

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ALEXANDRE VIGO**

**ANÁLISE DAS PERDAS DE MATERIAIS E DA PRODUTIVIDADE NOS SERVIÇOS  
DE ALVENARIA E REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO DE UMA  
CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE**

**SÃO LEOPOLDO  
2018**

ALEXANDRE VIGO

**ANÁLISE DAS PERDAS DE MATERIAIS E DA PRODUTIVIDADE NOS SERVIÇOS  
DE ALVENARIA E REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO DE UMA  
CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Graduado pelo Curso  
de Engenharia Civil da Universidade do  
Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Profa. Msc. Michele Ferreira Dias Morales

São Leopoldo

2018

Aos meus pais, Amauri e Marinês, por terem sido a base fundamental de toda a minha formação pessoal e por proporcionarem a viabilização desta etapa profissional na minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Ao Amauri e Marinês, meus pais, por tê-los ao meu lado dando apoio e incentivo, o que foi essencial para realização deste trabalho.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Michele Ferreira Dias Morales. Obrigado pela confiança, compreensão, dedicação, tempo e esforço dedicado a realização deste trabalho.

Aos membros da banca, pela disponibilidade em apreciar e colaborar para a melhoria deste trabalho.

À todos os professores da UNISINOS, por todo conhecimento proporcionado e competência demonstrada durante a graduação.

À Andressa, pelo carinho, atenção, compreensão e por me incentivar a seguir em busca de novas conquistas.

Aos colegas da graduação que de alguma forma contribuíram para minha formação.

À empresa construtora que abriu as portas para a realização do estudo presente neste trabalho.

Aos meus colegas de empresa, que contribuíram assiduamente para minha formação profissional e realização deste trabalho.

Ao engenheiro Rogério Pergher que muito contribuiu para minha formação profissional.

À todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal e profissional, especialmente pelo apoio ao longo da graduação e realização deste trabalho.

“Seu trabalho vai preencher uma parte grande da sua vida, e a única maneira de ficar realmente satisfeito é fazer o que você acredita ser um ótimo trabalho. E a única maneira de fazer um excelente trabalho é amar o que você faz.”

Jobs, Steve

## RESUMO

Com as dificuldades econômicas vivenciadas pela indústria da construção civil no Brasil nestes últimos anos, as empresas construtoras vêm sendo forçadas a reduzir o preço de venda dos imóveis para garantir seu espaço no mercado, o que por sua vez, demanda que estas busquem alternativas enxutas onde possam construir, mantendo a qualidade com menor custo. Neste sentido, o objetivo deste trabalho consiste em um estudo da produtividade e de perda de materiais nos serviços de alvenaria de vedação interna e externa e de revestimento argamassado de paredes internas, na execução de duas obras residenciais de múltiplos pavimentos, ambas localizadas na cidade de Caxias do Sul – RS. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso, elaborado através de dados coletados nas duas obras estudadas. Os resultados alusivos à perda de materiais apontam um percentual de 15,69% na obra A e 18,21% na obra B, referente a blocos cerâmicos utilizados no serviço de alvenaria de vedação e um percentual de 33,21% de argamassa utilizada em revestimento argamassado interno de paredes na obra A. Os resultados correspondentes a produtividade, apontaram para o serviço de alvenaria de vedação uma produtividade de 0,56 Hh/m<sup>2</sup> na obra A e 0,66 Hh/m<sup>2</sup> na obra B. Para o serviço de revestimento argamassado interno, foi obtida uma produtividade de 0,74Hh/m<sup>2</sup> na obra A. Os motivos constatados que contribuíram para o aumento da perda de materiais foram a existência de retrabalhos, a possibilidade personalização de alvenaria e a compra equivocada de blocos cerâmicos. Para o desempenho da produtividade, observou-se que a indisponibilidade de materiais no canteiro de obras bem como retrabalhos tiveram grande influência.

**Palavras-chave:** Construção civil. Perdas. Produtividade. Alvenaria de vedação. Revestimento argamassado interno.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Classificação das perdas de acordo com o tipo de recurso .....                 | 22 |
| Figura 2 – Origem e momentos de incidência das perdas .....                               | 23 |
| Figura 3 – Momentos de incidência e origem das perdas .....                               | 26 |
| Figura 4 – Localização de um indicador parcial dentro do processo global .....            | 30 |
| Figura 5 – Esforços demandados em cada RUP quanto à mão de obra .....                     | 37 |
| Figura 6 – Delineamento da pesquisa.....  | 45 |
| Figura 7 – Maquete eletrônica da Obra A .....   | 47 |
| Figura 8 – Planta humanizada pavimento tipo da Obra A .....                               | 47 |
| Figura 9 – Maquete eletrônica da Obra B .....   | 49 |
| Figura 10 – Planta humanizada pavimento tipo da Obra B .....                              | 49 |
| Figura 11 – Exemplo de blocos cerâmicos submetidos ao cálculo de ponderação de área ..... | 53 |
| Figura 12 – Fluxo de compra de materiais .....  | 56 |

**LISTA DE FOTOGRAFIAS**

|  |    |
|--|----|
| Fotografia 1 – Estoque de blocos cerâmicos 14x19x29 na obra A..... | 63 |
| Fotografia 2 – Estoque de blocos cerâmicos 09x19x29 na obra B..... | 64 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 – Comportamento das diversas RUP em um período de 10 dias .....   | 34 |
| Gráfico 2 – $RUP_d$ acompanhada no serviço de execução de formas .....  | 38 |
| Gráfico 3 – $RUP_{cum}$ para o mesmo serviço apresentado no Gráfico 2 .....   | 38 |
| Gráfico 4 – Evolução física da obra A até o mês de março de 2018.....   | 48 |
| Gráfico 5 – Evolução física da obra B até o mês de março de 2018.....   | 50 |
| Gráfico 6 – Síntese do $CUM_T$ e $CUM_R$ para blocos cerâmicos.....   | 65 |
| Gráfico 7 – Perda unitária de blocos cerâmicos nas obras estudadas.....   | 65 |
| Gráfico 8 – Síntese do $CUM_T$ e $CUM_R$ para argamassa de revestimento interno .....   | 69 |
| Gráfico 9 – Perda unitária de argamassa de revestimento na obra A.....  | 69 |
| Gráfico 10 – $RUP_{cum}$ para o serviço de alvenaria de vedação na obra A .....   | 73 |
| Gráfico 11 – $RUP_{cum}$ para o serviço de alvenaria de vedação na obra B.....  | 73 |
| Gráfico 12 – Síntese das $RUP_{per}$ , $RUP_{cum}$ e $RUP_{pot}$ para o serviço de alvenaria de vedação na obra A .....             | 75 |
| Gráfico 13 – Síntese das $RUP_{per}$ , $RUP_{cum}$ e $RUP_{pot}$ para o serviço de alvenaria de vedação na obra B .....             | 76 |
| Gráfico 14 – $RUP_{cum}$ para o serviço de revestimento argamassado interno na obra A .....   | 79 |
| Gráfico 15 – Síntese das $RUP_{per}$ , $RUP_{cum}$ e $RUP_{pot}$ para o serviço de revestimento argamassado interno na obra A ..... | 80 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Associação das perdas com suas causas e origens .....                                      | 25 |
| Quadro 2 – Durações propostas para indicadores de curto e longo prazo .....                           | 31 |
| Quadro 3 – Caracterização da mão de obra .....  | 33 |
| Quadro 4 – Caracterização das RUP associadas à mão de obra .....                                      | 33 |
| Quadro 5 – Caracterização das RUP associadas ao período de mensuração .....                           | 34 |
| Quadro 6 – Materiais utilizados para execução dos serviços analisados.....                            | 51 |
| Quadro 7 – Dimensões dos blocos utilizados nas obras A e B .....                                      | 54 |
| Quadro 8 – Mão de obra utilizada para execução do serviço de alvenaria de vedação<br>.....            | 70 |
| Quadro 9 – Mão de obra utilizada para execução do serviço de revestimento<br>argamassado interno..... | 77 |
| Quadro 10 – Motivos favoráveis e desfavoráveis relacionados à perda de materiais<br>.....             | 82 |
| Quadro 11 – Motivos favoráveis e desfavoráveis relacionados à produtividade .....                     | 84 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Comparativo de índices de perda entre as obras estudadas .....  | 21 |
| Tabela 2 - Índice de perdas em placas cerâmicas em função de suas dimensões...                                   | 27 |
| Tabela 3 - Indicador de perdas de materiais por serviços .....   | 29 |
| Tabela 4 – Índices de perdas por material .....  | 39 |
| Tabela 5 – Comparativo de índices de perda entre as obras estudadas .....  | 42 |
| Tabela 6 – Crescimento da população de Caxias do Sul .....   | 45 |
| Tabela 7 – PIB relativo a cada atividade na cidade de Caxias do Sul.....   | 46 |
| Tabela 8 – Quantitativo de serviços de alvenaria de vedação para a obra A.....                                   | 61 |
| Tabela 9 – Quantitativo de serviços de alvenaria de vedação para a obra B.....                                   | 62 |
| Tabela 10 – Total argamassa comprada para a Obra A .....   | 67 |
| Tabela 11 – Consumo unitário de argamassa para revestimento interno de paredes na obra A.....                    | 68 |
| Tabela 12 – Serviços de alvenaria de vedação executados por equipe na Obra A ..                                  | 71 |
| Tabela 13 – Serviços de alvenaria de vedação executados por equipe na Obra B ..                                  | 71 |
| Tabela 14 – Total de horas trabalhadas por equipe no serviço de alvenaria de vedação na Obra A .....             | 72 |
| Tabela 15 – Total de horas trabalhadas por equipe no serviço de alvenaria de vedação na Obra B .....             | 72 |
| Tabela 16 – $RUP_{pot}$ para alvenaria de vedação .....  | 74 |
| Tabela 17 – Serviços de revestimento argamassado interno executados por equipe na Obra A.....                    | 77 |
| Tabela 18 – Total de horas trabalhadas por equipe no serviço de revestimento argamassado interno na Obra A ..... | 78 |
| Tabela 19 – Comparativo de índices de perda entre as obras estudadas .....                                       | 81 |
| Tabela 20 – Comparativo de $RUP_{cum}$ entre as obras estudadas.....   | 83 |

## LISTA DE SIGLAS

|                     |   |
|---------------------|---|
| ABNT                | Associação Brasileira de Normas Técnicas                              |
| CUM                 | Consumo unitário de material  |
| ERP                 | Enterprise Resource Planning  |
| EST (t)             | Quantidade de material no estoque no instante t                       |
| FORN                | Quantidade recebida de fornecedores                                   |
| FPE                 | Final do período de estudo  |
| Hh                  | Homem hora  |
| IP                  | Indicador de perdas   |
| IPE                 | Início do período de estudo   |
| IPF Glob            | Indicador de perdas financeiras de materiais                          |
| IPM Glob            | Indicador de perdas físicas de materiais                              |
| ITC                 | Inteligência Empresarial da Construção                                |
| ITC                 | Informações Técnicas da Construção                                    |
| NBR                 | Normas Brasileiras de Regulação                                       |
| PIB                 | Produto Interno Bruto   |
| QMoR                | Quantidade monetária realmente necessária                             |
| QMoT                | Quantidade monetária teoricamente necessária                          |
| QMR                 | Quantidade de materiais realmente necessária                          |
| QMT                 | Quantidade de materiais teoricamente necessária                       |
| QS                  | Quantidade de saídas  |
| RUP                 | Razão Unitária de Produtividade                                       |
| RUP <sub>cic</sub>  | Razão unitária de produtividade cíclica                               |
| RUP <sub>cum</sub>  | Razão unitária de produtividade cumulativa                            |
| RUP <sub>d</sub>    | Razão unitária de produtividade diária                                |
| RUP <sub>dir</sub>  | Razão unitária de produtividade da mão de obra direta                 |
| RUP <sub>glob</sub> | Razão unitária de produtividade da mão de obra global                 |
| RUP <sub>of</sub>   | Razão unitária de produtividade dos oficiais                          |
| RUP <sub>per</sub>  | Razão unitária de produtividade periódica                             |
| RUP <sub>pot</sub>  | Razão unitária de produtividade potencial                             |
| TCPO                | Tabela de Composições e Preços para Orçamentos                        |
| TRANSF              | Quantidade cedida ou recebida de material (transferência entre obras) |
| VF                  | Vistoria final  |
| VI                  | Vistoria inicial  |

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>17</b> |
| 1.1          | OBJETIVOS.....   | 18        |
| <b>1.1.1</b> | <b>Objetivo Geral</b> .....                                    | <b>18</b> |
| <b>1.1.2</b> | <b>Objetivos Específicos</b> .....                             | <b>18</b> |
| 1.2          | JUSTIFICATIVA.....   | 19        |
| 1.3          | DELIMITAÇÃO DO TEMA .....                                      | 20        |
| <b>2</b>     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                             | <b>21</b> |
| 2.1          | PERDA DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....                   | 21        |
| <b>2.1.1</b> | <b>Classificação das perdas de materiais</b> .....             | <b>21</b> |
| <b>2.1.2</b> | <b>Diagnóstico das perdas</b> .....                            | <b>26</b> |
| 2.1.2.1      | Indicadores de perdas na construção de edifícios .....         | 26        |
| <b>2.1.3</b> | <b>Consumo unitário de materiais</b> .....                     | <b>28</b> |
| <b>2.1.4</b> | <b>Cálculo das perdas e consumos unitários</b> .....           | <b>29</b> |
| 2.1.4.1      | Indicadores mensuradores relativos a um período de estudo..... | 29        |
| 2.1.4.2      | Definição do período de estudo .....                           | 31        |
| 2.2          | PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....                        | 31        |
| <b>2.2.1</b> | <b>Indicadores para avaliação da produtividade</b> .....       | <b>32</b> |
| 2.2.1.1      | Mão de obra avaliada .....                                     | 33        |
| 2.2.1.2      | Horas de trabalho a considerar .....                           | 33        |
| 2.2.1.3      | Quantificação das saídas resultantes do serviço realizado..... | 34        |
| 2.2.1.4      | Período de tempo ao qual se referente a RUP .....              | 34        |
| <b>2.2.2</b> | <b>Avaliação da produtividade vigente</b> .....                | <b>35</b> |
| 2.2.2.1      | Escopo da avaliação .....                                      | 35        |
| 2.2.2.2      | Levantamento de dados.....                                     | 35        |
| 2.2.2.3      | Processamento dos dados e apresentação dos resultados.....     | 36        |
| 2.2.2.4      | Análise dos resultados .....                                   | 36        |
| 2.3          | ESTUDOS CONSOLIDADOS SOBRE PERDAS.....                         | 39        |
| <b>2.3.1</b> | <b>Pinto (1989)</b> .....                                      | <b>39</b> |
| <b>2.3.2</b> | <b>Soibelman (1993)</b> .....                                  | <b>40</b> |
| <b>3</b>     | <b>METODOLOGIA</b> .....                                       | <b>44</b> |
| 3.1          | DELINEAMENTO DA PESQUISA .....                                 | 44        |
| 3.2          | IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO .....                         | 45        |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>3.2.1</b> | <b>Caracterização da empresa.....</b>  | <b>46</b> |
| 3.2.1.1      | Caracterização das obras .....   | 46        |
| 3.3          | MATERIAIS E SERVIÇOS A SEREM ESTUDADOS .....   | 50        |
| <b>3.3.1</b> | <b>Escolha dos materiais e serviços.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>Período de estudo.....</b>  | <b>52</b> |
| 3.4          | CÁLCULO DA PERDA DE MATERIAIS.....   | 52        |
| <b>3.4.1</b> | <b>Levantamento quantitativo de serviços e materiais em projeto .....</b>                          | <b>52</b> |
| <b>3.4.2</b> | <b>Levantamento de serviços concluídos .....</b>   | <b>55</b> |
| <b>3.4.3</b> | <b>Levantamento de aquisição de materiais .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>3.4.4</b> | <b>Levantamento de estoque e transferência de blocos cerâmicos .....</b>                           | <b>56</b> |
| <b>3.4.5</b> | <b>Perda unitária de materiais .....</b>   | <b>57</b> |
| 3.5          | CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA .....  | 58        |
| <b>3.5.1</b> | <b>Composição das Equipes .....</b>  | <b>58</b> |
| <b>3.5.2</b> | <b>Levantamento dos serviços executados .....</b>  | <b>59</b> |
| <b>3.5.3</b> | <b>Levantamento das horas trabalhadas.....</b>   | <b>59</b> |
| <b>3.5.4</b> | <b>Determinação das diferentes RUP .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>4</b>     | <b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>  | <b>61</b> |
| 4.1          | RESULTADOS DE PERDAS DE MATERIAIS.....   | 61        |
| <b>4.1.1</b> | <b>Alvenaria de vedação .....</b>  | <b>61</b> |
| 4.1.1.1      | Levantamento quantitativo de serviços em projeto .....   | 61        |
| 4.1.1.2      | Levantamento de serviços concluídos .....  | 62        |
| 4.1.1.3      | Levantamento de aquisição de blocos cerâmicos.....   | 62        |
| 4.1.1.4      | Levantamento de estoque e transferência de blocos cerâmicos .....                                  | 63        |
| 4.1.1.5      | Perdas unitárias de blocos cerâmicos .....   | 64        |
| 4.1.1.6      | Discussão dos resultados referente às perdas de materiais no serviço de alvenaria de vedação ..... | 65        |
| <b>4.1.2</b> | <b>Revestimento argamassado interno .....</b>  | <b>66</b> |
| 4.1.2.1      | Levantamento de serviço em projetos .....  | 66        |
| 4.1.2.2      | Levantamento de serviços executados.....   | 67        |
| 4.1.2.3      | Levantamento de aquisição de argamassa.....  | 67        |
| 4.1.2.4      | Levantamento de estoque e transferência de argamassa industrializada                               | 67        |
| 4.1.2.5      | Perdas unitárias de argamassa para revestimento de paredes .....                                   | 68        |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 4.1.2.6      | Discussão dos resultados referente às perdas de materiais no serviço de revestimento argamassado interno ..... | 68        |
| 4.2          | RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA .....   | 70        |
| <b>4.2.1</b> | <b>Alvenaria de vedação .....</b>  | <b>70</b> |
| 4.2.1.1      | Composição das equipes.....  | 70        |
| 4.2.1.2      | Levantamento de serviços executados.....   | 71        |
| 4.2.1.3      | Levantamento de horas trabalhadas.....   | 71        |
| 4.2.1.4      | Determinação da RUP <sub>per</sub> para alvenaria de vedação.....  | 72        |
| 4.2.1.5      | Determinação da RUP <sub>cum</sub> para alvenaria de vedação.....  | 72        |
| 4.2.1.6      | Determinação da RUP <sub>pot</sub> para alvenaria de vedação .....   | 74        |
| 4.2.1.7      | Discussão dos resultados referente à produtividade no serviço de alvenaria de vedação.....                     | 75        |
| <b>4.2.2</b> | <b>Revestimento argamassado interno .....</b>  | <b>76</b> |
| 4.2.2.1      | Composição das equipes.....  | 77        |
| 4.2.2.2      | Levantamento de serviços executados.....   | 77        |
| 4.2.2.3      | Levantamento de horas trabalhadas.....   | 78        |
| 4.2.2.4      | Determinação da RUP <sub>per</sub> para revestimento argamassado interno.....                                  | 78        |
| 4.2.2.5      | Determinação da RUP <sub>cum</sub> para revestimento argamassado interno .....                                 | 78        |
| 4.2.2.6      | Determinação da RUP <sub>pot</sub> para revestimento argamassado interno .....                                 | 79        |
| 4.2.2.7      | Discussão dos resultados referente à produtividade no serviço de revestimento argamassado interno .....        | 80        |
| 4.3          | COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM ESTUDOS CONSOLIDADOS   | 81        |
| <b>4.3.1</b> | <b>Perda de materiais .....</b>  | <b>81</b> |
| <b>4.3.2</b> | <b>Produtividade .....</b>   | <b>82</b> |
| <b>5</b>     | <b>CONCLUSÃO .....</b>   | <b>85</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>87</b> |
|              | <b>APÊNDICE A - QUANTITATIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO PARA A OBRA A .....</b>                                   | <b>90</b> |
|              | <b>APÊNDICE B - QUANTITATIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO PARA A OBRA B .....</b>                                   | <b>91</b> |
|              | <b>APÊNDICE C - ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXECUTADA NA OBRA A .....</b>   | <b>92</b> |
|              | <b>APÊNDICE D - ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXECUTADA NA OBRA B .....</b>   | <b>93</b> |

|   |     |
|---|-----|
| APÊNDICE E - BLOCOS CERÂMICOS COMPRADOS PARA A OBRA A.....  | 94  |
| APÊNDICE F - BLOCOS CERÂMICOS COMPRADOS PARA A OBRA B .....   | 95  |
| APÊNDICE G - BLOCOS CERÂMICOS ESTOCADOS E TRANSFERIDOS NA OBRA A .....                                      | 96  |
| APÊNDICE H - BLOCOS CERÂMICOS ESTOCADOS E TRANSFERIDOS NA OBRA B .....                                      | 97  |
| APÊNDICE I - CUM <sub>T</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA A.....  | 98  |
| APÊNDICE J - CUM <sub>R</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA A.....  | 99  |
| APÊNDICE K - CUM <sub>T</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA A.....                             | 100 |
| APÊNDICE L - CUM <sub>R</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA A.....                             | 101 |
| APÊNDICE M - CUM <sub>T</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA B .....   | 102 |
| APÊNDICE N - CUM <sub>R</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA B .....   | 103 |
| APÊNDICE O - CUM <sub>T</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA B.....                             | 104 |
| APÊNDICE P - CUM <sub>R</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA B.....                             | 105 |
| APÊNDICE Q - REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO EM PROJETO PARA A OBRA A.....                                 | 106 |
| APÊNDICE R - REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO EXECUTADO NA OBRA A .....                                     | 107 |
| APÊNDICE S - RUP <sub>PER</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO ATUANTES NA OBRA A.....             | 108 |
| APÊNDICE T - RUP <sub>PER</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO ATUANTES NA OBRA B.....             | 109 |
| APÊNDICE U - RUP <sub>CUM</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO ATUANTES NA OBRA A.....             | 110 |
| APÊNDICE V - RUP <sub>CUM</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO ATUANTES NA OBRA B.....             | 111 |
| APÊNDICE W - RUP <sub>PER</sub> PARA AS EQUIPES DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO ATUANTES NA OBRA A..... | 112 |



|   |            |
|---|------------|
| <b>APÊNDICE X – RUP<sub>CUM</sub> PARA AS EQUIPES DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO ATUANTES NA OBRA A.....</b> | <b>113</b> |
| <b>ANEXO A – PAREDES DO 1º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A.....</b>   | <b>114</b> |
| <b>ANEXO B – PAREDES DO 2º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A.....</b>   | <b>115</b> |
| <b>ANEXO C – PAREDES DO 3º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A.....</b>   | <b>116</b> |
| <b>ANEXO D – PAREDES DO 4º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A.....</b>   | <b>117</b> |
| <b>ANEXO E – PAREDES DO 5º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A.....</b>   | <b>118</b> |
| <b>ANEXO F – PAREDES DO PAVIMENTO TIPO (20X) AVALIADAS NA OBRA A</b>  | <b>119</b> |
| <b>ANEXO G – PAREDES DA COBERTURA AVALIADAS NA OBRA A .....</b>   | <b>120</b> |
| <b>ANEXO H – PAREDES DO 1º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B.....</b>   | <b>121</b> |
| <b>ANEXO I – PAREDES DO 2º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B .....</b>  | <b>122</b> |
| <b>ANEXO J – PAREDES DO 3º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B .....</b>  | <b>123</b> |
| <b>ANEXO K – PAREDES DO 4º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B.....</b>   | <b>124</b> |
| <b>ANEXO L – PAREDES DO 5º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B .....</b>  | <b>125</b> |
| <b>ANEXO M – PAREDES DO 6º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B .....</b>  | <b>126</b> |
| <b>ANEXO N – PAREDES DO 7º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B.....</b>   | <b>127</b> |
| <b>ANEXO O – PAREDES DO PAVIMENTO TIPO (16X) AVALIADAS NA OBRA B</b>  | <b>128</b> |
| <b>ANEXO P – PAREDES DA COBERTURA AVALIADAS NA OBRA B.....</b>  | <b>129</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os temas desperdício, entulho, consumo de materiais em excesso, subutilização da mão de obra têm sido cada vez mais frequentes no setor da construção civil. Desde a década de 1990 começou-se a implantar Sistemas de Gestão de Qualidade, Gestão de Recursos Humanos e Gestão Ambiental em empresas construtoras visando melhorar o desempenho do setor (AGOPYAN et al., 1998).

Em discussões, toda vez que se fala em perdas, a indústria da construção civil é citada devido ao elevado índice de perda de materiais conhecidos no setor. Souza (2005) apresenta um índice de 33% de perdas no setor, segundo o autor, a cada três edificações, uma quarta poderia ser construída apenas com as perdas das três primeiras.

Com as dificuldades econômicas vivenciadas pela indústria da construção civil no Brasil nestes últimos anos, as empresas construtoras vêm sendo forçadas a reduzir o preço de venda dos imóveis para garantir seu espaço no mercado, o que por sua vez, demanda que estas busquem alternativas enxutas onde possam construir, mantendo a qualidade com menor custo. A diminuição do preço de venda de um imóvel é uma alternativa consistente para atrair clientes, porém essa medida decorre na redução da lucratividade da empresa, visto que, ao baixar o preço do imóvel, a margem de lucro também diminui. A necessidade de alternativas como implantação de novas tecnologias, adoção de um sistema construtivo mais econômico e redução de perdas de materiais e mão de obra não eram relevantes na bonança pela qual o setor passou, onde todos esses custos eram incorporados ao preço do imóvel (NETO, 2015).

As eminentes exigências procedentes dos consumidores e a alta competitividade entre as empresas, alertam quanto ao uso exagerado de materiais para a construção de edifícios. Torna-se indispensável o conhecimento da situação atual quanto as perdas de materiais na construção, bem como de propostas eficientes para melhorar o desempenho da construção civil em âmbitos de perdas (AGOPYAN et al., 2003). Estudos realizados por Meseguer (1991) e Zordan (1997) associam a perda de materiais desde a etapa da concepção, execução, uso e manutenção dos empreendimentos (MESEGUER, 1991; ZORDAN, 1997).

Segundo Mori et al. (2005), a produtividade no setor da construção civil é de grande importância, contudo a apropriação de indicadores relacionados à produtividade não é prática em empresas do setor. A falta de informações sobre produtividade impede a implantação de melhorias, fato que diminui a competitividade da empresa no mercado, pois esta é incapaz de produzir mais com menos mão de obra.

Embora a mão de obra represente uma parcela significativa nos custos de um empreendimento, este é um dos itens de uma obra que possui uma elevada possibilidade de redução de custos, com percentuais que pode atingir de 30 a 50% (DTC, 1996 *apud* CARRARO, 1998).

Neste contexto o desenvolvimento deste trabalho contempla mensurações e desenvolvimento de índices quanto às perdas de materiais e recursos humanos nos serviços de alvenaria de vedação interna e externa e revestimento argamassado interno de obras residenciais.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral mensurar e analisar a produtividade da mão de obra e as perdas de materiais relacionadas à execução dos serviços de alvenaria de vedação interna e externa e revestimento argamassado interno em edificações residenciais de múltiplos pavimentos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Realizar a coleta de dados e propor indicadores relacionados às perdas de materiais;
- b) Realizar a coleta de dados e propor indicadores relacionados à produtividade de mão de obra;
- c) Analisar os índices propostos através de um comparativo com a literatura;

- d) Apontar as possíveis causas para perdas de material e desempenho da produtividade.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da competitividade no mercado de construção civil oriunda das dificuldades econômicas vivenciadas no país nos últimos anos, as construtoras e empresas do segmento buscam cada vez mais, métodos e inovações para construir edifícios, mantendo a qualidade e diminuindo o custo de construção. Dentre as possibilidades para redução do custo do empreendimento está a eliminação de perdas de materiais e a otimização da produtividade.

Este estudo se faz importante pelo fato de que a empresa analisada, apesar de apresentar preocupações com as perdas de materiais e recursos humanos, não possui nenhum tipo de indicador ou acompanhamento relacionado à essas questões. Devido à falta de indicadores de produtividade e de consumo de materiais por unidade de serviço, a empresa estudada realiza a orçamentação de obras baseada em valores empíricos a partir da experiência dos engenheiros.

Segundo Andrade (1999), a existência de um método de mensuração, permite que empresas avaliem seus indicadores de perdas deixando de considerá-las como algo pertencente à construção civil. Para Soibelman (1993), após a mensuração das perdas é possível intervir nos processos e propor melhorias para os mesmos.

Na orçamentação do empreendimento, um percentual de perdas de material e mão de obra deve ser considerado na composição unitária de custos de cada serviço e essa composição deve estar de acordo com a realidade da empresa. O estudo que foi realizado no presente trabalho identificou a produtividade e a perda real de materiais em duas obras de uma mesma empresa construtora, permitindo incorporar os dados de perda de materiais e a produtividade das equipes de trabalho em orçamentos de obras futuras, visando aproximar cada vez mais o orçamento da obra com o custo real final.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho desenvolvido possui algumas delimitações que são:

- a) Os levantamentos de dados foram realizados através de dados históricos da empresa e mensurações presenciais nos canteiros de obras;
- b) O presente estudo está limitado a análise das fases de alvenaria de vedação interna e externa e revestimento argamassado interno em edifícios residenciais, não sendo possível generalizar para outras fases e serviços ou tipologias de construção;
- c) Não foi possível estudar a perda para todos os materiais que compõem os serviços estudados devido a inviabilidade do rastreamento das informações;
- d) Para fins de viabilizar o cálculo das perdas de blocos cerâmicos não foi feita diferenciação das espessuras dos mesmos.
- e) A Razão Unitária de Produção do serviço de alvenaria com espessuras de 9 e 11,5 centímetros foi considerada como alvenaria de 14 centímetros, devido à disponibilidade dos dados. Os dados coletados referente ao serviço de alvenaria de vedação com espessura de 19 centímetros foi ajustado a partir de um coeficiente obtido em composições unitárias de custos presentes na literatura;
- f) Devido à utilização de argamassa de revestimento com diferentes especificações, foi realizada uma conversão de unidades através das informações técnicas disponibilizadas pelos fornecedores.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PERDA DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil demanda altas quantidades de materiais para execução de uma obra, em edificações habitacionais, Souza (2005) aponta consumos superiores a uma tonelada de material por metro quadrado de área construída. Além do significativo consumo de materiais, essa indústria se destaca por suas perdas.

Alguns estudos apontam o percentual de perdas de argamassa e blocos cerâmicos para os serviços de revestimento argamassado e alvenaria. A Tabela 1 apresenta os estudos de Skoyles (1976), Pinto (1989), Soibelman (1993), Souza (2005; 2006) e Bortolini (2016).

Tabela 1 – Comparativo de índices de perda entre as obras estudadas

| Estudo           | Material                            |                     |
|------------------|-------------------------------------|---------------------|
|                  | Argamassa para revestimento interno | Blocos para vedação |
| Skoyles (1976)   | 3% a 5%                             | 5% a 12%            |
| Pinto (1989)     | 13%                                 | -                   |
| Soibelman (1993) | 91,25%                              | 26,94% a 27,64%     |
| Souza (2005)     | 8% a 234%                           | 0% a 48%            |
| Bortolini (2016) | 40,39%                              | -                   |

Fonte: Adaptado de Skoyles (1976), Pinto (1989), Soibelman (1993), Souza (2005), Bortolini (2016).

Ao longo do tópico 2.1 são abordadas as classificações das perdas de materiais, bem como seu diagnóstico, cálculos de consumos unitários e metodologias de elaboração de indicadores para a análise das perdas, resultados de pesquisas anteriores também serão demonstrados.

#### 2.1.1 Classificação das perdas de materiais

Ao propor um método para avaliação das perdas existentes, Andrade et al., (2000) enfatizam a identificação das suas formas de ocorrência e o entendimento da classificação para diferentes tipos de perdas.

A percepção das perdas de materiais é facilitada através de classificações. A identificação das ocorrências e suas causas se tornam embaraçosas quando as perdas são classificadas erroneamente. Souza (2005) propõe nove classificações para as perdas, sendo que destas, seis foram abordadas neste trabalho, sendo elas: perdas por recurso consumido, em fases distintas do empreendimento, segundo sua natureza, forma de manifestação, causas e origens e segundo seu controle, conforme demonstrado na sequência (SOUZA, 2005).

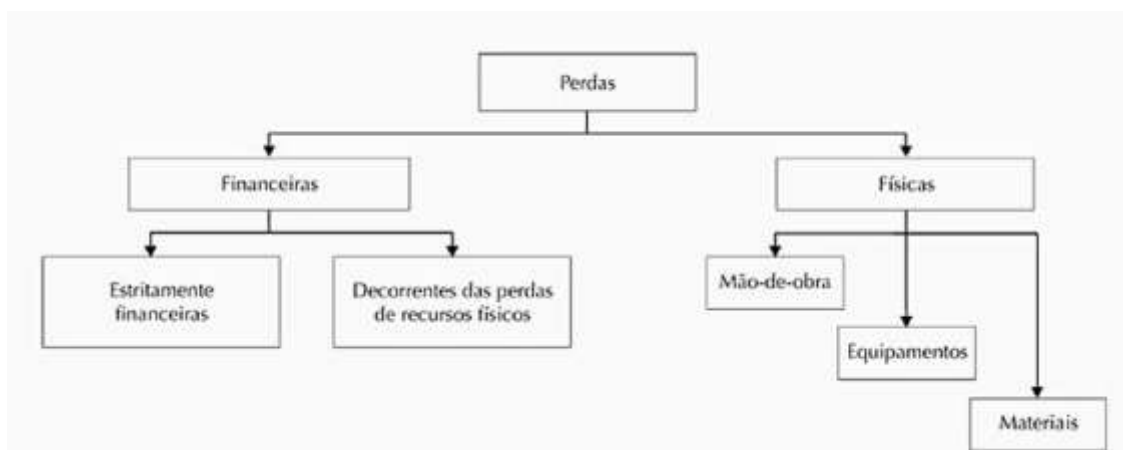
#### a) Perdas por tipo de recurso consumido:

Segundo Souza (2005), o aumento da eficiência na utilização de recursos físicos (materiais, equipamentos e mão de obra) está diretamente relacionado com a redução da demanda de recursos financeiros.

