento tem como intuito reduzir custos, juntamente com o tempo de execução do serviço e as incertezas associadas.

Com isso, essas interferências obtidas são aplicáveis à etapa de orçamento de obras futuras, diminuindo riscos, incertezas e custos no empreendimento.

## 2.2 ORÇAMENTO

Orçamento é o meio de se obter o custo de uma obra a partir da quantificação dos insumos, mão de obra ou equipamentos, que são necessários à execução do serviço. Mattos (2006) apresenta três classificações do orçamento de acordo com o grau de detalhamento apresentado. A primeira é a estimativa de custos, que compara com projetos similares e como o próprio nome já diz, fornece uma ideia de orçamento aproximado. Já o orçamento preliminar é um pouco mais detalhado e presume levantamento de quantidades e pesquisa de preço dos principais serviços. Porém, com o orçamento detalhado é possível obter maiores particularidades a partir das composições de custos e uma clara pesquisa de preços.

Segundo Tisaka (2006), o orçamento deve conter todos os serviços e materiais a serem utilizados na obra de acordo com os projetos. O autor recomenda que a elaboração seja a partir do levantamento de quantitativos físicos e da composição dos custos unitários de cada serviço, obedecendo as leis sociais,



encargos trabalhistas e demais custos, ou seja, indica a utilização do orçamento detalhado.

Gonçalves (2011) conceitua orçamento como a soma dos preços unitários das quantidades de serviço e de materiais, usualmente divididos em custos diretos, que são os materiais e serviços que ficarão incorporados à construção, e os custos indiretos, que são despesas administrativas, transporte, taxa de administração, contingências, dentre outros.

Em função disso, Cordeiro (2007) cita que para a elaboração de um orçamento, é necessário desenvolver tarefas consecutivas e ordenadas, que solicitam um enfoque individualizado. Assim, é indispensável decompor um projeto completo em projeto arquitetônico, de instalações, estrutural, fundações, dentre outros. Outro aspecto importante a ser analisado são as especificações técnicas, que devem ser estudadas para saber extrair as informações que irão constituir o orçamento.

Dentre os principais problemas enfrentados pelo engenheiro orçamentista, Varalla (2003) cita os referentes a projetos incompletos para análise de custos, que geram incertezas e simulações fictícias de quantidade de serviços; e a incompatibilidades e incompreensões no sistema adotado como premissa para a elaboração dos projetos.

De acordo com Mattos (2006) o orçamento apresenta três características:

- Aproximação: mesmo considerando todas as variáveis, há sempre uma estimativa associada, ou seja, o orçamento não tem que ser exato, mas preciso. Este fator está embutido na produtividade, nos encargos de mão de obra, no preço dos insumos, nas perdas, nos impostos, no custo horário de equipamentos e nos custos indiretos.
- Especificidade: o orçamento deve apresentar suas especificações, ou seja, não segue um padrão.
- Temporalidade: os valores obtidos para um orçamento realizado tempos atrás não tem validade para os dias de hoje. Isso se deve a flutuação no custo dos insumos, variação nos impostos e encargos, evolução dos métodos construtivos, dentre outros.

Assim, para se obter maior precisão e coerência nos orçamentos, se torna evidente a utilização de um orçamento detalhado, haja vista que essa modelagem é

a que utiliza a produtividade de mão de obra e o consumo de materiais, que serão tratados no trabalho.

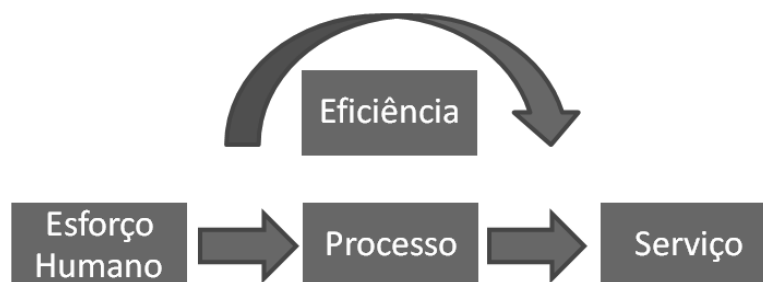
### 2.3 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

A produtividade da mão de obra é um indicador de eficiência e constitui uma peculiaridade de cada equipe. Sendo assim, exerce um papel considerável no planejamento, já que segundo o CUB – Custo Unitário da Construção – do Sinduscon/PR, a mão de obra com seus encargos representam 59,51% dos custos de uma obra<sup>1</sup>.

Para Mattos (2006, p.70) a produtividade é:

A taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, isto é, a quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado, normalmente hora. A produtividade indica a eficiência em transformar energia (e tempo) e produto. Quanto maior a produtividade, mais unidades do produto são feitas num determinado espaço de tempo. É óbvio notar que, quanto mais produtivo um recurso, menor quantidade tempo será gasta na realização da tarefa (MATTOS, 2006, p. 70)

Autores como Paliari (2008), Martins (2013) e Souza, Almeida e Silva (2003), definem a produtividade como sendo a conexão entre as entradas e saídas de um processo, como por exemplo, a junção de materiais e mão de obra para produzir um metro quadrado de alvenaria, ou ainda, como a eficiência na transfiguração do esforço em serviços, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1: Produtividade da mão de obra.**  
Fonte: Souza (2001 *apud* Paliari, 2008, p. 37).

---

<sup>1</sup> Índice informado pelo Sinduscon PR, mês de referência: fevereiro de 2016; projeto residencial multifamiliar, padrão normal: garagem, pilotis e 8 pavimentos-tipo.

A produtividade também é conceituada na TCPO 14 (2012) como sendo a eficiência em transformar recursos, como mão de obra e materiais, em produtos, ou seja, os serviços que compõe a obra como um todo.

Outro conceito apresentado por FGV (2012) trata a produtividade como sendo o alcance de uma produção maior com uma mesma quantidade de recursos ou quando se aplica menos recursos para obter uma mesma produção.

Machado *et al* (1996) apresentam a produtividade como sendo a eficiência de cada atividade. Salientam a importância de se estudar as intervenções que a compõem, buscando racionalizar e aperfeiçoar o processo produtivo. Ressaltam que pelas medições de produtividade é possível identificar a execução de operações irracionais e desnecessárias, que consomem um tempo maior que o necessário.

Neste contexto, Rodrigues e Moriel (2008) destacam que na avaliação da produtividade da mão de obra, é preciso que a equipe demandada seja bem definida. Neste sentido, os oficiais são trabalhadores especializados responsáveis pelo serviço final; os ajudantes diretos movimentam materiais para perto dos oficiais e são responsáveis por outras tarefas auxiliares; os ajudantes de apoio ficam localizados mais afastados dos oficiais e são responsáveis pelo suprimento de materiais para frente de trabalho. A equipe direta é formada por oficiais e os ajudantes diretos. Somando a esta a equipe de apoio, se chega a equipe global.

Souza (2000) acredita que a mensuração da produtividade da mão de obra influencia na melhoria da construção, já que os índices podem suprir um problema muito expressivo nas empresas, que é a falta de avaliação de desempenho das mesmas. Mas, para que isto possa acontecer de maneira adequada, é preciso padronizar a mensuração da produtividade da mão de obra.

## 2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUTIVIDADE

A gestão da produtividade da mão de obra surge como um instrumento importante para as empresas quando passa a ser possível medir sua eficácia. Para que verdadeiramente seja feita sua gestão, é preciso entender a influência sofrida de diversos fatores, e não apenas, com o intuito de resolvê-la, adquirir equipamentos inovadores ou materiais de melhor qualidade (LIBRAIS, 2001).

Para Mattos (2010), os fatores que influenciam são: experiência da equipe - quanto mais experiência, maior a facilidade e menor o tempo de execução; conhecimento do serviço - atividades novas ou especiais exigem um período de familiarização da equipe; curva aprendizagem – tendência natural do crescimento da produtividade em relação ao tempo; apoio logístico - com um suporte adequado, os trabalhadores não perdem tempo aguardando material chegar, por exemplo.

Já Marder (2001) considera que a composição das equipes, como o número de serventes para cada pedreiro e a presença ou não do mestre de obras, constituem fatores importantes a serem considerados na produtividade.

Neste sentido, Dantas (2011) ressalta alguns fatores que interferem na produtividade, como “detalhamento do serviço, treinamento da mão de obra, efeito aprendizagem, mobilização, desmobilização, organização do canteiro de obras, ergonomia, equipamentos e ferramentas apropriados, iluminação, temperatura, etc.”.

Já Souza (2006) cita a influência negativa do peso dos blocos de vedação, comprimento das vigas para execução das fôrmas, espessura do revestimento, tipo de equipamento de aplicação do revestimento, temperatura, quebra de um equipamento, chuva torrencial durante a execução de um serviço externo, dentre outros.

Em relação ao serviço de concretagem, Dórea e Souza (1999) mencionam os fatores, como: atraso no transporte do concreto, alta rotatividade da mão de obra, tipo de equipamento utilizado no transporte, condições climáticas, falhas em equipamentos e concepção da estrutura (se possui mais ou menos recortes).

A TCPO 14 (2012) cita os principais elementos que diminuem a produtividade da mão de obra nos serviços de alvenaria de tijolo cerâmico furado e revestimento argamassado de paredes internas, conforme Quadro 1.

Serviço	
Alvenaria de tijoco cerâmico furado	Revestimento argamassado de paredes
Preenchimento de juntas verticais	Espessura alta
Densidade alta ou baixa da alvenaria/m <sup>2</sup> de parede/m <sup>2</sup> de piso	Mais de uma cheia Acabamento desempenado
Presença significativa de paredes altas ou baixas demais	Aplicação manual Pouca quantidade a executar
Muito tempo para executar um pavimento (prazos extensos)	Prazo grande para fazer o serviço Problemas no abastecimento de material
Paredes de espessuras grandes	Dificuldade quanto a transportar o material para as frentes de serviço
Alta rotatividade	Trabalho sem incentivo
Falha no pagamento dos operários	Serviço em condições desfavoráveis; muito retrabalho; fatores climáticos desfavoráveis, alta rotatividade; operários insatisfeitos
Falta de material	
Quebras ou indisponibilidade de equipamento de transporte vertical	

**Quadro 1: fatores que influenciam a produtividade dos serviços de alvenaria e revestimento argamassado.**

Fonte: TCPO 14 (2012).

Em relação à remuneração dos trabalhadores, Maggi, Santos e Barbosa (2008) constatam que a remuneração mensal não proporciona nenhum tipo de incentivo ao incremento da produtividade, pois independe da quantidade de serviço executado. Neste sentido, a remuneração tarefaira pode ser apresentada como um incentivo ao aumento da produtividade, já que as equipes são recompensadas de acordo com sua produção.

## 2.5 ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE

Segundo Mattos (2010), determinar a duração de um serviço é de extrema importância para gerar o cronograma de uma obra, já que durações mal atribuídas podem adulterar todo o planejamento. Essa duração é dependente de inúmeros fatores e apresenta expressiva variação, sendo fundamental basear esse tempo em parâmetros existentes. Com isso, para efeitos de planejamento, podem ser utilizadas as composições de custos unitários. Estas tabelas apresentam os insumos de determinado serviço, juntamente com seus índices ou coeficientes de consumo, além de custo unitário e total.

Segundo o autor, o índice de produtividade ou RUP (Razão Unitária de Produção) é a ocorrência de cada insumo na execução de uma unidade do serviço,

sendo expresso pela razão de uma unidade de tempo por uma unidade de trabalho (h/m<sup>2</sup>, h/kg, etc). Para Souza (2006, p. 32), um alto valor de RUP indica uma menor produtividade, já que o mesmo serviço demoraria mais tempo para ser executado. Essa relação do esforço humano, avaliado em Homens x hora (Hh), com a quantidade de serviço realizado pode ser obtida através da Equação 1.

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (1)$$

Onde:

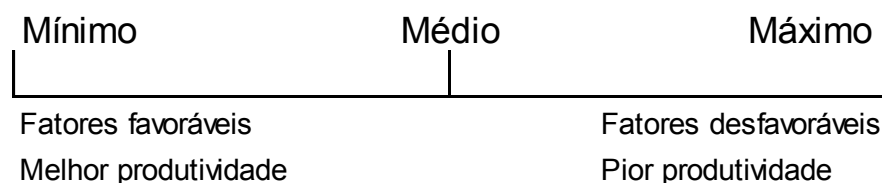
RUP é a razão unitária de produção;

Hh é quantidade de homens e horas trabalhadas;

QS é a quantidade de serviço.

Para que haja uma uniformização da RUP, é preciso se estabelecer regras para mensurar as entradas (homens-hora) e as saídas (quantidade de serviço). Para o cálculo de homens-hora se faz a multiplicação dos homens envolvidos no serviço com o período de tempo desprendido. Já a quantidade de serviço pode ser obtida de maneira bruta ou líquida (SOUZA, 2000).

Conforme se verifica uma expressiva variação dos índices de produtividade, é importante trabalhar com um valor médio e sua variação para mais e para menos, agregada aos fatores que a motivam. Esse conceito de índice de produtividade variável traz o valor médio, os possíveis afastamentos com relação a tal valor e os valores máximos e mínimos, conforme pode ser visualizado na Figura 2 (SOUZA, ALMEIDA e SILVA, 2003).



**Figura 2: Índices de produtividade variável.**  
**Fonte: SOUZA, ALMEIDA e SILVA, 2003.**

Adotar valores médios de índices é uma maneira de facilitar o orçamento, porém traz algumas interferências. Eis que assim surge o índice de produtividade variável como sendo um produto de observações em canteiros de obras, onde é

possível analisar as diversas conjunturas e obter-se uma faixa de produtividade (Mattos, 2006).

Para Souza (2006) a abrangência da produtividade variável nas composições traz um acréscimo de qualidade muito expressivo. Isso acarreta em bons orçamentos com uma maior precisão nos custos, facilitando a tomada de decisões.