Andrade (1999) identifica cinco incidências de perda por tipo de recurso consumido, sendo perda física de materiais, onde a quantidade consumida é maior que a necessária, perdas físicas de mão de obra, onde horas homens são utilizadas mais do que necessário, perdas físicas de equipamentos que são dadas pela subutilização dos mesmos. As perdas financeiras são derivadas de perdas físicas que são mensuradas a partir dos custos associados as perdas físicas descritas neste parágrafo e as perdas estritamente financeiras que são classificadas como os custos adicionais para a execução de qualquer serviço.

A Figura 1 apresenta um fluxo para classificação das perdas de acordo com o tipo de recurso.

Figura 1 – Classificação das perdas de acordo com o tipo de recurso

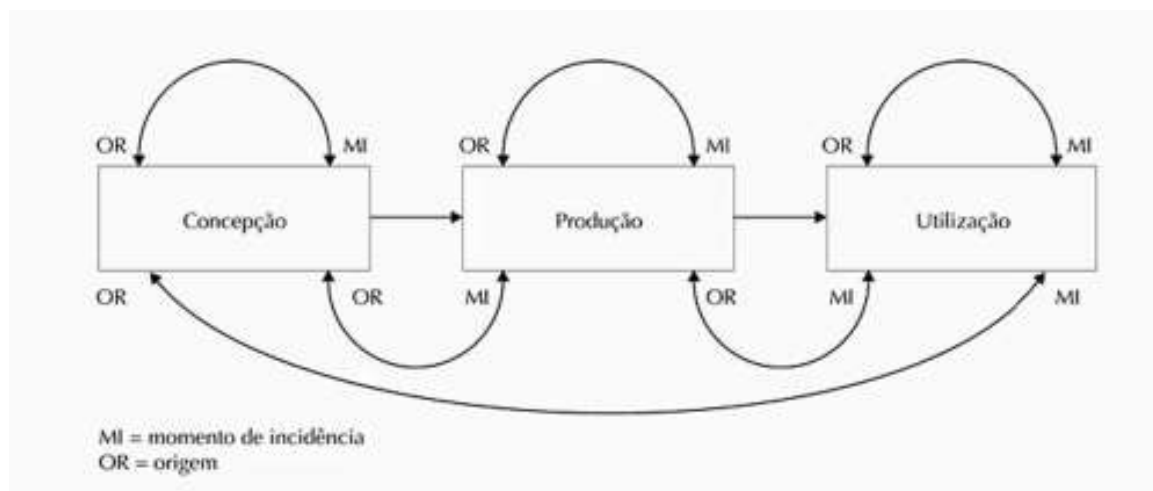


Fonte: Souza (2005).

### b) Perdas em fases distintas do empreendimento:

Souza (2005) segrega o empreendimento nas fases de concepção, produção e utilização. Na fase de concepção, as perdas podem ocorrer devido ao desconhecimento ou conservadorismo excessivo dos projetistas. Já as perdas referentes a produção podem acontecer devido a inadequações desde o recebimento do material no canteiro de obras até o seu processamento final. Na utilização, o autor destaca a substituição de equipamentos ou reparos na edificação decorrentes do mau uso e alteração das configurações do empreendimento por vontade do cliente, como as mais notáveis perdas desta fase. A Figura 2 apresenta as origens e os momentos de incidência das perdas ao longo do projeto.

Figura 2 – Origem e momentos de incidência das perdas



Fonte: Souza (2005).

### c) Natureza das perdas:

As perdas são classificadas como furto, entulho e incorporação. Perdas por furto geralmente estão relacionadas a um menor controle de materiais no canteiro e através da entrega de materiais em quantidades inferiores as citadas, ou mesmo sem nota fiscal, normalmente ocorrem em obras de pequeno porte. Além do furto, a perda de materiais também pode ser compreendida pelos resíduos que saem do canteiro de obras por meio de caçambas de entulhos. E, por fim, tem-se a perda incorporada, que na maioria das vezes é menos perceptível do que as perdas por entulho, porém estas representam a natureza mais usual das perdas na construção (SOUZA, 2005; ANDRADE, 1999).



**d) Formas de manifestação das perdas:**

Andrade (1999) e Souza (2005) listam algumas formas de manifestações de perdas por natureza, como sacos de cimento, cal e argamassa com peso real inferior ao nominal, sacos de cimento empedrados, argamassas ou cimento desperdiçados por rasgos na embalagem, areia levada do seu estoque pela chuva, estrutura de concreto com maior espessura do que prevista em projeto e revestimento argamassado com espessura superior à prevista.

**e) Causas e origens das perdas:**

As causas das perdas são os fatos antecedentes às perdas, sendo possível relacionar mais de uma causa para cada perda constatada, já as origens são definidas como os fatos anteriores as causas, ou seja, é a ocorrência que permitiu o surgimento de uma ou mais causas para a efetiva perda, elas são identificadas a partir de um diagnóstico mais distante do seu acontecimento (SOUZA, 2005; ANDRADE, 1999). As origens das perdas podem dar-se não apenas no momento de produção, mas em fases de planejamento, projeto e recursos humanos (FORMOSO et. al, 1999).

Skoyles et al. (1987) apontam como as principais origens das perdas em canteiro de obras: a gerência da empresa e da obra; a comunicação entre obra, escritório e fornecedores; orçamento; projetos; setor de suprimentos e o fornecimento de materiais. Souza (2005), exemplifica este conceito através da associação das manifestações das perdas com suas causas, origens e fase em que ocorrem, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Associação das perdas com suas causas e origens

| Manifestações de perdas  | Causas  | Origens  | Fase do projeto |
|--|---|--|-----------------|
| Entulho de blocos de concreto  | Corte com ferramenta e/ou técnicas inadequadas                        | Falta de procedimento de produção formal para prescrição da ferramenta e da técnica adequadas para corte de blocos           | Planejamento    |
|  |   | Falta de treinamento dos operários quanto ao procedimento a ser seguido  | Produção        |
|  |   | Falta de compatibilização modular entre as dimensões das paredes e a dos componentes de alvenaria                            | Concepção       |
| Entulho de placas cerâmicas  | Corte com ferramenta e/ou técnicas inadequadas                        | Falta de procedimento de produção formal para prescrição da ferramenta e da técnica adequadas para corte de placas cerâmicas | Planejamento    |
|  |   | Falta de treinamento dos operários quanto ao procedimento a ser seguido  | Produção        |
|  |   | Projeto prescrevendo placas muito grandes para ambientes muito pequenos, gerando percentual elevado de placas cortadas       | Concepção       |
| Espessura média elevada do revestimento interno de paredes com argamassa | Falta de esquadro entre paredes projetadas para serem perpendiculares | Falta de treinamento do encarregado quanto aos procedimentos para inspeção do serviço  | Produção        |
|  | Vigas de concreto mais espessas que a alvenaria                       | Falta de coordenação de projetos   | Concepção       |

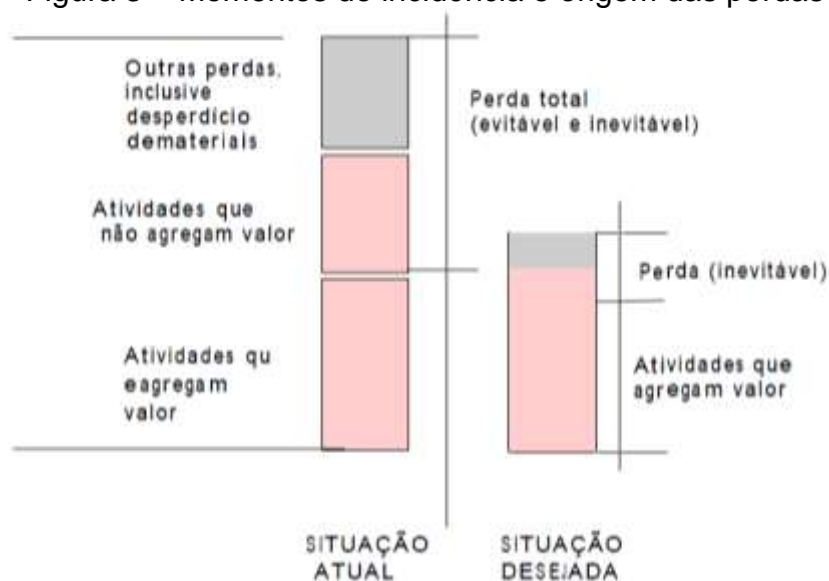
Fonte: Adaptado de Souza (2005).

#### f) Perdas segundo seu controle:

Souza (2005) conceitua as perdas como ineficiências de um processo cuja ocorrência, geralmente, se dá em todos os processos utilizados da construção civil, recomendando atenção as mesmas para que estas não atinjam níveis preocupantes. O autor fragmenta as perdas em perdas evitáveis e perdas inevitáveis, onde as evitáveis também são conhecidas como desperdício. O limite entre o evitável e o inevitável geralmente é distinto em cada empresa de acordo com a tecnologia presente, qualidade da mão de obra e padronização na execução.

Na Figura 3, Formoso et al. (1996) apresentam uma situação atual e uma situação desejada. A situação desejada pode ser alcançada através de melhorias na eficiência das atividades que agregam e na eliminação daquelas que não agregam valor, e como consequência, a parcela de perdas é reduzida.

Figura 3 – Momentos de incidência e origem das perdas



Fonte: Formoso et al. (1996).

## 2.1.2 Diagnóstico das perdas

### 2.1.2.1 Indicadores de perdas na construção de edifícios

O objetivo dos indicadores é transformar conceitos em características mensuráveis que permitam acompanhar, avaliar e melhorar o desempenho do processo estudado (LANTELME, 1994).

Para Formoso et al. (1996), os indicadores têm função de expor o desempenho da empresa evidenciando seus pontos fortes e fracos, também sendo utilizados como balizador de processos através de seu monitoramento ao longo do tempo e estabelecimento de metas ligado às boas práticas de melhoria contínua.

Indicadores voltados para a construção de edifícios são úteis para tomada de decisão a nível gerencial quanto a diminuição das perdas e aumento da eficiência dos materiais utilizados nos canteiros de obra (SOUZA, 2005).

#### a) Indicadores quantitativos

Os indicadores de perda geral de materiais estudados por Souza (2005), expressam que as perdas físicas de materiais são bastante elevadas. Para um cálculo, a definição de referência para perda nula é sujeita a variações devido à tolerância dos gestores, portanto cabe um comportamento proativo na redução destas

e consequente aumento na eficiência dos materiais, tendo em vista ganhos em sustentabilidade e competitividade no mercado.

Os indicadores de perdas parciais de materiais estão relacionados com as perdas identificadas em cada etapa do serviço e propiciam um bom julgamento sobre as perdas, desde o seu recebimento, estocagem, transporte, aplicação, entre outras (SOUZA, 2005).

### **b) Indicadores qualitativos**

Em estudo no serviço de revestimento interno de paredes, Souza (2005) chegou a um indicador de natureza percentual, em que a perda por incorporação é responsável por 79% da perda de materiais, sendo os outros 21% de entulhos. Neste caso, a identificação de onde há maior incidência de perdas permite ações para sua minimização podendo gerar reduções significativas na perda total.

O indicador quantitativo de perdas aponta a quantidade de material perdido, independente da sua natureza, para o serviço realizado (SOUZA, 2005).

Os indicadores indutores estão integrados com as definições dos materiais utilizados, geralmente ainda na fase de projetos, que podem gerar mais ou menos perdas conforme a cautela da especificação adotada (SOUZA, 2005). Na Tabela 2, Souza (2005) apresenta um estudo de perdas em placas cerâmicas, utilizando em sua análise dois fatores, sendo eles, o percentual de placas cortadas e o tamanho das placas.

Tabela 2 - Índice de perdas em placas cerâmicas em função de suas dimensões

| <b>Peças cortadas (PC)</b> | <b>Tamanho da placa (cm x cm)</b> | <b>Perdas globais piso (%)</b> | <b>Perdas globais paredes (%)</b> |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| PC <= 20%                  | <= 20 x 20                        | 5                              | 8                                 |
|                            | > 20 x 20                         | 8                              | 13                                |
| 20% < PC <= 40%            | <= 20 x 20                        | 18                             | 14                                |
|                            | > 20 x 20                         | 26                             | 21                                |
| 40% < PC <= 60%            | <= 20 x 20                        | 18                             | 13                                |
|                            | > 20 x 20                         | 27                             | 29                                |

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

Os indicadores caracterizadores estão ligados aos equipamentos e métodos de execução do serviço e a sua utilização pode balizar a expectativa de perdas praticáveis em determinadas situações (SOUZA, 2005).

### 2.1.3 Consumo unitário de materiais

Aborda-se a otimização do consumo de materiais como diminuição de perdas e desperdícios, diferentemente da mão de obra que é tratada como melhorar a produtividade. Para a mudança deste paradigma e permitir a discussão da “produtividade” dos materiais é necessária a criação de um indicador que mensure a quantidade de materiais demandados para a execução de uma unidade de produto (exemplo: m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, etc.), em que menores quantidades de materiais por unidade de produto gerado sugere uma maior eficiência na utilização do material. A partir desse conceito, Souza (2005) apresenta as perdas de materiais e a produtividade como temas semelhantes onde a produtividade associa-se com o consumo unitário de materiais e o indicador de perdas avalia a discrepância do desempenho real com um desempenho hipotético de perda nula (SOUZA, 2005).

A composição do serviço é dada a partir da junção de todos os insumos que atuam na sua execução, sendo eles materiais, mão de obra, ferramentas e equipamentos. Estas composições permitem calcular de forma ágil todas as quantidades de materiais e mão de obra necessários a partir de um levantamento na quantidade de serviços (GOLDMAN, 2004). Souza (2005) define o consumo unitário de materiais (CUM) como a quantidade necessária de material para executar uma unidade do serviço.

O consumo de materiais e mão de obra é definido através das composições dos serviços, onde estas composições, utilizadas na construção civil, geralmente são obtidas através de apropriação dos serviços em obras já realizados pela empresa, por revistas e livros técnicos ou empresas de consultoria (GOLDMAN, 2004).

Para avaliar o consumo unitário de materiais, realiza-se uma comparação entre o consumo unitário real (CUM<sub>R</sub>) e o consumo unitário de material teoricamente necessário (CUM<sub>T</sub>). Uma das vantagens em adotar o CUM como um indicador para discussão dos materiais é que apenas reduzir as perdas pode não significar um menor consumo de materiais se o CUM possuir valores elevados. Em um levantamento realizado em 150 obras, Souza (2005) apresenta os consumos mínimos, medianos e máximos encontrados, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Indicador de perdas de materiais por serviços

| Material/ componente                           | Unidade de mensuração          | Valor das perdas (%) |         |        |
|--|--------------------------------|----------------------|---------|--------|
|  |                                | Mínima               | Mediana | Máxima |
| Concreto usinado                               | m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | 1,01                 | 1,09    | 1,33   |
| Aço  | kg/kg                          | 1,00                 | 1,10    | 1,16   |
| Argamassa de assentamento                      | L/m (linear)                   | 0,70                 | 2,10    | 4,50   |
| Argamassa para revestimento interno de paredes | L/m <sup>2</sup>               | 7,30                 | 24,30   | 71,1   |
| Argamassa para revestimento de fachada         | L/m <sup>2</sup>               | 12,30                | 25,40   | 66,00  |
| Argamassa para contrapiso                      | L/m <sup>2</sup>               | 11,80                | 33,5    | 77,50  |
| Pasta de gesso                                 | L/m <sup>2</sup>               | 3,80                 | 5,80    | 9,80   |
| Placas cerâmicas                               | m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> | 1,01                 | 1,13    | 1,50   |

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

#### 2.1.4 Cálculo das perdas e consumos unitários

##### 2.1.4.1 Indicadores mensuradores relativos a um período de estudo

Souza (2005) propõe um diagnóstico através de indicadores mensuradores de perdas e da valoração ou detecção de particularidades nos indicadores explicadores. Ainda sobre estes indicadores mensuradores, o autor os segrega em globais e parciais.

##### a) Indicadores mensuradores globais

Estes indicadores são adotados para avaliação de todo o processo, sendo avaliado desde suas entradas, através dos materiais recebidos até suas saídas onde o material já está transformado em produto (SOUZA, 2005).

Para quantificação do material, deve-se realizar um balanço das entradas e saídas do mesmo, seja recebido do fornecedor, de outras obras da empresa, material retirado do canteiro para outros usos e a sua quantidade acumulada em estoque. Já para quantificar os serviços executados, deve-se considerar apenas a sua área ou volume real, para um serviço de alvenaria, por exemplo, os vãos onde se posicionam as aberturas devem ser descontados (SOUZA, 2005).

A partir das quantidades levantadas, Souza (2005) elabora dois indicadores, sendo um deles (equação 1) de consumo de materiais e outro (equação 2) de perdas.

$$CUM = \left( \frac{EST(IPE) + FORN \pm TRANSF - EST(FPE)}{QS} \right) \quad (1)$$

$$CUM = \left( \frac{EST(IPE) + FORN \pm TRANSF - EST(FPE)}{CUM} - 1 \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

CUM = consumo unitário de material entre IPE e FPE

EST(t) = quantidade de material estocado no instante t

FORN = quantidade recebida de fornecedores entre os períodos IPE e FPE

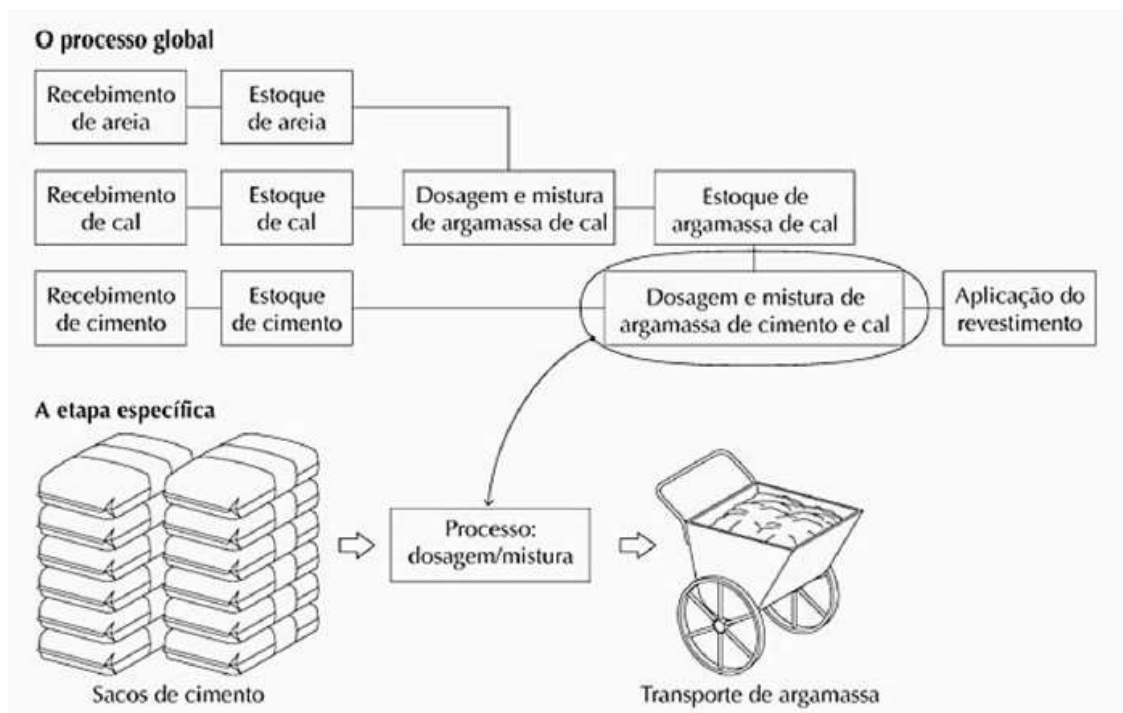
TRANSF = quantidade de material transferida entre obras

QS = quantidade de saídas entre IPE e FPE

### b) Indicadores mensuradores parciais

Partindo do mesmo princípio de mensurar a quantidade de materiais para execução da etapa e comparar com a quantidade teoricamente necessária, este indicador é empregado em processamentos intermediários, ou etapas específicas conforme Souza (2005) apresenta na Figura 4.

Figura 4 – Localização de um indicador parcial dentro do processo global



Fonte: Souza (2005).

#### 2.1.4.2 Definição do período de estudo

Quanto à definição do período a ser estudado, Souza (2005) divide os períodos estudados em períodos de curta e longa duração. Para um estudo eficiente, o seu período deve ser compatível com a duração do serviço executado, partindo disso, não há como definir o limite entre os períodos de estudo. Para o autor, períodos de estudo com duração igual ou superior a um mês são definidos como longos, já os períodos equivalentes a uma semana ou menos se enquadram no grupo de curto prazo (Quadro 2), (SOUZA, 2005).

Quadro 2 – Durações propostas para indicadores de curto e longo prazo

| <b>Estudos</b>   | <b>Descrição</b>                        |
|------------------|---|
| De longa duração | Um mês                                  |
|                  | Serviço como um todo                    |
| De curta duração | Período entre entregas sucessivas       |
|                  | Ciclo de execução de uma porção da obra |
|                  | Uma semana                              |
|                  | Um dia                                  |
|                  | Poucas horas                            |

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

## 2.2 PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ao tratar de produtividade a indústria seriada se destaca, pois esta teve maior preocupação com produtividade do que a indústria da construção e essa separação entre as indústrias é justificada pelo canteiro de obras ser um ambiente nômade, pela falta de treinamento e alta rotatividade da mão de obra (SOUZA, 2006).

Se faz relevante o estudo do comportamento da produtividade da mão de obra nas empresas de construção, onde os gestores dessas empresas ao planejar a execução de um edifício ou programar algum serviço, devem se basear nos dados de produtividade das suas equipes de trabalho (SOUZA, 2006).

O controle dos serviços deve estar conectado ao planejamento, pois um sempre assessora o outro. Essa conexão é importante, pois permite a correção de imprevistos em curto tempo e permite um planejamento consistente para subsídios físico-financeiros (GOLDMAN, 2004).



A quantidade de informações disponíveis sobre produtividade deve fornecer todos os dados necessários, de acordo com a minuciosidade da decisão a ser tomada desde a concepção do projeto até o término da obra (SOUZA, 2006).

Souza (2006) expõe duas abordagens sobre a produtividade da mão de obra, sendo uma delas o custo unitário da mão de obra, ou seja, a transformações de recursos financeiros em serviços que transformam material em produto, e a segunda está relacionada a produtividade física do funcionário, quanto a eficiência do serviço realizado. Ainda para este autor, o estudo da mão de obra pode ser considerado um sistema de informações significativo para a tomada de decisões.

### 2.2.1 Indicadores para avaliação da produtividade

De acordo com (Souza, 2006), para analisar a produtividade, deve-se manter uma padronização quanto à sua mensuração. O autor adota um indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP) como mensurador de produtividade, regulado através da razão de Homens x hora (Hh) pela quantidade de serviço realizado, apresentado na Equação 3. O autor ainda salienta que quanto maior a RUP, pior é o desempenho da produtividade analisada pois exige mais homens hora para a execução do serviço.

$$RUP = \frac{Hh}{\text{quantidade de serviço}} \quad (3)$$

Onde:

RUP = Razão Unitária de Produtividade

Hh = Homens x hora

Os dados para a avaliação da RUP, devem ser padronizados em quatro aspectos, de acordo com Souza (2006):

- definição de quais funcionários operários serão avaliados;
- quais as horas de trabalho a considerar;
- a quantificação do serviço;
- qual o período de tempo cujas medições de entrada e saída estão referidas.

### 2.2.1.1 Mão de obra avaliada

A mão de obra envolvida na definição da RUP, segundo Souza (2006), é segregada em níveis distintos, sendo chamados de oficiais os que transformam o material em produto e meio-oficiais os que auxiliam nas atividades, devem-se fracionar as variadas especializações e serviços distintos, adentro do serviço, identificando qual operário é responsável por cada etapa do serviço.

Nos quadros 3 e 4 estão expostos os diferentes níveis hierárquicos de mão de obra, bem como as RUP associadas, segundo Souza (2006).

Quadro 3 – Caracterização da mão de obra

| <b>Mão de obra</b> | <b>Caracterização</b>               |
|--------------------|-------------------------------------|
| Oficiais           | Operários diretamente envolvidos    |
| Mão de obra direta | Ajudantes diretos dos oficiais      |
| Mão de obra global | Auxiliares que apoiam a mão de obra |

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

Quadro 4 – Caracterização das RUP associadas à mão de obra

| <b>RUP</b>          | <b>Nome</b> | <b>Descrição</b>                             |
|---------------------|-------------|--|
| RUP <sub>of</sub>   | RUP oficial | Avalia a produtividade dos oficiais          |
| RUP <sub>dir</sub>  | RUP direta  | Avalia a produtividade da mão de obra direta |
| RUP <sub>glob</sub> | RUP global  | Avalia a produtividade da mão de obra global |

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

### 2.2.1.2 Horas de trabalho a considerar

Para mensuração das horas de trabalho, é considerado o tempo total em que o funcionário está disponível, no canteiro de obras, independente de este estar executando os seus serviços ou não. Não se deve considerar paralisações decorrentes da má gestão ou horas que os funcionários recebem bonificação, o que tendência uma melhor produtividade (SOUZA, 2006).

### 2.2.1.3 Quantificação das saídas resultantes do serviço realizado

De acordo com Souza (2006), deve-se mensurar a quantidade líquida de serviço realizado, podendo dividir o serviço em frações menores, de acordo com a importância da análise. As unidades de mensuração variam de serviço para serviço.

### 2.2.1.4 Período de tempo ao qual se referente a RUP

Souza (2006), define alguns períodos para mensuração das RUP, expostos no Quadro 5:

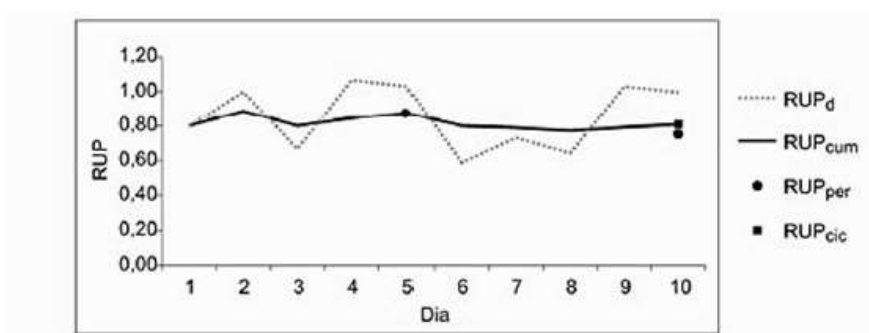
Quadro 5 – Caracterização das RUP associadas ao período de mensuração

| RUP                | Descrição      | Definição  |
|--------------------|----------------|--|
| RUP <sub>d</sub>   | RUP diária     | Refere-se ao dia de trabalho. Apresenta grande variabilidade oriunda de imprevistos que ocorrem no dia a dia da obra                 |
| RUP <sub>cum</sub> | RUP cumulativa | Abrange o período do início até o término da coleta de dados. É a real produtividade.  |
| RUP <sub>cic</sub> | RUP cíclica    | Refere-se ao tempo de ciclo para execução de um serviço  |
| RUP <sub>per</sub> | RUP periódica  | É a mensuração realizada durante um período pré-determinado  |
| RUP <sub>pot</sub> | RUP potencial  | É a mediana das RUP <sub>d</sub> . Devido a ser um valor definido matematicamente, pode servir como um parâmetro de valor alcançável |

Fonte: Adaptado de Souza (2006).

Observa-se no Gráfico 1, elaborado por Souza (2006), a variação das diferentes RUP em um período de 10 dias referente ao acompanhamento da produtividade.

Gráfico 1 – Comportamento das diversas RUP em um período de 10 dias



Fonte: Souza (2006).

## 2.2.2 Avaliação da produtividade vigente

Souza (2006) lista algumas fases do processo de avaliação da produtividade:

- Definição do escopo da avaliação;
- Levantamento de dados;
- Processamento dos dados;
- Apresentação de resultados;
- Análise dos resultados obtidos.

### 2.2.2.1 Escopo da avaliação

Para o entendimento da produtividade é necessário medi-la e identificar os fatores associados a ela, bem como os critérios para definir quais os serviços acompanhar. É pertinente a análise em serviços que exigem maiores quantidades de mão de obra, pois a melhoria nesses serviços é mais representativa que em serviços onde a quantidade de mão de obra necessária é menor. Pode-se detectar grandes oportunidades de melhoria em serviços de longa duração, pois nestes a aplicação da melhoria pode ser feita ainda durante a sua ocorrência (SOUZA, 2006).

### 2.2.2.2 Levantamento de dados

O levantamento de dados pode ser feito antes da execução dos serviços, através de projetos, ou após o término da execução do serviço, para este, sendo feita uma mensuração do serviço executado no canteiro de obras (SOUZA, 2006).

É conveniente desenvolver um quantitativo de serviços em projeto, antes do serviço ser executado, porém, a mensuração da quantidade de serviço após execução é fundamental, pois pode-se obter informações consideráveis referentes a execução que não estavam previstas no projeto (SOUZA, 2006).

As informações que dizem respeito a permanência dos operários no canteiro de obras pode ser levantada através de registro ponto ou catraca eletrônica ou de um funcionário que faça esse controle diariamente, mas para que não haja distorção na coleta dos dados, é necessário observar se o operário em questão, por algum motivo, passa a executar algum serviço fora do seu escopo (SOUZA, 2006).

### 2.2.2.3 Processamento dos dados e apresentação dos resultados

Souza (2006) acredita que a apresentação dos resultados deve estar de acordo com o seu destino, facilitando a tomada de decisões. O processamento através de planilhas eletrônicas ou softwares são uma boa opção, porém não se deve deixar de considerar a facilidade de acesso a essas informações, para auxiliar na tomada de decisões rápidas quanto à frente de trabalho dentro do canteiro de obras (SOUZA, 2006).

### 2.2.2.4 Análise dos resultados

Para análise dos resultados, diferentes indicadores são criados para contribuir coerentemente com a tomada de decisões. A abrangência da mão de obra quanto as RUP oficiais, direta e global e através de um período de tempo, pelas RUP diárias, cumulativa, periódica, cíclica ou potencial são consideradas e analisadas em situações com objetivos distintos (SOUZA, 2006).

#### **a) Mão de obra**

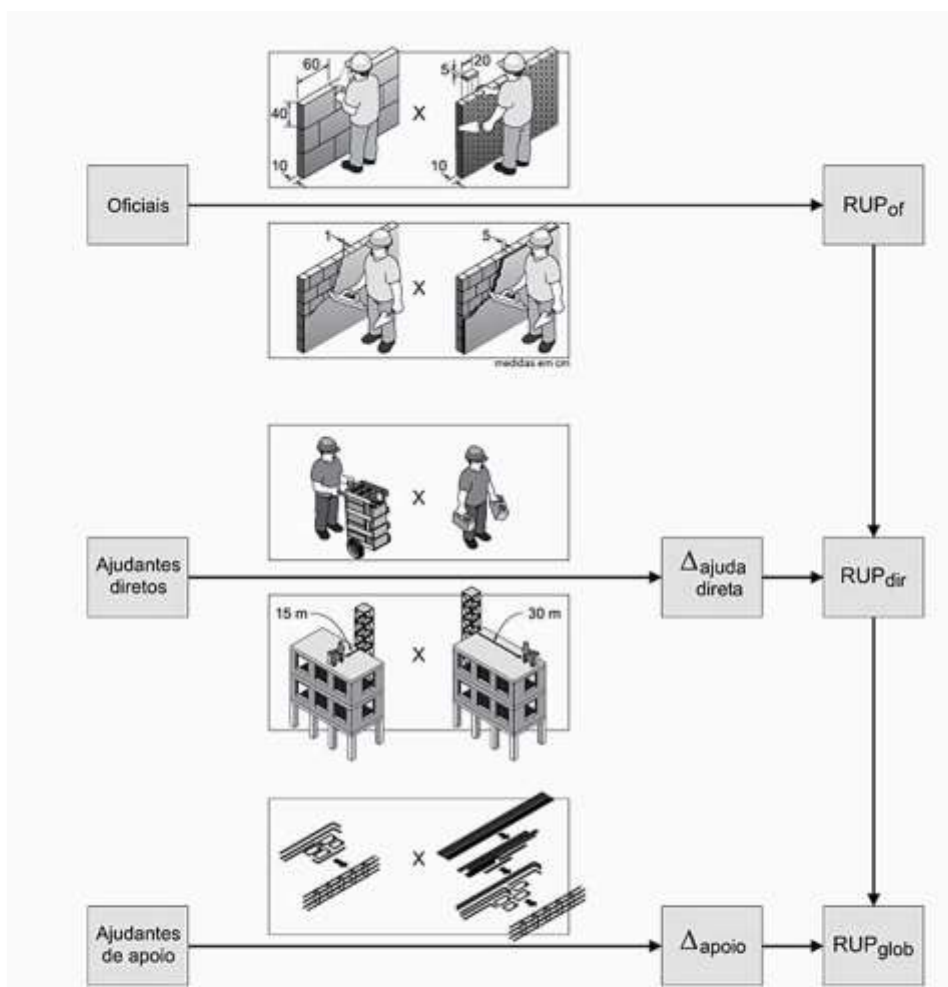
A  $RUP_{of}$  está ligada à dificuldade das operações finais do serviço, em que os fatores de serviço, quando bem definidos, contribuem para um melhor resultado (SOUZA, 2006).

A  $RUP_{dir}$  está relacionada ao esforço dos ajudantes direto, a diferença dos valores da  $RUP_{of}$  e da  $RUP_{dir}$  refere-se a demanda de suporte para as operações finais, portanto, quanto maior for a preocupação com a facilitação do trabalho do oficial, menos se necessitará da ajuda direta (SOUZA, 2006).

A  $RUP_{glob}$  representa toda a mão de obra envolvida na realização dos serviços, a diferença entre as  $RUP_{dir}$  e da  $RUP_{glob}$  está associada com a mão de obra necessária para o fornecimento de materiais que realiza as atividades de transporte, armazenamento e processamento intermediário (SOUZA, 2006).

Na Figura 5 pode-se observar a segregação entre as três RUP referentes a mão de obra.

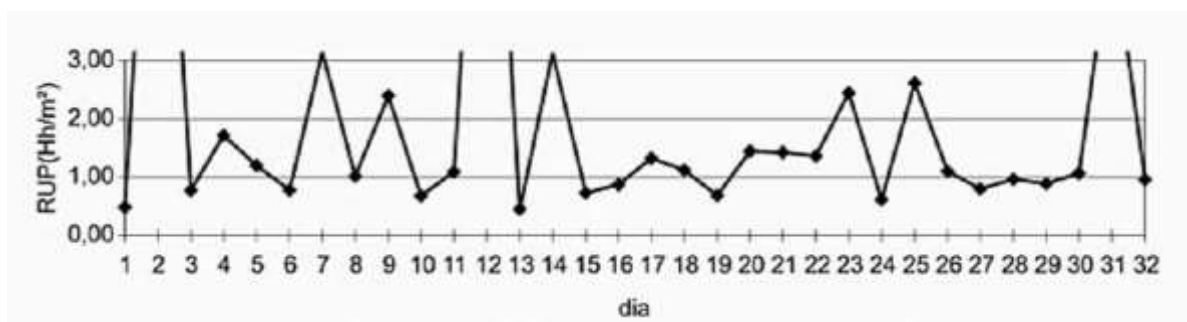
Figura 5 – Esforços demandados em cada RUP quanto à mão de obra



Fonte: (Souza, 2006).

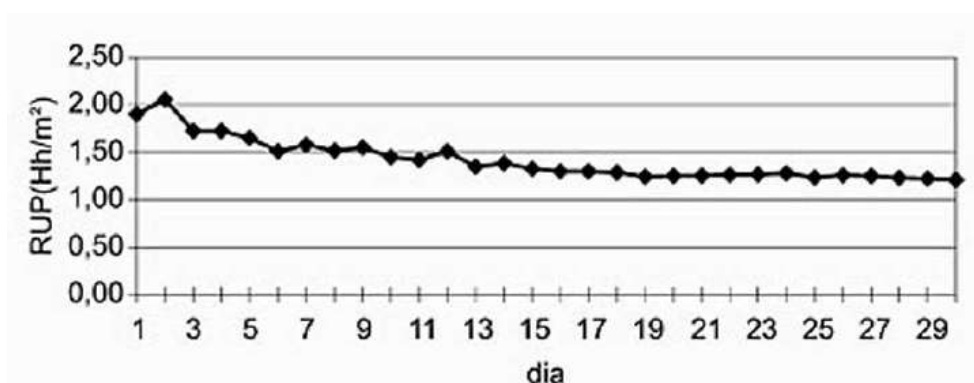
### b) Período de tempo

A  $RUP_d$  faz uma avaliação constante da atividade diária que quando disponibilizada com o diagnóstico de desempenho da parte envolvida tende a envolver a produtividade, melhorando seu resultado, a sua utilização dá respostas imediatas, sendo uma excelente ferramenta para tomada de decisões diárias (SOUZA, 2006). Os Gráficos 2 e 3 apresentam a  $RUP_d$  e  $RUP_{cum}$  para o serviço de execução de formas.

Gráfico 2 –  $RUP_d$  acompanhada no serviço de execução de formas

Fonte: Souza (2006).

A  $RUP_{cum}$  é utilizada para detectar tendências para a produtividade, pois a medida em que vai se acumulando, elimina os picos existentes na  $RUP_d$ , sendo possível visualizar os níveis finais que serão atingidos caso não haja alterações nas condições vigentes (SOUZA, 2006).

Gráfico 3 –  $RUP_{cum}$  para o mesmo serviço apresentado no Gráfico 2

Fonte: Souza (2006).

A  $RUP_{per}$ , possui valores de produtividade semelhantes aos de curto prazo da  $RUP_{cum}$ , esta que é utilizada para fixar metas de produtividade, sendo checadas sucessivamente ao final de cada período. A  $RUP_{cic}$  é utilizada apenas quando atividades se repetem e possui comportamento semelhante a periódica. A  $RUP_{pot}$  caracteriza um valor desafiador e viável, ela pode ser utilizada como meta para os valores da  $RUP_d$ .

## 2.3 ESTUDOS CONSOLIDADOS SOBRE PERDAS

Neste item estão apresentados estudos e levantamentos que tratam das perdas na construção civil bem como a metodologia adotada para estes.

### 2.3.1 Pinto (1989)

Este autor apresentou os primeiros estudos sobre perdas de materiais em âmbito nacional. Seu objeto de estudo foi um flat hotel no município de São Paulo, contendo 3.658 m<sup>2</sup> divididos em 18 pavimentos (PINTO, 1989 *apud* PALIARI, 1999).

A metodologia de Pinto é baseada na comparação entre quantidade de materiais prevista em projeto com a utilizada em obra. A estimativa da quantidade de material deu-se a partir das composições de custos unitários, sem considerar perda (PINTO, 1989 *apud* ANDRADE, 1999).

Para coleta de dados, Pinto (1989 *apud* ANDRADE, 1999) balizou alguns procedimentos:

- análise dos documentos fiscais;
- quantificação dos serviços com base nas informações de projeto;
- julgamento da quantidade necessária de materiais em projeto;
- verificação *in loco* para constatar possíveis alterações em projetos.

A Tabela 4 apresenta os percentuais de perdas, comparando os consumos teoricamente necessários com o consumo real, resultantes do estudo de Pinto (1989):

Tabela 4 – Índices de perdas por material

| <b>Materiais</b>          | <b>Acréscimo verificado (%)</b> | <b>Expectativa usual de perda (%)</b> |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Madeiras em geral         | 47,5                            | 15                                    |
| Concreto usinado          | 1,5                             | 5                                     |
| Aço CA50/60               | 26,0                            | 20                                    |
| Componentes de vedação    | 13,0                            | 5                                     |
| Cimento CP 32             | 33,0                            | 15                                    |
| Cal hidratada             | 102,0                           | 15                                    |
| Areia lavada              | 39,0                            | 15                                    |
| Argamassa colante         | 86,5                            | 10                                    |
| Placas cerâmicas (parede) | 9,5                             | 10                                    |
| Placas cerâmicas (piso)   | 7,5                             | 10                                    |

Fonte: Adaptado de Pinto (1989, *apud* PALIARI, 1999).



Além da comparação de perdas por serviço, Pinto (1989 *apud* ANDRADE, 1999) criou um indicador de perda de massa para a obra estudada, com a soma da massa de todos os materiais presentes nas notas fiscais comparando com a massa do edifício em projeto, foi constatada uma perda de 18,26% e ainda para o objeto de estudo, em âmbitos financeiros, as perdas mensuradas equivalem a 10% do custo da obra.

Ressalta-se que uma quantificação baseada em notas fiscais perde a transparência pois não se tem certeza de que a quantidade recebida é a mesma constada na nota fiscal. Da mesma forma que algum erro na quantificação de materiais necessários, ou algum erro de projeto pode interferir nos índices encontrados (ANDRADE, 1999).

### **2.3.2 Soibelman (1993)**

Soibelman (1993) optou por realizar um estudo mais direcionado, enfatizando apenas um conjunto de materiais, excluindo os materiais que possuem baixa probabilidade quanto a ocorrência de perdas. O trabalho foi realizado em apenas cinco canteiros de obras para que fosse possível atender o seu objetivo que era de estudar as causas das perdas.

Com relação ao período de estudo e levantamento de dados, Soibelman (1993) fez apenas duas vistorias em cada canteiro de obras, uma primeira vistoria antes do início da coleta de dados e a última ao término do período de estudo. Para o acompanhamento e registro dos serviços estudados, foram adotadas planilhas desenvolvidas por Formoso et al. (1993) e seus preenchimentos eram feitos por observadores que permaneciam um turno por dia acompanhando os serviços.

O levantamento dos dados foi realizado em três períodos diferentes, sendo realizada no primeiro deles a mensuração dos serviços executados e a comparação com as quantidades de materiais, a das notas fiscais e estocadas até o momento da vistoria inicial (VI). O segundo período é delimitado entre a VI e a verificação final (VF), sendo computadas todas as entradas e saídas de material do canteiro, bem como a quantidade de materiais estocadas no início e término durante o período. E por fim, o terceiro período analisado vai desde o início da obra até a VF. Esta perda foi determinada através de uma comparação entre a quantidade de materiais

utilizada, com a quantidade de materiais teoricamente necessária (SOIBELMAN, 1993).

Para comparação dos índices de perda entre as cinco diferentes obras, Soibelman (1993) agrupa os resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparativo de índices de perda entre as obras estudadas

| Etapa<br>Obra | Até VI    |     |      |       |      |       | Entre VI e VF |           |      |       |       |       | Até VF |      |      |       |       |       | Pinto              | Skoyles        | Perda usual |
|---------------|-----------|-----|------|-------|------|-------|---------------|-----------|------|-------|-------|-------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------------------|----------------|-------------|
|               | A         | B   | C    | D     | E    | Média | A             | B         | C    | D     | E     | Média | A      | B    | C    | D     | E     | Média |                    |                |             |
| Aço CA-50     | -.2       | -.2 | 1,98 | -.2   | 1,76 | 1,87  | -.2           | -.2       | -.1  | -.2   | -.1   | -     | 25,9   | 2,15 | 1,98 | -.3   | 1,76  | 6,86  | -                  | -              | 20          |
| Aço CA-60     | -.2       | -.2 | 26,3 | -.2   | 28,5 | 27,39 | -.2           | -.2       | -.1  | -.2   | -.1   | -     | 18,1   | 45,1 | 26,3 | -.3   | 28,46 | 29,49 | -                  | -              | 20          |
| Soma          | -.2       | -.2 | 23,0 | -.2   | 18,3 | 20,66 | -.2           | -.2       | -.1  | -.2   | -.1   | -     | 18,8   | 27,3 | 26,0 | 7,91  | 18,31 | 19,07 | 26,19              | 5              | 20          |
| Cimento       | 59,5      | -.1 | 30,8 | 255,1 | 97,9 | 110,9 | 86,1          | 45,2      | 36,5 | 109,8 | 135,4 | 82,61 | 76,6   | 45,2 | 34,3 | 151,9 | 112,7 | 84,13 | 33,11              | -              | 15          |
| Concreto      | 14,7      | 9,6 | 17,4 | 0,18  | 25,2 | 13,42 | 5,7           | 17,2      | -.1  | 15,91 | -.1   | 12,93 | 10,8   | 11,8 | 17,4 | 0,75  | 25,16 | 13,18 | 1,34               | 2              | 5           |
| Areia         | 31,8      | -.1 | -.6  | 86,8  | 40,6 | 47,46 | 24,6          | 29,7      | -.6  | 133,3 | 43,75 | 44,37 | 27,1   | 29,7 | 21,1 | 109,8 | 42,19 | 45,76 | 39,02              | -              | 15          |
| Argamassa     | -.1       | -.1 | -.1  | -.1   | 68,6 | -     | 103,0         | 87,5      | 40,4 | 152,1 | 85    | 93,6  | 103,1  | 87,5 | 40,4 | 152,1 | 73,24 | 91,25 | 101,94             | 5 <sup>5</sup> | 15          |
| Tijolo furado | -.6       | -.1 | 31,1 | 23,5  | -.3  | 27,3  | -             | 8,2       | 93,3 | 33,64 | 107,6 | 60,6  | 39,9   | 8,2  | 36,0 | 26,5  | -.3   | 27,64 | -                  | 8              | 10          |
| tijolo maciço | 48,6<br>6 | -.1 | 20,0 | 19,7  | -.3  | 29,46 | 43,5<br>4     | 15,2<br>3 | -.1  | 47,23 | 109,9 | 53,96 | 45,3   | 15,2 | 20,0 | 27,28 | -.3   | 26,94 | 12,73 <sup>4</sup> | 12             | 10          |

## Observações:

- (1) – Materiais não utilizados no período da análise;
- (2) – Resultados obtidos por que o estoque de aço em (VI) não foi computado;
- (3) – Resultados não obtidos, devido ao extravio de notas fiscais do insumo em análise;
- (4) – Resultados referentes à utilização de blocos ao invés de tijolos cerâmicos;
- (5) – Índice calculado para os revestimentos a base de argamassa e não para os insumos de forma específica;
- (6) – Resultado não considerado.

Fonte: Adaptado de Soibelman (1993).

Buscando entender as perdas encontradas no seu estudo, Soibelman (1993) destaca algumas causas identificadas nos canteiros de obras avaliados, como uma baixa preocupação quanto ao gerenciamento de materiais e o seguimento das especificações de projeto, a falta de controle no recebimento, procedimentos desajustados para transporte e precariedade no armazenamento dos materiais.

Ao fim da análise, Soibelman (1993) chega aos índices que as perdas influenciam no orçamento da obra. Entre as cinco obras estudadas, este valor ficou entre 5,06% a 11,62%.

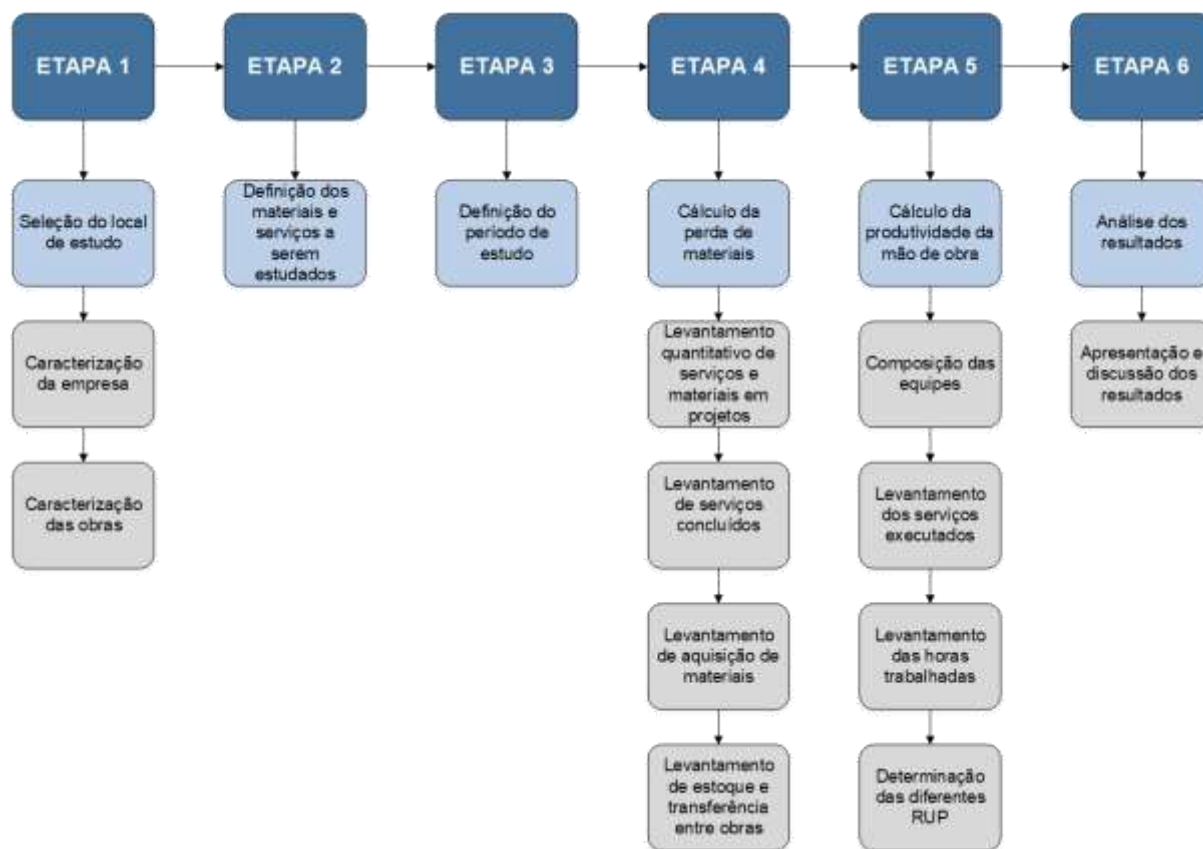
### 3 METODOLOGIA

Este trabalho refere-se a uma pesquisa alusiva à avaliação de perda de materiais e de produtividade na construção de edifícios residenciais multipavimentos. Este trabalho é caracterizado por um estudo de caso, que de acordo com Silva (2001), é uma pesquisa que caracteriza um estudo aprofundado de um ou poucos objetos de modo que se conceda um conhecimento global e detalhado relativo do tema estudado. Esta pesquisa é constituída por um estudo de caso realizado em dois canteiros de obras de edificações residenciais na cidade de Caxias do Sul – RS.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi dividida em seis etapas, apresentadas na Figura 6. Inicialmente foi realizada a seleção do estudo de caso, sendo caracterizada a empresa e as obras estudadas (etapa 1). Na sequência foram definidos os materiais e serviços avaliados (etapa 2), bem como o período de estudo (etapa 3). Para realizar o cálculo da perda de materiais, foram elaborados levantamentos quantitativos de serviços e materiais em projetos, de serviços concluídos, de aquisição de materiais, bem como de levantamentos de estoque e transferência entre obras (etapa 4). Para o cálculo da produtividade da mão de obra, foram apontadas as composições das equipes de trabalho e elaborados levantamentos de serviços executados, horas trabalhadas e determinação das diferentes RUP (etapa 5). E por fim, os resultados foram analisados, apresentados, comparados com estudos consolidados e discutidos (etapa 6).

Figura 6 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na cidade de Caxias do Sul que, segundo o IBGE (2013) tem estado em crescente populacional contínua desde o início da década de 1990, conforme apresentado na Tabela 6, tal fato é consequente da oferta de empregos na região, sendo estes na indústria e nos setores de serviços, que acabam por predominar na cidade (Tabela 7).

Tabela 6 – Crescimento da população de Caxias do Sul

| Ano  | População |
|------|-----------|
| 1991 | 290.925   |
| 1996 | 323.488   |
| 2000 | 360.419   |
| 2006 | 399.038   |
| 2010 | 435.564   |

Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

Tabela 7 – PIB relativo a cada atividade na cidade de Caxias do Sul

| <b>Atividade</b> | <b>PIB (R\$ milhões)</b> |
|------------------|--------------------------|
| Agropecuária     | 185.561                  |
| Indústria        | 7.714.761                |
| Serviços         | 8.353.629                |

Fonte: Adaptado de IBGE (2013).

### 3.2.1 Caracterização da empresa

A construtora e incorporadora onde foi desenvolvido o estudo de caso foi fundada em 2002. Com sede na cidade de Caxias do Sul – RS, denominada neste trabalho de Empresa A. Atua no mercado com elaboração de projeto arquitetônico, incorporação e construção de edifícios residenciais e comerciais. A incorporadora está ranqueada entre as 100 maiores construtoras do país pelo Ranking da Inteligência Empresarial da Construção (ITC) (2016), tendo 23 empreendimentos entregues até 2017 e quatro em construção, que juntos somam mais de 187.000 m<sup>2</sup> de área construída. A empresa conta com aproximadamente 120 funcionários diretos e com mais de 20 empresas terceirizadas.

#### 3.2.1.1 Caracterização das obras

##### **Obra A**

Situada em Caxias do Sul – RS a Obra A possui área de 29.438,66 m<sup>2</sup>, composta por 25 pavimentos, sendo 20 pavimentos tipo com oito apartamentos por andar e um pavimento composto por oito apartamentos com terraço, totalizando 168 apartamentos, além de possuir quatro pavimentos de estacionamento e sete lojas térreas com mezanino. A construção do empreendimento foi iniciada em dezembro de 2014 e sua conclusão está prevista para junho de 2019.

A estrutura do edifício está sendo executada em concreto armado moldado *in loco* e paredes de alvenaria sem fim estrutural. O revestimento das paredes, internas e externas, é executado com argamassa estabilizada e industrializada média e acabamento em textura cimentícia projetada com pintura.

As Figuras 7 (a) e (b) apresentam maquetes digitais do empreendimento denominado Obra A, tendo uma vista perspectiva das fachadas sul e leste na Figura

7 (a) e das fachadas oeste e sul na Figura 7 (b). A Figura 8 apresenta uma planta humanizada do pavimento tipo da Obra A.

Figura 7 – Maquete eletrônica da Obra A  
(a) (b)



Fonte: Empresa A (2014).

Figura 8 – Planta humanizada pavimento tipo da Obra A



Fonte: Empresa A (2014).



A evolução física da obra A medida até o mês de março de 2018 está apresentada no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Evolução física da obra A até o mês de março de 2018



Fonte: Empresa A (2018).

### Obra B

A obra B possui área de 14.503,60 m<sup>2</sup> composta por 21 pavimentos, sendo dois subsolos, pavimento térreo que possui cinco lojas com mezanino, dois pavimentos de estacionamento, terraço com oito apartamentos estúdio e 14 pavimentos tipos com 10 apartamentos estúdio por andar, totalizando 148 apartamentos. O empreendimento está sendo edificado na cidade de Caxias do Sul – RS. A construção do empreendimento foi iniciada em janeiro de 2015 e sua conclusão está prevista para fevereiro de 2019.

A estrutura do edifício está sendo executada em concreto armado moldado *in loco* e paredes em alvenaria sem fim estrutural. O revestimento das paredes internas e externas é executado com argamassa estabilizada e industrializada média, com acabamento em textura cimentícia projetada com pintura, detalhe para as fachadas norte e sul da torre que são compostas por pele de vidro refletivo.

A Figura 9 apresenta a maquete digital do empreendimento denominado Obra B, tendo uma vista perspectiva das fachadas sul e oeste. A Figura 10 apresenta uma planta humanizada do pavimento tipo da Obra B.

Figura 9 – Maquete eletrônica da Obra B



Fonte: Empresa A (2014).

Figura 10 – Planta humanizada pavimento tipo da Obra B



Fonte: Empresa A (2014).

A evolução física da obra B medida até o mês de março de 2018 está apresentada no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Evolução física da obra B até o mês de março de 2018



Fonte: Empresa A (2018).

### 3.3 MATERIAIS E SERVIÇOS A SEREM ESTUDADOS

Para a determinação dos serviços e materiais a serem estudados, foram considerados os seguintes critérios:

- Período de estudo: o período de estudo deve coincidir com a execução dos serviços e materiais avaliados;
- Estudos consolidados: apontam índices relevantes quanto à perda de alguns materiais, fazendo deste, um critério a ser levado em conta.

#### 3.3.1 Escolha dos materiais e serviços

Devido ao cronograma das obras avaliadas, optou-se por realizar o estudo de produtividade e perda de materiais para o serviço de alvenaria de vedação em ambas as obras. Quanto ao estudo de produtividade e perda de materiais para o serviço de revestimento argamassado interno, optou-se por realizá-lo apenas na obra A.

O Quadro 6 apresenta os materiais utilizados para execução dos serviços de alvenaria de vedação interna e externa e revestimento argamassado interno, bem como a determinação dos materiais que foram avaliados, na obra A e na obra B.

Quadro 6 – Materiais utilizados para execução dos serviços analisados

| Serviço  | Materiais utilizados   |  | Material avaliado |
|--|--|--|-------------------|
|  | Obra A   | Obra B   |                   |
| Execução de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos    | Bloco cerâmico estrutural: família 09, família 11,5, família 14 e família 19*  | Bloco cerâmico estrutural: família 09, família 14 e família 19*  | <b>Sim</b>        |
|  | Argamassa de assentamento: argamassa grossa industrializada (ensacada), argamassa feita em obra com cimento, cal hidratada e areia regular | Argamassa de assentamento: argamassa grossa industrializada (ensacada), argamassa feita em obra com cimento, cal hidratada e areia regular | <b>Não</b>        |
|  | Amarração estrutura de concreto armado x alvenaria: Argamassa polimérica; Tela de amarração, pino e arruela                                | Amarração estrutura de concreto armado x alvenaria: Argamassa polimérica; Tela de amarração, pino e arruela                                | <b>Não</b>        |
| Execução de revestimento argamassado de paredes internas | Chapisco convencional: cimento CP-II e areia grossa  | -  | <b>Não</b>        |
|  | Chapisco adesivo   | -  | <b>Não</b>        |
|  | Tela de aço galvanizada  | -  | <b>Não</b>        |
|  | Argamassa de revestimento: argamassa média industrializada (ensacada) e argamassa estabilizada   | -  | <b>Sim</b>        |

\* Família de blocos cerâmicos: conjunto de componentes necessários para a execução de alvenarias, que possuem como característica comum a largura.

Fonte: Empresa A (2018).

Devido à logística dos canteiros de obra estudados, os materiais utilizados para argamassa de assentamento e amarração da alvenaria com a estrutura de concreto armado foram excluídos, por serem de difícil rastreabilidade. Problemas como a alteração dos materiais utilizados para amarração da alvenaria no decorrer da obra, e a utilização de materiais comuns a outros serviços como cimento e areia para execução de serviços como chapisco convencional e contrapiso de regularização motivaram esta escolha.

A partir destas determinações definiu-se que para o serviço de alvenaria de vedação, foram avaliados apenas os blocos cerâmicos e para o serviço de

revestimento argamassado interno de paredes, foi analisada a argamassa industrializada e estabilizada (ver item 3.4.1).

### **3.3.2 Período de estudo**

Foram adotados diferentes períodos de estudo para as análises da perda de materiais e produtividade. Para o estudo da perda de materiais, foi considerado o período desde o início das obras, sendo para a obra A dezembro de 2014 e para a obra B janeiro de 2015, até o mês de março de 2018.

Os dados utilizados para o estudo da produtividade contemplam o período de abril de 2017 a janeiro de 2018 que coincide com a execução dos serviços de alvenaria de vedação interna e externa nas obras A e B e de revestimento argamassado interno na obra A.

## **3.4 CÁLCULO DA PERDA DE MATERIAIS**

### **3.4.1 Levantamento quantitativo de serviços e materiais em projeto**

Partindo do levantamento de dados baseado nos projetos arquitetônicos para quantificação de revestimento argamassado interno e de paginação de alvenaria para quantificação de alvenaria de vedação, foram obtidas as quantidades de serviço e os consumos teoricamente necessários de materiais para a execução de uma unidade de serviço.

Este levantamento que determinou a quantidade de materiais teoricamente necessária ( $CUM_{\tau}$ ), foi elaborado considerando perda nula, ou seja, não foram adotados coeficientes para perdas incorporadas ou por entulho. Foi mensurada apenas a área útil tanto de alvenaria quanto de revestimento argamassado interno, portanto, quaisquer vãos foram descontados.

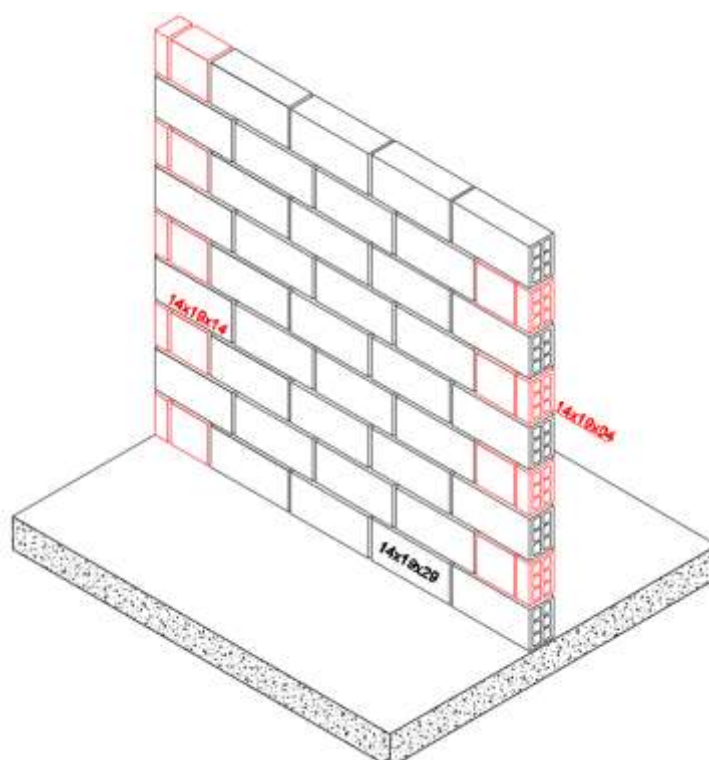
Para o consumo de argamassa para revestimento de paredes internas, o cálculo do  $CUM_{\tau}$  foi realizado com a informação da espessura do revestimento argamassado no projeto arquitetônico e com o rendimento em quilogramas obtido nos catálogos técnicos dos fornecedores de argamassa.

Devido à utilização de dois tipos de argamassa de revestimento ao longo da obra, onde a argamassa estabilizada possui unidade de medida em metro cúbico e

argamassa industrializada cuja unidade de medida é quilogramas, foi necessário realizar a conversão do volume de argamassa estabilizada para quilogramas. Visto que, em bibliografias, o consumo de argamassa de revestimento se dá em quilogramas, possibilitando assim, uma comparação com estudos já consolidados. Esta conversão foi realizada através da densidade informada nos catálogos técnicos dos fornecedores de argamassa.

Quanto aos cálculos de consumos unitários de blocos cerâmicos, tanto teórico, como real, devido à utilização de blocos cerâmicos com especificações distintas dos projetos de paginação de alvenaria, foi realizada uma ponderação pela sua área. O exemplo esquemático apresentado na Figura 11, destaca os blocos cerâmicos com dimensões de altura e comprimento diferentes de 19 e 29 cm. Esses blocos cerâmicos são submetidos à cálculos de ponderação de área.

Figura 11 – Exemplo de blocos cerâmicos submetidos ao cálculo de ponderação de área



Fonte: Elaborado pelo autor.

No cálculo de ponderação realizado, foi tomada como base a dimensão de bloco cerâmico com maior utilização nas obras, que é o bloco inteiro, independente

da sua espessura, ele possui dimensões de 19 cm de altura por 29 cm de comprimento e foram ponderados os outros blocos para esta dimensão (Equação 4). A partir deste cálculo foi obtido um valor percentual de área de bloco.

$$Ponderação (\%) = \left( \frac{h_{bloco}}{19} \times \frac{c_{bloco}}{29} \right) \times 100 \quad (4)$$

Onde:

$h_{bloco}$  = altura do bloco a ser ponderado

$c_{bloco}$  = comprimento do bloco a ser ponderado

A especificação dos materiais estudados, bem como o serviço em que são utilizados e em qual obra foram estudados, está disposta no Quadro 7. Os Apêndices K e L apresentam os cálculos da ponderação de blocos cerâmicos na obra A e os Apêndices O e P para a obra B.

Quadro 7 – Dimensões dos blocos utilizados nas obras A e B

| <b>Obra</b>                | <b>Serviço</b>       | <b>Material</b> | <b>Especificação do material</b> |
|----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------------|
| Obra A                     | Alvenaria de vedação | Bloco cerâmico  | 09x19x29                         |
|                            |                      |                 | 09x19x19 - 2/3                   |
|                            |                      |                 | 09x19x29                         |
|                            |                      |                 | 09x19x19 - 2/3                   |
|                            |                      |                 | 09x19x14                         |
|                            |                      |                 | 14x10x29 canaleta u baixo        |
|                            |                      |                 | 14x19x04 compensador 04          |
|                            |                      |                 | 14x19x09 compensador 09          |
|                            |                      |                 | 14x19x14 meio bloco              |
|                            |                      |                 | 14x19x21 bloco especial 21       |
|                            |                      |                 | 14x19x24 bloco especial 24       |
|                            |                      |                 | 14x19x29                         |
|                            |                      |                 | 14x19x29 canaleta u alto         |
|                            |                      |                 | 14x19x44 bloco e meio            |
|                            |                      |                 | 19x09x29 meio bloco horizontal   |
|                            |                      |                 | 19x10x29 canaleta u baixo        |
|                            |                      |                 | 19x19x09 compensador 09          |
|                            |                      |                 | 19x19x21 bloco especial 21       |
| 19x19x24 bloco especial 24 |                      |                 |                                  |

|        |                                  |                |                                |
|--------|----------------------------------|----------------|--------------------------------|
|        |                                  |                | 19x19x29                       |
|        |                                  |                | 19x19x29 canaleta u alto       |
|        | Revestimento argamassado interno | Argamassa      | Argamassa estabilizada         |
|        |                                  |                | Argamassa industrializada      |
| Obra B | Alvenaria de Vedação             | Bloco cerâmico | Bloco vedação light 09x19x29   |
|        |                                  |                | Bloco vedação light 09x19x19   |
|        |                                  |                | 14x19x04 compensador 04        |
|        |                                  |                | 14x19x21 bloco especial 21     |
|        |                                  |                | 14x19x29                       |
|        |                                  |                | 14x19x29 canaleta u alto       |
|        |                                  |                | 14x19x44 bloco e meio          |
|        |                                  |                | 19x09x29 meio bloco horizontal |
|        |                                  |                | 19x10x29 canaleta u baixo      |
|        |                                  |                | 19x19x09 compensador 09        |
|        |                                  |                | 19x19x21 bloco especial 21     |
|        |                                  |                | 19x19x24 bloco especial 24     |
|        |                                  |                | 19x19x29                       |
|        |                                  |                | 19x19x29 canaleta u alto       |

Fonte: Empresa A (2017).