Ao orçar uma obra é preciso enquadrar a produtividade da mão de obra dentro da faixa dos indicadores utilizados. Neste sentido, se os fatores que influenciam na produtividade forem preponderantemente positivos, pode-se tomar a produtividade associada ao limite máximo. Caso sejam negativos, é possível considerar valores tendendo ao limite mínimo. Porém, se as informações forem insuficientes, aconselha-se utilizar valores médios (RODRIGUES E MORIEL, 2008)

A seguir são apresentados os índices estudados por outras fontes que serviram de norteadores para o trabalho. Parte dos estudos se estabelece com produtividade média, e outros com faixas de produtividade, como podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1: Índices de produtividade.

Serviço	Unid.	Fonte	Razão Unitária de Produção		
			Mínima	Média	Máxima
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	TCPO 14	0,51	0,64	0,74
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Ambrozewicz	1,00	1,40	1,70
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Ambrozewicz		0,50	
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Mattos, 2010		0,53	
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Marder		1,18	
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Oliveira Filho		0,68	
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Dantas		0,76	
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Araújo e Souza	0,62	0,80	1,12
Alvenaria tijolo cerâmico	Hh/m <sup>2</sup>	Tomazetti e Souza		1,45	
Revestimento interno	Hh/m <sup>2</sup>	TCPO 14	0,41	0,57	0,98
Chapisco	Hh/m <sup>2</sup>	TCPO 14		0,20	
Chapisco	Hh/m <sup>2</sup>	Mattos, 2010		0,40	
Emboço	Hh/m <sup>2</sup>	TCPO 14		0,57	
Emboço	Hh/m <sup>2</sup>	Mattos, 2010		0,40	
Reboco	Hh/m <sup>2</sup>	TCPO 14		0,50	
Reboco	Hh/m <sup>2</sup>	Ambrozewicz	0,50	1,00	1,80
Reboco	Hh/m <sup>2</sup>	Mattos, 2010		0,40	
Massa Única	Hh/m <sup>2</sup>	Mattos, 2010		0,29	
Revestimento em argamassa	Hh/m <sup>2</sup>	Salvador e Marchiori		1,30	
Revestimento em argamassa	Hh/m <sup>2</sup>	Salvador e Marchiori		0,66	
Revestimento em argamassa	Hh/m <sup>2</sup>	Oliveira Filho		0,33	

Fonte: indicada.

A existência de indicadores confiáveis para mensuração da produtividade auxilia na escolha de tecnologias e formas de gestão mais eficientes e, também, na avaliação contínua do seu desempenho. Assim, compreender como se modifica a produtividade resulta em obras potencialmente melhores (LIBRAIS, 2001).

## 2.6 CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS

Os conceitos apresentados neste item foram baseados em Souza (2005), que trata do Consumo Unitário de Materiais (CUM) como sendo a quantidade de material necessária para se produzir uma unidade do serviço, ou seja, mede a desempenho quanto ao consumo e pode ser obtida por meio da Equação 2.



$$\text{CUM} = \frac{\text{QM}}{\text{QS}} \quad (2)$$

Onde:

CUM é o consumo unitário de materiais;

QM é quantidade de materiais utilizada;

QS é a quantidade de serviço.

Em relação ao uso dos materiais, o esforço seria a quantidade de materiais exigida para se chegar ao resultado. Por exemplo: m<sup>3</sup> de concreto gastos para concretar 1 m<sup>3</sup> de estrutura; m<sup>3</sup> de argamassa para executar 1 m<sup>3</sup> de revestimento; quilos de cimento para 1 m<sup>3</sup> de argamassa, quantidade de tijolos para assentar 1 m<sup>2</sup> de alvenaria, etc. Percebe-se, conforme Tabela 2, que melhores produtividades de materiais constituem menores quantidades do material e, portanto, melhor desempenho.

**Tabela 2: Produtividade de concreto usinado em duas obras.**

	<b>Obra A</b>	<b>Obra B</b>
Indicador de produtividade dos materiais	$\frac{1,08 \text{ m}^3 \text{ de concreto}}{\text{m}^3 \text{ de estrutura}}$	$\frac{1,04 \text{ m}^3 \text{ de concreto}}{\text{m}^3 \text{ de estrutura}}$
Comparação da produtividade	Pior	Melhor

**Fonte: SOUZA, 2005.**

Na Tabela 3 é apresentado o CUM de diferentes fontes para os serviços que serão tratados neste estudo.

**Tabela 3: Consumo unitário de materiais obtido de outras fontes.**

Material	Serviço	Unid.	Fonte	Consumo Unitário de Materiais		
				Mínima	Média	Máxima
Tijolo	Alvenaria tijolo cerâmico	un/m <sup>2</sup>	TCPO 14	27,47	29,60	33,33
Argamassa	Alvenaria tijolo cerâmico	l/m <sup>2</sup>	TCPO 14	5,30	13,80	43,50
Argamassa	Alvenaria tijolo cerâmico	l/m <sup>2</sup>	Souza, 2005	0,70	2,10	4,50
Cimento	Chapisco	kg/m <sup>2</sup>	TCPO 14		2,45	
Areia	Chapisco	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	TCPO 14		0,10	
Adesivo Base Acrílica	Chapisco	l/m <sup>2</sup>	TCPO 14		0,25	
Argamassa	Emboço	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	TCPO 14		0,03	
Cimento	Revestimento em argamassa	kg/m <sup>2</sup>	Salvador e Marchiori		7,62	
Cimento	Revestimento em argamassa	kg/m <sup>2</sup>	Salvador e Marchiori		13,54	
Argamassa	Revestimento interno	l/m <sup>2</sup>	Souza, 2005	7,30	24,30	74,10
Argamassa	Revestimento externo	l/m <sup>2</sup>	Souza, 2005	12,30	25,40	66,00

**Fonte:** indicada.

Os valores observados na Tabela 3 para o CUM de diferentes materiais mostram valores mínimos e máximos relativamente afastados. Este fato implica a necessidade de uma relação intrínseca entre o projeto e execução para se alcançarem produtividades melhores no uso dos materiais. Já referente aos valores médios, se apresentam de maneira bastante inteligível e de fácil utilização nos orçamentos, porém não fornece flexibilidade ao gestor e não aponta as influências no serviço.

## 2.7 PERDAS DE MATERIAIS

Segundo Souza (2005) perda de materiais é toda quantidade consumida além da quantidade teoricamente indispensável, obtida através dos projetos e memoriais. Já para Soibelman (1993), perdas são discrepâncias entre a quantidade de material entregue pelos fornecedores no canteiro de obras e a quantidade que é realmente utilizada para os fins determinados.

Outro conceito é apresentado por Bogado (1998) que define perdas como a ineficiência no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superior ao indispensável para execução do serviço. Segundo o autor, tem sua origem nas diversas fases de um empreendimento, como no projeto, nos materiais e na construção.

Essa quantidade em excesso acontece sob as formas de furto, incorporada à edificação e entulho. O furto, em obras de grande porte, normalmente é

desconsiderado devido a um maior controle no recebimento dos materiais. O entulho é a parcela visível da perda, ou seja, o material que é descartado. Já a incorporação à edificação ocorre, principalmente, nos materiais em que os serviços são feitos por moldagem *in loco*, como as estruturas de concreto armado e os revestimentos argamassados (PALIARI, 2008).

Segundo Bronstrup e Donatti (2014) as perdas de materiais devem ser gerenciadas com a consciência de que dependem das características do serviço executado, dos procedimentos adotados e da ocorrência de anormalidades.

Além disso, o uso irracional dos materiais reflete no desperdício de recursos naturais utilizados na fabricação, que estão cada vez mais escassos. Contribuem com o aumento do impacto ambiental pela extração da matéria prima ou através do consumo de energia na fabricação do material (PALIARI, SOUZA e ANDRADE, 1999).

As perdas de materiais na construção civil são efetivamente maiores do que as consideradas no orçamento. A perda média de insumos varia entre 0,85 a 8 vezes as perdas admitidas inicialmente, sendo que estas podem estar em 5% a 20%, pois depende do tipo do insumo (SOIBELMAN, 1993).

A TCPO 14 (2012) cita os principais elementos que diminuem o consumo unitário de materiais, e conseqüentemente as perdas, para tijolos cerâmicos e argamassa no serviço de alvenaria e argamassa para o serviço de revestimento de paredes internas, conforme apresentados nos Quadros 2 e 3.

<b>Alvenaria de tijolo cerâmico</b>	
<b>Tijolo cerâmico</b>	<b>Argamassa</b>
Tijolo de maior espessura	Uso de componentes de alvenaria grandes
Utilizam-se peças complementares para acerto de modulação	Pequena porcentagem de juntas verticais preenchidas
Paredes grandes	Uso de bisnaga ou tabuinha para aplicação de argamassa
Tijolo de boa qualidade	Uso de argamassa pré-dosadas
Envio do número correto de tijolos para as frentes de trabalho	Existência de procedimentos para dosagem e/ou mistura na obra
Existência de projeto de alvenaria	Transporte de argamassa com equipamentos e procedimentos adequados
Uso de ferramentas e técnicas adequadas para o corte de componentes de alvenaria	Paredes longas
Controle de qualidade e quantidade no recebimento	Existência de projeto definido
Existência de procedimentos de execução	Existência de componentes complementares para acerto da modulação da alvenaria
Não adoção de componentes de alvenaria para enchimentos	Furos do tijolos na horizontal

**Quadro 2: fatores que diminuem o consumo de materiais para o serviço de alvenaria.**  
**Fonte: TCPO 14 (2012).**

<b>Revestimento interno</b>
<b>Argamassa</b>
Edifício para classe de renda mais baixo
Obras residenciais
Vigas de mesma largura que a alvenaria
Predominância de revestimento interno de paredes internas
Componentes de alvenaria geometricamente regulares
Controle de execução da alvenaria rigoroso
Não embutimento de instalações no revestimento ou parede
Exigências brandas quanto à perpendicularidade entre faces contíguas
Piso na região sendo revestida já executado
Existência de política de reaproveitamento para a argamassa que cai no chão
Existência de política relativa ao uso de toda a argamassa produzida
Incentivo aos operários para minimizar perdas

**Quadro 3: fatores que diminuem o consumo de materiais para o serviço de revestimento interno.**  
**Fonte: TCPO 14 (2012).**

## 2.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo permitiu obter informações sobre a importância de orçamentos precisos através do estudo minucioso dos projetos e compreensão dos índices de

consumo, principalmente de mão de obra e material que apresentam cada equipe de trabalho.

Com isso, foi possível perceber que o orçamento não se resume a estabelecer o custo de uma obra. Sua abrangência é ampla e serve de base para comparar o orçado com o realizado para todos os insumos de um serviço. Assim, é plausível estabelecer metas de desempenho, verificar o dimensionamento das equipes e atenuar erros na mesma obra e nas futuras.

Do mesmo modo, verificou-se que o acompanhamento dos índices reais nas obras permite sanar problemas encontrados referentes à execução do serviço. Por exemplo, se determinada equipe possui menor rendimento devido a interrupções desnecessárias, em pouco tempo é possível solucionar o problema, não permitindo que isso cause atraso na entrega do empreendimento. O mesmo pode ocorrer para o consumo de materiais, quando um reboco está sendo executado em espessura maior que a prevista e pode ser constatado no estudo, ou até a fim de prover um uso racional e consciente dos materiais.

Além disso, foi constatada uma dificuldade no que diz respeito aos índices de produtividade obtidos em outras fontes para efeito de comparação. Para a mão de obra alguns índices apresentados são por faixas e outros valores médios, além da variação das técnicas construtivas de cada empresa, que dificultam a análise comparativa. Para o consumo de materiais encontrou-se menos índices, o que induz que este tipo de análise em obra ainda é pouco estudado.

Portanto, nota-se a importância e a viabilidade econômica obtida em realizar orçamentos com índices reais, já que os valores de referência nem sempre são efetivos para todas as construtoras.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentadas as informações sobre a pesquisa, características da obra analisada, a forma de coleta e de tratamento dos dados.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

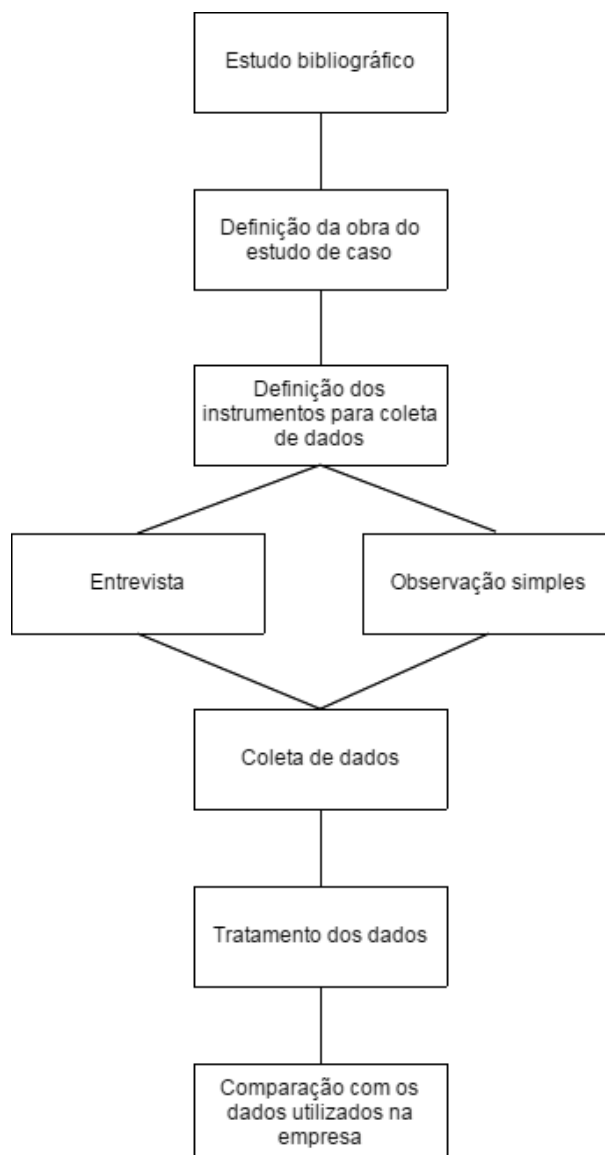
A técnica de pesquisa utilizada foi o estudo de caso. Para Severino (2007, p. 121), esse tipo de pesquisa se concentra no estudo de um caso específico, que represente um conjunto de casos equivalentes. Neste processo, a coleta de dados e sua análise se dão, de maneira geral, como nas pesquisas de campo.