Apesar da paginação e a compra dos blocos cerâmicos, nas obras estudadas, não possuem apenas uma especificação de bloco, através dessa ponderação, foi possível chegar a um número absoluto de blocos para executar um metro quadrado de alvenaria de vedação.

### 3.4.2 Levantamento de serviços concluídos

Para identificar a quantidade de serviço concluída, foi cruzada a quantidade de serviço a ser executado, especificada no item 3.4.1, com o percentual de evolução física para estes serviços. As planilhas com informações da evolução física da obra, foram extraídas do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) utilizado pela empresa. Estas planilhas de evolução física são compostas por serviços e estes serviços são segregados por pavimentos, sendo possível identificar a quantidade total de serviço executado em cada pavimento.

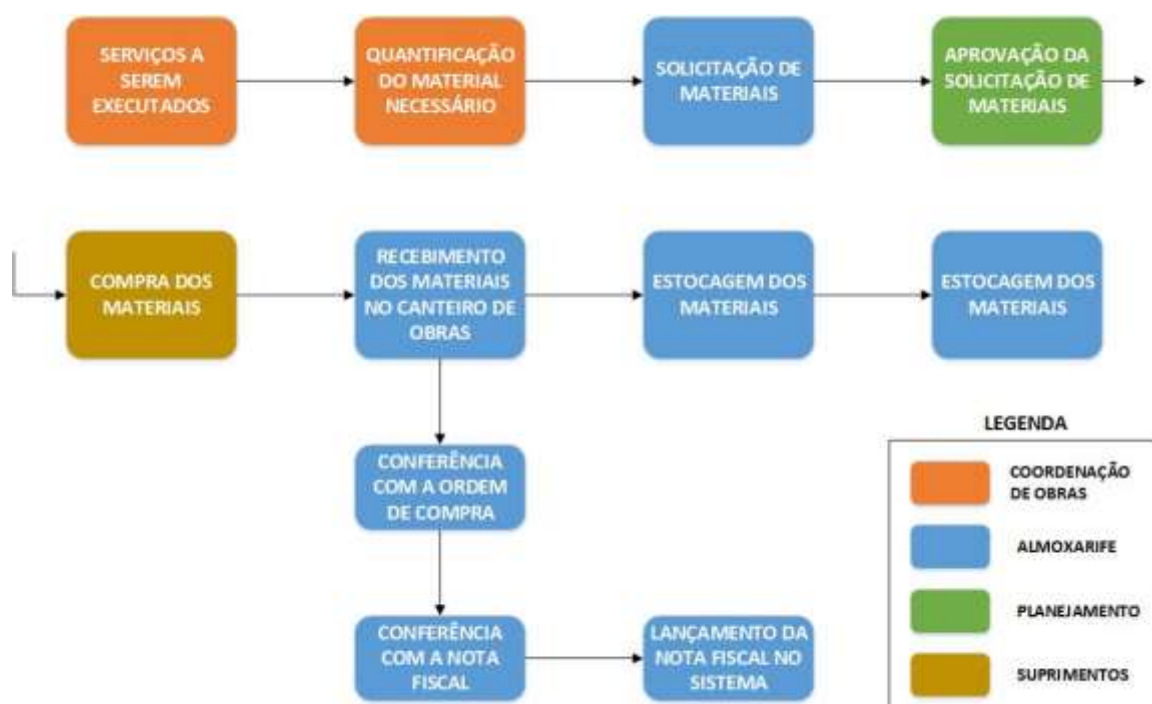


### 3.4.3 Levantamento de aquisição de materiais

Para quantificação dos materiais utilizados, foi gerado no sistema ERP da empresa um relatório de todas as solicitações de materiais que foram efetivadas para cada obra, ou seja, foram obtidos três relatórios, sendo para a obra A um relatório que se refere à apropriação de materiais para o serviço alvenaria de vedação e o segundo para revestimento argamassado interno e, para a obra B, um relatório referente aos materiais comprados para execução da alvenaria de vedação.

Os dados presentes nestes relatórios são obtidos através da quantidade de materiais solicitados, que estava de acordo com a quantidade de materiais recebida em obra, pois esta foi conferida com a nota fiscal e lançada no mesmo sistema ERP pelo almoxarife da obra. A Figura 12 apresenta este fluxo.

Figura 12 – Fluxo de compra de materiais



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4.4 Levantamento de estoque e transferência de blocos cerâmicos

Foi realizado um levantamento *in loco* dos materiais estocados no canteiro de obras, onde foram verificados locais como o almoxarifado, local de execução dos serviços ou outros locais que poderiam ter estoque dos materiais estudados.

As transferências de materiais entre obras também foram consideradas, sendo subtraída a quantidade de materiais que saiu do canteiro de obras e somada a quantidade recebida de outras obras. Esta constatação foi realizada através de planilhas de controle de transferência de materiais entre obras, já implantadas pela empresa, onde há registros das obras de origem e destino, data, especificação do material e a quantidade transferida. Foram consideradas as transferências de materiais entre obras desde o início das obras até o mês de março de 2018.

### 3.4.5 Perda unitária de materiais

Para a identificação das perdas de materiais, foram calculados dois consumos de materiais, sendo calculado o consumo unitário de material teoricamente necessário ( $CUM_T$ ) e o consumo unitário real ( $CUM_R$ ). Posteriormente, foi calculada a diferença destes dois consumos, que conforme proposto por Souza (2005), define a perda unitária de materiais. O  $CUM_T$  está apresentado na Equação 5 e o  $CUM_R$  na Equação 6.

$$CUM_T = \frac{\text{Qtde de materiais especificada em projeto}}{\text{Quantidade de Serviço}} \quad (5)$$

$$CUM_R = \frac{\text{Qtde. de materiais comprados + transf. por recebimento - transf. por saídas}}{\text{Quantidade de Serviço}} \quad (6)$$

O cálculo do  $CUM_T$  para blocos cerâmicos foi realizado por amostragem. Sendo a amostra, um pavimento tipo, visto que este representa de 53,42% da área construída da obra A e 50,74% da área construída da obra B. Para a quantificação foi inicialmente levantado o consumo de blocos por m<sup>2</sup> por tipo (14x19x29, canaleta, compensadores e etc), este levantamento foi realizado a partir dos projetos de paginação de alvenaria (Anexos A ao N) fornecidos pela empresa. De posse do consumo de cada tipo de bloco por m<sup>2</sup>, posteriormente foi realizada a ponderação das dimensões dos blocos obtendo-se um consumo nominal de blocos da dimensão 19x29 (altura x comprimento).

O cálculo do  $CUM_T$  de argamassa de revestimento foi obtido através da espessura do revestimento especificada no projeto arquitetônico e do consumo unitário deste material, conforme catálogos técnicos dos fabricantes.

A  $CUM_R$  foi calculada através do consumo unitário real de blocos cerâmicos e de argamassa para revestimento por unidade de serviço. As etapas adotadas para alcançar este resultado estão explicadas nos itens 3.4.1 ao 3.4.4.

A diferença do consumo  $CUM_R$  para o  $CUM_T$  é entendida como a perda unitária de materiais. No estudo de perda de argamassa foi calculada a diferença em quilogramas de argamassa utilizada para a execução de um metro quadrado de serviço com a quantidade teoricamente necessária. No estudo de blocos cerâmicos foi realizada uma ponderação dos blocos cerâmicos para obter uma perda em número absoluto de blocos por metro quadrado.

Para a coleta de dados referente aos serviços de alvenaria de vedação interno e externo e revestimento argamassado interno, foram utilizadas as plantas baixas e projetos de paginação apresentados do anexo A ao H.

### 3.5 CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Para avaliação da produtividade, foram consideradas a  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$ , descritas por Souza (2006), dentro do período estudado.

Para calcular a produtividade, foram utilizados dados históricos disponibilizados pela construtora. A construtora alimenta uma planilha de medição de produtividade mensal com fins de bonificação de funcionários. A composição das equipes é determinada pelo coordenador de mão de obra e pelo mestre de obras, sendo esta a composição adotada nesse estudo.

#### 3.5.1 Composição das Equipes

A composição de equipes de trabalho é função do coordenador de mão de obra. Após selecionar as equipes que foram avaliadas neste estudo, tanto para a obra A como para a obra B, foram identificadas as quantidades de oficiais e mão de obra direta em cada equipe.

Neste trabalho foram avaliadas apenas os oficiais e a mão de obra direta. A mão de obra global não foi avaliada devido à sua atuação de apoio em serviços que não foram contemplados neste estudo, tornando-a irrastrável.

### **3.5.2 Levantamento dos serviços executados**

O levantamento da quantidade de serviços, foi realizado através de dados históricos, obtidos em planilhas de medição de funcionários próprios da empresa. Estas planilhas são preenchidas mensalmente e dispõem de informações como a equipe de trabalho, obra de atuação e quantidade de serviço executada no período.

Atualmente, a empresa utiliza essas planilhas apenas para a bonificação de funcionários, no caso de atingirem a sua meta de produtividade, não sendo utilizados estes dados para controle e acompanhamento da produtividade das equipes de trabalho.

### **3.5.3 Levantamento das horas trabalhadas**

O primeiro critério para escolha das equipes avaliadas, foi a atuação da equipe estudada em apenas uma obra, ao longo de um mês. O segundo critério foi a não existência da execução de algum serviço paralelo ao serviço avaliado neste trabalho, pela equipe estudada.

Desta forma, foi possível rastrear através do número de dias trabalhados no mês e multiplicado pela quantidade de horas trabalhadas diariamente. As horas de descanso foram descontadas, sendo consideradas somente as horas de trabalho em campo.

Na determinação das horas trabalhadas referentes ao serviço de alvenaria de vedação, houve uma limitação, as planilhas utilizadas pela empresa não possibilitam o rastreamento das horas trabalhadas por espessuras de alvenaria, sendo elas de 14 ou 19 cm, tal fato impõe uma limitação quanto a rastreabilidade das horas trabalhadas. Para realizar uma comparação o mais próximo possível da realidade, foi adotado um coeficiente obtido através da razão da produtividade entre os serviços de assentamento de alvenaria de vedação com espessura de 19 cm e com espessura de 14 cm. De acordo com o TCPO – 14 (Pini, 2012), esta razão corresponde a 5,33% de tempo a mais na execução de alvenaria com espessura de 19 cm.

### 3.5.4 Determinação das diferentes RUP

Neste trabalho foram analisadas três tipos de RUP, sendo elas a  $RUP_{per}$ , a  $RUP_{cum}$  e a  $RUP_{pot}$ . A partir destes cálculos de RUP, foi possível analisar as produtividades em âmbitos periódicos, cumulativos e ideais. As RUP calculadas se referem apenas à  $RUP_{of}$ , sendo descrita a composição de cada equipe, porém não foram apresentados os cálculos da  $RUP_{dir}$ .

Foi adotado um período mensal de coleta de dados para o cálculo da  $RUP_{per}$ , em que foi considerado todo o serviço executado por cada equipe avaliada e o total de horas trabalhadas em determinado mês.

A  $RUP_{cum}$  foi calculada com dados desde o começo até o término do período de estudo.

E por fim, foi determinada a  $RUP_{pot}$  para cada obra e para a empresa, com finalidade de utilizar este valor como meta para produtividade.

Devido às delimitações presentes na realização deste estudo, para o cálculo da  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$ , as amostras coletadas nos Gráficos 10 ao 15, foram determinados de forma que possibilitou uma linearidade nas informações. Foram sequenciadas as equipes atuantes no primeiro mês, após as equipes atuantes no segundo mês e assim sucessivamente. Estes dados estão discriminadas nos Apêndices U, V e X.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados estão apresentados na sequência deste trabalho, da seguinte forma: 1) resultados do estudo das perdas de materiais para os serviços de alvenaria de vedação e revestimento argamassado interno; 2) resultado do estudo de produtividade para os serviços de alvenaria de vedação e revestimento argamassado interno; 3) comparativo entre os indicadores encontrados nas duas obras estudadas e com estudos consolidados.

### 4.1 RESULTADOS DE PERDAS DE MATERIAIS

#### 4.1.1 Alvenaria de vedação

Neste item, estão expostos o levantamento quantitativo de serviços de alvenaria, obtidos nos projetos de paginação de alvenaria, bem como o levantamento de serviços executados, segregados pela espessura das paredes, a quantidade total de blocos cerâmicos comprados para execução de alvenaria de vedação, a quantidade de blocos cerâmicos estocados e transferidos entre obras da mesma empresa, a determinação da perda de blocos cerâmicos por metro quadrado de alvenaria executado e a comparação da  $CUM_R$  com a  $CUM_T$ .

##### 4.1.1.1 Levantamento quantitativo de serviços em projeto

As Tabela 8 e Tabela 9 apresentam um levantamento quantitativo do serviço de alvenaria por espessura de bloco, obtido em projeto de racionalização de alvenaria para as obras A e B, respectivamente.

Tabela 8 – Quantitativo de serviços de alvenaria de vedação para a obra A

| <b>Tipo de alvenaria por espessura</b> | <b>Total projetado (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Participação sobre o total</b> |
|--|--|-----------------------------------|
| Alvenaria 09 cm                        | 1659,17                                | 7,52%                             |
| Alvenaria 11,5 cm                      | 1151,14                                | 5,22%                             |
| Alvenaria 14 cm                        | 10211,63                               | 46,26%                            |
| Alvenaria 19 cm                        | 9050,18                                | 41,00%                            |
| <b>Total projetado</b>                 | <b>22072,12</b>                        | <b>100,00%</b>                    |

Fonte: Empresa A (2018).

Tabela 9 – Quantitativo de serviços de alvenaria de vedação para a obra B

| <b>Tipo de alvenaria por espessura</b> | <b>Total projetado (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Participação sobre o total</b> |
|--|--|-----------------------------------|
| Alvenaria 09 cm                        | 2767,74                                | 28,10%                            |
| Alvenaria 14 cm                        | 2745,45                                | 27,88%                            |
| Alvenaria 19 cm                        | 4334,87                                | 44,02%                            |
| <b>Total executado</b>                 | <b>9848,06</b>                         | <b>100,00%</b>                    |

Fonte: Empresa A (2018).

As planilhas utilizadas para quantificação dos serviços de alvenaria de vedação em projeto, para as obras A e B, estão apresentadas, respectivamente, nos Apêndices A e B.

#### 4.1.1.2 Levantamento de serviços concluídos

A quantidade total de alvenaria de vedação concluída na obra A é de 16.646,50 m<sup>2</sup>, o que equivale a 75,42% do total de alvenaria a executar nesta obra. No apêndice C está apresentada a planilha de coleta de dados referente ao serviço de alvenaria de vedação concluído na obra A.

Na obra B, o total de alvenaria de vedação concluída é de 7.036,75 m<sup>2</sup>, o que equivale a 71,45% do total de alvenaria a executar nesta obra. A planilha de coleta de dados referente ao serviço de alvenaria de vedação concluído na obra B está apresentada no apêndice D.

#### 4.1.1.3 Levantamento de aquisição de blocos cerâmicos

Na obra A foi comprada uma quantidade de 390.128 blocos cerâmicos que são utilizados no serviço de alvenaria de vedação. A planilha com a especificação dos blocos cerâmicos comprados está apresentada no Apêndice E deste trabalho.

Para a obra B foi comprada uma quantidade de 158.980 blocos cerâmicos que são utilizados no serviço de alvenaria de vedação. A planilha com a especificação dos blocos cerâmicos comprados está apresentada no Apêndice F deste trabalho.

#### 4.1.1.4 Levantamento de estoque e transferência de blocos cerâmicos

No levantamento de blocos cerâmicos realizado ao final do período de estudo no canteiro da obra A, foi constatada a quantidade de 18.247 blocos cerâmicos estocados. Ao longo da obra houve apenas duas transferências de blocos cerâmicos, sendo ambas, saídas de material, na quantidade de 300 blocos 19x09x29 e 100 blocos 14x19x29 Canaleta U Alto e nenhum bloco foi recebido.

Este levantamento de blocos estocados e transferidos está discriminado na planilha de coleta de dados disponível no apêndice G. O registro fotográfico dos blocos estocados na obra A está apresentado na Fotografia 01.

Fotografia 1 – Estoque de blocos cerâmicos 14x19x29 na obra A



Fonte: Registrada pelo autor.

No levantamento de blocos cerâmicos realizado ao final do período de estudo no canteiro da obra B, foi constatada a quantidade de 9.443 blocos cerâmicos estocados. O levantamento de blocos cerâmicos estocados na obra B está discriminado na planilha de coleta de dados disponível no Apêndice H. O registro fotográfico dos blocos estocados na obra B é apresentado na Fotografia 2.

Na obra B, não houve nenhuma transferência de blocos cerâmicos.



Fotografia 2 – Estoque de blocos cerâmicos 09x19x29 na obra B



Fonte: Registrada pelo autor.

#### 4.1.1.5 Perdas unitárias de blocos cerâmicos

A planilha que apresenta o  $CUM_T$  de blocos cerâmicos para a obra A está disponível no Apêndice I e a planilha que apresenta o  $CUM_R$  de blocos cerâmicos também para a obra A está apresentada no Apêndice J.

Os Apêndices K e L apresentam o  $CUM_T$  e o  $CUM_R$  com as ponderações dos blocos cerâmicos em função de sua área, para a obra A. Sendo a planilha do Apêndice K a ponderação dos blocos a serem utilizados de acordo com o consumo teórico e a planilha do Apêndice L a ponderação da quantidade real de blocos utilizados no canteiro de obras.

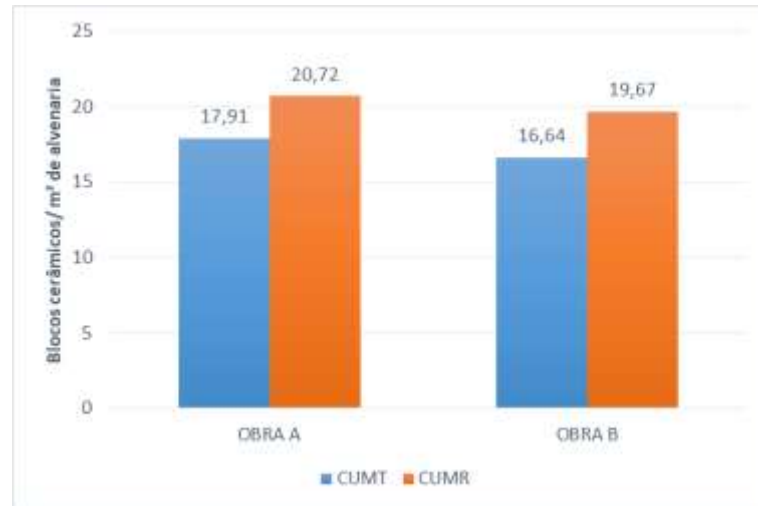
A planilha que apresenta o  $CUM_T$  de blocos cerâmicos para a obra B está disponível no Apêndice M e planilha que apresenta o  $CUM_R$  de blocos cerâmicos também para a obra B está apresentada no Apêndice N.

Os apêndices O e P apresentam o  $CUM_T$  e o  $CUM_R$  com as ponderações dos blocos cerâmicos em função de sua área, para a obra B. Sendo a planilha do Apêndice O a ponderação dos blocos a serem utilizados de acordo com o consumo teórico e a planilha do Apêndice P a ponderação da quantidade real de blocos utilizados no canteiro de obras.

#### 4.1.1.6 Discussão dos resultados referente às perdas de materiais no serviço de alvenaria de vedação

O Gráfico 6 apresenta uma síntese comparativa dos consumos unitários encontrados de blocos cerâmicos no serviço de alvenaria de vedação.

Gráfico 6 – Síntese do CUM<sub>T</sub> e CUM<sub>R</sub> para blocos cerâmicos



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados obtidos no Gráfico 6, foram realizados os cálculos de perda unitária de blocos cerâmicos. Estes valores unitários e percentuais de perda em cada obra estudada estão apresentados no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Perda unitária de blocos cerâmicos nas obras estudadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da comparação entre o  $CUM_T$  e o  $CUM_R$ , na obra A, foi possível adotar um valor de perda para os blocos cerâmicos com dimensões de 19 cm de altura e 29 cm de comprimento, conforme cálculo de ponderação apresentado no item 3.4.5. O valor do  $CUM_T$  é de 17,91 blocos cerâmicos por metro quadrado de alvenaria executada e o  $CUM_R$  é de 20,72 blocos para cada metro quadrado de alvenaria executada. A perda de blocos em um metro quadrado de serviço executado é igual a 2,81 blocos cerâmicos. Em termos percentuais, a obra A apresentou uma perda de 15,69% de blocos cerâmicos.

A partir desta comparação entre o  $CUM_T$  e o  $CUM_R$ , na obra B, foi possível adotar um valor de perda para os blocos cerâmicos com dimensões de 19 cm de altura e 29 cm de comprimento, conforme cálculo de ponderação apresentado no item 3.4.5. O valor do  $CUM_T$  é de 16,64 blocos cerâmicos por metro quadrado de alvenaria executada e o  $CUM_R$  é de 19,67 blocos para cada metro quadrado de alvenaria executada. A perda de blocos em um metro quadrado de serviço executado é igual a 3,03 blocos cerâmicos. Em termos percentuais, a obra B apresentou uma perda de 18,21% de blocos cerâmicos.

#### **4.1.2 Revestimento argamassado interno**

Neste item, são discriminados o levantamento quantitativo de serviços de revestimento argamassado interno, obtido em projeto arquitetônico, bem como o levantamento de serviços executados, a quantidade total de argamassa para revestimento interno comprada e a quantidade de argamassa estocada e transferida entre obras da mesma empresa. Foi determinado o consumo unitário de argamassa por metro quadrado de revestimento argamassado de paredes executado e a comparação da  $CUM_R$  com a  $CUM_T$ . Os resultados apresentados referem-se apenas a obra A, conforme Quadro 6 (item 3.3.1).

##### **4.1.2.1 Levantamento de serviço em projetos**

A quantidade de serviços de revestimento argamassado interno quantificada em projetos, para a obra A, é de 43.580,68 m<sup>2</sup>. O Apêndice Q apresenta a planilha de coleta de dados com os quantitativos deste serviço.

#### 4.1.2.2 Levantamento de serviços executados

A quantidade total de revestimento argamassado interno concluído na obra A é de 21.079,64 m<sup>2</sup>, o equivalente a 48,37% do total de revestimento argamassado interno a executar nesta obra. No Apêndice R está apresentada a planilha de coleta de dados referente ao serviço revestimento argamassado interno concluído.

#### 4.1.2.3 Levantamento de aquisição de argamassa

Devido à utilização de dois tipos de argamassa para revestimento de paredes, ao longo da obra A, foi realizada uma conversão de toda a quantidade para a unidade de quilogramas. A Tabela 10 apresenta a quantidade total comprada, a conversão da argamassa estabilizada para quilogramas e o percentual de utilização para cada especificação de argamassa.

Tabela 10 – Total argamassa comprada para a Obra A

| <b>Especificação da argamassa</b> | <b>Unidade</b> | <b>Quantidade comprada</b> | <b>Quantidade convertida (kg)</b> | <b>Percentual de utilização</b> |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Argamassa industrializada média   | kg             | 99100                      | 99100,00                          | 10,38%                          |
| Argamassa estabilizada            | m <sup>3</sup> | 689,94 <sup>1</sup>        | 855549,50                         | 89,62%                          |
| <b>Total</b>                      | <b>kg</b>      | -                          | <b>954649,50</b>                  | -                               |

Observações:

- (1) Para conversão de unidades, foram utilizados os dados dos diferentes fornecedores de argamassa estabilizada.

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.1.2.4 Levantamento de estoque e transferência de argamassa industrializada

No momento em que foi realizado o levantamento *in loco* não foi constatada a existência de argamassa industrializada ou estabilizada em estoque, depósito ou em qualquer outro local do canteiro de obras. A quantidade transferida de argamassa industrializada média entre obras também é nula.

#### 4.1.2.5 Perdas unitárias de argamassa para revestimento de paredes

O  $CUM_T$  de argamassa para revestimento de paredes, segundo a especificação técnica de seu fabricante é de 17 quilogramas de argamassa para revestir um metro quadrado de parede com espessura de 10 mm. No caso da obra A, a especificação, em projeto arquitetônico, da espessura de revestimento argamassado interno, é de 20 mm, tendo assim, um  $CUM_T$  de 34 quilogramas de argamassa por metro quadrado de revestimento argamassado de parede.

A Tabela 11 apresenta o  $CUM_R$  de argamassa em quilogramas por metro quadrado de parede revestida.

Tabela 11 – Consumo unitário de argamassa para revestimento interno de paredes na obra A

| <b>Revestimento argamassado interno</b> | <b>Quantidade executada (m<sup>2</sup>)</b> | <b><math>CUM_R</math> de argamassa utilizada (kg)</b> | <b><math>CUM_T</math> de argamassa utilizada (kg)</b> | <b><math>CUM_R</math> (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|---|---|---|---|--|
| Total                                   | 21079,64                                    | 954649,50   | 716707,76   | 45,29  |

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.1.2.6 Discussão dos resultados referente às perdas de materiais no serviço de revestimento argamassado interno

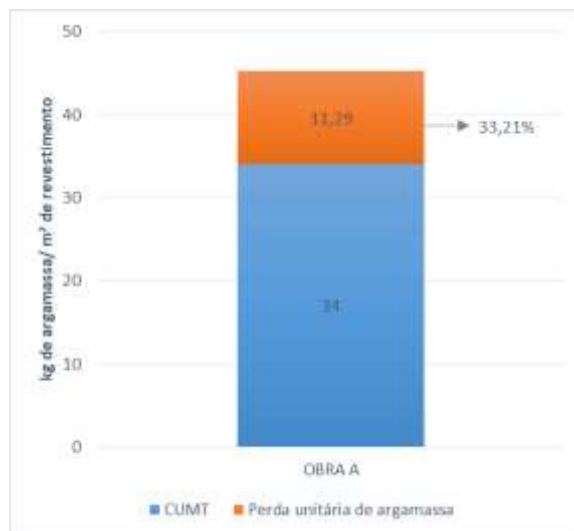
O Gráfico 8 apresenta uma síntese comparativa dos consumos unitários encontrados para argamassa utilizada no serviço de revestimento de paredes.

Gráfico 8 – Síntese do CUM<sub>T</sub> e CUM<sub>R</sub> para argamassa de revestimento interno

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados obtidos no Gráfico 8, foram realizados os cálculos de perda unitária de argamassa para revestimento de paredes. Estes valores unitários e percentuais de perda para a obra A estão apresentados no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Perda unitária de argamassa de revestimento na obra A



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da comparação entre o CUM<sub>T</sub> e o CUM<sub>R</sub>, na obra A, foi possível adotar um valor de perda unitária para argamassa de revestimento. O valor do CUM<sub>T</sub> é de 34 kg/m<sup>2</sup> de revestimento executado e o CUM<sub>R</sub> é de 45,29 kg/m<sup>2</sup> de revestimento executado. A perda de argamassa em um metro quadrado de serviço executado é

igual a 11,29 kg de argamassa. Em termos percentuais, a obra A apresentou uma perda de 33,21% de argamassa para revestimento de paredes internas.

## 4.2 RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

### 4.2.1 Alvenaria de vedação

Neste item, está exposta a composição das equipes, o levantamento de serviços executados pelas equipes de trabalho e a quantidade de horas trabalhadas no período avaliado, para o serviço de alvenaria de vedação na obra A e na obra B. Após a apresentação destes dados, são apresentados os cálculos das  $RUP_{cum}$ ,  $RUP_{per}$  e  $RUP_{pot}$ , para cada equipe, cada obra e de forma global, para a empresa.

#### 4.2.1.1 Composição das equipes

O Quadro 8 apresenta a composição das equipes, que atuaram no serviço de alvenaria de vedação, em oficiais e mão de obra direta, bem como em qual obra atuam. O número de mão de obra direta pode ser um número decimal, visto que um funcionário de mão de obra direta pode auxiliar em atividades de mais que uma equipe simultaneamente.

Quadro 8 – Mão de obra utilizada para execução do serviço de alvenaria de vedação

| <b>Equipe</b> | <b>Serviço</b>       | <b>Nº oficiais</b> | <b>Nº mão de obra direta</b> | <b>Local de atuação</b> |
|---------------|----------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|
| Equipe 1      | Alvenaria de vedação | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 2      | Alvenaria de vedação | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 3      | Alvenaria de vedação | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 4      | Alvenaria de vedação | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 5      | Alvenaria de vedação | 2                  | 0,66                         | Obra B                  |
| Equipe 6      | Alvenaria de vedação | 2                  | 0,66                         | Obra B                  |
| Equipe 7      | Alvenaria de vedação | 2                  | 0,66                         | Obra B                  |

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.2.1.2 Levantamento de serviços executados

As quantidades totais de alvenaria de vedação executadas por equipe, para as obras A e B, estão apresentadas nas Tabelas 12 e 13, respectivamente.

Tabela 12 – Serviços de alvenaria de vedação executados por equipe na Obra A

| <b>Mês</b>              | <b>Equipe 1 (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Equipe 2 (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Equipe 3 (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Equipe 4 (m<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Maio/2017               | 294,15                          | 329,22                          | -                               | -                               |
| Junho/2017              | 220,21                          | 220,21                          | -                               | -                               |
| Agosto/2017             | -                               | 362,91                          | -                               | -                               |
| Outubro/2017            | -                               | 357,30                          | 357,30                          | 357,30                          |
| <b>Total por equipe</b> | <b>514,36</b>                   | <b>1269,64</b>                  | <b>357,30</b>                   | <b>357,30</b>                   |

Fonte: Empresa A (2018).

Tabela 13 – Serviços de alvenaria de vedação executados por equipe na Obra B

| <b>Mês</b>              | <b>Equipe 5 (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Equipe 6 (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Equipe 7 (m<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Junho/2017              | 303,78                          | -                               | -                               |
| Julho/2017              | 755,75                          | 527,62                          | -                               |
| Setembro/2017           | 478,1                           | -                               | -                               |
| Novembro/2017           | 340,76                          | 198,73                          | 397,46                          |
| Dezembro                | 568                             | 356,29                          | 712,58                          |
| Janeiro/2018            | -                               | 115,80                          | 231,60                          |
| <b>Total por equipe</b> | <b>2446,39</b>                  | <b>1198,44</b>                  | <b>1341,64</b>                  |

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.2.1.3 Levantamento de horas trabalhadas

As somas das horas trabalhadas, por equipe de alvenaria de vedação, nos meses estudados, estão apresentadas na Tabela 14 para a Obra A e na Tabela 15 para a Obra B.



Tabela 14 – Total de horas trabalhadas por equipe no serviço de alvenaria de vedação na Obra A

| <b>Mês</b>              | <b>Equipe 1 (h)</b> | <b>Equipe 2 (h)</b> | <b>Equipe 3 (h)</b> | <b>Equipe 4 (h)</b> |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Maio/2017               | 176                 | 176                 | -                   | -                   |
| Junho/2017              | 176                 | 176                 | -                   | -                   |
| Agosto/2017             | -                   | 176                 | -                   | -                   |
| Outubro/2017            | -                   | 176                 | 176                 | 176                 |
| <b>Total por equipe</b> | <b>352</b>          | <b>704</b>          | <b>176</b>          | <b>176</b>          |

Fonte: Empresa A (2018).

Tabela 15 – Total de horas trabalhadas por equipe no serviço de alvenaria de vedação na Obra B

| <b>Mês</b>              | <b>Equipe 5 (h)</b> | <b>Equipe 6 (h)</b> | <b>Equipe 7 (h)</b> |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Junho/2017              | 352                 | -                   | -                   |
| Julho/2017              | 352                 | 352                 | -                   |
| Setembro/2017           | 352                 | -                   | -                   |
| Novembro/2017           | 352                 | 176                 | 352                 |
| Dezembro/2017           | 281,6               | 140,8               | 281,6               |
| Janeiro/2018            | -                   | 105,6               | 211,2               |
| <b>Total por equipe</b> | <b>1689,6</b>       | <b>774,4</b>        | <b>844,8</b>        |

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.2.1.4 Determinação da $RUP_{per}$ para alvenaria de vedação

Os Apêndices S e T apresentam os valores calculados para a  $RUP_{per}$  para o serviço de alvenaria de vedação, por equipe, ao longo do período de estudo, para a obra A e B, respectivamente. Estes resultados estão apresentados no item 4.2.1.7.

#### 4.2.1.5 Determinação da $RUP_{cum}$ para alvenaria de vedação

Os valores obtidos para  $RUP_{cum}$  estão apresentados nos Apêndices U e V, para as equipes atuantes nas obras A e B, respectivamente.

A variação da  $RUP_{cum}$  entre as equipes de trabalho de alvenaria de vedação na obra A está apresentada no Gráfico 10. O Gráfico 11 apresenta essa variação para as equipes de alvenaria de vedação que atuaram na obra B.

Gráfico 10 –  $RUP_{cum}$  para o serviço de alvenaria de vedação na obra A

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 11 –  $RUP_{cum}$  para o serviço de alvenaria de vedação na obra B

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante destacar que quanto menor for o valor da RUP, melhor é o desempenho da equipe, dado que a quantidade de horas utilizadas para execução de uma unidade de serviço é menor.

Pelo fato de a  $RUP_{cum}$  ser o valor da real produtividade, de acordo com a metodologia proposta por Souza (2006), obtém-se uma produtividade igual a 0,56 Hh/m<sup>2</sup> para a obra A e de 0,66 Hh/m<sup>2</sup> para a obra B, através da mediana dos valores calculados.

Agrupando a  $RUP_{cum}$  de todas as equipes estudadas e extraindo a mediana dos valores, obtém-se uma  $RUP_{cum}$  para a empresa é igual a 0,66 Hh/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.1.6 Determinação da $RUP_{pot}$ para alvenaria de vedação

A partir dos cálculos da  $RUP_{pot}$  foram obtidos os valores para as obras A e B e de forma geral para toda a empresa. Estes valores estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 –  $RUP_{pot}$  para alvenaria de vedação

| <b>Local</b> | <b><math>RUP_{pot}</math> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
|--------------|--|
| Obra A       | 0,49   |
| Obra B       | 0,47   |
| Empresa      | 0,48   |

Fonte: Empresa A (2018).

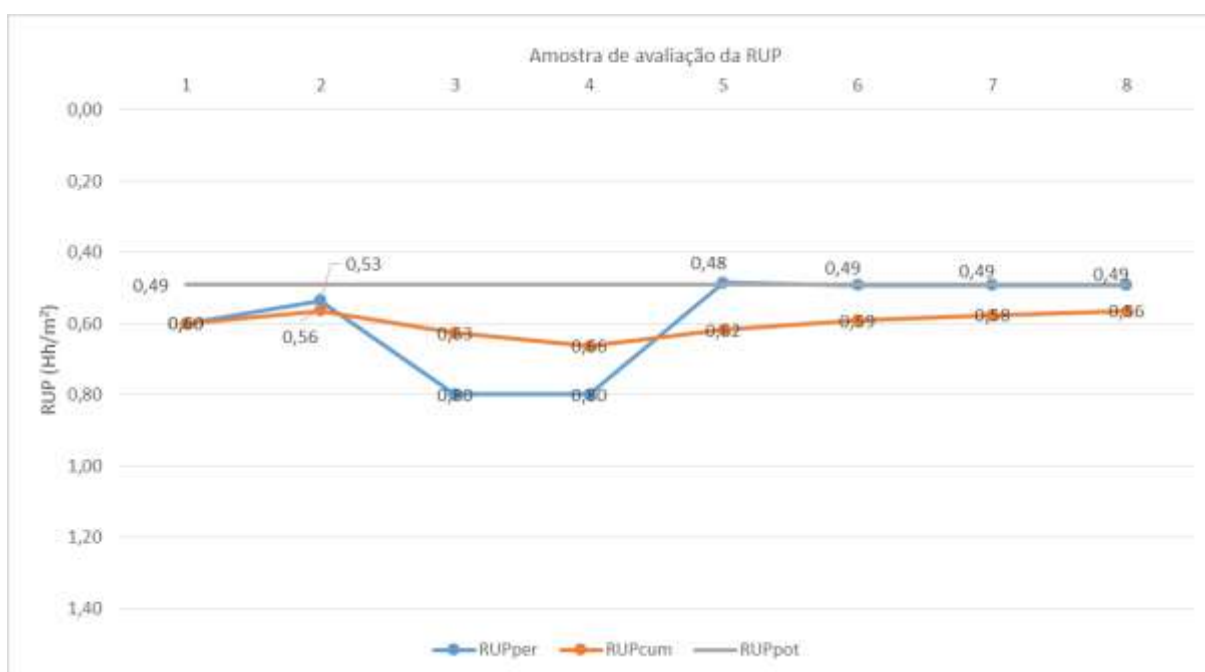
Ao comparar os valores obtidos para as  $RUP_{pot}$  em ambas as obras e de uma forma geral para toda empresa, determinou-se o valor de 0,48 Hh/m<sup>2</sup> para a  $RUP_{pot}$  no serviço de alvenaria de vedação. É possível identificar uma baixa variabilidade entre as obras estudadas, o que indica uma certa regularidade quanto à produtividade para o serviço de assentamento de alvenaria de vedação durante o período estudado.

Ao analisar as três diferentes RUP, observa-se uma maior variabilidade na  $RUP_{per}$ , pois ela apresenta uma amostra singular em cada medição. A  $RUP_{cum}$  começa a se estabilizar conforme aumenta o número de amostras no estudo, esta é entendida como a real produtividade. E por fim, a  $RUP_{pot}$  não é variável, no período, pois é calculada matematicamente e indica a produção ideal para o serviço avaliado.

#### 4.2.1.7 Discussão dos resultados referente à produtividade no serviço de alvenaria de vedação

Os Gráficos 12 e 13 apresentam uma síntese comparativa das  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$ , que foram avaliadas no estudo de produtividade para o serviço de alvenaria de vedação, na obra A e na obra B, respectivamente.

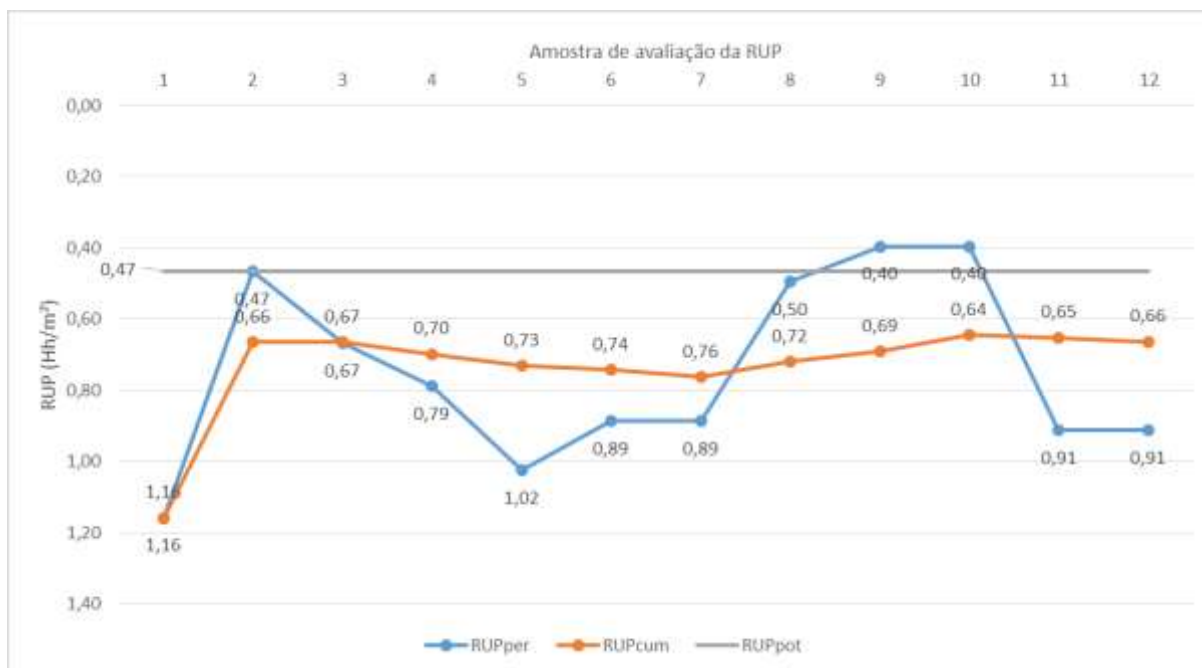
Gráfico 12 – Síntese das  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$  para o serviço de alvenaria de vedação na obra A



Fonte: Elaborado pelo autor.

A obra A apresenta uma variação da  $RUP_{per}$  nas quatro primeiras amostras estudadas e nas últimas quatro amostras mantém uma certa regularidade, o que influencia diretamente na  $RUP_{cum}$  e faz com que ela se aproxime da produtividade ideal encontrada para a obra A.

Gráfico 13 – Síntese das  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$  para o serviço de alvenaria de vedação na obra B



Fonte: Elaborado pelo autor.

A obra B apresenta uma grande oscilação da  $RUP_{per}$  basicamente em todos os meses avaliados. Mesmo com esse comportamento da  $RUP_{per}$ , a  $RUP_{cum}$  assegura um comportamento, de certa forma linear, mas ainda se mantém distante da produtividade ideal encontrada para obra B.

Ao analisar os valores das  $RUP_{per}$  de forma individualizada, por equipe, em ambas as obras, foi possível notar uma grande variabilidade, o que pode ser justificado pela indisponibilidade de materiais em determinado mês no canteiro de obras, pela existência ou não de frentes de trabalho, por condições climáticas e pela qualidade de execução, visto que no caso do serviço não ser aprovado na verificação de qualidade, o mesmo deve ser refeito.

#### 4.2.2 Revestimento argamassado interno

Neste item está exposta a composição das equipes, o levantamento de serviços executados pelas equipes de trabalho a quantidade de horas trabalhadas no período avaliado, para o serviço de revestimento argamassado interno na obra A. Após a

apresentação destes dados, estão apresentados os cálculos das  $RUP_{cum}$ ,  $RUP_{per}$  e  $RUP_{pot}$ , para cada equipe, cada obra e de forma global, para a empresa.

#### 4.2.2.1 Composição das equipes

O Quadro 9 apresenta a composição das equipes que atuam no serviço de revestimento argamassado interno, em oficiais, mão de obra direta e a obra em que atuam.

Quadro 9 – Mão de obra utilizada para execução do serviço de revestimento argamassado interno

| <b>Equipe</b> | <b>Serviço</b>                   | <b>Nº oficiais</b> | <b>Nº mão de obra direta</b> | <b>Local de atuação</b> |
|---------------|----------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|
| Equipe 8      | Revestimento argamassado interno | 1                  | 0,50                         | Obra A                  |
| Equipe 9      | Revestimento argamassado interno | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 10     | Revestimento argamassado interno | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 11     | Revestimento argamassado interno | 1                  | 0,33                         | Obra A                  |
| Equipe 12     | Revestimento argamassado interno | 2                  | 0,50                         | Obra A                  |
| Equipe 13     | Revestimento argamassado interno | 2                  | 0,50                         | Obra A                  |
| Equipe 14     | Revestimento argamassado interno | 2                  | 0,50                         | Obra A                  |

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.2.2.2 Levantamento de serviços executados

A quantidade de revestimento argamassado interno executado na obra A, pelas equipes avaliadas, está apresentada na Tabela 17.

Tabela 17 – Serviços de revestimento argamassado interno executados por equipe na Obra A

| <b>Mês</b>              | <b>Equipe 08 (m²)</b> | <b>Equipe 09 (m²)</b> | <b>Equipe 10 (m²)</b> | <b>Equipe 11 (m²)</b> | <b>Equipe 12 (m²)</b> | <b>Equipe 13 (m²)</b> | <b>Equipe 14 (m²)</b> |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Abril/2017              | 205,85                | 385,18                | 370,80                | 370,80                | -                     | -                     | -                     |
| Maio/2017               | 389,87                | 352,56                | 232,94                | 232,94                | -                     | -                     | -                     |
| Julho/2017              | 146,19                | 225,67                | -                     | 225,67                | -                     | -                     | -                     |
| Agosto/2017             | 256,55                | -                     | -                     | 110,27                | -                     | -                     | -                     |
| Setembro/2017           | 439,93                | -                     | -                     | -                     | 212,83                | 242,05                | 200,98                |
| Outubro/2017            | 223,31                | 145,67                | 145,67                | 145,67                | 182,18                | 385,58                | 253,90                |
| Novembro/2017           | 176,88                | -                     | -                     | -                     | -                     | 160,42                | 158,15                |
| Dezembro/2017           | 153,75                | -                     | -                     | -                     | 135,37                | 152,93                | 158,65                |
| <b>Total por equipe</b> | <b>1992,33</b>        | <b>1109,08</b>        | <b>749,41</b>         | <b>1085,35</b>        | <b>530,37</b>         | <b>940,98</b>         | <b>771,68</b>         |

Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.2.2.3 Levantamento de horas trabalhadas

O total de horas trabalhadas por equipe de revestimento argamassado interno, nos meses estudados, está apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Total de horas trabalhadas por equipe no serviço de revestimento argamassado interno na Obra A

| <b>Mês</b>              | <b>Equipe 08 (h)</b> | <b>Equipe 09 (h)</b> | <b>Equipe 10 (h)</b> | <b>Equipe 11 (h)</b> | <b>Equipe 12 (h)</b> | <b>Equipe 13 (h)</b> | <b>Equipe 14 (h)</b> |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Abril/2017              | 176,00               | 176,00               | 176,00               | 176,00               | -                    | -                    | -                    |
| Maio/2017               | 176,00               | 176,00               | 176,00               | 176,00               | -                    | -                    | -                    |
| Julho/2017              | 176,00               | 176,00               | -                    | 176,00               | -                    | -                    | -                    |
| Agosto/2017             | 176,00               | -                    | -                    | 176,00               | -                    | -                    | -                    |
| Setembro/2017           | 176,00               | -                    | -                    | -                    | 176,00               | 176,00               | 176,00               |
| Outubro/2017            | 176,00               | 176,00               | 176,00               | 176,00               | 176,00               | 176,00               | 176,00               |
| Novembro/2017           | 176,00               | -                    | -                    | -                    | -                    | 176,00               | 176,00               |
| Dezembro/2017           | 140,80               | -                    | -                    | -                    | 140,80               | 140,80               | 140,80               |
| <b>Total por equipe</b> | <b>1372,80</b>       | <b>704,00</b>        | <b>528,00</b>        | <b>880,00</b>        | <b>492,80</b>        | <b>668,80</b>        | <b>668,80</b>        |

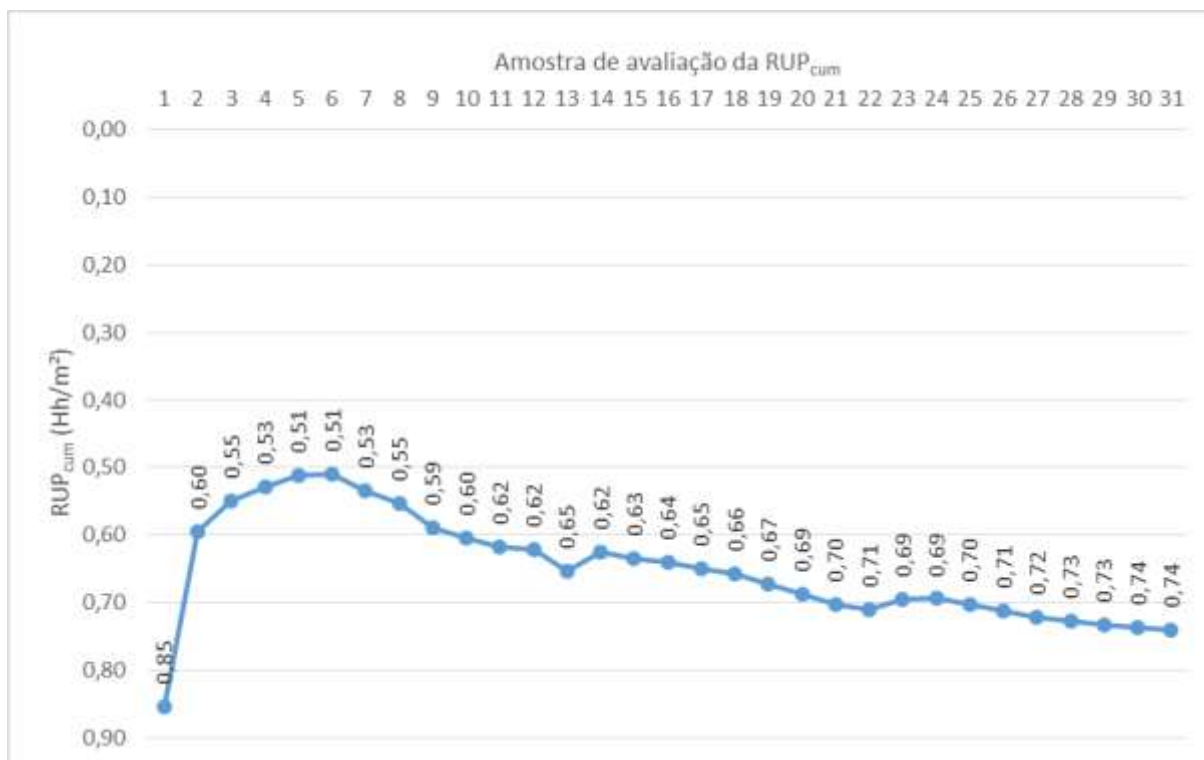
Fonte: Empresa A (2018).

#### 4.2.2.4 Determinação da $RUP_{per}$ para revestimento argamassado interno

Os valores calculados para a  $RUP_{per}$  por equipe atuante na obra A, ao longo do período de estudo, estão apresentados no Apêndice W e no Gráfico 15 (item 4.2.2.7).

#### 4.2.2.5 Determinação da $RUP_{cum}$ para revestimento argamassado interno

Os valores obtidos para  $RUP_{cum}$  na obra A estão apresentados no apêndice X. O Gráfico 14 apresenta a variação da  $RUP_{cum}$  entre as equipes de trabalho de revestimento argamassado interno.

Gráfico 14 –  $RUP_{cum}$  para o serviço de revestimento argamassado interno na obra A

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar a  $RUP_{cum}$  para as equipes de revestimento argamassado interno, no Gráfico 14, observa-se um comportamento, de certa forma variável. Pelo fato da  $RUP_{cum}$  ser o valor da real produtividade, adota-se uma produtividade igual a 0,74 Hh/m<sup>2</sup> para o serviço de revestimento argamassado interno como a produtividade real da obra A, através da mediana dos valores calculados.

#### 4.2.2.6 Determinação da $RUP_{pot}$ para revestimento argamassado interno

A partir do cálculo da  $RUP_{pot}$  foi obtido o valor de 0,48 Hh/m<sup>2</sup>. Este valor é entendido como a produção ideal, de acordo com a metodologia proposta por Souza (2006), para o serviço de revestimento argamassado interno com espessura de 20 mm.

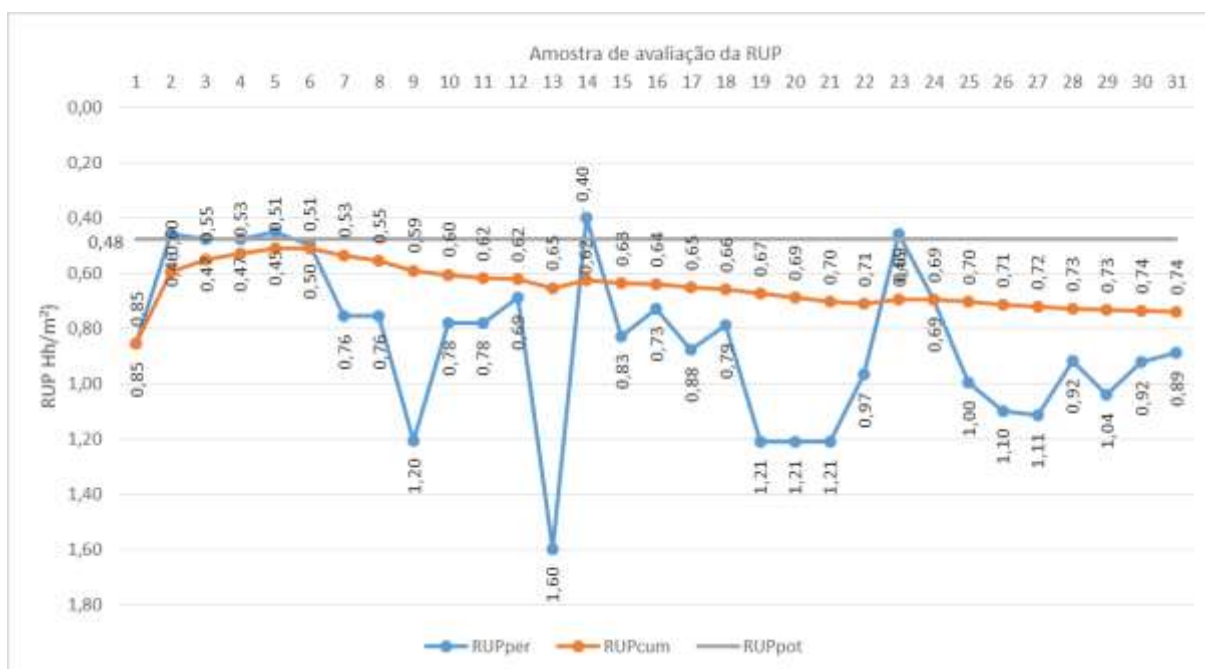


#### 4.2.2.7 Discussão dos resultados referente à produtividade no serviço de revestimento argamassado interno

O Gráfico 15 apresenta a síntese comparativa das  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$ , que foram avaliadas no estudo de produtividade para o serviço de revestimento argamassado interno.

Ao analisar as três diferentes RUP, observa-se uma maior variabilidade na  $RUP_{per}$ , pois ela apresenta uma amostra não cumulativa, referente apenas a um mês de serviço. A  $RUP_{cum}$  começa a estabilizar conforme aumenta o número de amostras no estudo, sendo que esta é entendida como a real produtividade. E por fim, a  $RUP_{pot}$  não é variável, pois é calculada matematicamente, indicando a produção ideal para o serviço avaliado, dentro do período de estudo.

Gráfico 15 – Síntese das  $RUP_{per}$ ,  $RUP_{cum}$  e  $RUP_{pot}$  para o serviço de revestimento argamassado interno na obra A



Fonte: Elaborado pelo autor.

A obra A apresenta uma grande oscilação da  $RUP_{per}$  para o serviço de revestimento argamassado interno, basicamente em todos os meses avaliados. Mesmo com este comportamento da  $RUP_{per}$ , a  $RUP_{cum}$  assegura um comportamento,

de certa forma linear, porém vêm se distanciando da produtividade ideal, o que indica a necessidade de uma intervenção para melhorias na produtividade deste serviço.

Os valores das RUP<sub>per</sub> apresentaram grande variabilidade, devido aos mesmos motivos citados no item 4.2.1.7.

### 4.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM ESTUDOS CONSOLIDADOS

#### 4.3.1 Perda de materiais

Neste item foi realizada uma comparação dos resultados obtidos neste trabalho, com pesquisas consolidadas sobre o mesmo assunto. A Tabela 19 apresenta os dados obtidos nos estudos de Skoyles (1976), Pinto (1989), Soibelman (1993), Souza (2005), Bortolini (2016) e os resultados deste trabalho para perda de argamassa de revestimento interno e blocos de vedação

Tabela 19 – Comparativo de índices de perda entre as obras estudadas

| Estudo                  | Material                            |  |
|-------------------------|-------------------------------------|--|
|                         | Argamassa para revestimento interno | Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação |
| Skoyles (1976)          | 3% a 5%                             | 5% a 12%                                   |
| Pinto (1989)            | 13%                                 | -  |
| Soibelman (1993)        | 91,25%                              | 26,94% a 27,64%                            |
| Souza (2005)            | 8% a 234%                           | 0% a 48%                                   |
| Bortolini (2016)        | 40,39%                              | -  |
| <b>O autor – Obra A</b> | <b>33,21%</b>                       | <b>15,69%</b>                              |
| <b>O autor – Obra B</b> | <b>-</b>                            | <b>18,21%</b>                              |

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Skoyles (1976), Pinto (1989), Soibelman (1993), Souza (2005), Bortolini (2016).

Ao comparar o percentual de perda de blocos cerâmicos em alvenaria de vedação com os estudos já consolidados, observa-se que a perda é superior à dos estudos realizados por Skoyles (1976), inferior à dos estudos realizados por Soibelman (1993) e que ficou entre os percentuais obtidos por Souza (2005), em seus estudos. Os percentuais de perdas foram de 15,69% na obra A e 18,21% na obra B.

Ao comparar o percentual de perda de argamassa de revestimento com os estudos já consolidados, observa-se que a perda é superior à dos estudos realizados por Skoyles (1976) e Pinto (1989), inferior à dos estudos realizados por Soibelman

(1993) e Bortolini (2016) e que ficou entre os percentuais obtidos por Souza (2005), em seus estudos. O percentual de perda foi de 33,21% na obra A.

As perdas encontradas, tanto em blocos cerâmicos como na argamassa de revestimento, podem ser justificadas pelos motivos apresentados no Quadro 10, onde estão expostos motivos favoráveis que contribuiriam para diminuir o percentual de perda e desfavoráveis, constatados através de acompanhamento ao longo do período de estudo, que contribuiriam para aumentar o percentual de perdas.

Quadro 10 – Motivos favoráveis e desfavoráveis relacionados à perda de materiais

| <b>Favoráveis</b>  | <b>Desfavoráveis</b>   |
|--|--|
| Existência de projetos de paginação de alvenaria.  | Existência de retrabalhos no canteiro de obra, devido a não aprovação da parede em verificações de qualidade do serviço executado. |
| Existência de um processo efetivo quanto ao controle de recebimento de materiais no canteiro de obras. | Possibilidade de personalização da planta de alvenaria em locais onde essa já foi executada.                                       |
|  | A compra de blocos cerâmicos com especificações diferentes das apontadas no projeto de paginação de alvenaria.                     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3.2 Produtividade

Neste item foi realizada comparação dos resultados obtidos neste trabalho, com pesquisas consolidadas sobre o mesmo assunto. A Tabela 20 apresenta os dados obtidos nos estudos de Carraro (1998), Souza (2006), TCPO – 14 (Pini, 2012), Souza (2015), Pavan (2015), Bortolini (2016) e os resultados deste trabalho para produtividade nos serviços de revestimento argamassado interno e de alvenaria de vedação.

Tabela 20 – Comparativo de RUP<sub>cum</sub> entre as obras estudadas

| Estudo                  | RUP <sub>cum</sub>                                    |   |
|-------------------------|---|---|
|                         | Revestimento argamassado interno (Hh/m <sup>2</sup> ) | Alvenaria de vedação (Hh/m <sup>2</sup> ) |
| Carraro (1998)          | -   | 1,02 a 1,98                               |
| Souza (2006)            | -   | 0,88 a 1,61                               |
| TCPO – 14 (Pini, 2012)  | 0,41 a 0,98   | 0,55 a 1,02                               |
| Souza (2015)            | 0,371   | -   |
| Pavan (2015)            | 0,324 a 0,329   | 0,41 a 0,828                              |
| Bortolini (2016)        | 0,44 a 0,88   | -   |
| <b>O autor – Obra A</b> | <b>0,74</b>   | <b>0,56</b>                               |
| <b>O autor – Obra B</b> | <b>-</b>  | <b>0,66</b>                               |

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Carraro (1998), Souza (2005), TCPO – 14 (Pini 2012), Souza (2015), Pavan (2015) e Bortolini (2016).

Os valores obtidos para a produtividade real para o serviço de alvenaria de vedação foi de 0,56 Hh/m<sup>2</sup> na obra A e de 0,66 Hh/m<sup>2</sup> na obra B. Ao compará-los em relação a produtividade para o serviço de alvenaria de vedação com os estudos já consolidados, observa-se que a produtividade apresenta desempenho superior à dos estudos realizados por Carraro (1998) e Souza (2006) e que ficou entre os resultados obtidos por Pavan (2015) e valores encontrados na TCPO – 14 (Pini, 2012).

O valor obtido para a produtividade real no serviço de revestimento argamassado interno foi de 0,74 Hh/m<sup>2</sup> na obra A. Ao compará-lo com a produtividade em estudos já consolidados, observa-se que a produtividade é inferior à dos estudos realizados por Pavan (2015) e Souza (2015) e que ficou entre os estudos realizados por Bortolini (2016) e valores encontrados na TCPO – 14 (Pini, 2012).

Ao analisar os valores das RUP<sub>cum</sub> obtidos tanto para o serviço de alvenaria de vedação como para revestimento argamassado interno, alguns fatores que contribuíram positiva ou negativamente para os resultados alcançados estão apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Motivos favoráveis e desfavoráveis relacionados à produtividade

| Favoráveis   | Desfavoráveis  |
|--|--|
| Condições climáticas favoráveis.                                   | Dificuldade da execução do serviço.  |
| Existência de instruções de trabalho e treinamento da mão de obra. | Sazonalidade de materiais no canteiro de obras.  |
|  | Qualidade de execução, visto que no caso de o serviço não ser aprovado na verificação de qualidade, deve ser refeito |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o dimensionamento das equipes de trabalho, com intuito da elaboração de cronogramas físico de obras, para a composição unitária de custos a fim de orçamentação quando se tratar do serviço de alvenaria de vedação, deve-se adotar uma produtividade igual a 0,66 Hh/m<sup>2</sup> e para o serviço de revestimento argamassado interno, a produtividade adotada deve ser de 0,74 Hh/m<sup>2</sup>.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a perda de blocos cerâmicos e argamassa para revestimento e a produtividade para execução dos serviços de alvenaria de vedação e revestimento argamassado interno em duas obras residenciais localizadas na cidade de Caxias do Sul – RS. Cabe salientar que as conclusões que seguem, restringem-se ao âmbito deste estudo.

No estudo realizado referente à perda de blocos cerâmicos no serviço de alvenaria de vedação, foi constatada uma perda de 15,69% no estudo realizado na obra A e 18,21% na obra B. Quanto ao estudo realizado para perda de argamassa de revestimento interno de paredes, a obra A apresentou 33,21% de perdas deste material. Este estudo não foi realizado na obra B, pois o período de estudo não coincidiu com a execução deste serviço no cronograma da obra.

Os fatores que ocasionalmente contribuíram para a diminuição das perdas dos materiais avaliados neste trabalho foram a existência de instruções de trabalho, bem como treinamento dos colaboradores, de um processo efetivo quanto ao controle de recebimento de materiais no canteiro de obras e pela existência de projetos de paginação de alvenaria.

Os fatores que contribuíram para aumentar a perda foram a existência de retrabalhos no canteiro de obra, devido a não aprovação do serviço em verificações de qualidade, a personalização, através de demolição, de paredes em locais onde estas já haviam sido executadas. Especificamente para blocos cerâmicos, um fator que contribuiu para o aumento das perdas, em ambas as obras estudadas, foi a compra de blocos cerâmicos com especificações diferentes das apontadas no projeto de paginação de alvenaria.

No estudo realizado referente a produtividade no serviço de alvenaria de vedação, foi encontrada uma  $RUP_{cum}$ , que é entendida como a real produtividade, igual a 0,56 Hh/m<sup>2</sup> no estudo realizado na obra A e 0,66 Hh/m<sup>2</sup> na obra B.

Quanto ao estudo realizado para produtividade no serviço de revestimento argamassado interno, a obra A apresentou uma  $RUP_{cum}$  de 0,74 Hh/m<sup>2</sup>. Este estudo não foi realizado na obra B, pois o período de estudo não coincidiu com o cronograma da obra.

A empresa estudada possui registros da produtividade mensal por equipe, apenas com fins de bonificação de colaboradores. O método de coleta de dados utilizado atualmente pela empresa, inviabiliza o aproveitamento destas informações para o cálculo da RUP. Ajustes neste método, podem simplificar o processo e permitir um acompanhamento através de indicadores de produtividade.

As avaliações da produtividade e da perda de materiais oportunizam análises da obra com relação ao seu orçamento inicial, viabilizando a apropriação dos índices encontrados neste trabalho na composição unitária de serviços em um próximo orçamento.

Acredita-se que os objetivos determinados neste trabalho foram atingidos, através da adequação dos dados existentes e sua aplicação demonstrando a possibilidade de utilização de um método eficaz para quantificação da perda de materiais e análise da produtividade visto as delimitações impostas para sua realização.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios:** superestrutura e alvenaria. 1999. 261 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ANDRADE, A. C. et al. **Método para quantificação de perdas de Materiais nos canteiros de obras de construção de edifícios:** superestrutura e alvenaria. In: ISSN 0103-9830 BT/PCC/250. 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 2000.

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.** São Paulo, PCC/EPUSP, 1998. (Relatório Final: v. 1 a 5. Departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC-EPUSP.), 1998. p. 224-249.

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra.** In: Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coletânea Habitare, v.2).

BORTOLINI, L. H. **Análise de produtividade na execução de emboço interno e de perdas de argamassa estabilizada na construção civil.** 2016. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2008.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e construção civil.** Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em 18 out. 2017.

CARNEIRO, M. Construção encolhe 21% durante a crise e volta ao patamar de 2009. **Folha de São Paulo**, São Paulo, nº 10, set. 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/09/1917134-construcao-encolhe-21-durante-a-crise-e-volta-ao-patamar-de-2009.shtml>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

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

FORMOSO, C.T. et al. **As perdas na construção civil:** conceitos, classificações e seu papel na melhoria do Setor. In: APRESENTADO AO SEMINÁRIO DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO REALIZADO NO SINDUSCON/SP, 1996, São Paulo.

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



\_\_\_\_\_. **IBGE: cidades@**: Caxias do Sul: RS. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/panorama> >. Acesso em: 05 nov. 2017.

LANTELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 123 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/163597>>. Acesso em 17 out. 2017.

MESEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Trade. Antonio Carmona Filho, Paulo Roberto do Lago Helene, Roberto José Falcão Bauer. São Paulo: SINDUSCON, 1991.

MORI, L.M. et al. **Influência das características individuais da produtividade em alvenaria de blocos cerâmicos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO - IV SIBRAGEC, 2005, Porto Alegre.

NETO, M. R. Projetos otimizados, fornecedores qualificados e equipe de supervisão qualificada são fatores-chave para o sucesso. Entrevistador: Renato Faria. Entrevista concedida a Téchne. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/224/artigo365866-1.aspx>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 505 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PAVAN, K. S. **Apropriação de insumos de mão de obra para os serviços de alvenaria e emboço de paredes internas, em edificações verticais do município de Criciúma**. Artigo do curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos, 1989. (Datilografado)

RANKING ITC – Inteligência Empresarial da Construção. **As 100 maiores construtoras**. 2016. Disponível em: <<http://rankingitc.com.br/ranking-itc-2015/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SKOYLES, E. R. Materials wastage: a misuse of resources. **Building Research and Practice**, CP 67/76, Oct. 1976.

SKOYLES, E.R. Site accounting for waste of materials. **Building Research Establishment**, CP 5/78, 1978.