A coleta de dados nas pesquisas de campo pode incluir entrevistas, aplicações de questionários, testes e observações participante ou não (VERGARA, 1998, p. 52). Neste contexto, foi utilizada a observação simples, no qual foi mantida certa distância do estudo; e entrevista por pauta, que possui maior profundidade e são agendados os pontos a serem explorados com o entrevistado.

Assim, o procedimento é uma investigação dentro do contexto real e trata especificamente de uma unidade, onde é feita uma análise profunda e intensa. Para isso, a coleta de dados pode ser realizada por observação, observação participante, questionário, entrevista, levantamento de dados, dentre outros (MARTINS E LINTZ, 2012, p. 23).

Com isso, a pesquisa se caracterizou com um enfoque quantitativo, a partir do levantamento do índice da produtividade da mão de obra e consumo dos materiais para a obra do estudo de caso.

A pesquisa pode ser sintetizada pelas etapas apresentadas na Figura 3.



**Figura 3: Representação esquemática da pesquisa.**

Após a realização do estudo bibliográfico, englobando conceitos como índice de produtividade e consumo de materiais, a seguir são apresentadas as definições que norteiam a metodologia do trabalho e se relacionam com a pesquisa.

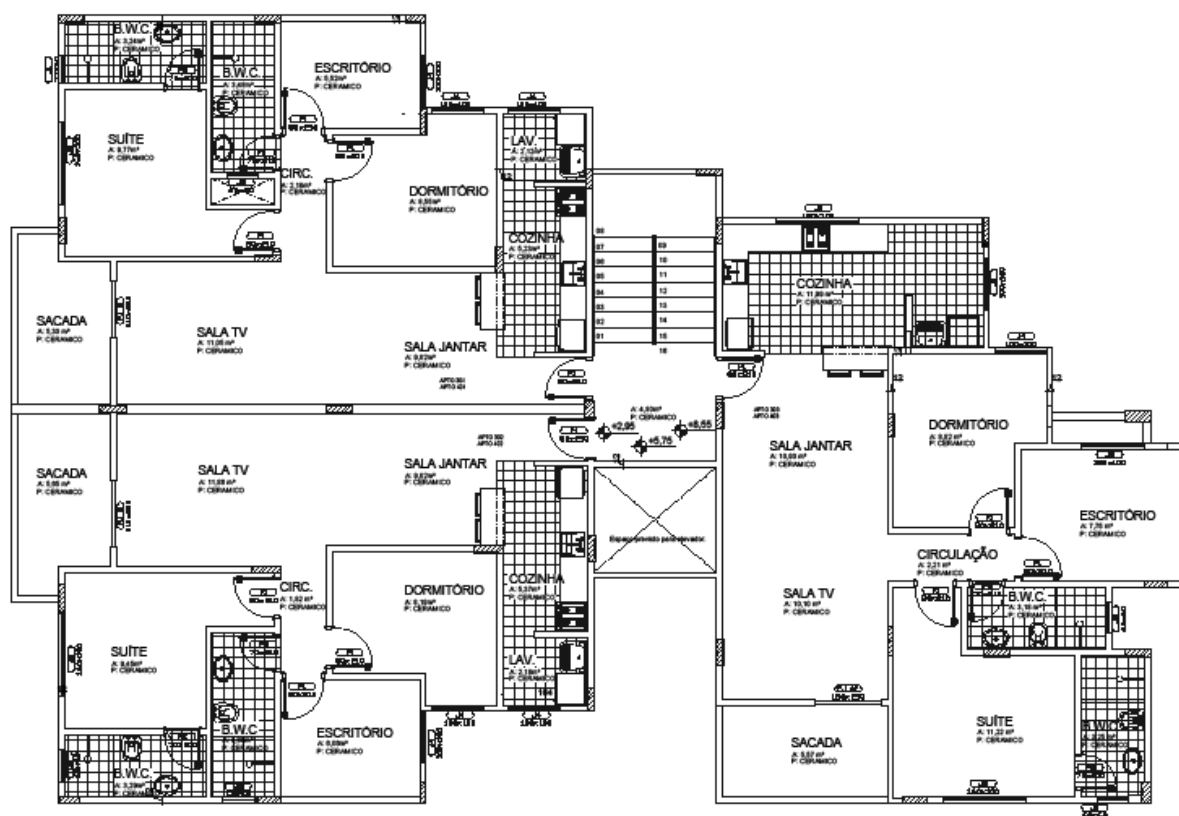
### 3.2 DEFINIÇÃO DA OBRA DO ESTUDO DE CASO

Buscando suas próprias composições de custos, como consumo de materiais e produtividade, a empresa construtora buscou uma parceira com a

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com o objetivo de planejar obras futuras com mais precisão.

A obra estudada foi um edifício de quatro pavimentos localizado no Jardim Coopagro, na cidade de Toledo, Paraná.

O primeiro pavimento possui uma sala comercial; o segundo, um salão de festas e dois apartamentos; o terceiro e quarto possuem três apartamentos cada (pavimento tipo). A área do terreno é de 367,92 m<sup>2</sup>, com área construída de 998,92 m<sup>2</sup>. A Figura 4 apresenta a planta baixa do pavimento tipo e o restante do projeto encontra-se no Anexo A.



**Figura 4: Planta baixa do pavimento tipo.**  
Fonte: Empresa construtora.

O canteiro de obras é composto pelas áreas de estocagem de madeira, aço, areia, cimento e cal, vestiário, refeitório, almoxarifado e bancadas para corte e dobra de aço e corte de madeira, como podem ser observados na Figura 5. A armazenagem de blocos cerâmicos, lajotas e pedra britada ficam no passeio público, porém, do outro lado da rua.



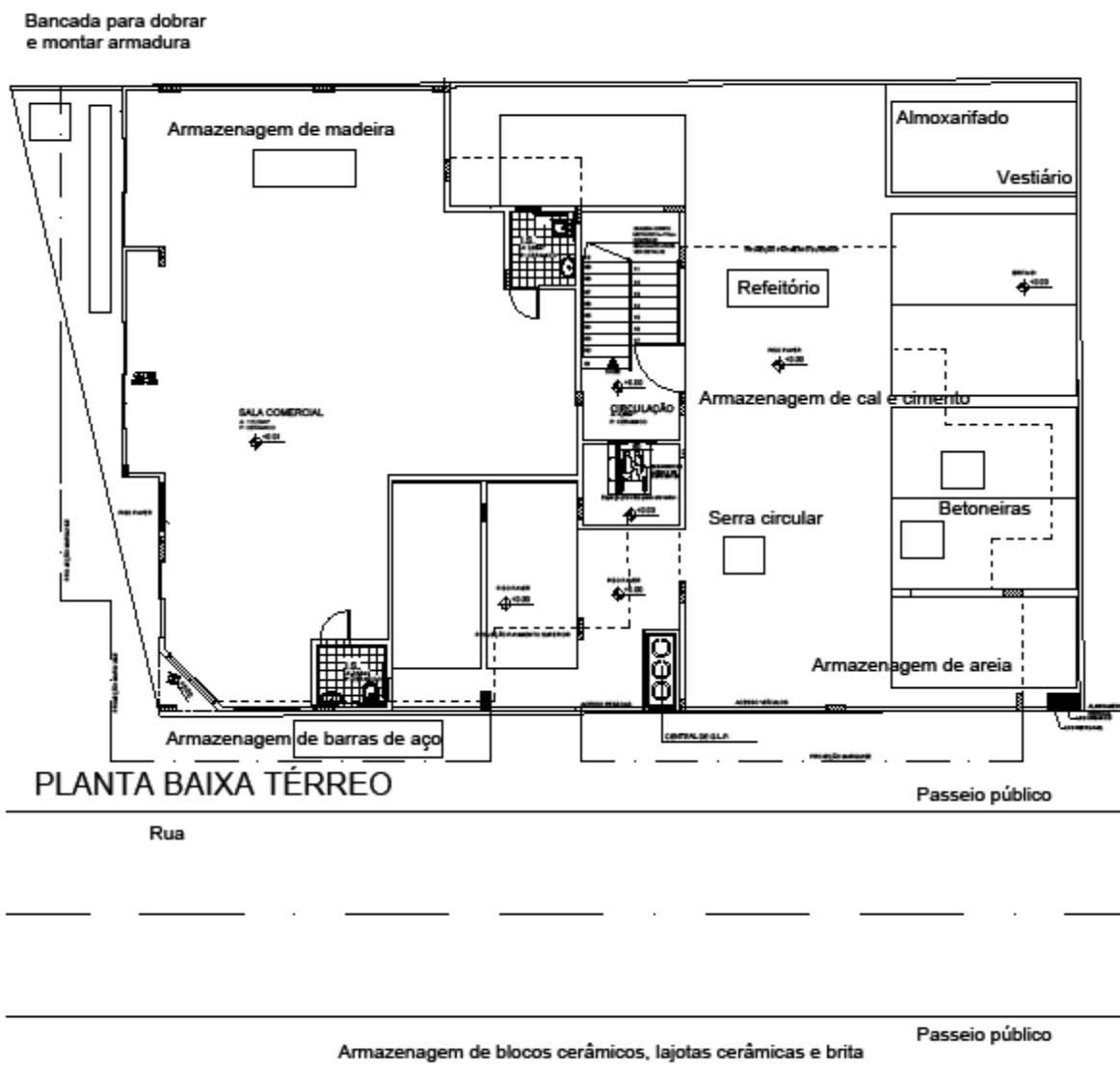


Figura 5: Croqui do canteiro de obras.

A construtora é uma empresa que atua na região, principalmente na construção de edifícios residenciais, comerciais e mistos. Foi contratada por um investidor, para projeto e execução da obra, que foi entregue ao proprietário sem nenhum tipo de acabamento.

Durante a pesquisa foram analisados os serviços de alvenaria e revestimento argamassado.

O acompanhamento da execução da vedação em alvenaria se deu no quarto pavimento e abrangeu as etapas de:

- Produção de argamassa;
- Içamento dos materiais e distribuição no andar;
- Locação das paredes e assentamento da primeira fiada;

- Elevação das demais fiadas da alvenaria, com aferição de prumo e esquadro;
- Execução de fôrmas e concretagem de vergas e contra vergas.

Já o acompanhamento da execução do revestimento em argamassa aconteceu no térreo, segundo e terceiro pavimentos e, parcialmente na parte externa e, compreendeu as seguintes etapas:

- Chapisco com aplicação da argamassa através de jato mecânico;
- Emboço através da aplicação de argamassa de revestimento por meio de taliscamento (peças que delimitam a espessura e servem de referência para a execução das mestras) e mestras (faixas de argamassa que servem de guia para a execução do revestimento).

### 3.3 DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Conforme já citado, a coleta de dados foi realizada através de entrevistas e observação direta.

#### 3.3.1 Entrevistas

A entrevista é um procedimento utilizado para coleta de dados e trata-se de uma conversa realizada face a face, de maneira ordenada. Proporciona ao entrevistado as informações verbais necessárias para verificação dos fatos. A entrevista padronizada ou estruturada é pautada em um roteiro previamente determinado e se realiza de acordo com um formulário elaborado. Com a padronização, é possível obter dos entrevistados, respostas às mesmas perguntas (LAKATOS e MARCONI, 2003).

Neste sentido, o entrevistado da pesquisa foi o mestre de obras. O objetivo foi analisar os serviços executados no dia através da equipe, o tempo necessário e os materiais consumidos. O roteiro da entrevista está representado no Apêndice A.

### 3.3.2 Observação

A observação é uma técnica de coleta de dados que auxilia o avaliador a identificar e obter provas do escopo sobre o qual o indivíduo não tem consciência, mas que norteia sua conduta. Nesta pesquisa, foi utilizada a observação sistemática que se realiza em condições controladas, para responder propósitos preestabelecidos. Além disso, foi uma observação não-participante, já que o pesquisador tem contato com o grupo estudado, mas permanece de fora (LAKATOS e MARCONI, 2003).

O protocolo diário referente aos serviços gerais da obra, análise da equipe presente, verificação de temperatura e pluviosidade está apresentado no Apêndice B. Os formulários para anotação dos dados de produtividade do serviço de alvenaria e revestimento argamassado foram adaptados de formulários disponíveis na literatura e estão representados nos Apêndices C e D.

### 3.4 COLETA DE DADOS

A pesquisa se consolidou nos meses de março a junho de 2016.

A quantidade de homens-hora necessária para a execução dos serviços analisados foi realizada através de observações *in loco*, além de informações obtidas com o mestre de obras. Os valores foram anotados em planilhas destinadas à coleta de dados, juntamente com informações sobre tempo, equipes, horas de trabalho e anormalidades que por ventura, afetassem a execução do serviço. Os dados de saída foram medidos em obra, como metro quadrado de alvenaria, metro quadrado de revestimento, dentre outros.

As medições foram realizadas diariamente, antes do início da jornada de trabalho, tanto para as entradas no dia em questão, como para as saídas do dia anterior. Os serviços que aconteceram concomitantes aos serviços analisados, foram desconsiderados.

O consumo de materiais como areia, cal e cimento foram medidos através da quantidade de betonadas executadas em um dia, informação esta obtida através da entrevista com o mestre de obras e de observações durante a execução de

algumas betonadas. Assim, com o traço da argamassa e o volume da padiola utilizada, foi possível encontrar a quantidade de material necessária para a execução de uma betonada. Essa quantidade foi multiplicada pelo número de betonadas executadas no dia, a fim de obter o consumo de materiais para a área executada durante a jornada de trabalho.