SKOYLES, E. R.; SKOYLES, J. **Waste prevention on site**. London: Mitchell, 1987.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. 1993. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2005.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.

SOUZA, V. S. **Estudo comparativo da produtividade de mão de obra entre os revestimentos internos de paredes com argamassas confeccionadas in loco e com argamassas estabilizadas**. Escola de Engenharia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

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

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997. Campinas. 1997. 140p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campinas, Campinas, 1997.

## APÊNDICE A - QUANTITATIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO PARA A OBRA

### A

| <b>Planilha A</b>          |                      |   |
|----------------------------|----------------------|---|
|                            |                      |   |
| DATA:                      | 12/03/2018           |   |
| EMPREENDIMENTO:            | OBRA A               |   |
| SERVIÇO:                   | ALVENARIA            |   |
| VISTORIADOR:               | ALEXANDRE            |   |
|                            |                      |   |
| Pavimento                  | Alvenaria de vedação | Quantidade de serviço (m <sup>2</sup> ) |
| 1º pavimento               | Alvenaria 19 cm      | 891,24                                  |
|                            | Alvenaria 14 cm      | 171,15                                  |
| 2º pavimento               | Alvenaria 19 cm      | 846,75                                  |
| 3º pavimento               | Alvenaria 19 cm      | 257,78                                  |
| 4º pavimento               | Alvenaria 19 cm      | 491,12                                  |
|                            | Alvenaria 14 cm      | 404,15                                  |
| 5º pavimento               | Alvenaria 19 cm      | 319,97                                  |
|                            | Alvenaria 14 cm      | 567,92                                  |
|                            | Alvenaria 11,5 cm    | 54,82                                   |
|                            | Alvenaria 09 cm      | 79,01                                   |
| 6º ao 25º pavimento (tipo) | Alvenaria 19 cm      | 6074,30                                 |
|                            | Alvenaria 14 cm      | 8916,74                                 |
|                            | Alvenaria 11,5 cm    | 1096,32                                 |
|                            | Alvenaria 09 cm      | 1580,16                                 |
| Cobertura                  | Alvenaria 19 cm      | 169,02                                  |
|                            | Alvenaria 14 cm      | 151,67                                  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE B - QUANTITATIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO PARA A OBRA

### B

| <b>Planilha B</b>             |                   |   |
|-------------------------------|-------------------|---|
| DATA:                         | 12/03/2018        |   |
| EMPREENHIMENTO:               | OBRA B            |   |
| SERVIÇO:                      | ALVENARIA         |   |
| VISTORIADOR:                  | ALEXANDRE         |   |
|                               |                   |   |
| Pavimento                     | Tipo de alvenaria | Quantidade de serviço (m <sup>2</sup> ) |
| 2º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 96,59                                   |
|                               | Alvenaria 14cm    | 20,66                                   |
| 3º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 660,88                                  |
|                               | Alvenaria 14cm    | 141,93                                  |
| 4º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 560,03                                  |
|                               | Alvenaria 14cm    | 77,04                                   |
| 5º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 175,50                                  |
|                               | Alvenaria 14cm    | 57,36                                   |
| 6º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 145,43                                  |
|                               | Alvenaria 14cm    | 40,60                                   |
| 7º pavimento (tipo) - terraço | Alvenaria 19cm    | 210,58                                  |
|                               | Alvenaria 14cm    | 183,90                                  |
|                               | Alvenaria 09cm    | 184,52                                  |
| 8º ao 22º pavimento (tipo)    | Alvenaria 19cm    | 2426,31                                 |
|                               | Alvenaria 14cm    | 2088,35                                 |
|                               | Alvenaria 09cm    | 2583,22                                 |
| Cobertura                     | Alvenaria 19cm    | 59,55                                   |
|                               | Alvenaria 14cm    | 135,61                                  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

### APÊNDICE C - ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXECUTADA NA OBRA A

| <b>Planilha C</b>           |                   |   |                      |  |
|-----------------------------|-------------------|---|----------------------|--|
| DATA:                       |                   | 13/03/2018                              |                      |  |
| EMPREENDIMENTO:             |                   | OBRA A                                  |                      |  |
| SERVIÇO:                    |                   | ALVENARIA                               |                      |  |
| VISTORIADOR:                |                   | ALEXANDRE                               |                      |  |
| Pavimento                   | Tipo de alvenaria | Quantidade a executar (m <sup>2</sup> ) | Percentual executado | Quantidade executada (m <sup>2</sup> ) |
| 1º pavimento                | Alvenaria 19 cm   | 891,24                                  | 70,00%               | 623,87                                 |
|                             | Alvenaria 14 cm   | 171,15                                  | 70,00%               | 119,81                                 |
| 2º pavimento                | Alvenaria 19 cm   | 846,75                                  | 70,00%               | 592,72                                 |
| 3º pavimento                | Alvenaria 19 cm   | 257,78                                  | 90,00%               | 232,01                                 |
| 4º pavimento                | Alvenaria 19 cm   | 491,12                                  | 90,00%               | 442,01                                 |
|                             | Alvenaria 14 cm   | 404,15                                  | 90,00%               | 363,74                                 |
| 5º pavimento                | Alvenaria 19 cm   | 319,97                                  | 100,00%              | 319,97                                 |
|                             | Alvenaria 14 cm   | 567,92                                  | 100,00%              | 567,92                                 |
|                             | Alvenaria 11,5 cm | 54,82                                   | 100,00%              | 54,82                                  |
|                             | Alvenaria 09 cm   | 79,01                                   | 100,00%              | 79,01                                  |
| 6º ao 20º pavimento (tipo)  | Alvenaria 19 cm   | 303,72                                  | 100,00%              | 4555,73                                |
|                             | Alvenaria 14 cm   | 445,84                                  | 100,00%              | 6687,56                                |
|                             | Alvenaria 11,5 cm | 54,82                                   | 100,00%              | 822,24                                 |
|                             | Alvenaria 09 cm   | 79,01                                   | 100,00%              | 1185,12                                |
| 21º ao 25º pavimento (tipo) | Alvenaria 19 cm   | 303,72                                  | 0,00%                | 0,00                                   |
|                             | Alvenaria 14 cm   | 445,84                                  | 0,00%                | 0,00                                   |
|                             | Alvenaria 11,5 cm | 54,82                                   | 0,00%                | 0,00                                   |
|                             | Alvenaria 09 cm   | 79,01                                   | 0,00%                | 0,00                                   |
| Cobertura                   | Alvenaria 19 cm   | 169,02                                  | 0,00%                | 0,00                                   |
|                             | Alvenaria 14 cm   | 151,67                                  | 0,00%                | 0,00                                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE D - ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXECUTADA NA OBRA B

| <b>Planilha D</b>             |                   |   |                      |  |
|-------------------------------|-------------------|---|----------------------|--|
| DATA:                         |                   | 13/03/2018                              |                      |  |
| EMPREENDIMENTO:               |                   | OBRA B                                  |                      |  |
| SERVIÇO:                      |                   | ALVENARIA                               |                      |  |
| VISTORIADOR:                  |                   | ALEXANDRE                               |                      |  |
| Pavimento                     | Tipo de alvenaria | Quantidade a executar (m <sup>2</sup> ) | Percentual executado | Quantidade executada (m <sup>2</sup> ) |
| 1º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 96,58                                   | 0,00%                | 0,00                                   |
|                               | Alvenaria 14cm    | 20,65                                   | 0,00%                | 0,00                                   |
| 2º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 96,58                                   | 100,00%              | 96,59                                  |
|                               | Alvenaria 14cm    | 20,65                                   | 100,00%              | 20,66                                  |
| 3º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 660,88                                  | 100,00%              | 660,88                                 |
|                               | Alvenaria 14cm    | 141,93                                  | 100,00%              | 141,93                                 |
| 4º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 560,03                                  | 100,00%              | 560,03                                 |
|                               | Alvenaria 14cm    | 77,035                                  | 100,00%              | 77,04                                  |
| 5º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 175,49                                  | 90,00%               | 157,95                                 |
|                               | Alvenaria 14cm    | 57,36                                   | 90,00%               | 51,63                                  |
| 6º pavimento                  | Alvenaria 19cm    | 145,43                                  | 100,00%              | 145,43                                 |
|                               | Alvenaria 14cm    | 40,59                                   | 100,00%              | 40,60                                  |
| 7º pavimento (tipo) - terraço | Alvenaria 19cm    | 210,58                                  | 90,00%               | 189,52                                 |
|                               | Alvenaria 14cm    | 183,90                                  | 90,00%               | 165,51                                 |
|                               | Alvenaria 09cm    | 184,52                                  | 90,00%               | 166,06                                 |
| 8º ao 16º pavimento (tipo)    | Alvenaria 19cm    | 173,31                                  | 100,00%              | 1559,77                                |
|                               | Alvenaria 14cm    | 149,16                                  | 100,00%              | 1342,51                                |
|                               | Alvenaria 09cm    | 184,51                                  | 100,00%              | 1660,64                                |
| 17º ao 22º pavimento (tipo)   | Alvenaria 19cm    | 173,30                                  | 0,00%                | 0,00                                   |
|                               | Alvenaria 14cm    | 149,16                                  | 0,00%                | 0,00                                   |
|                               | Alvenaria 09cm    | 184,51                                  | 0,00%                | 0,00                                   |
| Cobertura                     | Alvenaria 19cm    | 59,55                                   | 0,00%                | 0,00                                   |
|                               | Alvenaria 14cm    | 135,61                                  | 0,00%                | 0,00                                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE E - BLOCOS CERÂMICOS COMPRADOS PARA A OBRA A

| <b>Planilha E</b>                      |               |
|--|---------------|
| DATA:                                  | 15/03/2018    |
| EMPREENDIMENTO:                        | OBRA A        |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                | ALVENARIA     |
| VISTORIADOR:                           | ALEXANDRE     |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b> |               |
| <b>Família 9 cm</b>                    |               |
| 09x19x29                               | 23290         |
| 09x19x19 - 2/3                         | 500           |
| <b>Total família 9 cm</b>              | <b>23790</b>  |
| <b>Família 11,5 cm</b>                 |               |
| 11.5x19x29                             | 28840         |
| <b>Total família 11,5 cm</b>           | <b>28840</b>  |
| <b>Família 14 cm</b>                   |               |
| 14x09x29 meio bloco horizontal         | 380           |
| 14x10x29 canaleta u baixo              | 500           |
| 14x19x04 compensador 04                | 13200         |
| 14x19x09 compensador 09                | 6290          |
| 14x19x14 meio bloco                    | 8270          |
| 14x19x19 bloco especial 19             | 4020          |
| 14x19x21 bloco especial 21             | 2640          |
| 14x19x24 bloco especial 24             | 6960          |
| 14x19x29                               | 129710        |
| 14x19x29 canaleta u alto               | 33400         |
| 14x19x44 bloco e meio                  | 7630          |
| 14x19x29 encunhamento                  | 950           |
| <b>Total família 14 cm</b>             | <b>213950</b> |
| <b>Família 19 cm</b>                   |               |
| 19x09x29 meio bloco horizontal         | 2010          |
| 19x10x29 canaleta u baixo              | 720           |
| 19x19x04 compensador 04                | 3600          |
| 19x19x09 compensador 09                | 5190          |
| 19x19x14 meio bloco                    | 8490          |
| 19x19x21 bloco especial 21             | 3200          |
| 19x19x24 bloco especial 24             | 2700          |
| 19x19x29                               | 93848         |
| 19x19x29 canaleta u alto               | 3360          |
| 19x19x29 encunhamento                  | 430           |
| <b>Total família 19 cm</b>             | <b>123548</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE F - BLOCOS CERÂMICOS COMPRADOS PARA A OBRA B

| <b>Planilha F</b>                      |                                 |
|--|---------------------------------|
| DATA:                                  | 21/03/2018                      |
| EMPREENHIMENTO:                        | OBRA B                          |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                | ALVENARIA                       |
| VISTORIADOR:                           | ALEXANDRE                       |
|  |                                 |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b> | <b>Quantidade comprada (un)</b> |
| <b>Família 9 cm</b>                    |                                 |
| 09x19x29                               | 34754                           |
| 09x19x19 - 2/3                         | 2500                            |
| 09x19x14                               | 1140                            |
| <b>Total família 9 cm</b>              | <b>37254</b>                    |
| <b>Família 14 cm</b>                   |                                 |
| 14x10x29 canaleta u baixo              | 1000                            |
| 14x19x04 compensador 04                | 3600                            |
| 14x19x09 compensador 09                | 1710                            |
| 14x19x14 meio bloco                    | 3390                            |
| 14x19x21 bloco especial 21             | 480                             |
| 14x19x24 bloco especial 24             | 720                             |
| 14x19x29                               | 37372                           |
| 14x19x29 canaleta u alto               | 1382                            |
| 14x19x44 bloco e meio                  | 1710                            |
| <b>Total família 14 cm</b>             | <b>51364</b>                    |
| <b>Família 19 cm</b>                   |                                 |
| 19x10x29 canaleta u baixo              | 720                             |
| 19x19x04 compensador 04                | 2700                            |
| 19x19x09 compensador 09                | 1720                            |
| 19x19x14 meio bloco                    | 4408                            |
| 19x19x21 bloco especial 21             | 540                             |
| 19x19x24 bloco especial 24             | 720                             |
| 19x19x29                               | 58394                           |
| 19x19x29 canaleta u alto               | 1160                            |
| <b>Total família 19 cm</b>             | <b>70362</b>                    |

Fonte: Elaborado pelo autor.



**APÊNDICE G - BLOCOS CERÂMICOS ESTOCADOS E TRANSFERIDOS NA  
OBRA A**

| <b>Planilha G</b>                      |                            |                                   |                   |                                       |
|--|----------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| DATA:                                  | 12/03/2018                 |                                   |                   |                                       |
| EMPREENDIMENTO:                        | OBRA A                     |                                   |                   |                                       |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                | ALVENARIA                  |                                   |                   |                                       |
| VISTORIADOR:                           | ALEXANDRE                  |                                   |                   |                                       |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b> | <b>Quantidade (pallet)</b> | <b>Quantidade por pallet (un)</b> | <b>Total (un)</b> | <b>Transferência entre obras (un)</b> |
| <b>Família 9cm</b>                     |                            |                                   |                   |                                       |
| 09x19x29                               | 7                          | 288                               | 2016              | 0                                     |
| <b>Família 11,5cm</b>                  |                            |                                   |                   |                                       |
| 11,5x19x29                             | 13                         | 240                               | 3120              | 0                                     |
| <b>Família 14cm</b>                    |                            |                                   |                   |                                       |
| 14x09x29 meio bloco horizontal         | 1                          | 380                               | 380               | 0                                     |
| 14x19x04 compensador 04                | 1                          | 1200                              | 1200              | 0                                     |
| 14x19x14 meio bloco                    | 2                          | 384                               | 768               | 0                                     |
| 14x19x19 bloco especial 19             | 1                          | 288                               | 288               | 0                                     |
| 14x19x29                               | 22                         | 192                               | 4224              | 0                                     |
| 14x19x29 canaleta u alto               | 8                          | 280                               | 2240              | -100                                  |
| 14x19x44 bloco e meio                  | 2,5                        | 124                               | 310               | 0                                     |
| <b>Família 19cm</b>                    |                            |                                   |                   |                                       |
| 19x09x29 meio bloco horizontal         | 1,5                        | 288                               | 432               | -300                                  |
| 19x10x29 canaleta u baixo              | 1,8                        | 360                               | 648               | 0                                     |
| 19x19x09 compensador 09                | 2,6                        | 432                               | 1123              | 0                                     |
| 19x19x21 bloco especial 21             | 1                          | 252                               | 252               | 0                                     |
| 19x19x24 bloco especial 24             | 1,5                        | 180                               | 270               | 0                                     |
| 19x19x29                               | 4                          | 144                               | 576               | 0                                     |
| 19x19x29 canaleta u alto               | 2                          | 200                               | 400               | 0                                     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE H – BLOCOS CERÂMICOS ESTOCADOS E TRANSFERIDOS NA  
OBRA B**

| <b>Planilha H</b>                      |                            |                                   |                           |                                       |
|--|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| DATA:                                  | 21/03/2018                 |                                   |                           |                                       |
| EMPREENDIMENTO:                        | OBRA B                     |                                   |                           |                                       |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                | ALVENARIA                  |                                   |                           |                                       |
| VISTORIADOR:                           | ALEXANDRE                  |                                   |                           |                                       |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b> | <b>Quantidade (pallet)</b> | <b>Quantidade por pallet (un)</b> | <b>Total estoque (un)</b> | <b>Transferência entre obras (un)</b> |
| <b>Família 9cm</b>                     |                            |                                   |                           |                                       |
| Bloco vedação light 09x19x29           | 10                         | 336                               | 3360                      | 0                                     |
| Bloco vedação light 09x19x19           | 1                          | 504                               | 504                       | 0                                     |
| <b>Família 14cm</b>                    |                            |                                   |                           |                                       |
| 14x19x04 compensador 04                | 1                          | 1200                              | 1200                      | 0                                     |
| 14x19x21 bloco especial 21             | 0,4                        | 240                               | 96                        | 0                                     |
| 14x19x29                               | 4,7                        | 192                               | 902                       | 0                                     |
| 14x19x29 canaleta u alto               | 1,4                        | 280                               | 392                       | 0                                     |
| 14x19x44 bloco e meio                  | 3                          | 124                               | 372                       | 0                                     |
| <b>Família 19cm</b>                    |                            |                                   |                           |                                       |
| 19x10x29 canaleta u baixo              | 0,6                        | 360                               | 216                       | 0                                     |
| 19x19x04 compensador 04                | 0,6                        | 900                               | 540                       | 0                                     |
| 19x19x21 bloco especial 21             | 0,6                        | 252                               | 151                       | 0                                     |
| 19x19x24 bloco especial 24             | 1,5                        | 180                               | 270                       | 0                                     |
| 19x19x29                               | 10                         | 144                               | 1440                      | 0                                     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE I – CUM<sub>T</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA A

| <b>Planilha I</b>                      |                                       |                                  |                                |   |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| DATA:                                  | 22/03/2018                            |                                  |                                |   |
| EMPREENDIMENTO:                        | OBRA A                                |                                  |                                |   |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                | ALVENARIA                             |                                  |                                |   |
| VISTORIADOR:                           | ALEXANDRE                             |                                  |                                |   |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b> |                                       |                                  |                                |   |
|  | <b>Área executada (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Quantidade utilizada (un)</b> | <b>Utilização por tipo (%)</b> | <b>Utilização por tipo (un/m<sup>2</sup>)</b> |
| <b>Família 9 cm</b>                    |                                       |                                  |                                |   |
| 09X19X29                               | -                                     | 1153                             | 84,04%                         | 14,59   |
| 09X19X14 meio bloco                    | -                                     | 91                               | 6,63%                          | 1,15  |
| 09X19X04 compensador 04                | -                                     | 41                               | 2,99%                          | 0,52  |
| 09X19X09 compensador 09                | -                                     | 7                                | 0,51%                          | 0,09  |
| 09X19X21 bloco especial 21             | -                                     | 80                               | 5,83%                          | 1,01  |
| <b>Total família 9 cm</b>              | <b>79,01</b>                          | <b>1372</b>                      | <b>100,00%</b>                 | -   |
| <b>Família 11.5 cm</b>                 |                                       |                                  |                                |   |
| 11.5X19X29                             | -                                     | 972                              | 77,76%                         | 17,73   |
| 11.5X19X14 meio bloco                  | -                                     | 166                              | 13,28%                         | 3,03  |
| 11.5X19X04 compensador 04              | -                                     | 24                               | 1,92%                          | 0,44  |
| 11.5X19X09 compensador 09              | -                                     | 24                               | 1,92%                          | 0,44  |
| 11.5X19X21 bloco especial 21           | -                                     | 52                               | 4,16%                          | 0,95  |
| 11.5X19X24 bloco especial 24           | -                                     | 12                               | 0,96%                          | 0,22  |
| <b>Total família 11.5 cm</b>           | <b>54,82</b>                          | <b>1250</b>                      | <b>100,00%</b>                 | -   |
| <b>Família 14 cm</b>                   |                                       |                                  |                                |   |
| 14X19X29                               |                                       | 6911                             | 74,45%                         | 15,50   |
| 14X19X14 meio bloco                    |                                       | 350                              | 3,77%                          | 0,79  |
| 14X19X04 compensador 04                |                                       | 398                              | 4,29%                          | 0,89  |
| 14X19X09 compensador 09                |                                       | 378                              | 4,07%                          | 0,85  |
| 14X19X21 bloco especial 21             |                                       | 82                               | 0,88%                          | 0,18  |
| 14X19X24 bloco especial 24             |                                       | 644                              | 6,94%                          | 1,44  |
| 14X19X44 bloco e meio                  |                                       | 520                              | 5,60%                          | 1,17  |
| <b>Total família 14 cm</b>             | <b>445,84</b>                         | <b>9283</b>                      | <b>100,00%</b>                 | -   |
| <b>Família 19 cm</b>                   |                                       |                                  |                                |   |
| 19X19X29                               |                                       | 4020                             | 68,92%                         | 13,24   |
| 19X19X14 meio bloco                    |                                       | 578                              | 9,91%                          | 1,90  |
| 19X19X04 compensador 04                |                                       | 539                              | 9,24%                          | 1,77  |
| 19X19X09 compensador 09                |                                       | 230                              | 3,94%                          | 0,76  |
| 19X19X21 bloco especial 21             |                                       | 144                              | 2,47%                          | 0,47  |
| 19X19X24 bloco especial 24             |                                       | 322                              | 5,52%                          | 1,06  |
| <b>Total família 19 cm</b>             | <b>303,72</b>                         | <b>5833</b>                      | <b>100,00%</b>                 | -   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE J – CUMR DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA A

| <b>Planilha J</b>               |                                  |                           |                         |  |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|--|
| DATA:                           | 15/03/2018                       |                           |                         |  |
| EMPREENDIMENTO:                 | OBRA A                           |                           |                         |  |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:         | ALVENARIA                        |                           |                         |  |
| VISTORIADOR:                    | ALEXANDRE                        |                           |                         |  |
|                                 |                                  |                           |                         |  |
| Especificação do bloco cerâmico | Área executada (m <sup>2</sup> ) | Quantidade utilizada (un) | Utilização por tipo (%) | Utilização por tipo (un/m <sup>2</sup> ) |
| <b>Família 9 cm</b>             |                                  |                           |                         |  |
| 09x19x29                        | -                                | 21274                     | 97,70%                  | 16,83                                    |
| 09x19x19 - 2/3                  | -                                | 500                       | 2,30%                   | 0,40                                     |
| <b>Total família 9 cm</b>       | <b>1264,13</b>                   | <b>21774</b>              | <b>100,00%</b>          |  |
| <b>Família 11,5 cm</b>          |                                  |                           |                         |  |
| 11,5x19x29                      | -                                | 25720                     | 100,00%                 | 29,33                                    |
| <b>Total família 11,5 cm</b>    | <b>877,06</b>                    | <b>25720</b>              | <b>100,00%</b>          |  |
| <b>Família 14 cm</b>            |                                  |                           |                         |  |
| 14x10x29 canaleta u baixo       | -                                | 500                       | 0,24%                   | 0,06                                     |
| 14x19x04 compensador 04         | -                                | 12000                     | 5,87%                   | 1,49                                     |
| 14x19x09 compensador 09         | -                                | 6290                      | 3,08%                   | 0,78                                     |
| 14x19x14 meio bloco             | -                                | 7502                      | 3,67%                   | 0,93                                     |
| 14x19x19 bloco especial 19      | -                                | 3732                      | 1,83%                   | 0,46                                     |
| 14x19x21 bloco especial 21      | -                                | 2640                      | 1,29%                   | 0,33                                     |
| 14x19x24 bloco especial 24      | -                                | 6960                      | 3,40%                   | 0,86                                     |
| 14x19x29                        | -                                | 125486                    | 61,38%                  | 15,56                                    |
| 14x19x29 canaleta u alto        | -                                | 31160                     | 15,19%                  | 3,85                                     |
| 14x19x44 bloco e meio           | -                                | 7320                      | 3,58%                   | 0,91                                     |
| 14x19x29 encunhamento           | -                                | 950                       | 0,46%                   | 0,12                                     |
| <b>Total família 14 cm</b>      | <b>8066,39</b>                   | <b>204540</b>             | <b>100,00%</b>          |  |
| <b>Família 19 cm</b>            |                                  |                           |                         |  |
| 19x09x29 meio bloco horizontal  | -                                | 1578                      | 1,07%                   | 0,19                                     |
| 19x10x29 canaleta u baixo       | -                                | 72                        | 0,06%                   | 0,01                                     |
| 19x19x04 compensador 04         | -                                | 3600                      | 3,01%                   | 0,53                                     |
| 19x19x09 compensador 09         | -                                | 4067                      | 3,40%                   | 0,60                                     |
| 19x19x14 meio bloco             | -                                | 8490                      | 7,10%                   | 1,25                                     |
| 19x19x21 bloco especial 21      | -                                | 2948                      | 2,47%                   | 0,43                                     |
| 19x19x24 bloco especial 24      | -                                | 2430                      | 2,03%                   | 0,36                                     |
| 19x19x29                        | -                                | 93272                     | 78,02%                  | 13,69                                    |
| 19x19x29 canaleta u alto        | -                                | 2960                      | 2,48%                   | 0,43                                     |
| 19x19x29 encunhamento           | -                                | 430                       | 0,36%                   | 0,06                                     |
| <b>Total família 19 cm</b>      | <b>6812,37</b>                   | <b>119847</b>             | <b>100,00%</b>          |  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE K – CUM<sub>T</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA  
OBRA A**

| <b>Planilha K</b>                                      |   |                               |                                  |
|--|---|-------------------------------|----------------------------------|
| DATA:  | 22/03/2018                                |                               |                                  |
| EMPREENHIMENTO:  | OBRA A                                    |                               |                                  |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                                | ALVENARIA                                 |                               |                                  |
| VISTORIADOR:   | ALEXANDRE                                 |                               |                                  |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b>                 | <b>Quantidade por pavimento tipo (un)</b> | <b>Ponderação da área (%)</b> | <b>Quantidade ponderada (un)</b> |
| 09X19X29   | 1153                                      | 100,00%                       | 1153,00                          |
| 09X19X14 meio bloco                                    | 91  | 48,28%                        | 43,93                            |
| 09X19X04 compensador 04                                | 41  | 13,79%                        | 5,66                             |
| 09X19X09 compensador 09                                | 7   | 31,03%                        | 2,17                             |
| 09X19X21 bloco especial 21                             | 80  | 72,41%                        | 57,93                            |
| 11.5X19X29   | 972                                       | 100,00%                       | 972,00                           |
| 11.5X19X14 meio bloco                                  | 166                                       | 48,28%                        | 80,14                            |
| 11.5X19X04 compensador 04                              | 24  | 13,79%                        | 3,31                             |
| 11.5X19X09 compensador 09                              | 24  | 31,03%                        | 7,45                             |
| 11.5X19X21 bloco especial 21                           | 52  | 72,41%                        | 37,66                            |
| 11.5X19X24 bloco especial 24                           | 12  | 82,76%                        | 9,93                             |
| 14X19X29   | 6911                                      | 100,00%                       | 6911,00                          |
| 14X19X14 meio bloco                                    | 350                                       | 48,28%                        | 168,97                           |
| 14X19X04 compensador 04                                | 398                                       | 13,79%                        | 54,90                            |
| 14X19X09 compensador 09                                | 378                                       | 31,03%                        | 117,31                           |
| 14X19X21 bloco especial 21                             | 82  | 72,41%                        | 59,38                            |
| 14X19X24 bloco especial 24                             | 644                                       | 82,76%                        | 532,97                           |
| 14X19X44 bloco e meio                                  | 520                                       | 151,72%                       | 788,97                           |
| 19X19X29   | 4020                                      | 100,00%                       | 4020,00                          |
| 19X19X14 meio bloco                                    | 578                                       | 48,28%                        | 279,03                           |
| 19X19X04 compensador 04                                | 539                                       | 13,79%                        | 74,34                            |
| 19X19X09 compensador 09                                | 230                                       | 31,03%                        | 71,38                            |
| 19X19X21 bloco especial 21                             | 144                                       | 72,41%                        | 104,28                           |
| 19X19X24 bloco especial 24                             | 322                                       | 82,76%                        | 266,48                           |
| <b>Consumos unitários</b>                              |   |                               |                                  |
| Quantidade total de blocos cerâmicos (un)              | 17738                                     | -                             | 15822,17                         |
| Área total de alvenaria do pavimento (m <sup>2</sup> ) | 883,38                                    | -                             | 883,38                           |
| Consumo unitário (blocos cerâmicos/ metro quadrado)    | 20,08                                     | -                             | 17,91                            |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE L – CUM<sub>R</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA  
OBRA A**

| <b>Planilha L</b>                                   |                                  |                               |                                  |
|---|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| DATA:   | 15/03/2018                       |                               |                                  |
| EMPREENDIMENTO:                                     | OBRA A                           |                               |                                  |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                             | ALVENARIA                        |                               |                                  |
| VISTORIADOR:  | ALEXANDRE                        |                               |                                  |
|   |                                  |                               |                                  |
| <b>Blocos cerâmicos</b>                             | <b>Quantidade utilizada (un)</b> | <b>Ponderação da área (%)</b> | <b>Quantidade ponderada (un)</b> |
| 09x19x29  | 21274                            | 100,00%                       | 21274,00                         |
| 09x19x19 - 2/3                                      | 500                              | 65,52%                        | 327,59                           |
| 11.5x19x29  | 25720                            | 100,00%                       | 25720,00                         |
| 14x09x29 meio bloco horizontal                      | 0                                | 47,37%                        | 0,00                             |
| 14x10x29 canaleta u baixo                           | 500                              | 52,63%                        | 263,16                           |
| 14x19x04 compensador 04                             | 12000                            | 13,79%                        | 1655,17                          |
| 14x19x09 compensador 09                             | 6290                             | 31,03%                        | 1952,07                          |
| 14x19x14 meio bloco                                 | 7502                             | 48,28%                        | 3621,66                          |
| 14x19x19 bloco especial 19                          | 3732                             | 65,52%                        | 2445,10                          |
| 14x19x21 bloco especial 21                          | 2640                             | 72,41%                        | 1911,72                          |
| 14x19x24 bloco especial 24                          | 6960                             | 82,76%                        | 5760,00                          |
| 14x19x29  | 125486                           | 100,00%                       | 125486,00                        |
| 14x19x29 canaleta u alto                            | 31160                            | 100,00%                       | 31160,00                         |
| 14x19x44 bloco e meio                               | 7320                             | 151,72%                       | 11106,21                         |
| 14x19x29 encunhamento                               | 950                              | 100,00%                       | 950,00                           |
| 19x09x29 meio bloco horizontal                      | 1578                             | 47,37%                        | 747,47                           |
| 19x10x29 canaleta u baixo                           | 72                               | 52,63%                        | 37,89                            |
| 19x19x04 compensador 04                             | 3600                             | 13,79%                        | 496,55                           |
| 19x19x09 compensador 09                             | 4067                             | 31,03%                        | 1262,17                          |
| 19x19x14 meio bloco                                 | 8490                             | 48,28%                        | 4098,62                          |
| 19x19x21 bloco especial 21                          | 2948                             | 72,41%                        | 2134,76                          |
| 19x19x24 bloco especial 24                          | 2430                             | 82,76%                        | 2011,03                          |
| 19x19x29  | 93272                            | 100,00%                       | 93272,00                         |
| 19x19x29 canaleta u alto                            | 2960                             | 100,00%                       | 2960,00                          |
| 19x19x29 encunhamento                               | 430                              | 100,00%                       | 430,00                           |
| <b>Consumos unitários</b>                           |                                  |                               |                                  |
| Quantidade total de blocos cerâmicos (un)           | 371881                           | -                             | 341083,18                        |
| Área total de alvenaria executada (m²)              | 16464,5                          | -                             | 16464,5                          |
| Consumo unitário (blocos cerâmicos/ metro quadrado) | 22,59                            | -                             | 20,72                            |

Fonte: Elaborado pelo autor.