Para o consumo de tijolos, foi analisada a quantidade total utilizada no quarto pavimento da edificação, comparada ao levantamento de quantitativos que considera vãos cheios menores ou iguais a  $2 \text{ m}^2$ , conforme critério apresentado pela TCPO 14 (2012).

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Após a coleta de dados, os mesmos foram organizados, sendo efetuado um tratamento estatístico, como descrito a seguir:

a) Dados de produtividade da mão de obra:

Com os dados de produtividade diária foi gerado um gráfico com as RUPs para cada serviço, representado esquematicamente pela Figura 6.

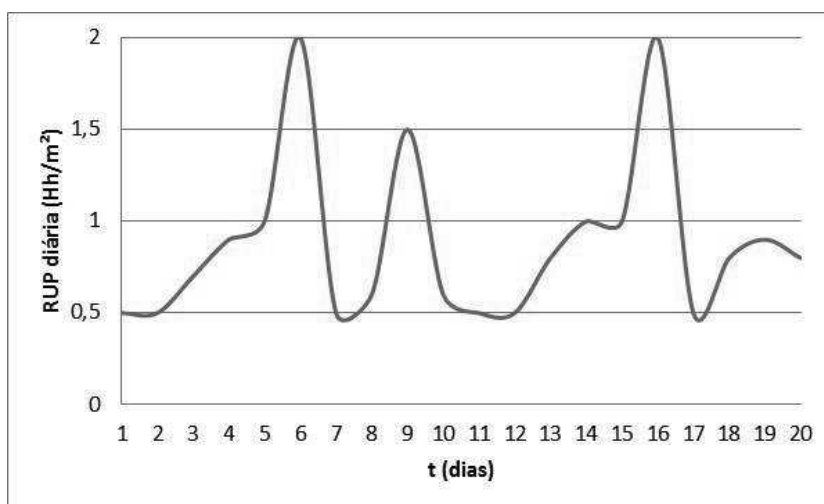


Figura 6: Representação esquemática da RUP diária.

#### b) Consumo de materiais:

Foi medido o consumo de materiais diário de acordo com a coleta de dados, calculado a média e o coeficiente de variação. De acordo com Gomes (2000), nos experimentos de campo, um coeficiente de variação inferior a 10% é considerado baixo e apresenta alta precisão; de 10% a 20% é considerado médio e de boa precisão; de 20% a 30% é considerado alto e de baixa precisão; acima de 30% é considerado um coeficiente muito alto.

Para todos os dados obtidos na pesquisa foi feito o saneamento, buscando retirar dados de produtividade e de consumo de materiais influenciados por situações específicas, constatadas durante o decorrer da obra.

### 3.6 COMPARAÇÃO COM OS DADOS UTILIZADOS NA EMPRESA

Os dados levantados foram comparados com os dados utilizados pela empresa para a realização do orçamento, dados estes retirados da TCPO. Além disso, foi feita uma análise de custo através das composições de custos para os serviços verificados, por meio de valores financeiros obtidos por Rosário (2016), que representa a região estudada, para o primeiro semestre de 2016.

Segundo a autora, os custos unitários dos serviços foram levantados por meio de pesquisa de mercado, através de coleta de preços disponíveis dentre, no mínimo, três fornecedores. Os custos foram obtidos nas cidades de Toledo e Cascavel, e incluem o custo de funcionários já considerando os encargos sociais. A Tabela 4 apresenta os insumos que foram utilizados nesta pesquisa.

**Tabela 4: Custo dos insumos analisados para a região de Toledo.**

Serviços	Unidade	Valor unitário (R\$)
Pedreiro	h	15,79
Servente	h	11,20
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	56,50
Cal hidratada CH III	kg	0,45
Cimento Portland CP II-E-32	kg	0,49

Fonte: Rosário (2016).

O bloco cerâmico 11,5 x 14 x 24 cm foi obtido por meio de pesquisa de mercado, através de coleta de preços disponíveis em três fornecedores na região de Assis Chateaubriand. A Tabela 5 apresenta o custo deste material.

**Tabela 5: Custo do bloco cerâmico analisado para a região de Assis Chateaubriand.**

Serviços	Unidade	Valor unitário (R\$)
Bloco cerâmico 11,5 x 14 x 24 cm	unidade	0,65

Segundo a TCPO 14 (2012) “composição de custos de serviços é o conjunto de elementos estruturados proporcionalmente, referidos a uma unidade adotada com referência para quantificação e mensuração do serviço considerado”. Estes elementos estruturados são os insumos ou recursos que estão envolvidos na produção de um serviço.

Schmitt (1999 *apud* Beltrame, 2007, p. 22) constata que a composição unitária é feita com base na recomendação e quantificação dos insumos como material, mão de obra e equipamentos necessários para a execução do serviço. Para isso, devem-se possuir as particularidades dos materiais que serão itens da composição, bem como a técnica de execução a ser empregada, o critério de medição e as perdas médias dos materiais. Mudando-se estas variantes, haverá a obrigação de se alterar os consumos unitários dos insumos.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas as composições obtidas na TCPO 13 e 14, para os serviços de chapisco e emboço, respectivamente. Já para o serviço de

alvenaria, a composição é apresentada na Tabela 8. A coluna “Componentes” especifica os insumos considerados para a execução do serviço. A segunda coluna representa a unidade do insumo, de maneira a complementar o consumo, que é representado na coluna seguinte. Assim, é possível verificar que para a execução de 1 m<sup>2</sup> do serviço chapisco, com traço de argamassa 1:3 (1 de cimento para 3 areia) e espessura de 5 mm, necessita-se de 0,1 h de pedreiro, 0,15 h de servente, 0,0061 m<sup>3</sup> de areia e 2,43 kg de cimento.

**Tabela 6: Composição de custo para o serviço de chapisco.**

**CHAPISCO para parede interna ou externa com argamassa  
de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm -  
unidade: m<sup>2</sup>**

Componentes	Unidade	Consumos
Pedreiro	h	0,1
Servente	h	0,15
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,0061
Cimento Portland CP-II-32	kg	2,43

Fonte: TCPO 13 (2008).

**Tabela 7: Composição de custo para o serviço de emboço.**

**EMBOÇO para parede interna com argamassa mista de cimento, cal  
hidratada e areia sem peneirar e = 20 mm - unidade: m<sup>2</sup>**

Componentes	Unidade	Consumos		
		1:2:8	1:2:9	1:2:11
Pedreiro	h	0,60	0,60	0,60
Servente	h	0,80	0,80	0,72
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,0244	0,0244	0,0244
Cal hidratada CH III	kg	3,64	3,64	2,66
Cimento Portland CP-II-32	kg	3,64	3,64	2,66
Betoneira Elétrica, pot. 2 HP, cap. 400 litros, vida útil 10.000h	h prod.	-	-	0,007

Fonte: TCPO 14 (2012).

Tabela 8: Composição de custo para o serviço de alvenaria.

**ALVENARIA de vedação com blocos cerâmicos furados 11,5 x 14 x 24 cm  
(furos horizontais) - unidade: m<sup>2</sup>**

Componentes	Unidade	Consumos		
		Mínimo	Médio	Máximo
Pedreiro	h	0,51	0,64	0,74
Servente	h	0,31	0,38	0,44
Blocos cerâmicos	unid.	27,47	29,60	33,33
Argamassa	m <sup>3</sup>	5,30	13,80	43,50

Fonte: TCPO 14 (2012).



## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa para cada serviço: alvenaria, chapisco e emboço. Estes resultados englobam os índices de produtividade de mão de obra e consumo de material. Da mesma forma, são apresentadas comparações com os dados com a TCPO, de forma a identificar o impacto financeiro gerado pelas diferenças nas composições reais e consideradas pela empresa.

### 4.1 ÍNDICES PARA O SERVIÇO DE ALVENARIA

#### 4.1.1 Índices de consumo de mão de obra

A quantidade de alvenaria levantada no quarto pavimento foi de 464,954 m<sup>2</sup>. Com isso, a partir da carga horária de trabalho identificada para o serviço, foi possível obter o índice de produtividade médio de 0,668 Hh/m<sup>2</sup> para pedreiro e 0,445 Hh/m<sup>2</sup> para servente, conforme apresentado na Tabela 9. Nesta tabela também é apresentada a equipe nos seis dias da realização do serviço, juntamente com a carga horária.

**Tabela 9: Índice de produtividade para alvenaria.**

#### **ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE para alvenaria de vedação com blocos cerâmicos furados 11,5 x 14 x 24 cm (furos horizontais)**

<b>Data</b>	<b>Carga horária</b>	<b>Número de pedreiros</b>	<b>Número de serventes</b>	<b>Área revestida</b>	<b>RUP para pedreiro (Hh/m<sup>2</sup>)</b>
3-mai	9,00	6	4	464,954	0,668
4-mai	9,00	7	5		
5-mai	9,00	8	5		
11-mai	9,00	8	5		
12-mai	9,00	4	3		
13-mai	4,50	3	2		
					<b>RUP para servente (Hh/m<sup>2</sup>)</b>
					0,445

Efetuada a comparação do índice de produtividade medido com o índice médio apresentado pela TCPO 14 (2012) para pedreiro (Tabela 9), que é de 0,64 Hh/m<sup>2</sup>, é possível verificar que o valor obtido em obra foi 4,345% superior. Porém, como o dado teórico não considera no índice a execução de vergas e contravergas, verifica-se uma melhor produtividade executada em obra, já que esta inclui essa parte do serviço. Esse modelo de medição foi devido à dificuldade em separar os tempos de cada parte do serviço durante a execução.

Já para o servente, também efetuando a comparação com o valor médio de 0,38 Hh/m<sup>2</sup> (Tabela 9 - TCPO 14, 2012), obteve-se um consumo de 17,159% maior. Essa diferença pode ter sido influenciada pela composição da equipe, que não apresentou a mesma proporção de pedreiros para serventes ao longo da execução do serviço.

Durante a coleta de dados foi possível identificar interrupções no serviço em alguns dias, devido às condições climáticas. Não foi constatada nenhuma anormalidade que pudesse afetar o bom encaminhamento do trabalho, apenas a troca de operador de guincho dias antes do início do serviço. A Figura 7 representa a execução do serviço em obra.



**Figura 7: Serviço de alvenaria executado em obra.**

#### 4.1.2 Índices de consumo de material

O consumo de blocos cerâmicos verificado em obra para o quarto pavimento foi de 13.380 unidades. Já o consumo levando-se em consideração os

dados da TCPO 14 (2012), ou seja, utilizado pela empresa, foi obtido pela multiplicação da quantidade de alvenaria levantada em projeto, 464,954 m<sup>2</sup>, pelo consumo de blocos por metro quadrado preconizado pela TCPO 14 (2012), apresentados na Tabela 9. A Tabela 10 traz o consumo mínimo, médio e máximo de blocos cerâmicos.

**Tabela 10: Consumo teórico para blocos cerâmicos 11,5 x 14 x 24 cm.**

**CONSUMO VARIÁVEL DE BLOCOS CERÂMICOS  
11,5 x 14 x 24 CM**

Mínimo	Médio	Máximo
464,954 * 27,47 = 12772 unidades	464,954 * 29,60 = 13763 unidades	464,954 * 33,33 = 15497 unidades

Desta maneira, o consumo de blocos verificado em obra foi 4,752% maior que o consumo mínimo e 2,783% menor que o consumo médio, ambos estipulados pela TCPO 14 (2012).

A análise da argamassa de assentamento foi desconsiderada, já que em apenas um dia de serviço foi executado, ao mesmo tempo, o emboço, que era obtido a partir do mesmo traço da argamassa de assentamento de blocos. Assim, como a análise seria global e não diária, não foi possível prever o consumo para este serviço neste dia, o que inviabilizou a análise plena de gastos com argamassa para o serviço de alvenaria. Além disso, o serviço de emboço foi desconsiderado neste dia de serviço.

#### 4.2. ÍNDICES PARA O SERVIÇO DE CHAPISCO

##### 4.2.1 Índices de consumo de mão de obra

As medições efetuadas para o serviço de chapisco no mês de abril correspondem ao térreo e segundo pavimento. Já no mês seguinte, iniciou o pavimento subsequente. No mês de junho foi acompanhado o serviço externo.

As interrupções do serviço ao longo dos dias se deve a rapidez do serviço executado com jato mecânico, ou seja, era preciso aguardar a execução de todo o pavimento superior e a cura do concreto para iniciar esse trabalho no pavimento seguinte. Os índices de produtividade para o serviço estão exibidos na Tabela 11 e nas Figuras 8 e 9.

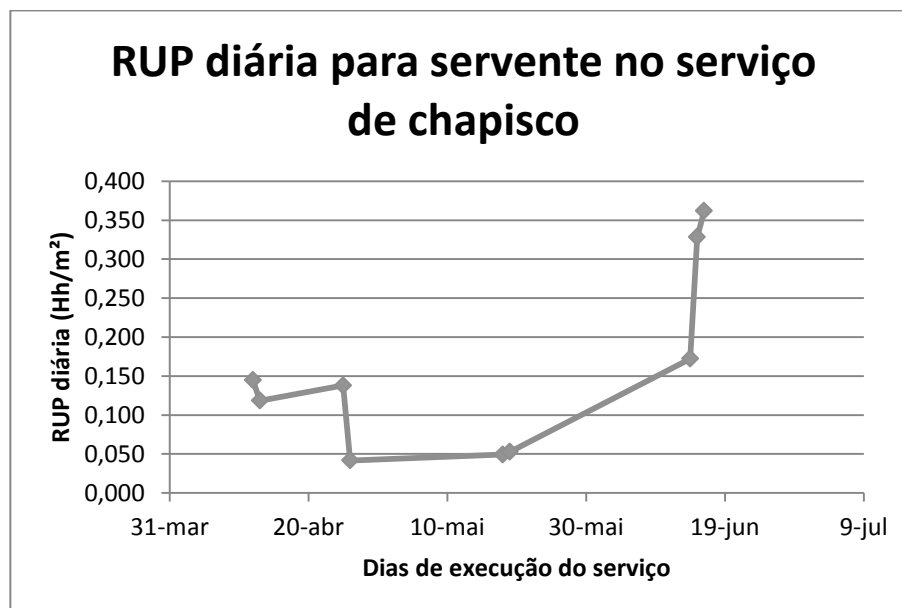
Tabela 11: Índice de produtividade para o serviço de chapisco interno/externo.

**ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE para chapisco em parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm**

Data	Carga horária	Número de pedreiros	Número de serventes	Área revestida	RUP para pedreiro (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP para servente (Hh/m <sup>2</sup> )
12-abr	9,00	1	3	186,472	0,048	0,145
13-abr	9,00	1	3	227,820	0,040	0,119
25-abr	4,50	1	3	97,928	0,046	0,138
26-abr	4,50	1	3	323,320	0,014	0,042
18-mai	3,50	1	3	213,506	0,016	0,049
19-mai	4,00	1	3	227,718	0,018	0,053
14-jun	3,00	1	3	52,280	0,057	0,172
15-jun	7,00	1	3	64,005	0,109	0,328
16-jun	8,00	1	3	66,284	0,121	0,362



Figura 8: RUP diária para pedreiro no serviço de chapisco interno/externo.



**Figura 9: RUP diária para servente no serviço de chapisco interno/externo.**

A equipe para a execução do serviço era constante e formada por: um pedreiro que aplicava o chapisco, dois serventes que faziam essa e todas as outras argamassas e concreto, e um servente que atendia exclusivamente o pedreiro.

Analisando os dados apresentados na Tabela 12 e nos Gráficos 1 e 2, não foi possível constatar os motivos que influenciaram os índices baixos, que significam menor consumo de mão de obra, no fim do mês de abril e meados de maio. Já os índices altos apresentados em junho, podem ter sido influenciados pela ausência do mestre de obras no canteiro, em função das férias. Outro fator que pode ter influenciado nos altos índices em junho, foi o fato de se tratar de chapisco externo, que exigia a montagem de andaimes, balancim e cinto trava-quedas, aumentando o tempo para execução do serviço.

A Tabela 12 apresenta os índices de produtividade médio, mínimo e máximo da amostra para cada membro da equipe.

Tabela 12: Produtividade variável para o serviço de chapisco interno/externo.

<b>PRODUTIVIDADE VARIÁVEL PARA O SERVIÇO DE CHAPISCO INTERNO/EXTERNO</b>				
<b>Equipe</b>	<b>Unidade</b>	<b>RUP</b>		
		<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Pedreiro	Hh/m <sup>2</sup>	0,014	0,052	0,121
Servente	Hh/m <sup>2</sup>	0,042	0,156	0,362

Analisando a Tabela 12, é possível perceber que a média para pedreiro, se comparado ao valor apresentado pela TCPO 14 (2012) que é de 0,10 Hh/m<sup>2</sup>, se mostra 47,884% menor. Isso se deve a aplicação do chapisco por jato mecânico, que resulta em uma maior produtividade. Porém, para este sistema, ainda inexistem dados na literatura para confrontar.

Já o servente, com média de 0,15 Hh/m<sup>2</sup> na referência teórica, se apresenta 4,231% maior. Esse aumento se deve a mão de obra que executava a argamassa e entrava no cálculo do índice, porém atendia todos os outros serviços com argamassa e/ou concreto.

#### 4.2.2 Índices de consumo de material

Foi identificado nas medições feitas em obra, que para cada betonada de argamassa para chapisco, no traço 1:3, eram consumidos 107,28 kg de cimento e 0,108 m<sup>3</sup> de areia.

Desta forma, na Tabela 13 são apresentados os índices de consumo de cimento durante a execução do chapisco. Para obter o consumo total apresentado na última coluna, foi necessário identificar o número de betonadas e a quantidade de chapisco executada em cada dia.

Tabela 13: Índice de consumo do cimento para o serviço de chapisco interno/externo.

**CONSUMO DE CIMENTO para chapisco em parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm**

Data	Quantidade de betonadas	Área revestida	Cimento (kg)	CUM para Cimento (kg/m <sup>2</sup> )
12-abr	5	186,472	536,400	2,877
13-abr	5	227,820	536,400	2,354
25-abr	2	97,928	214,560	2,191
26-abr	5	323,320	536,400	1,659
18-mai	3	213,506	321,840	1,507
19-mai	3	227,718	321,840	1,413
14-jun	1	52,280	107,280	2,052
15-jun	1	64,005	107,280	1,676
16-jun	1	66,284	107,280	1,618

O consumo de areia é apresentado na Tabela 14, sendo obtido da mesma forma que o consumo de cimento.

Tabela 14: Índice de consumo da areia para o serviço de chapisco interno/externo.

**CONSUMO DE AREIA para chapisco em parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm**

Data	Quantidade de betonadas	Área revestida	Areia (m <sup>3</sup> )	CUM para areia (kg/m <sup>2</sup> )
12-abr	5	186,472	0,540	0,0029
13-abr	5	227,820	0,540	0,0024
25-abr	2	97,928	0,216	0,0022
26-abr	5	323,320	0,540	0,0017
18-mai	3	213,506	0,324	0,0015
19-mai	3	227,718	0,324	0,0014
14-jun	1	52,280	0,108	0,0021
15-jun	1	64,005	0,108	0,0017
16-jun	1	66,284	0,108	0,0016

A variação do consumo dos materiais se deve a forma de dosagem identificada em obra. Ou seja, não era seguida uma padronização, principalmente

por não utilizarem padiolas específicas para cada material, e sim galões de 18 litros. A Tabela 15 apresenta os índices médios com seus respectivos extremos, inferior e superior, para os materiais componentes do serviço de chapisco.

**Tabela 15: Índice de consumo variável dos materiais para o serviço de chapisco interno/externo.**

<b>CONSUMO VARIÁVEL DE MATERIAIS PARA O SERVIÇO DE CHAPISCO</b>				
<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>CUM</b>		
		<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Cimento	kg/m <sup>2</sup>	1,413	1,928	2,877
Areia	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,0014	0,0019	0,0029

Como mostrado na Tabela 6, a TCPO 13 (2008) traz os seguintes consumos para um metro quadrado de chapisco:

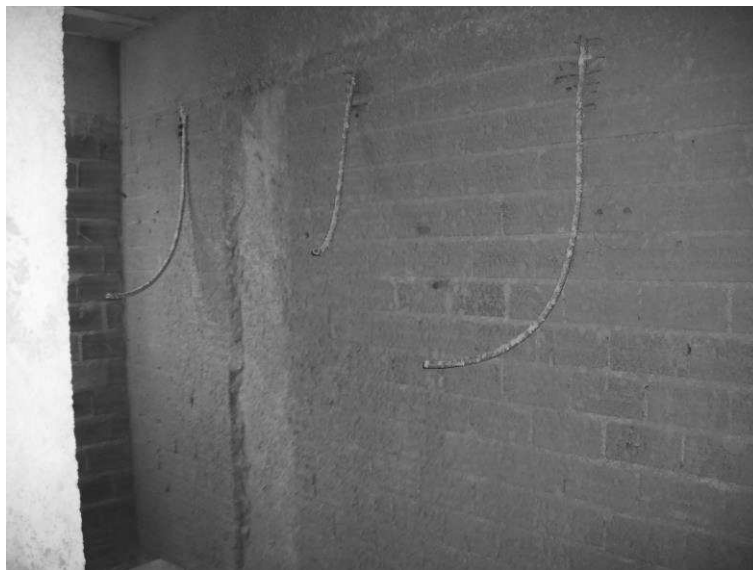
- Consumo de cimento: 2,43 kg/m<sup>2</sup>
- Consumo de areia: 0,0061 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Comparando estes valores com os índices médios, o cimento apresenta um consumo menor, ou seja, o consumo médio real foi 21,344% inferior ao teórico. Da mesma forma, o consumo da areia real é 72,338% inferior à quantidade considerada pela TCPO e utilizada pela empresa nos orçamentos.

O coeficiente de variação para ambos foi de 23,454%, indicando que os dados apresentam uma considerável dispersão em relação à média e, portanto, mostram-se heterogêneos e de baixa precisão.

A Figura 10 representa o serviço executado em obra.





**Figura 10: Serviço de chapisco executado em obra.**

### 4.3 ÍNDICES PARA O SERVIÇO DE EMBOÇO

#### 4.3.1 Índices de consumo de mão de obra

O serviço do emboço, assim como o chapisco, foi avaliado no térreo, segundo e terceiro pavimentos e, parcialmente na parte externa. As medições diárias que apresentam duas cargas horárias são devido à alteração de composição da equipe durante o decorrer do serviço, principalmente logo após o horário do almoço.

A equipe diária do serviço apresentou alterações, mas em média, dois serventes atendiam três pedreiros, desconsiderando a equipe que executava apenas concreto e argamassa. Essas alterações de composição de equipe aconteciam para os serventes, já que atendiam algum outro serviço temporário ou faziam serviços extras, como limpeza da obra, carregamento e descarregamento de materiais, dentre outros.

No mês de abril foi realizado o emboço na marquise, no teto e algumas paredes do térreo. Já no fim deste mesmo mês e no seguinte, iniciou o pavimento subsequente. No mês de junho foi acompanhado o emboço no terceiro pavimento e parte de serviço externo. Os índices de produtividade para este serviço estão apresentados na Tabela 16 e nas Figuras 11 e 12.

Tabela 16: Índice de produtividade para o serviço de emboço interno/externo.

**EMBOÇO para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar e = 20 mm - unidade: m<sup>2</sup>**

Data	Carga horária	Número de pedreiros	Número de serventes	Área revestida	RUP para pedreiro (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP para servente (Hh/m <sup>2</sup> )
12-abr	4,50	2	4	57,433	0,548	0,627
	4,50	5	4			
13-abr	9,00	4	4	30,387	1,185	1,185
18-abr	9,00	5	4	112,002	0,402	0,321
19-abr	9,00	3	4	44,220	0,611	0,814
20-abr	9,00	2	4	56,300	0,320	0,639
25-abr	9,00	5	4	67,936	0,662	0,530
26-abr	9,00	4	4	52,990	0,679	0,679
27-abr	9,00	4	4	79,520	0,453	0,453
28-abr	4,50	3	4	49,037	0,642	0,734
	4,50	4	4			
13-mai	16,00	7	5	57,010	1,965	1,403
16-mai	9,00	3	5	40,170	0,672	1,120
19-mai	9,00	2	5	25,400	0,709	1,772
20-mai	8,00	1	3	11,990	0,667	2,002
25-mai	9,00	7	5	89,549	0,704	0,503
30-mai	9,00	6	5	72,134	0,749	0,624
2-jun	9,00	4	5	56,700	0,635	0,794
3-jun	8,00	3	5	39,042	0,615	1,025
8-jun	9,00	5	6	55,889	0,805	0,966
14-jun	9,00	2	5	24,564	0,733	1,832
15-jun	9,00	2	5	28,879	0,623	1,558
16-jun	4,50	4	6	105,175	0,257	0,513
	4,50	2	6			
17-jun	8,00	2	5	40,904	0,489	1,222
	2,00	2	5			
20-jun	8,00	6	5	80,808	0,594	0,495
21-jun	9,00	6	6	113,170	0,477	0,477
22-jun	9,00	7	5	66,564	0,946	0,676

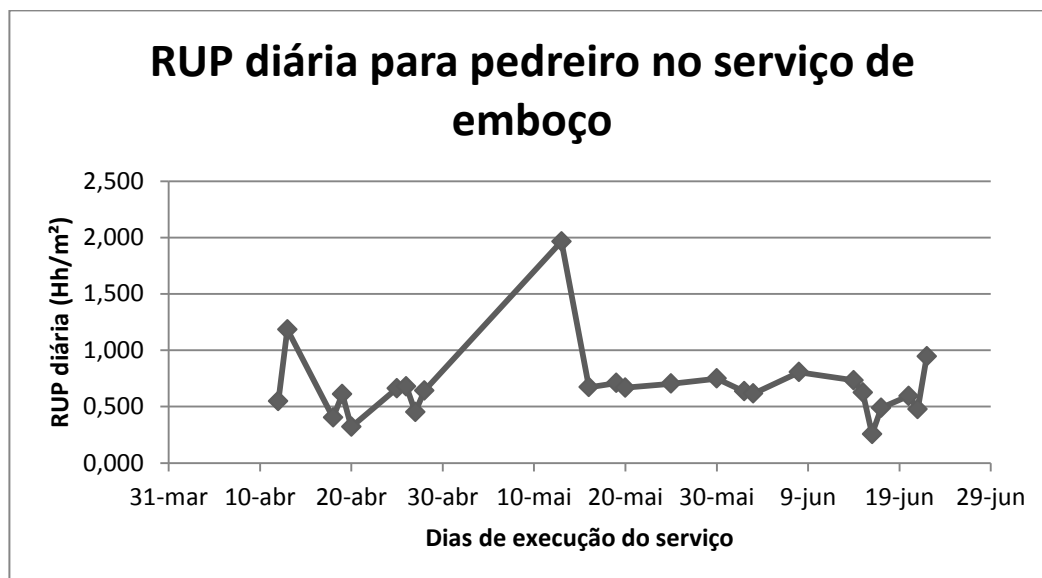


Figura 11: RUP diária para pedreiro no serviço de emboço interno/externo.