### APÊNDICE M – CUM<sub>T</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA B

| <b>Planilha M</b>               |                                  |                     |                         |  |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------|--|
| DATA:                           |                                  | 22/03/2018          |                         |  |
| EMPREENHIMENTO:                 |                                  | OBRA B              |                         |  |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:         |                                  | ALVENARIA           |                         |  |
| VISTORIADOR:                    |                                  | ALEXANDRE           |                         |  |
| Especificação do bloco cerâmico | Área executada (m <sup>2</sup> ) | Qtde utilizada (un) | Utilização por tipo (%) | Utilização por tipo (un/m <sup>2</sup> ) |
| <b>Família 9 cm</b>             |                                  |                     |                         |  |
| 09X19X29                        | -                                | 3094                | 91,16%                  | 16,77                                    |
| 09X19X14 meio bloco             | -                                | 64                  | 1,89%                   | 0,35                                     |
| 09X19X04 compensador 04         | -                                | 66                  | 1,94%                   | 0,36                                     |
| 09X19X09 compensador 09         | -                                | 28                  | 0,82%                   | 0,15                                     |
| 09X19X21 bloco especial 21      | -                                | 40                  | 1,18%                   | 0,22                                     |
| 09X19X21 bloco especial 24      | -                                | 102                 | 3,01%                   | 0,55                                     |
| <b>Total família 9 cm</b>       | <b>184,52</b>                    | <b>3394</b>         | <b>100,00%</b>          | -  |
| <b>Família 14 cm</b>            |                                  |                     |                         |  |
| 14X19X29                        | -                                | 3100                | 75,24%                  | 20,78                                    |
| 14X19X14 meio bloco             | -                                | 193                 | 4,68%                   | 1,29                                     |
| 14X19X04 compensador 04         | -                                | 151                 | 3,67%                   | 1,01                                     |
| 14X19X09 compensador 09         | -                                | 255                 | 6,19%                   | 1,71                                     |
| 14X19X21 bloco especial 19      | -                                | 122                 | 2,96%                   | 0,82                                     |
| 14X19X21 bloco especial 21      | -                                | 28                  | 0,68%                   | 0,19                                     |
| 14X19X24 bloco especial 24      | -                                | 96                  | 2,33%                   | 0,64                                     |
| 14X19X44 bloco e meio           | -                                | 175                 | 4,25%                   | 1,17                                     |
| <b>Total família 14 cm</b>      | <b>149,17</b>                    | <b>4120</b>         | <b>100,00%</b>          | -  |
| <b>Família 19 cm</b>            |                                  |                     |                         |  |
| 19X19X29                        | -                                | 1266                | 75,40%                  | 7,30                                     |
| 19X19X14 meio bloco             | -                                | 114                 | 6,79%                   | 0,66                                     |
| 19X19X04 compensador 04         | -                                | 117                 | 6,97%                   | 0,68                                     |
| 19X19X09 compensador 09         | -                                | 87                  | 5,18%                   | 0,50                                     |
| 19X19X21 bloco especial 21      | -                                | 12                  | 0,71%                   | 0,07                                     |
| 19X19X24 bloco especial 24      | -                                | 83                  | 4,94%                   | 0,48                                     |
| <b>Total família 19 cm</b>      | <b>173,308</b>                   | <b>1679</b>         | <b>100,00%</b>          | -  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE N - CUM<sub>R</sub> DE BLOCOS CERÂMICOS NA OBRA B

| <b>Planilha N</b>                      |                                       |                                  |                                |   |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| DATA:                                  | 15/03/2018                            |                                  |                                |   |
| EMPREENDIMENTO:                        | OBRA B                                |                                  |                                |   |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                | ALVENARIA                             |                                  |                                |   |
| VISTORIADOR:                           | ALEXANDRE                             |                                  |                                |   |
| <b>FAMÍLIA 9CM</b>                     |                                       |                                  |                                |   |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b> | <b>Área executada (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Quantidade utilizada (un)</b> | <b>Utilização por tipo (%)</b> | <b>Utilização por tipo (un/m<sup>2</sup>)</b> |
| 09x19x29                               | -                                     | 31394                            | 94,02%                         | 17,36   |
| 09x19x19 - 2/3                         | -                                     | 1996                             | 5,98%                          | 1,10  |
| 09x19x14                               | -                                     | 1140                             | 3,41%                          | 0,63  |
| <b>Total família 9 cm</b>              | <b>1808,26</b>                        | <b>33390</b>                     | <b>100,00%</b>                 |   |
| <b>Família 14cm</b>                    |                                       |                                  |                                |   |
| 14x10x29 canaleta u baixo              | -                                     | 1000                             | 2,07%                          | 0,55  |
| 14x19x04 compensador 04                | -                                     | 2400                             | 4,96%                          | 1,32  |
| 14x19x09 compensador 09                | -                                     | 1710                             | 3,53%                          | 0,94  |
| 14x19x14 meio bloco                    | -                                     | 3390                             | 7,00%                          | 1,86  |
| 14x19x21 bloco especial 21             | -                                     | 384                              | 0,79%                          | 0,21  |
| 14x19x24 bloco especial 24             | -                                     | 720                              | 1,49%                          | 0,39  |
| 14x19x29                               | -                                     | 36470                            | 75,35%                         | 19,98   |
| 14x19x29 canaleta u alto               | -                                     | 990                              | 2,05%                          | 0,54  |
| 14x19x44 bloco e meio                  | -                                     | 1338                             | 2,76%                          | 0,73  |
| <b>Total família 14 cm</b>             | <b>1824,95</b>                        | <b>48402</b>                     | <b>100,00%</b>                 |   |
| <b>Família 19cm</b>                    |                                       |                                  |                                |   |
| 19x10x29 canaleta u baixo              | -                                     | 504                              | 0,74%                          | 0,15  |
| 19x19x04 compensador 04                | -                                     | 2160                             | 3,19%                          | 0,64  |
| 19x19x09 compensador 09                | -                                     | 1720                             | 2,54%                          | 0,51  |
| 19x19x14 meio bloco                    | -                                     | 4408                             | 6,51%                          | 1,31  |
| 19x19x21 bloco especial 21             | -                                     | 388,8                            | 0,57%                          | 0,12  |
| 19x19x24 bloco especial 24             | -                                     | 450                              | 0,66%                          | 0,13  |
| 19x19x29                               | -                                     | 56954                            | 84,07%                         | 16,99   |
| 19x19x29 canaleta u alto               | -                                     | 1160                             | 1,71%                          | 0,35  |
| <b>Total família 19 cm</b>             | <b>3352,84</b>                        | <b>67745</b>                     | <b>100,00%</b>                 |   |

Fonte: Elaborado pelo autor.



**APÊNDICE O – CUMT COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA  
OBRA B**

| <b>Planilha O</b>                                   |   |                               |                                  |
|---|---|-------------------------------|----------------------------------|
| DATA:   | 22/03/2018                                |                               |                                  |
| EMPREENDIMENTO:                                     | OBRA B                                    |                               |                                  |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                             | ALVENARIA                                 |                               |                                  |
| VISTORIADOR:  | ALEXANDRE                                 |                               |                                  |
|   |   |                               |                                  |
| <b>Especificação do bloco cerâmico</b>              | <b>Quantidade por pavimento tipo (un)</b> | <b>Ponderação da área (%)</b> | <b>Quantidade ponderada (un)</b> |
| 09X19X29  | 3094                                      | 100,00%                       | 3094,00                          |
| 09X19X14 meio bloco                                 | 64  | 48,28%                        | 30,90                            |
| 09X19X04 compensador 04                             | 66  | 13,79%                        | 9,10                             |
| 09X19X09 compensador 09                             | 28  | 31,03%                        | 8,69                             |
| 09X19X21 bloco especial 21                          | 40  | 72,41%                        | 28,97                            |
| 09X19X21 bloco especial 24                          | 102                                       | 82,76%                        | 84,41                            |
| 14X19X29  | 3100                                      | 100,00%                       | 3100,00                          |
| 14X19X14 meio bloco                                 | 193                                       | 48,28%                        | 93,17                            |
| 14X19X04 compensador 04                             | 151                                       | 13,79%                        | 20,83                            |
| 14X19X09 compensador 09                             | 255                                       | 31,03%                        | 79,14                            |
| 14X19X21 bloco especial 19                          | 122                                       | 65,52%                        | 79,93                            |
| 14X19X21 bloco especial 21                          | 28  | 72,41%                        | 20,28                            |
| 14X19X24 bloco especial 24                          | 96  | 82,76%                        | 79,45                            |
| 14X19X44 bloco e meio                               | 175                                       | 151,72%                       | 265,52                           |
| 19X19X29  | 1266                                      | 100,00%                       | 1266,00                          |
| 19X19X14 meio bloco                                 | 114                                       | 48,28%                        | 55,03                            |
| 19X19X04 compensador 04                             | 117                                       | 13,79%                        | 16,14                            |
| 19X19X09 compensador 09                             | 87  | 31,03%                        | 27,00                            |
| 19X19X21 bloco especial 21                          | 12  | 72,41%                        | 8,69                             |
| 19X19X24 bloco especial 24                          | 83  | 82,76%                        | 68,69                            |
| <b>Consumos unitários</b>                           |   |                               |                                  |
| Quantidade total de blocos cerâmicos (un)           | 9193                                      | -                             | 8435,93                          |
| Área total de alvenaria do pavimento (m²)           | 506,99                                    | -                             | 506,99                           |
| Consumo unitário (blocos cerâmicos/ metro quadrado) | 18,13                                     | -                             | 16,64                            |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE P – CUM<sub>R</sub> COM PONDERAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS NA  
OBRA B**

| <b>Planilha P</b>                                   |                                  |                               |                                  |
|---|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| DATA:   | 15/03/2018                       |                               |                                  |
| EMPREENDIMENTO:                                     | OBRA B                           |                               |                                  |
| SERVIÇO CORRESPONDENTE:                             | ALVENARIA                        |                               |                                  |
| VISTORIADOR:  | ALEXANDRE                        |                               |                                  |
|   |                                  |                               |                                  |
| <b>Blocos cerâmicos</b>                             | <b>Quantidade utilizada (un)</b> | <b>Ponderação da área (%)</b> | <b>Quantidade ponderada (un)</b> |
| 09x19x29  | 31394                            | 100,00%                       | 31394,00                         |
| 09x19x19 - 2/3                                      | 1996                             | 65,52%                        | 1307,72                          |
| 09x19x14  | 1140                             | 48,28%                        | 550,34                           |
| 14x10x29 canaleta u baixo                           | 1000                             | 52,63%                        | 526,32                           |
| 14x19x04 compensador 04                             | 2400                             | 13,79%                        | 331,03                           |
| 14x19x09 compensador 09                             | 1710                             | 31,03%                        | 530,69                           |
| 14x19x14 meio bloco                                 | 3390                             | 48,28%                        | 1636,55                          |
| 14x19x21 bloco especial 21                          | 384                              | 72,41%                        | 278,07                           |
| 14x19x24 bloco especial 24                          | 720                              | 82,76%                        | 595,86                           |
| 14x19x29  | 36469                            | 100,00%                       | 36469,60                         |
| 14x19x29 canaleta u alto                            | 990                              | 100,00%                       | 990,00                           |
| 14x19x44 bloco e meio                               | 1338                             | 151,72%                       | 2030,07                          |
| 19x10x29 canaleta u baixo                           | 504                              | 52,63%                        | 265,26                           |
| 19x19x04 compensador 04                             | 2160                             | 13,79%                        | 297,93                           |
| 19x19x09 compensador 09                             | 1720                             | 31,03%                        | 533,79                           |
| 19x19x14 meio bloco                                 | 4408                             | 48,28%                        | 2128,00                          |
| 19x19x21 bloco especial 21                          | 388,8                            | 72,41%                        | 281,54                           |
| 19x19x24 bloco especial 24                          | 450                              | 82,76%                        | 372,41                           |
| 19x19x29  | 56954                            | 100,00%                       | 56954,00                         |
| 19x19x29 canaleta u alto                            | 1160                             | 100,00%                       | 1160,00                          |
| <b>Consumos unitários</b>                           |                                  |                               |                                  |
| Quantidade total de blocos cerâmicos (un)           | 150676                           | -                             | 138633,21                        |
| Área total de alvenaria executada (m <sup>2</sup> ) | 7036,75                          | -                             | 7036,75                          |
| Consumo unitário (blocos cerâmicos/ metro quadrado) | 21,41                            | -                             | 19,70                            |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE Q - REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO EM PROJETO  
PARA A OBRA A**

| <b>Planilha Q</b> |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| DATA:             | 22/03/2018                        |
| EMPREENDIMENTO:   | OBRA A                            |
| SERVIÇO:          | ALVENARIA                         |
| VISTORIADOR:      | ALEXANDRE                         |
|                   |                                   |
| <b>Pavimento</b>  | <b>Quantidade de serviço (m²)</b> |
| 1º pavimento      | 2585,31                           |
| 2º pavimento      | 1741,70                           |
| 3º pavimento      | 430,36                            |
| 4º pavimento      | 1722,64                           |
| 5º pavimento      | 1755,92                           |
| 6º pavimento      | 1755,92                           |
| 7º pavimento      | 1755,92                           |
| 8º pavimento      | 1755,92                           |
| 9º pavimento      | 1755,92                           |
| 10º pavimento     | 1755,92                           |
| 11º pavimento     | 1755,92                           |
| 12º pavimento     | 1755,92                           |
| 13º pavimento     | 1755,92                           |
| 14º pavimento     | 1755,92                           |
| 15º pavimento     | 1755,92                           |
| 16º pavimento     | 1755,92                           |
| 17º pavimento     | 1755,92                           |
| 18º pavimento     | 1755,92                           |
| 19º pavimento     | 1755,92                           |
| 20º pavimento     | 1755,92                           |
| 21º pavimento     | 1755,92                           |
| 22º pavimento     | 1755,92                           |
| 23º pavimento     | 1755,92                           |
| 24º pavimento     | 1755,92                           |
| 25º pavimento     | 1755,92                           |
| Cobertura         | 226,35                            |
| <b>Total</b>      | <b>43580,68</b>                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE R - REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO EXECUTADO NA  
OBRA A**

| <b>Planilha R</b>      |  |                             |   |
|------------------------|--|-----------------------------|---|
| DATA:                  | 13/03/2018                                   |                             |   |
| EMPREENDIMENTO:        | OBRA A                                       |                             |   |
| SERVIÇO:               | ALVENARIA                                    |                             |   |
| VISTORIADOR:           | ALEXANDRE                                    |                             |   |
| <b>Pavimento</b>       | <b>Quantidade a executar (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Percentual executado</b> | <b>Quantidade executada (m<sup>2</sup>)</b> |
| 1º pavimento           | 2585,31                                      | 70,00%                      | 1809,71                                     |
| 2º pavimento           | 1741,70                                      | 70,00%                      | 1219,19                                     |
| 3º pavimento           | 430,36                                       | 100,00%                     | 430,36                                      |
| 4º pavimento           | 1722,64                                      | 80,00%                      | 1378,11                                     |
| 5º pavimento           | 1755,92                                      | 90,00%                      | 1580,33                                     |
| 6º pavimento (tipo)    | 1755,92                                      | 90,00%                      | 1580,33                                     |
| 7º pavimento (tipo)    | 1755,92                                      | 90,00%                      | 1580,33                                     |
| 8º pavimento (tipo)    | 1755,92                                      | 90,00%                      | 1580,33                                     |
| 9º pavimento (tipo)    | 1755,92                                      | 90,00%                      | 1580,33                                     |
| 10º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 80,00%                      | 1404,74                                     |
| 11º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 80,00%                      | 1404,74                                     |
| 12º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 80,00%                      | 1404,74                                     |
| 13º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 80,00%                      | 1404,74                                     |
| 14º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 80,00%                      | 1404,74                                     |
| 15º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 75,00%                      | 1316,94                                     |
| 16º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 17º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 18º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 19º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 20º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 21º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 22º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 23º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 24º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| 25º pavimento (tipo)   | 1755,92                                      | 0,00%                       | 0,00  |
| Cobertura              | 226,35                                       | 0,00                        | 0,00  |
| <b>Total executado</b> | <b>-</b>                                     | <b>-</b>                    | <b>21079,64</b>                             |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE S - RUP<sub>PER</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO  
ATUANTES NA OBRA A**

| <b>Planilha S</b> |               |  |                   |   |
|-------------------|---------------|--|-------------------|---|
| DATA:             |               | 11/04/2018                                   |                   |   |
| EMPREENDIMENTO:   |               | OBRA A                                       |                   |   |
| SERVIÇO:          |               | ALVENARIA                                    |                   |   |
| VISTORIADOR:      |               | ALEXANDRE                                    |                   |   |
| <b>Mês</b>        | <b>Equipe</b> | <b>Quantidade de serviço (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Hh período</b> | <b>RUP<sub>per</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
| Maio/2017         | Equipe 1      | 294,15                                       | 176,00            | 0,60  |
| Maio/2017         | Equipe 2      | 329,22                                       | 176,00            | 0,53  |
| Junho/2017        | Equipe 1      | 220,21                                       | 176,00            | 0,80  |
| Junho/2017        | Equipe 2      | 220,21                                       | 176,00            | 0,80  |
| Agosto/2017       | Equipe 2      | 362,91                                       | 176,00            | 0,48  |
| Outubro/2017      | Equipe 2      | 357,30                                       | 176,00            | 0,49  |
| Outubro/2017      | Equipe 3      | 357,30                                       | 176,00            | 0,49  |
| Outubro/2017      | Equipe 4      | 357,30                                       | 176,00            | 0,49  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE T - RUP<sub>PER</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO  
ATUANTES NA OBRA B**

| <b>Planilha T</b> |               |  |                   |   |
|-------------------|---------------|--|-------------------|---|
| DATA:             |               | 11/04/2018                                   |                   |   |
| EMPREENDIMENTO:   |               | OBRA B                                       |                   |   |
| SERVIÇO:          |               | ALVENARIA                                    |                   |   |
| VISTORIADOR:      |               | ALEXANDRE                                    |                   |   |
| <b>Mês</b>        | <b>Equipe</b> | <b>Quantidade de serviço (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Hh período</b> | <b>RUP<sub>per</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
| Junho/2017        | Equipe 5      | 303,78                                       | 352,00            | 1,16  |
| Junho/2017        | Equipe 5      | 755,76                                       | 352,00            | 0,47  |
| Julho/2017        | Equipe 6      | 527,62                                       | 352,00            | 0,67  |
| Setembro/2017     | Equipe 5      | 572,60                                       | 451,70            | 0,79  |
| Novembro/2017     | Equipe 5      | 246,26                                       | 252,30            | 1,02  |
| Novembro/2017     | Equipe 6      | 198,73                                       | 176,00            | 0,89  |
| Novembro/2017     | Equipe 7      | 397,46                                       | 352,00            | 0,89  |
| Dezembro/2017     | Equipe 5      | 568,00                                       | 281,60            | 0,50  |
| Dezembro/2017     | Equipe 6      | 356,29                                       | 140,80            | 0,40  |
| Dezembro/2017     | Equipe 7      | 712,58                                       | 281,60            | 0,40  |
| Janeiro/2018      | Equipe 6      | 115,80                                       | 105,60            | 0,91  |
| Janeiro/2018      | Equipe 7      | 231,60                                       | 211,20            | 0,91  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE U – RUP<sub>CUM</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO  
ATUANTES NA OBRA A**

| <b>Planilha U</b>                                |              |               |   |                      |   |
|--|--------------|---------------|---|----------------------|---|
| DATA:  |              | 11/04/2018    |   |                      |   |
| EMPREENDIMENTO:                                  |              | OBRA A        |   |                      |   |
| SERVIÇO:   |              | ALVENARIA     |   |                      |   |
| VISTORIADOR:                                     |              | ALEXANDRE     |   |                      |   |
| <b>Amostra de avaliação da RUP<sub>cum</sub></b> | <b>Mês</b>   | <b>Equipe</b> | <b>Quantidade de serviço cumulativa (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Hh cumulativo</b> | <b>RUP<sub>cum</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
| 1  | Maio/2017    | Equipe 1      | 294,15  | 176                  | 0,6   |
| 2  | Maio/2017    | Equipe 2      | 623,37  | 352                  | 0,56  |
| 3  | Junho/2017   | Equipe 1      | 843,58  | 528                  | 0,63  |
| 4  | Junho/2017   | Equipe 2      | 1063,8  | 704                  | 0,66  |
| 5  | Agosto/2017  | Equipe 2      | 1426,71   | 880                  | 0,62  |
| 6  | Outubro/2017 | Equipe 2      | 1784,01   | 1056                 | 0,59  |
| 7  | Outubro/2017 | Equipe 3      | 2141,31   | 1232                 | 0,58  |
| 8  | Outubro/2017 | Equipe 4      | 2498,61   | 1408                 | 0,56  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**APÊNDICE V – RUP<sub>CUM</sub> PARA AS EQUIPES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO  
ATUANTES NA OBRA B**

| <b>Planilha V</b>                                |               |               |   |                      |   |
|--|---------------|---------------|---|----------------------|---|
| DATA:  |               | 11/04/2018    |   |                      |   |
| EMPREENDIMENTO:                                  |               | OBRA B        |   |                      |   |
| SERVIÇO:   |               | ALVENARIA     |   |                      |   |
| VISTORIADOR:                                     |               | ALEXANDRE     |   |                      |   |
| <b>Amostra de avaliação da RUP<sub>cum</sub></b> | <b>Mês</b>    | <b>Equipe</b> | <b>Quantidade de serviço cumulativa (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Hh cumulativo</b> | <b>RUP<sub>cum</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
| 1  | Junho/2017    | Equipe 5      | 303,78  | 352                  | 1,16  |
| 2  | Junho/2017    | Equipe 5      | 1059,54   | 704                  | 0,66  |
| 3  | Julho/2017    | Equipe 6      | 1587,16   | 1056                 | 0,67  |
| 4  | Setembro/2017 | Equipe 5      | 2159,76   | 1507,7               | 0,7   |
| 5  | Novembro/2017 | Equipe 5      | 2406,02   | 1760                 | 0,73  |
| 6  | Novembro/2017 | Equipe 6      | 2604,75   | 1936                 | 0,74  |
| 7  | Novembro/2017 | Equipe 7      | 3002,21   | 2288                 | 0,76  |
| 8  | Dezembro/2017 | Equipe 5      | 3570,21   | 2569,6               | 0,72  |
| 9  | Dezembro/2017 | Equipe 6      | 3926,5  | 2710,4               | 0,69  |
| 10   | Dezembro/2017 | Equipe 7      | 4639,08   | 2992                 | 0,64  |
| 11   | Janeiro/2018  | Equipe 6      | 4754,88   | 3097,6               | 0,65  |
| 12   | Janeiro/2018  | Equipe 7      | 4986,48   | 3308,8               | 0,66  |

Fonte: Elaborado pelo autor.



**APÊNDICE W – RUP<sub>PER</sub> PARA AS EQUIPES DE REVESTIMENTO  
ARGAMASSADO INTERNO ATUANTES NA OBRA A**

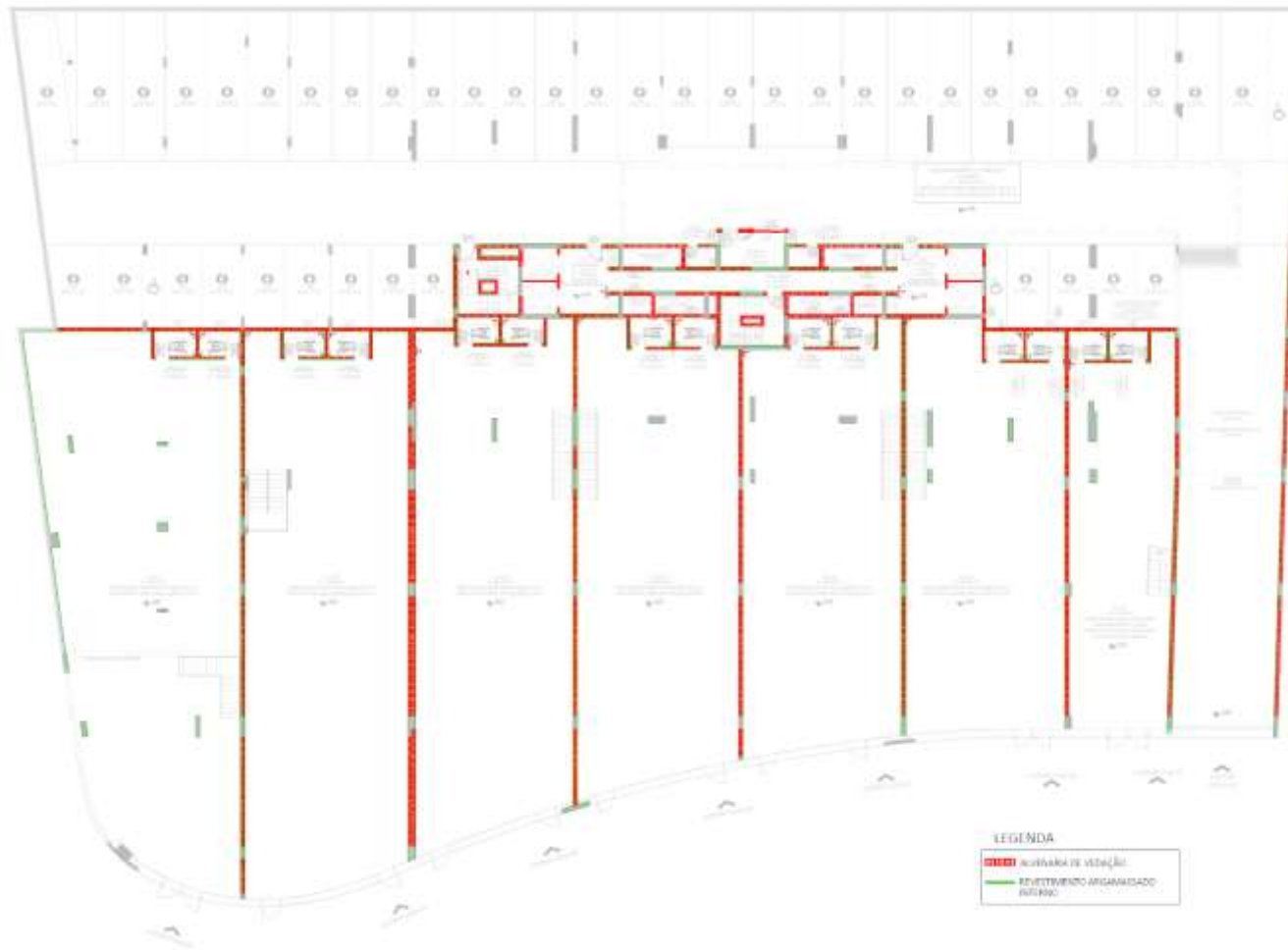
| <b>Planilha W</b> |               |  |                   |   |
|-------------------|---------------|--|-------------------|---|
| DATA:             | 11/04/2018    |  |                   |   |
| EMPREENDIMENTO:   | OBRA A        |  |                   |   |
| SERVIÇO:          | ALVENARIA     |  |                   |   |
| VISTORIADOR:      | ALEXANDRE     |  |                   |   |
| <b>Mês</b>        | <b>Equipe</b> | <b>Quantidade de serviço (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Hh período</b> | <b>RUP<sub>per</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
| Abril/2017        | Equipe 08     | 205,85                                       | 176,00            | 0,85  |
| Abril/2017        | Equipe 09     | 385,18                                       | 176,00            | 0,46  |
| Abril/2017        | Equipe 10     | 370,80                                       | 176,00            | 0,47  |
| Abril/2017        | Equipe 11     | 370,80                                       | 176,00            | 0,47  |
| Maiο/2017         | Equipe 08     | 389,87                                       | 176,00            | 0,45  |
| Maiο/2017         | Equipe 09     | 352,56                                       | 176,00            | 0,50  |
| Maiο/2017         | Equipe 10     | 232,94                                       | 176,00            | 0,76  |
| Maiο/2017         | Equipe 11     | 232,94                                       | 176,00            | 0,76  |
| Julho/2017        | Equipe 08     | 146,19                                       | 176,00            | 1,20  |
| Julho/2017        | Equipe 09     | 225,67                                       | 176,00            | 0,78  |
| Julho/2017        | Equipe 11     | 225,67                                       | 176,00            | 0,78  |
| Agosto/2017       | Equipe 08     | 256,55                                       | 176,00            | 0,69  |
| Agosto/2017       | Equipe 11     | 110,27                                       | 176,00            | 1,60  |
| Setembro/2017     | Equipe 08     | 439,93                                       | 176,00            | 0,40  |
| Setembro/2017     | Equipe 12     | 212,83                                       | 176,00            | 0,83  |
| Setembro/2017     | Equipe 13     | 242,05                                       | 176,00            | 0,73  |
| Setembro/2017     | Equipe 14     | 200,98                                       | 176,00            | 0,88  |
| Outubro/2017      | Equipe 08     | 223,31                                       | 176,00            | 0,79  |
| Outubro/2017      | Equipe 09     | 145,67                                       | 176,00            | 1,21  |
| Outubro/2017      | Equipe 10     | 145,67                                       | 176,00            | 1,21  |
| Outubro/2017      | Equipe 11     | 145,67                                       | 176,00            | 1,21  |
| Outubro/2017      | Equipe 12     | 182,18                                       | 176,00            | 0,97  |
| Outubro/2017      | Equipe 13     | 385,58                                       | 176,00            | 0,46  |
| Outubro/2017      | Equipe 14     | 253,90                                       | 176,00            | 0,69  |
| Novembro/2017     | Equipe 08     | 176,88                                       | 176,00            | 1,00  |
| Novembro/2017     | Equipe 13     | 160,42                                       | 176,00            | 1,10  |
| Novembro/2017     | Equipe 14     | 158,15                                       | 176,00            | 1,11  |
| Dezembro/2017     | Equipe 08     | 153,75                                       | 140,80            | 0,92  |
| Dezembro/2017     | Equipe 12     | 135,37                                       | 140,80            | 1,04  |
| Dezembro/2017     | Equipe 13     | 152,93                                       | 140,80            | 0,92  |
| Dezembro/2017     | Equipe 14     | 158,65                                       | 140,80            | 0,89  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

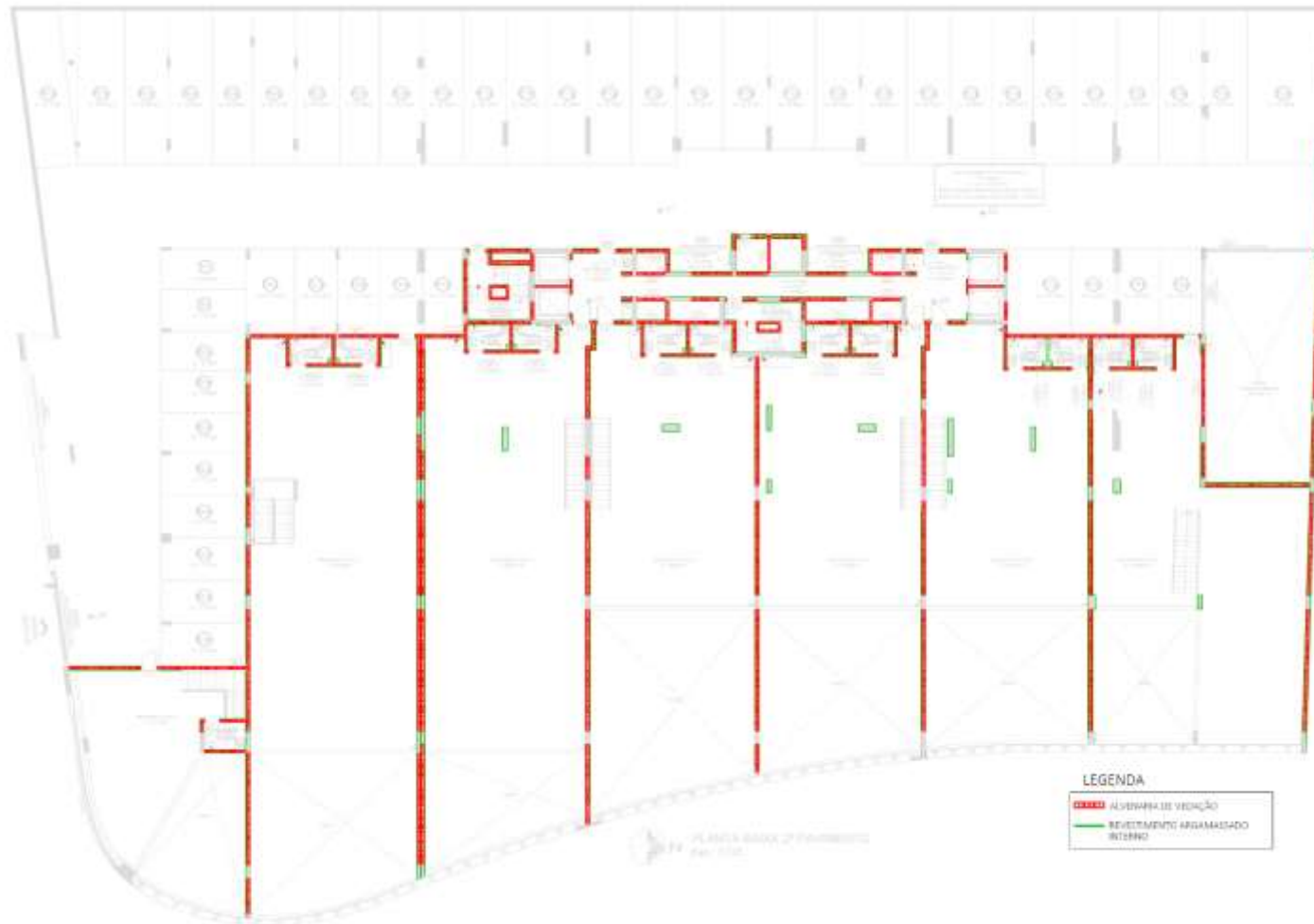
**APÊNDICE X – RUP<sub>CUM</sub> PARA AS EQUIPES DE REVESTIMENTO  
ARGAMASSADO INTERNO ATUANTES NA OBRA A**

| <b>Planilha X</b>                                |               |               |   |                      |   |
|--|---------------|---------------|---|----------------------|---|
| DATA:  | 17/04/2018    |               |   |                      |   |
| EMPREENDIMENTO:                                  | OBRA A        |               |   |                      |   |
| SERVIÇO:   | ALVENARIA     |               |   |                      |   |
| VISTORIADOR:                                     | ALEXANDRE     |               |   |                      |   |
| <b>Amostra de avaliação da RUP<sub>cum</sub></b> | <b>Mês</b>    | <b>Equipe</b> | <b>Quantidade de serviço cumulativa (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Hh cumulativo</b> | <b>RUP<sub>cum</sub> (Hh/m<sup>2</sup>)</b> |
| 1  | Abril/2017    | Equipe 08     | 205,85  | 176,00               | 0,85  |
| 2  | Abril/2017    | Equipe 09     | 591,03  | 352,00               | 0,60  |
| 3  | Abril/2017    | Equipe 10     | 961,83  | 528,00               | 0,55  |
| 4  | Abril/2017    | Equipe 11     | 1332,63   | 704,00               | 0,53  |
| 5  | Mai/2017      | Equipe 08     | 1722,50   | 880,00               | 0,51  |
| 6  | Mai/2017      | Equipe 09     | 2075,06   | 1056,00              | 0,51  |
| 7  | Mai/2017      | Equipe 10     | 2308,00   | 1232,00              | 0,53  |
| 8  | Mai/2017      | Equipe 11     | 2540,94   | 1408,00              | 0,55  |
| 9  | Julho/2017    | Equipe 08     | 2687,13   | 1584,00              | 0,59  |
| 10   | Julho/2017    | Equipe 09     | 2912,80   | 1760,00              | 0,60  |
| 11   | Julho/2017    | Equipe 11     | 3138,47   | 1936,00              | 0,62  |
| 12   | Agosto/2017   | Equipe 08     | 3395,02   | 2112,00              | 0,62  |
| 13   | Agosto/2017   | Equipe 11     | 3505,29   | 2288,00              | 0,65  |
| 14   | Setembro/2017 | Equipe 08     | 3945,22   | 2464,00              | 0,62  |
| 15   | Setembro/2017 | Equipe 12     | 4158,05   | 2640,00              | 0,63  |
| 16   | Setembro/2017 | Equipe 13     | 4400,10   | 2816,00              | 0,64  |
| 17   | Setembro/2017 | Equipe 14     | 4601,08   | 2992,00              | 0,65  |
| 18   | Outubro/2017  | Equipe 08     | 4824,39   | 3168,00              | 0,66  |
| 19   | Outubro/2017  | Equipe 09     | 4970,06   | 3344,00              | 0,67  |
| 20   | Outubro/2017  | Equipe 10     | 5115,73   | 3520,00              | 0,69  |
| 21   | Outubro/2017  | Equipe 11     | 5261,40   | 3696,00              | 0,70  |
| 22   | Outubro/2017  | Equipe 12     | 5443,57   | 3872,00              | 0,71  |
| 23   | Outubro/2017  | Equipe 13     | 5829,15   | 4048,00              | 0,69  |
| 24   | Outubro/2017  | Equipe 14     | 6083,05   | 4224,00              | 0,69  |
| 25   | Novembro/2017 | Equipe 08     | 6259,93   | 4400,00              | 0,70  |
| 26   | Novembro/2017 | Equipe 13     | 6420,35   | 4576,00              | 0,71  |
| 27   | Novembro/2017 | Equipe 14     | 6578,50   | 4752,00              | 0,72  |
| 28   | Dezembro/2017 | Equipe 08     | 6732,25   | 4892,80              | 0,73  |
| 29   | Dezembro/2017 | Equipe 12     | 6867,62   | 5033,60              | 0,73  |
| 30   | Dezembro/2017 | Equipe 13     | 7020,55   | 5174,40              | 0,74  |
| 31   | Dezembro/2017 | Equipe 14     | 7179,20   | 5315,20              | 0,74  |