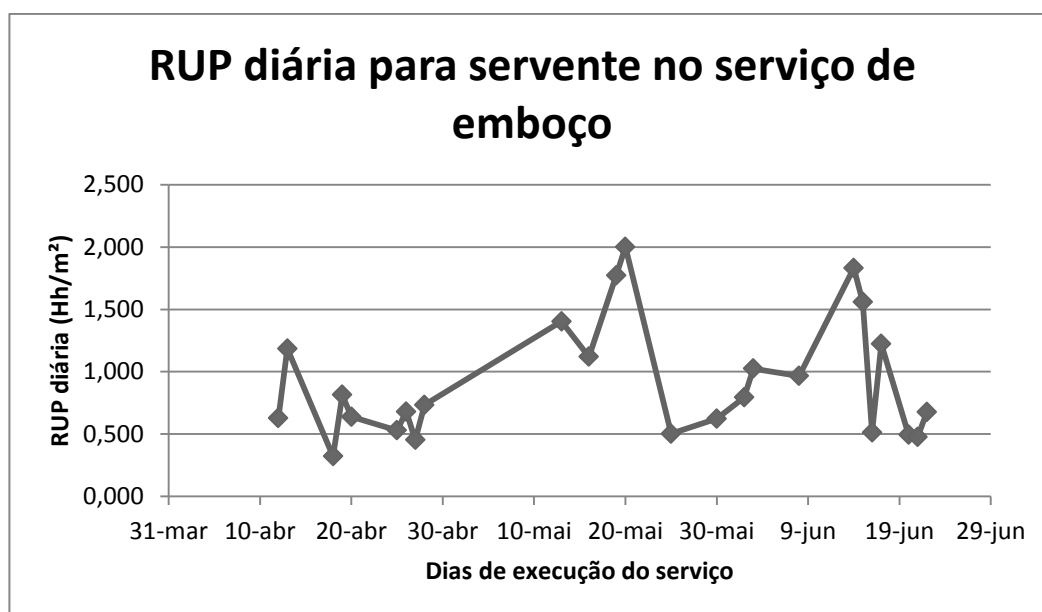


Figura 12: RUP diária para servente no serviço de emboço interno/externo.

Como pôde ser observado na apresentação dos dados, o dia 13 de maio englobou duas medições, do dia 13 e do dia 14, que foi um sábado. Como esse período apresentou o pior índice de produtividade tendo boas temperaturas e sem chuvas, este acontecimento poderia estar ligado ao serviço sendo executado no fim de semana, o que não é comum na empresa, que define uma carga horária de 9 horas diárias de segunda a quinta-feira, e 8 horas na sexta, fechando às 44 horas semanais.

Outro fator que pode ter influenciado nesse período foi a ausência do mestre do dia 14 de maio a 14 de junho. É possível perceber que o período que apresentou os piores índices de maneira constante foi durante essa ausência.

O dia 20 de maio apresentou a maior RUP para servente, já que a equipe era formada por apenas um pedreiro. A elevação do índice se deve a confecção da argamassa, já que dois serventes ficavam exclusivamente na betoneira e outro atendia o oficial no andar de execução do serviço.

Ainda durante a análise dos dados, foi possível constatar que quanto maior a equipe maior é o índice, ou seja, menos é produzido. Isso possivelmente se deve ao tempo improdutivo, como através de conversas paralelas, que pode ser maior quanto maior for a equipe.

A Tabela 17 apresenta os índices de produtividade médio, mínimo e máximo da amostra para cada membro da equipe.

**Tabela 17: Produtividade variável para o serviço de emboço interno/externo.**

<b>PRODUTIVIDADE VARIÁVEL PARA O SERVIÇO DE EMBOÇO INTERNO/EXTERNO</b>				
<b>Equipe</b>	<b>Unidade</b>	<b>RUP</b>		
		<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Pedreiro	Hh/m <sup>2</sup>	0,257	0,686	1,965
Servente	Hh/m <sup>2</sup>	0,321	0,919	2,002

A média para pedreiro, se comparado ao valor apresentado pela TCPO 14 (2012) que é de 0,60 Hh/m<sup>2</sup>, se mostra 14,273% maior. Já em relação ao servente, com média de 0,80 Hh/m<sup>2</sup> na referência teórica, se apresenta 14,822% maior.

#### 4.3.2 Índices de consumo de material

Foi identificado nas medições feitas em obra, que para cada betonada de argamassa para emboço, no traço 1:2:8, eram consumidos:

- 80,46 kg de cimento;
- 20 kg de cal;

- 0,162 m<sup>3</sup> de areia;

Assim, nas Tabelas 18, 19 e 20 são apresentados os índices de consumo de cimento, cal e areia durante a execução do emboço. Para obter o consumo total apresentado na última coluna, foi necessário identificar o número de betonadas e a quantidade de emboço executada em cada dia.

**Tabela 18: Índice de consumo do cimento para o serviço de emboço interno/externo.**

**CONSUMO DE CIMENTO para parede interna com argamassa  
mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar e = 20 mm -  
unidade: m<sup>2</sup>**

<b>Data</b>	<b>Quantidade de betonadas</b>	<b>Área revestida</b>	<b>Cimento (kg)</b>	<b>Índice de consumo de Cimento (kg/m<sup>2</sup>)</b>
12-abr	7	57,433	563,220	9,807
13-abr	5	30,387	402,300	13,239
18-abr	6	112,002	482,760	4,310
19-abr	5	44,220	402,300	9,098
20-abr	6	56,300	482,760	8,575
25-abr	6	67,936	482,760	7,106
26-abr	6	52,990	482,760	9,110
27-abr	6	79,520	482,760	6,071
28-abr	6	49,037	482,760	9,845
13-mai	12	57,010	965,520	16,936
16-mai	1	40,170	80,460	2,003
19-mai	4	25,400	321,840	12,671
20-mai	1	11,990	80,460	6,711
25-mai	7	89,549	563,220	6,290
30-mai	5	72,134	402,300	5,577
2-jun	5	56,700	402,300	7,095
3-jun	5	39,042	402,300	10,304
8-jun	5	55,889	402,300	7,198
14-jun	6	24,564	482,760	19,653
15-jun	7	28,879	563,220	19,503
16-jun	7	105,175	563,220	5,355
17-jun	6	40,904	482,760	11,802
20-jun	9	80,808	724,140	8,961
21-jun	11	113,170	885,060	7,821
22-jun	9	66,564	724,140	10,879

Tabela 19: Índice de consumo da cal para o serviço de emboço interno/externo.

**CONSUMO DE CAL para parede interna com argamassa  
mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar e = 20  
mm - unidade: m<sup>2</sup>**

<b>Data</b>	<b>Quantidade de betonadas</b>	<b>Área revestida</b>	<b>Cal (kg)</b>	<b>Índice de consumo de Cal (kg/m<sup>2</sup>)</b>
12-abr	7	57,433	140,000	2,438
13-abr	5	30,387	100,000	3,291
18-abr	6	112,002	120,000	1,071
19-abr	5	44,220	100,000	2,261
20-abr	6	56,300	120,000	2,131
25-abr	6	67,936	120,000	1,766
26-abr	6	52,990	120,000	2,265
27-abr	6	79,520	120,000	1,509
28-abr	6	49,037	120,000	2,447
13-mai	12	57,010	240,000	4,210
16-mai	1	40,170	20,000	0,498
19-mai	4	25,400	80,000	3,150
20-mai	1	11,990	20,000	1,668
25-mai	7	89,549	140,000	1,563
30-mai	5	72,134	100,000	1,386
2-jun	5	56,700	100,000	1,764
3-jun	5	39,042	100,000	2,561
8-jun	5	55,889	100,000	1,789
14-jun	6	24,564	120,000	4,885
15-jun	7	28,879	140,000	4,848
16-jun	7	105,175	140,000	1,331
17-jun	6	40,904	120,000	2,934
20-jun	9	80,808	180,000	2,228
21-jun	11	113,170	220,000	1,944
22-jun	9	66,564	180,000	2,704

Tabela 20: Índice de consumo da areia para o serviço de emboço interno/externo.

**CONSUMO DE AREIA para parede interna com argamassa  
mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar e = 20  
mm - unidade: m<sup>2</sup>**

Data	Quantidade de betonadas	Área revestida	Areia (m <sup>3</sup> )	Índice de consumo de Areia (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
12-abr	7	57,433	1,134	0,020
13-abr	5	30,387	0,810	0,027
18-abr	6	112,002	0,972	0,009
19-abr	5	44,220	0,810	0,018
20-abr	6	56,300	0,972	0,017
25-abr	6	67,936	0,972	0,014
26-abr	6	52,990	0,972	0,018
27-abr	6	79,520	0,972	0,012
28-abr	6	49,037	0,972	0,020
13-mai	12	57,010	1,944	0,034
16-mai	1	40,170	0,162	0,004
19-mai	4	25,400	0,648	0,026
20-mai	1	11,990	0,162	0,014
25-mai	7	89,549	1,134	0,013
30-mai	5	72,134	0,810	0,011
2-jun	5	56,700	0,810	0,014
3-jun	5	39,042	0,810	0,021
8-jun	5	55,889	0,810	0,014
14-jun	6	24,564	0,972	0,040
15-jun	7	28,879	1,134	0,039
16-jun	7	105,175	1,134	0,011
17-jun	6	40,904	0,972	0,024
20-jun	9	80,808	1,458	0,018
21-jun	11	113,170	1,782	0,016
22-jun	9	66,564	1,458	0,022

Da mesma forma que o chapisco, foi constatada uma variação do consumo dos materiais. Isso se deve ao fato da dosagem não seguir um padrão, principalmente por não utilizarem padiolas específicas para cada material, e sim galões de 18 litros. Assim, o traço executado em obra não representava, de forma consistente, o traço teórico.

A Tabela 21 apresenta o índice médio com seus respectivos extremos, inferior e superior para os materiais componentes do serviço de emboço.

**Tabela 21: Índice de consumo variável dos materiais para o serviço de emboço interno/externo.**

<b>CONSUMO VARIÁVEL DE MATERIAIS PARA O SERVIÇO DE EMBOÇO</b>				
<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>CUM</b>		
		<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Cimento	kg/m <sup>2</sup>	2,003	9,437	19,653
Cal	kg/m <sup>2</sup>	0,498	2,346	4,885
Areia	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,0040	0,019	0,0396

Como mostrado na Tabela 7, a TCPO 14 (2012) traz os seguintes consumos para um metro quadrado de emboço:

- Consumo de cimento: 3,64 kg/m<sup>2</sup>
- Consumo de cal: 3,64 kg/m<sup>2</sup>
- Consumo de areia: 0,0244 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Comparando estes valores com os índices médios, o cimento apresenta um consumo maior de 159,252% e a cal, é 35,557% inferior a quantidade teórica. Já o consumo da areia real é 22,130% inferior à quantidade considerada pela TCPO e utilizada pela empresa nos orçamentos.

O coeficiente de variação para os materiais constituintes do emboço foi de 45,311%, indicando que os dados apresentam uma expressiva dispersão em relação à média e, portanto, mostram-se de pouca precisão.

A Figura 13 representa o serviço de emboço executado em obra.





**Figura 13: Serviço de emboço executado em obra.**

#### 4.4 ANÁLISE DAS COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS

A partir dos índices de produtividade e dos consumos e custos dos materiais, foi possível obter as composições de custos dos serviços e comparar os resultados previstos com os realizados, em relação a custos financeiros.

A Tabela 22 apresenta a comparação para o serviço de alvenaria, que englobou a análise de mão de obra e blocos cerâmicos.

Tabela 22: Composição de custo prevista e realizada para o serviço de alvenaria.

**ALVENARIA de vedação com blocos cerâmicos  
furados 11,5 x 14 x 24 cm (furos horizontais) -  
unidade: m<sup>2</sup>**

Componentes	Unidade	Consumo teórico	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Pedreiro	h	0,64	15,79	10,11
Servente	h	0,38	11,20	4,26
Blocos cerâmicos	unid.	29,60	0,65	19,24
<b>Total por m<sup>2</sup></b>				<b>33,60</b>

Componentes	Unidade	Consumo realizado	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Pedreiro	h	0,668	15,79	10,54
Servente	h	0,445	11,20	4,99
Blocos cerâmicos	unid.	28,777	0,65	18,71
<b>Total por m<sup>2</sup></b>				<b>34,24</b>

De maneira geral, o custo do serviço de alvenaria realizado ficou 1,888% superior ao previsto. Dos R\$ 34,24 de custo por metro quadrado, cerca de R\$ 15,53 (45,364%) representa a parcela de mão de obra. Em relação aos insumos separadamente, é possível verificar que:

- O consumo de pedreiro obtido em obra foi 4,345% maior que o previsto na TCPO. Porém, como a referência não considerada a execução de vergas e contravergas, a produtividade em obra está melhor que o teórico, já que este serviço foi analisado dentro da elevação da alvenaria.

- O consumo de servente obtido em obra foi 17,159% superior que o teórico. A verificação segue a mesma análise do pedreiro, já que inclui a execução de concreto para vergas e contravergas.

- O consumo de blocos cerâmicos obtido em obra foi 2,780% inferior ao previsto na TCPO. Com isso, foi possível verificar que a perda de 10% considerada para o material na referência pode estar superdimensionada para esta situação.

A Tabela 23 apresenta a comparação para o serviço de chapisco, que englobou a análise de mão de obra e materiais.

Tabela 23: Composição de custo prevista e realizada para o serviço de chapisco.

**CHAPISCO para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm - unidade: m<sup>2</sup>**

Componentes	Unidade	Consumo teórico	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Pedreiro	h	0,10	15,79	1,58
Servente	h	0,15	11,20	1,68
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,0061	56,50	0,34
Cimento Portland CP-II-32	kg	2,43	0,49	1,19
<b>Total por m<sup>2</sup></b>				<b>4,79</b>

Componentes	Unidade	Consumo realizado	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Pedreiro	h	0,052	15,79	0,82
Servente	h	0,156	11,20	1,75
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,0019	56,50	0,11
Cimento Portland CP-II-32	kg	1,928	0,49	0,94
<b>Total por m<sup>2</sup></b>				<b>3,63</b>

No serviço de chapisco, o custo do serviço realizado ficou 24,324% inferior ao previsto. Dos R\$ 3,63 de custo por metro quadrado, cerca de R\$ 2,57 (70,945%) representa a parcela de mão de obra. Como esta camada tem objetivo de deixar a superfície áspera e aderente, é difícil controlar a espessura, fato este que pode ter influenciado nos custos, principalmente de materiais. Em relação aos insumos separadamente, é possível verificar que:

- O consumo de pedreiro obtido em obra foi 47,884% menor que o previsto na TCPO. Isso se deve à aplicação da argamassa por jato mecânico, o que o torna muito vantajoso, já que a equipe é reduzida e apresenta alta eficiência.

- O consumo de servente obtido em obra foi 4,231% maior que o teórico. O alto índice apresentado se deve aos dois serventes que só executam argamassa e são considerados no cálculo geral, mas que também atendem outros serviços com argamassa e concreto.

- O consumo de areia média obtido em obra foi 68,188% inferior ao previsto na TCPO. Como já citado, a diferença pode estar na espessura do chapisco, que como não tem como objetivo ser nivelada acaba apresentando muitas

variações. Além disso, não foi possível analisar a perda considerada, já que a TCPO não apresenta esta informação.

- O consumo de cimento obtido em obra foi 20,675% inferior ao previsto na TCPO. Como já citado, a diferença pode estar na espessura do chapisco, que se apresenta de maneira irregular para que seja áspera e porosa.

A Tabela 24 apresenta a comparação para o serviço de emboço, que englobou a análise de mão de obra e materiais.

**Tabela 24: Composição de custo prevista e realizada para o serviço de emboço.**

**EMBOÇO para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar e = 20 mm, traço 1:2:8 - unidade: m<sup>2</sup>**

Componentes	Unidade	Consumo teórico	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Pedreiro	h	0,60	15,79	9,47
Servente	h	0,80	11,20	8,96
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,0244	56,50	1,38
Cal hidratada CH III	kg	3,64	0,45	1,64
Cimento Portland CP-II-32	kg	3,64	0,49	1,78
<b>Total por m<sup>2</sup></b>				<b>23,23</b>

Componentes	Unidade	Consumo realizado	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Pedreiro	h	0,686	15,79	10,83
Servente	h	0,919	11,20	10,29
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,019	56,50	1,07
Cal hidratada CH III	kg	2,346	0,45	1,06
Cimento Portland CP-II-32	kg	9,437	0,49	4,62
<b>Total por m<sup>2</sup></b>				<b>27,87</b>

No serviço de emboço, o custo do serviço realizado ficou 19,941% superior ao previsto. Dos R\$ 27,87 de custo por metro quadrado, cerca de R\$ 21,11 (75,767%) representa a parcela de mão de obra. Em relação aos insumos separadamente, é possível verificar que:

- O consumo de pedreiro obtido em obra foi 14,273% maior que o previsto na TCPO. Isso pode ocorrer devido a maior espessura de revestimento para

regularizar ou em locais que demandam mais tempo, como tetos e requadros de vigas e pilares.

- O consumo de servente obtido em obra foi 14,822% maior que a referência. Como já citado no chapisco, o alto índice apresentado se deve aos dois serventes que só executam argamassa e são considerados no cálculo geral, mas que também atendem outros serviços que utilizam betoneira.

- O consumo de areia média obtido em obra foi 22,130% inferior ao previsto na TCPO. Essa diferença pode estar em componentes regulares geometricamente, vigas de mesma largura que as paredes e ou incentivo à minimização de perdas. Além disso, é possível que a referência esteja superdimensionada.

- O consumo de cal obtido em obra foi 35,557% inferior ao previsto na TCPO. Como o consumo de cimento foi 159,252% maior que a referência, é possível fazer uma relação de compensação entre os materiais. Isso se deve ao fato da dosagem não seguir um padrão, principalmente no que diz respeito a padiolas. Dessa maneira, o traço executado em obra não representava, de forma sólida, o traço teórico, resultando em uma considerável diferença de custos.

## 5 CONCLUSÕES

Com relação aos objetivos traçados, foi possível verificar que todos foram atendidos, já que foi realizado o levantamento dos índices de produtividade e consumo de materiais, comparado e analisado os resultados com o planejamento feito pela empresa e, a variação de custos causada por essa diferença de consumos.

Dentre as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto foi à ausência do mestre de obras durante um mês e, conseqüentemente, a falta de supervisão que gerou essa deficiência na obra como um todo.

Para este caso, o serviço de alvenaria ficou 1,888% mais caro que o previsto e cerca de 45,364% do custo representa a parcela de mão de obra. O índice de produtividade do pedreiro obtido em obra foi 4,345% superior ao da TCPO. Porém, como o dado teórico não considera no índice a execução de vergas e contravergas, verifica-se uma melhor produtividade executada em obra. O índice do servente foi 17,159% maior e essa diferença pode ter sido influenciada pela composição da equipe, que não apresentou a mesma proporção de pedreiros para serventes ao longo da execução do serviço.

O serviço de chapisco realizado ficou 24,324% mais barato que o previsto e cerca de 70,945% do custo representa a parcela de mão de obra. O índice de produtividade do pedreiro foi 47,884% menor que a TCPO, já que a aplicação do chapisco foi por jato mecânico. O servente apresentou um índice 4,231% maior e esse aumento se deve a mão de obra que executava a argamassa e atendia todos os outros serviços com argamassa e/ou concreto.

O serviço de emboço realizado ficou 19,941% mais caro que o previsto e cerca de 75,767% do custo representa a parcela de mão de obra. O índice médio para pedreiro se mostra 14,273% maior e para o servente, ficou 14,822% superior que os índices apresentados pela TCPO.

Da mesma forma, embora o enfoque da pesquisa tenha sido o levantamento dos índices de produtividade e de consumo de materiais, vale destacar as principais vantagens desse estudo nas construtoras. Assim, apenas a partir desse diagnóstico de produtividade e consumo de materiais é possível estabelecer parâmetros para obter orçamentos cada vez mais condizentes com a realidade. Desse modo, a

empresa aperfeiçoa seu processo construtivo, minimiza erros de orçamentos e obtêm mais lucros.

## 6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para futuras pesquisas de índice de produtividade de mão de obra e consumo de materiais, é sugerido:

- Estudo de vários pavimentos tipo em um único edifício para avaliar o efeito aprendizagem;
- Análise de várias obras de mesmo padrão buscando criar uma série histórica de índices;
- Verificação de todos os serviços que constituem a obra;
- Expandir o estudo para mais construtoras na região;
- Levantar os principais erros nas medições de produtividade;
- Relacionar os resultados obtidos dos índices com o cronograma da obra;
- Implantar programas de incentivo ao reaproveitamento de materiais e aumento de produtividade.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores**. São Paulo : EPUSP, 2001. 24 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/269)

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Iaporte. **Sistema de qualidade: programa brasileiro de qualidade e produtividade no habitat**. Curitiba: SENAI, 2003.

BELTRAME, Eduardo de Sousa. **Avaliação do software SIENGE no orçamento e planejamento de uma obra**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BOGADO, Jorge González Maya. **Aumento da produtividade e diminuição de desperdícios na construção civil: um estudo de caso - Paraguai**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

BRONSTRUP, Maísa; DONATTI, Leonardo Gerlach. Estudo do consumo de materiais e produtividade de mão de obra em revestimentos argamassados. In: SALÃO DO CONHECIMENTO, 2014, Ijuí. **Anais...** Ijuí, 2014.

CARRARO, Fausto. **Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CORDEIRO, Flávia Regina Ferreira de Sá. **Orçamento e controle de custos na construção civil**. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

DANTAS, José Diego Formiga. **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**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

DÓREA, Sandra Carla Lima; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Produtividade do serviço de concretagem em edifícios: casos práticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, Recife. **Anais...** Recife, 1999.

FGV. **A produtividade da construção civil brasileira**. Belo Horizonte, MG, 2012, 63 p.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4 ed. São Paulo: Editora Pini, 2004.

GOMES, Frederico Pimentel. **Curso de Estatística Experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.

GONÇALVES, Cilene Maria Marques. **Método para gestão do custo da construção no processo de projeto de edificações**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, Madalena Osório. **A utilização das curvas de aprendizagem no planejamento da construção civil**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LEITE, Madalena. Osório; POSSAMAI, Osmar. **A Utilização das Curvas de Aprendizado no Planejamento da Construção Civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais...** Salvador, 2001.

LIBRAIS, Carlus Fabricio. **Método prático para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACHADO, Ricardo Luiz *et al.* **Operacionalização da medição de produtividade na construção civil através da técnica de observação instantânea**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ABEPRO, 1996.

MAGGI, Patrícia L. de O., SANTOS, Ângela M. R. dos; BARBOSA, Juliana de A. **Medida de produtividade da mão de obra para alvenaria e aplicação em planejamento pelo método das linhas de balanço**. **Revista da Vinci**, Núcleo de

Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário Positivo – Unicenp, vol. 05, n. 01, 2008.

MARDER, Tiago Stum. **A produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria no município de Ijuí**. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2001.

MARTINS, Gilberto de Andrade de; LINTZ, Alexandre. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012, p. 23.

MARTINS, Pedro Manuel Lourenço. **Avaliação da produtividade na construção no Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Editora Pini, 2010.

MONTEIRO, Adriana da Silva; SANTOS, Rita de Cássia Alves dos. **Planejamento e controle na construção civil, utilizando alvenaria estrutural**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade da Amazônia, Manaus, 2010.

OLIVEIRA FILHO, Flávio Seawright De. **Avaliação da produtividade da mão-de-obra: um estudo de caso na casa de farinha no município de Marapanim-PA**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade da Amazônia, Belém, 2012.

QUESADO FILHO, Nelson de Oliveira. **Análise dos índices de produtividade praticados pelas empresas de construção civil na região metropolitana de Fortaleza**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PALIARI, José Carlos. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. 2008. 558 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PALIARI, José Carlos; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; ANDRADE, Artemária Coêlho de. Levantamento de perdas/consumo de argamassas de revestimento em obras de construção de edifícios brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória, 1999.

ROSÁRIO, Talita Gadens do. **Comparativo de Custos dos Processos Construtivos Steel Frame e Convencional na Região de Toledo-Pr.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2016.

RODRIGUES, Carlos André; MORIEL, Eduardo. **Métodos orientativos para a utilização de índices de produtividade variável durante o processo de elaboração de orçamentos na construção civil.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2008.

SALVADOR, Julian Schmitt; MARCHIORI, Fernanda Fernandes. Produtividade de mão de obra e consumo de materiais em revestimento de argamassa de fachada – estudo de caso em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Minas Gerais, 2012.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007, p.121.

SOIBELMAN, Lucio. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SOUZA, Ubiraci E. L. de; ALMEIDA, Fernanda M. de; SILVA, Luciano L. R. da; O conceito de produtividade variável aplicado aos manuais de orçamentação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Paulo, 2003.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: Antac, vol. 1, p. 421-428.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros**: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Editora Pini, 2005.

TELES, Carlos Henrique dos Santos. **Impactos do planejamento no custo final de uma obra**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

TCPO 13 – **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 13 ed. São Paulo: Pini, 2008.

TCPO 14 – **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 14 ed. São Paulo: Pini, 2012.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Editora Pini, 2006.

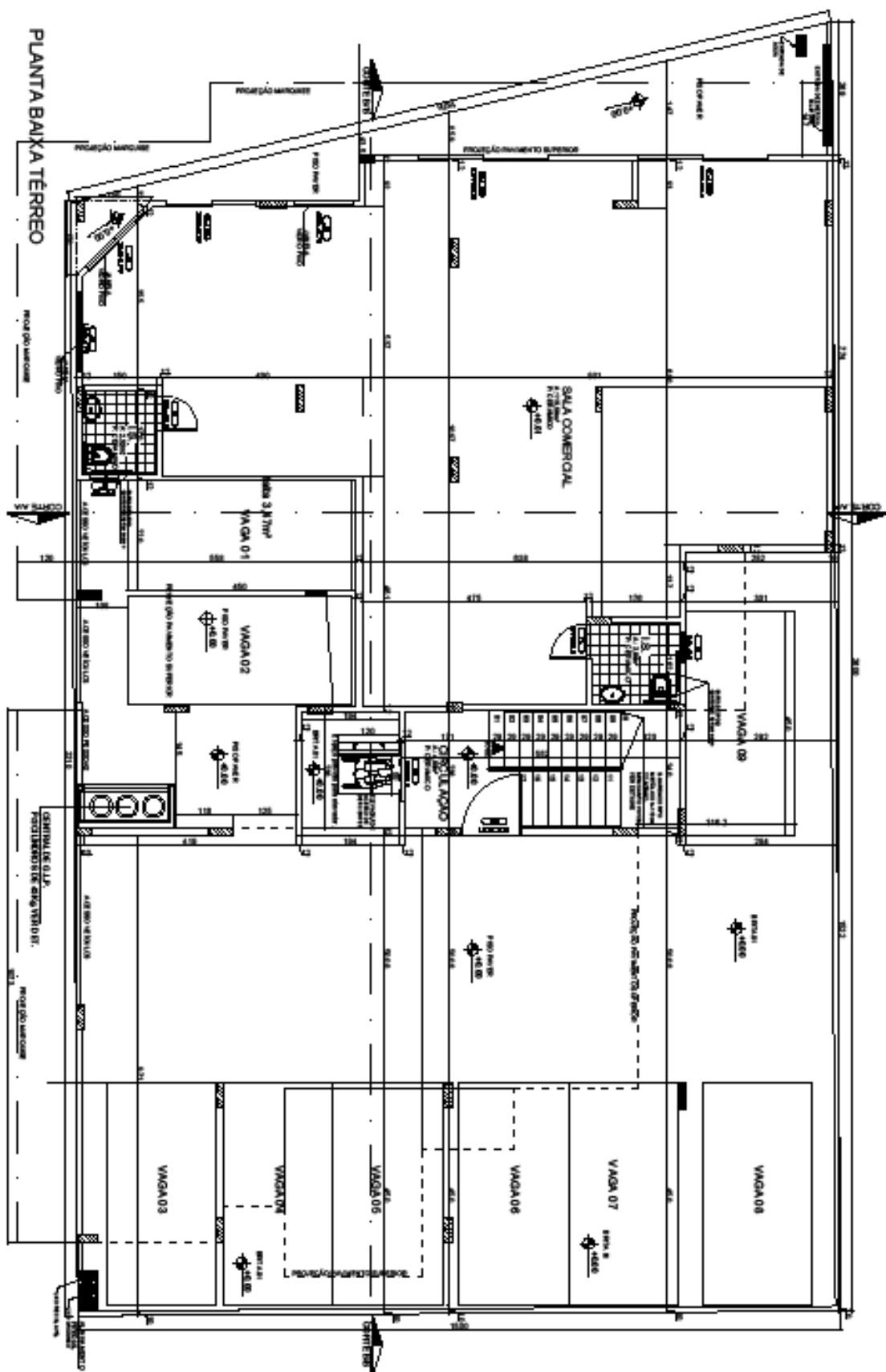
TOMAZETTI, Rodrigo R.; REIS, Frederico S. B.; SOUZA, Ubiraci E. L. Subsídios para a escolha da vedação vertical: produtividade e consumo de materiais na execução de vedações de alvenaria e gesso acartonado. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

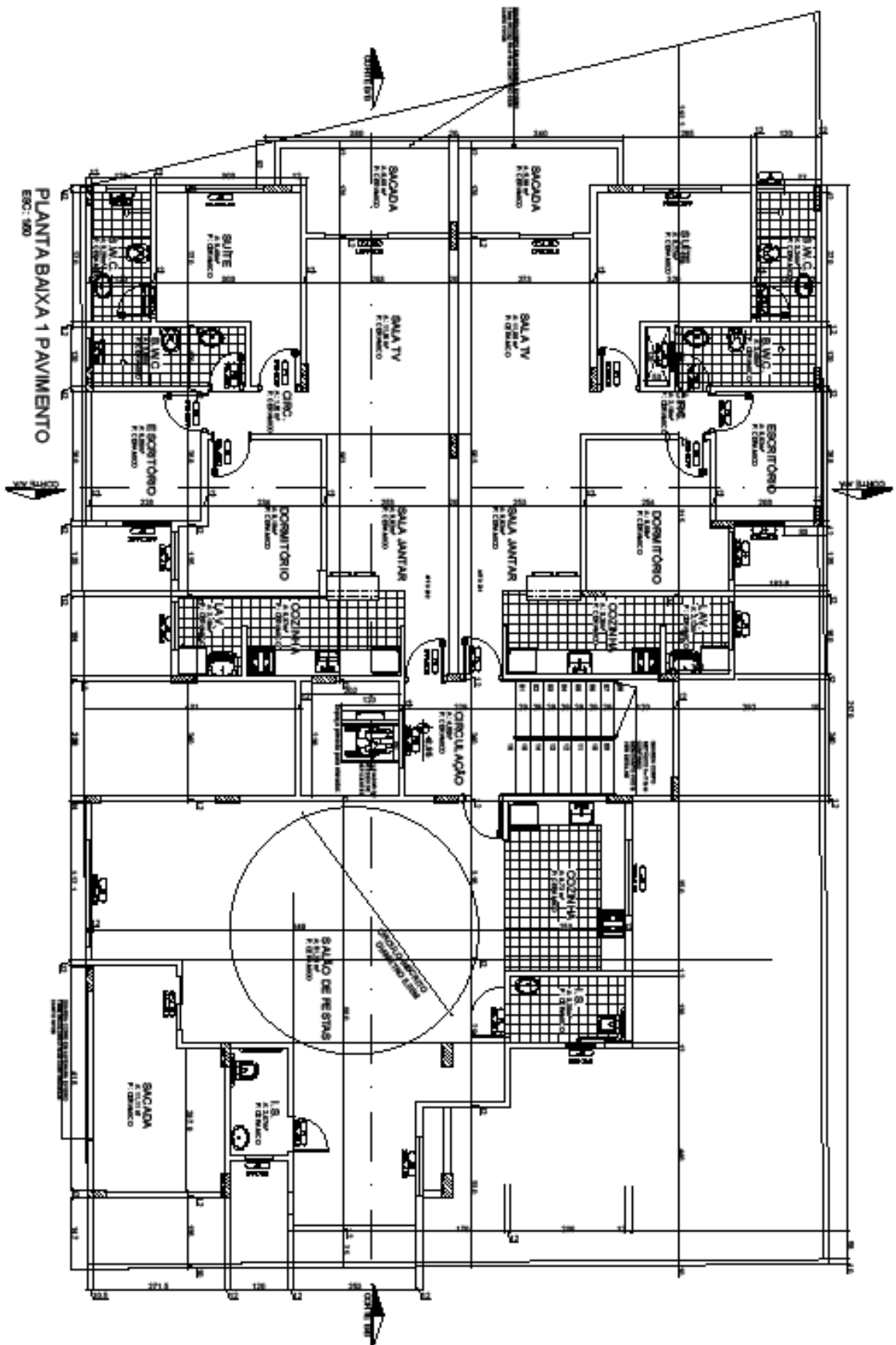
VARALLA, Ruy. **Planejamento e controle de obras**. Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projeto e relatórios de pesquisa em administração**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1998.

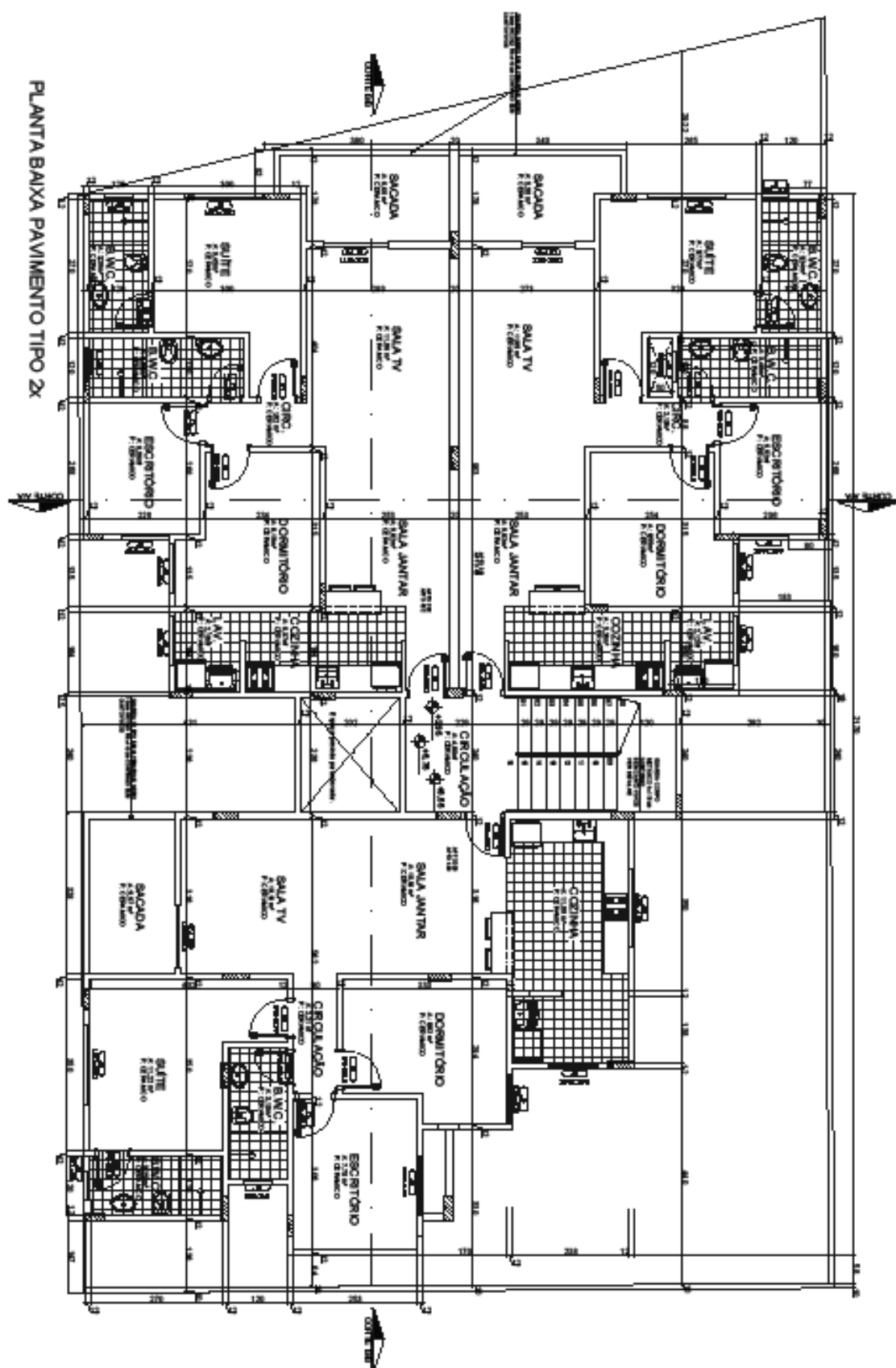
## **ANEXOS**

## ANEXO A: Planta baixa do térreo, primeiro pavimento e tipo 2x da edificação









## APÊNDICES

## **APÊNDICE A: Roteiro da entrevista com o encarregado**

### **Entrevista**

- 1** Quais os serviços foram executados no dia?
- 2** Qual foi a equipe de cada serviço?
- 3** Quanto tempo levou para a execução?
- 4** Qual o consumo de materiais?
- 5** Ocorreu alguma anormalidade no decorrer do dia?

## APÊNDICE B: Diário de obra

DIÁRIO DE OBRA - CONJUNTO RESIDENCIAL TOCANTINS						
		DATA:		DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS		
		NUMERO DO DIÁRIO				
		PRAZO CONTRATUAL				
		DIAS TRABALHADOS				
		SALDO DO PRAZO				
MÃO-DE-OBRA DIRETA			EQUIPAMENTOS			
DESCRIÇÃO	QUANT.	DESCRIÇÃO	QUANT.			
Ajudante		Escavadeira Hidráulica				
Armador		Retro Escavadeira				
Carpinteiro		Caminhão Basculante				
Pedreiro		Caminhão Munck				
Op. guincho						
CONDIÇÕES METEOROLOGICAS						
SOL 		NUBLADO 		CHUVA 		Pluviometria (mm)
Manhã		Manhã		Manhã		0
Tarde		Tarde		Tarde		
Noite		Noite		Noite		
Observação:				Pluviometria Total (mm)		
				Mês		
				Ano		
				Contrato		

### APÊNDICE C: Formulário para dados de produtividade de alvenaria

<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ALVENARIA</b>			
Tipo de argamassa:		<input type="checkbox"/> Produzida em Obra	<input type="checkbox"/> Industrializada em Silo
		<input type="checkbox"/> Industrializada Ensacada	<input type="checkbox"/> Usinada
Tipo de Alvenaria:		<input type="checkbox"/> Vedação	<input type="checkbox"/> Estrutural
Transporte: Horizontal		Vertical	
<input type="checkbox"/> jérica		<input type="checkbox"/> elevador de obra	<input type="checkbox"/> outros
<input type="checkbox"/> carrinho c/ base plana		<input type="checkbox"/> grua	<input type="checkbox"/> nenhum
<input type="checkbox"/> carrinho c/ <i>porta-palet</i>		<input type="checkbox"/> guincho de coluna	
Controle Geométrico:			
<input type="checkbox"/> fio de prumo	<input type="checkbox"/> mangueira de nível	<input type="checkbox"/> linha de pedreiro	
<input type="checkbox"/> nível a laser	<input type="checkbox"/> esquadro	<input type="checkbox"/> escantilhão	
<input type="checkbox"/> régua c/ nível de bolha	<input type="checkbox"/> nível alemão	<input type="checkbox"/> trena	
<input type="checkbox"/> outro			
Produção argamassa:			
<input type="checkbox"/> betoneira	<input type="checkbox"/> caixotes	<input type="checkbox"/> argamassadeira	<input type="checkbox"/> outro
Aplicação da argamassa			
<input type="checkbox"/> bisnaga		<input type="checkbox"/> "meia cana"	
<input type="checkbox"/> colher de pedreiro		<input type="checkbox"/> outro	
Tipo do Elemento:			
<input type="checkbox"/> Bloco cerâmico			
<input type="checkbox"/> Bloco de Concreto			
<input type="checkbox"/> Outro			
Complementares			
<input type="checkbox"/> Meio-Bloco	<input type="checkbox"/> Canaleta	<input type="checkbox"/> Blocos p/ Passagem de Instalações	
<input type="checkbox"/> Meia-Canaleta	<input type="checkbox"/> Peças Jota	<input type="checkbox"/> Outros	
Vergas e contra-vergas:		<input type="checkbox"/> Esquadrias	<input type="checkbox"/> Portas
		<input type="checkbox"/> Nenhum	
Apresentar um croqui indicando as paredes onde foi realizada a medição da produtividade			

## APÊNDICE D: Formulário para dados de produtividade de revestimento argamassado

<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO</b>	
Tipo de revestimento:	
<input type="checkbox"/> chapisco	<input type="checkbox"/> emboço
<input type="checkbox"/> emboço paulista	<input type="checkbox"/> reboco
<input type="checkbox"/> camada única	
Traço:	
Transporte: Horizontal	Vertical
<input type="checkbox"/> jericá	<input type="checkbox"/> elevador de obra
<input type="checkbox"/> carrinho c/ base plana	<input type="checkbox"/> grua
<input type="checkbox"/> carrinho c/ <i>porta-palet</i>	<input type="checkbox"/> guincho de coluna
Tipo de argamassa:	
<input type="checkbox"/> Produzida em Obra	<input type="checkbox"/> Industrializada em Silo
<input type="checkbox"/> Industrializada Ensacada	<input type="checkbox"/> Usinada
Controle Geométrico:	
<input type="checkbox"/> talisca	<input type="checkbox"/> mestra
<input type="checkbox"/> outros	
Produção argamassa:	
<input type="checkbox"/> betoneira	<input type="checkbox"/> caixotes
<input type="checkbox"/> argamassadeira	<input type="checkbox"/> outro
Aplicação da argamassa:	
<input type="checkbox"/> bisnaga	<input type="checkbox"/> "meia cana"
<input type="checkbox"/> colher de pedreiro	<input type="checkbox"/> outro
Apresentar um croqui indicando as paredes onde foi realizada a medição da produtividade	