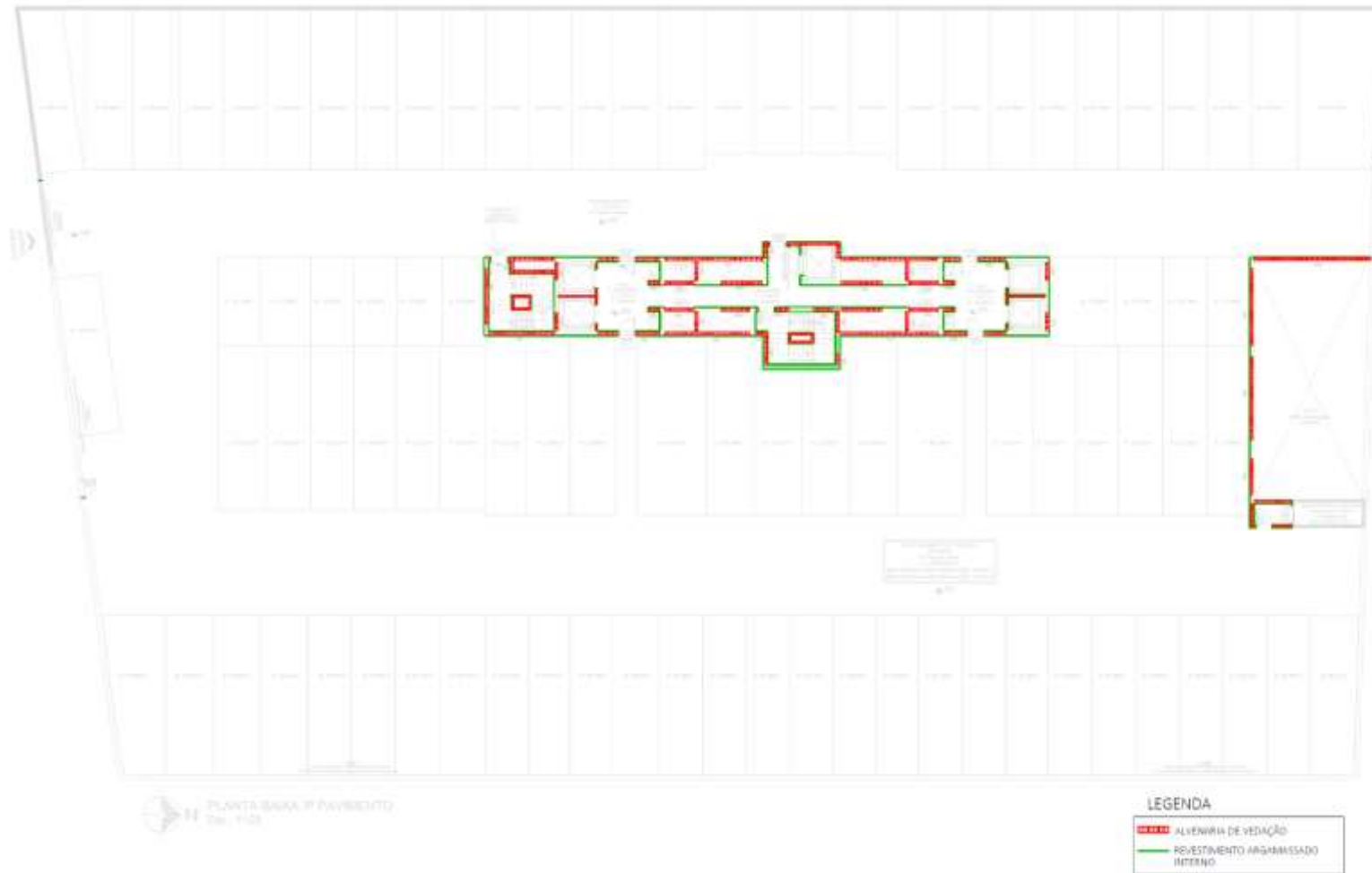
Fonte: Elaborado pelo autor.

**ANEXO A – PAREDES DO 1º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A**

Fonte: Empresa A (2017).

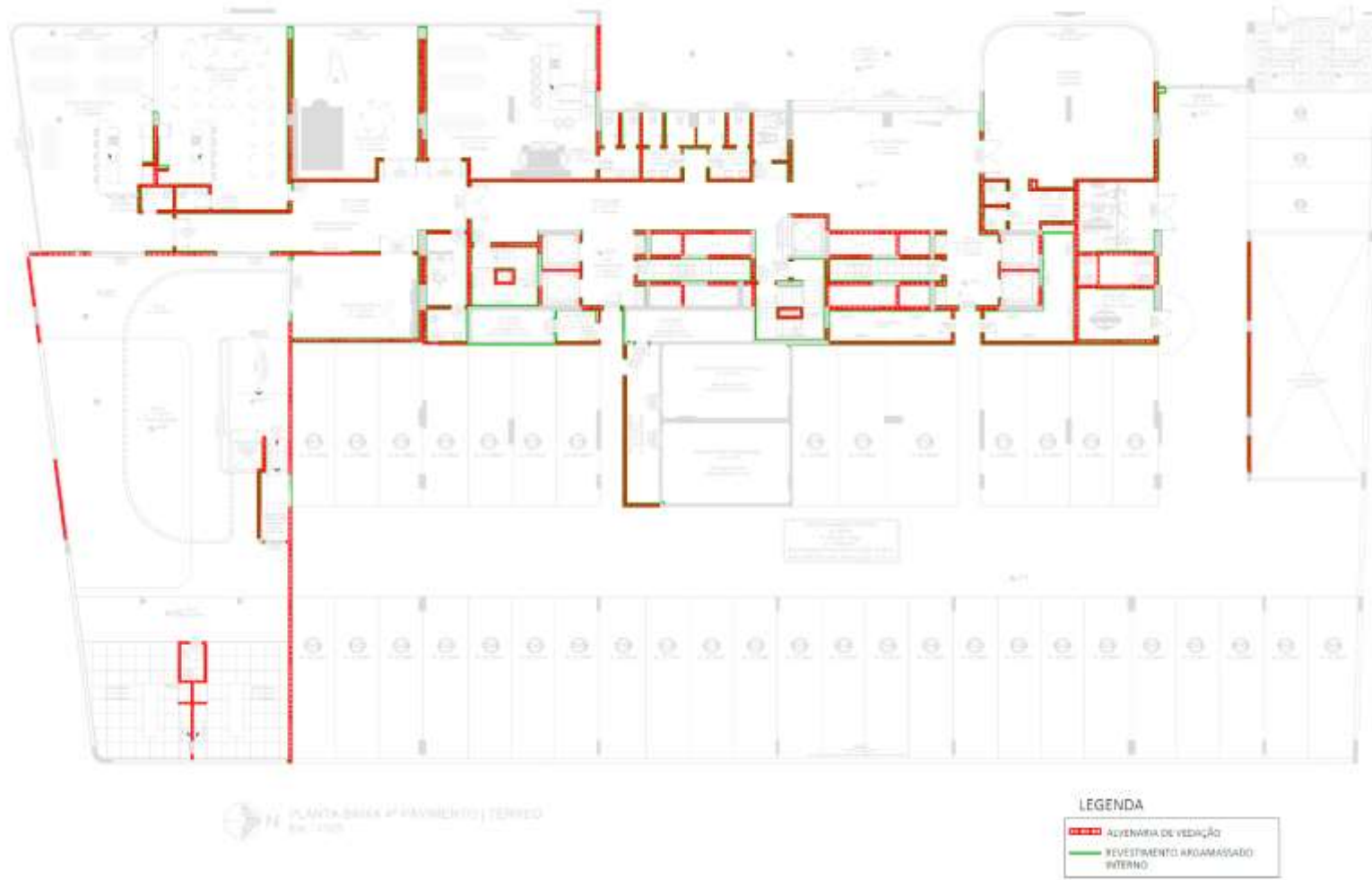
**ANEXO B – PAREDES DO 2º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A**

Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO C – PAREDES DO 3º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A**

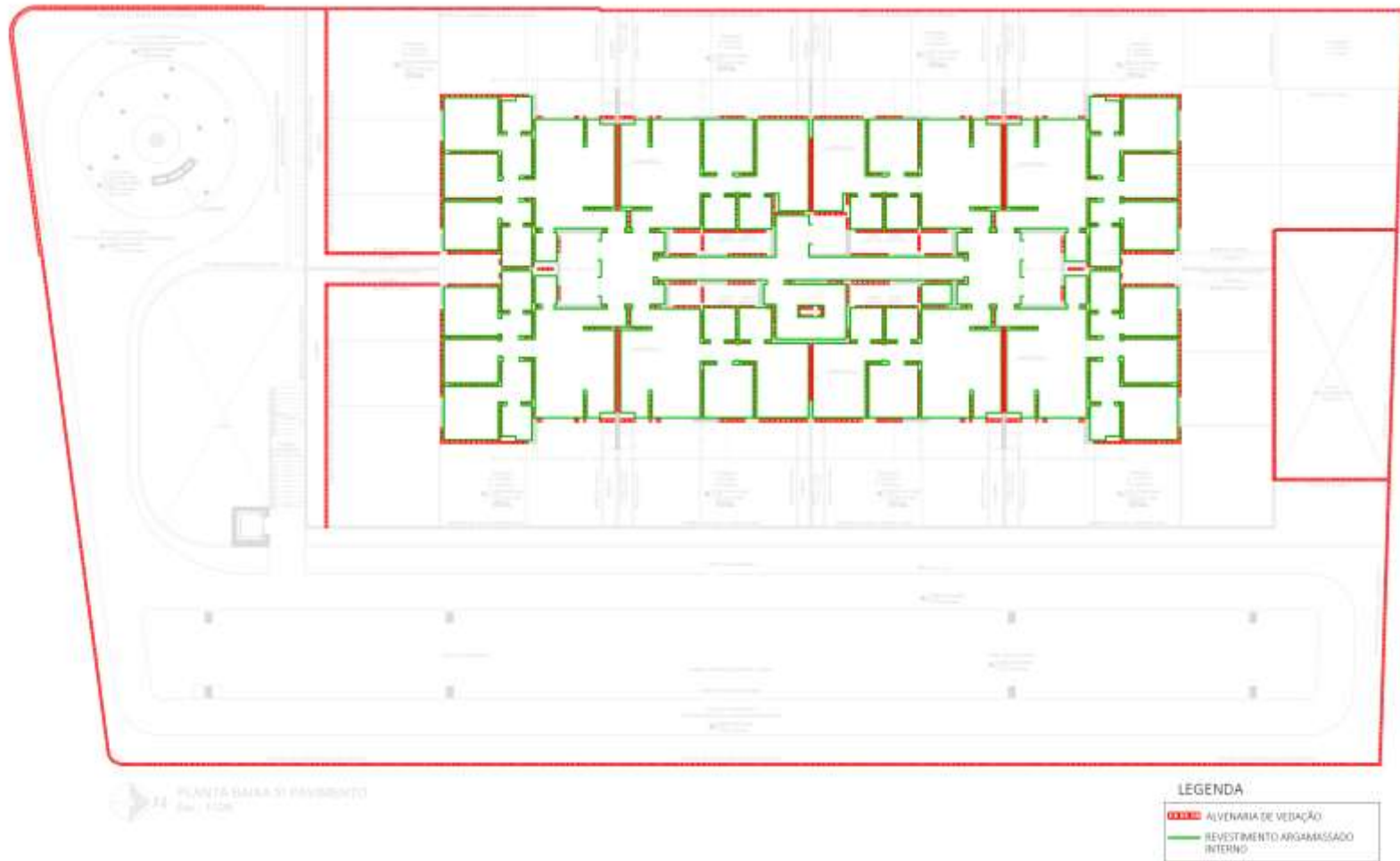
Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO D – PAREDES DO 4º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A**

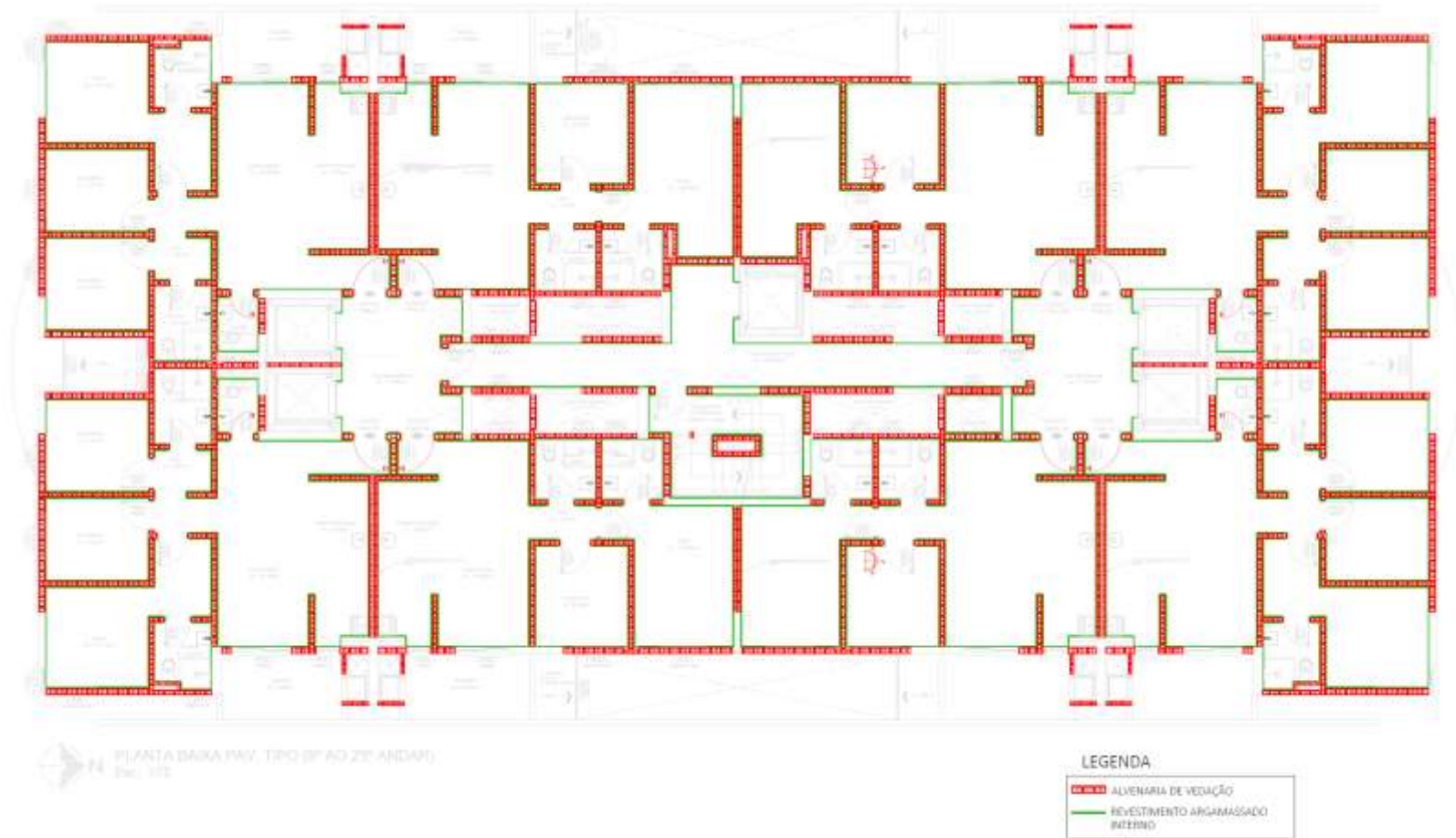


Fonte: Empresa A (2017).

### ANEXO E – PAREDES DO 5º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA A

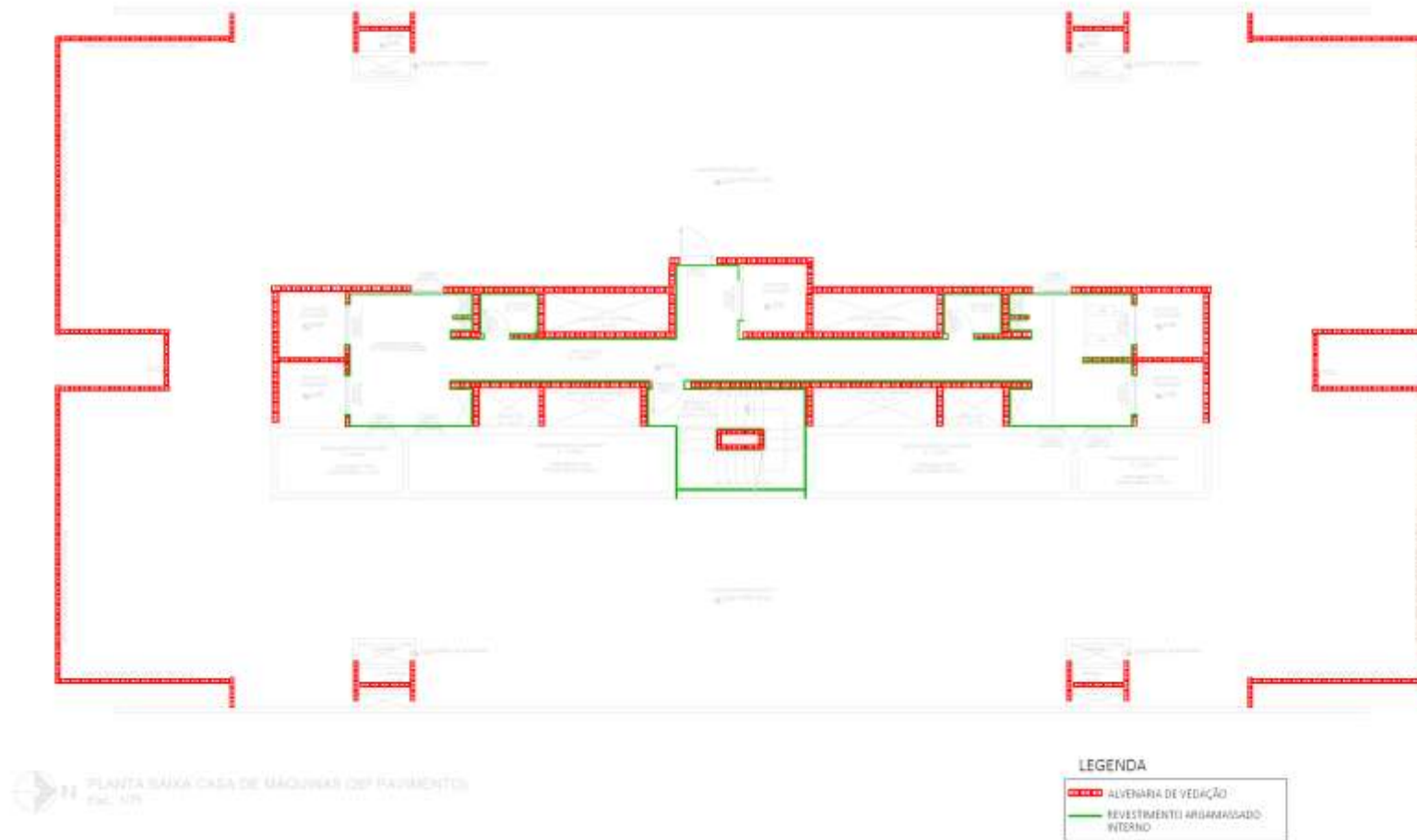


Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO F – PAREDES DO PAVIMENTO TIPO (20X) AVALIADAS NA OBRA A**

Fonte: Empresa A (2017).



**ANEXO G – PAREDES DA COBERTURA AVALIADAS NA OBRA A**

Fonte: Empresa A (2017).

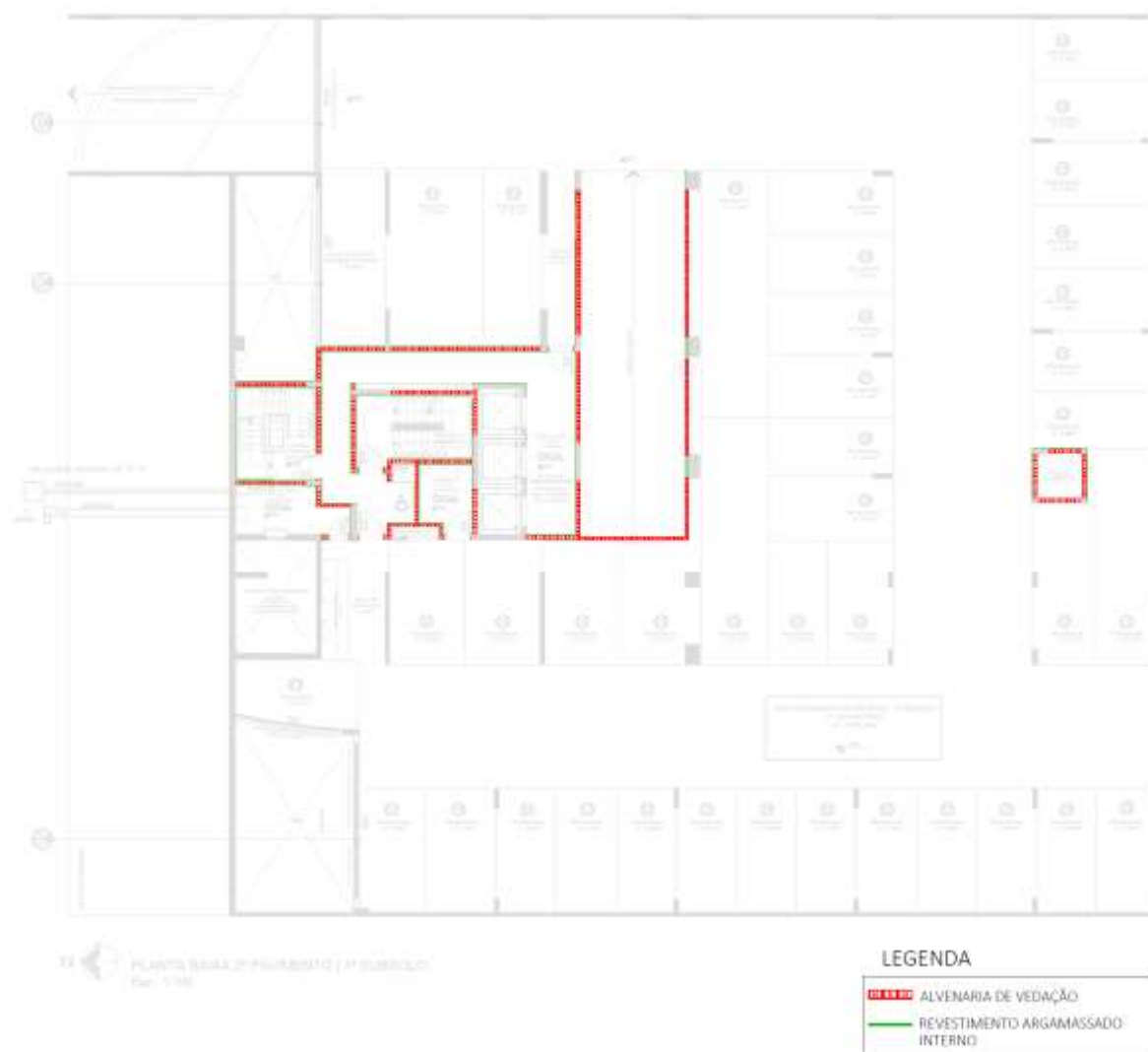
**ANEXO H – PAREDES DO 1º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

PLANTA BALDA 1º PAVIMENTO | 2º BUBSOLO  
Esc. 1/120

**LEGENDA**

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
|  | ALVENARIA DE VEDAÇÃO             |
|  | REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO |

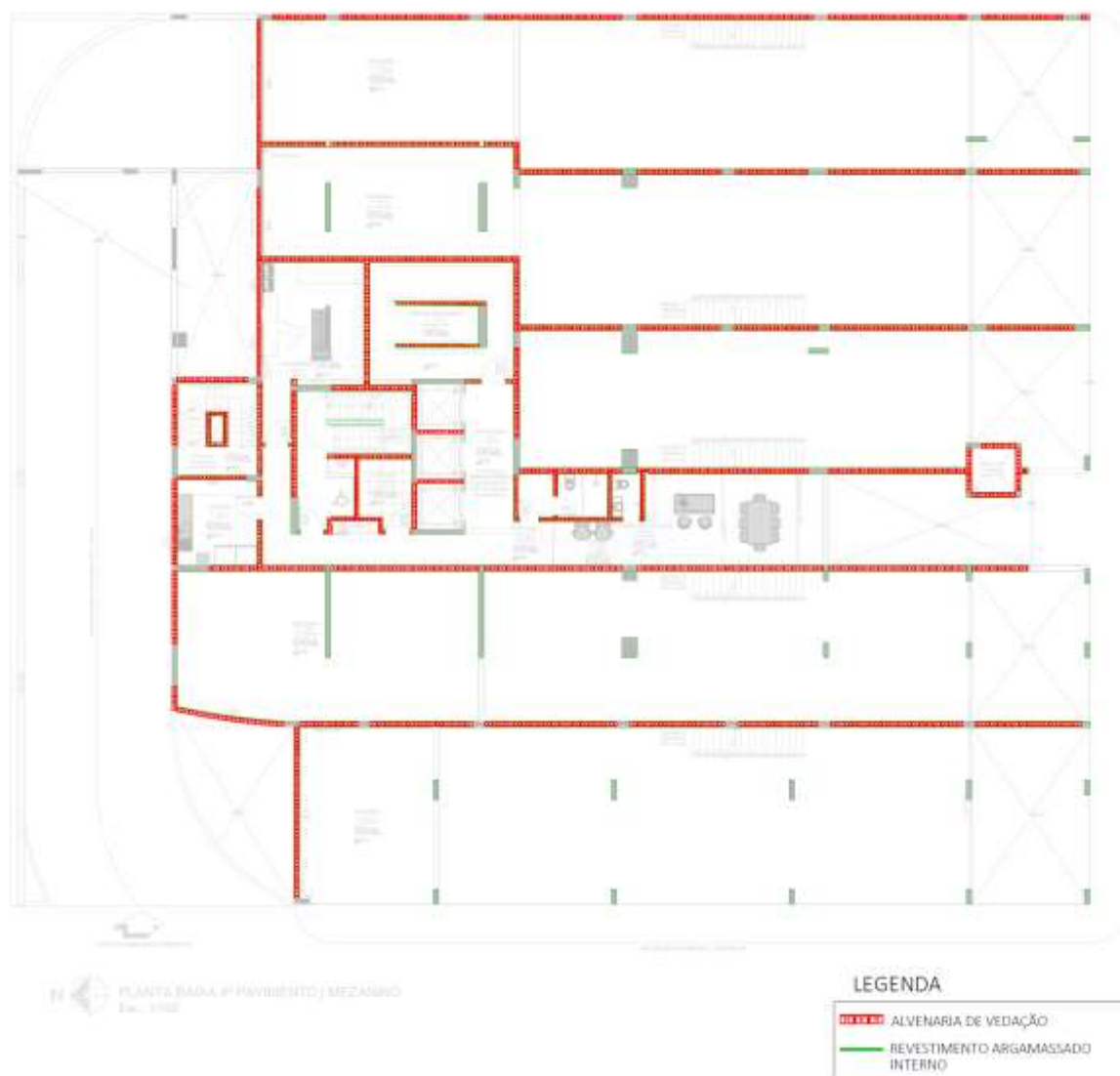
Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO I – PAREDES DO 2º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO J – PAREDES DO 3º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO K – PAREDES DO 4º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

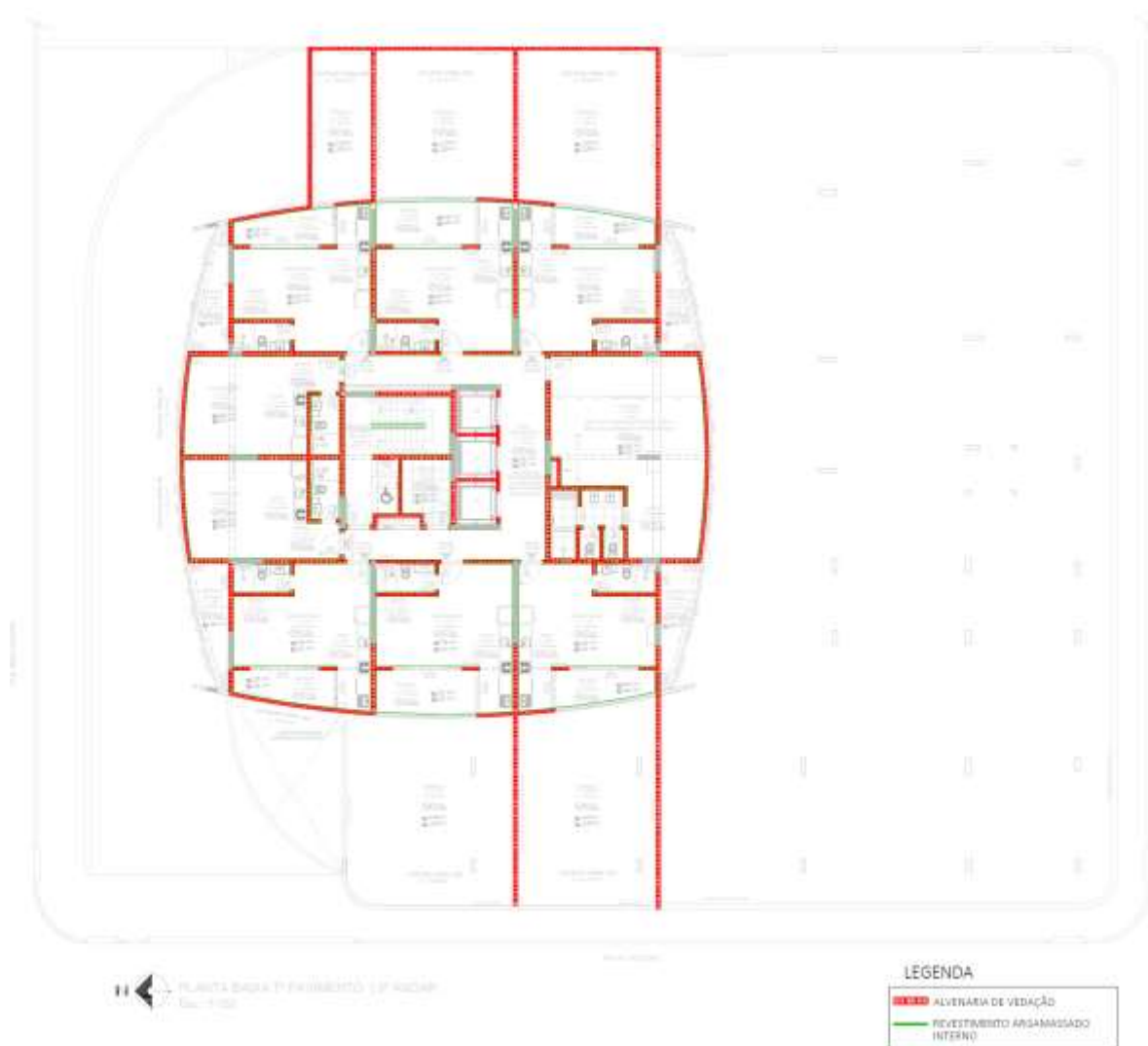
Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO L – PAREDES DO 5º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).

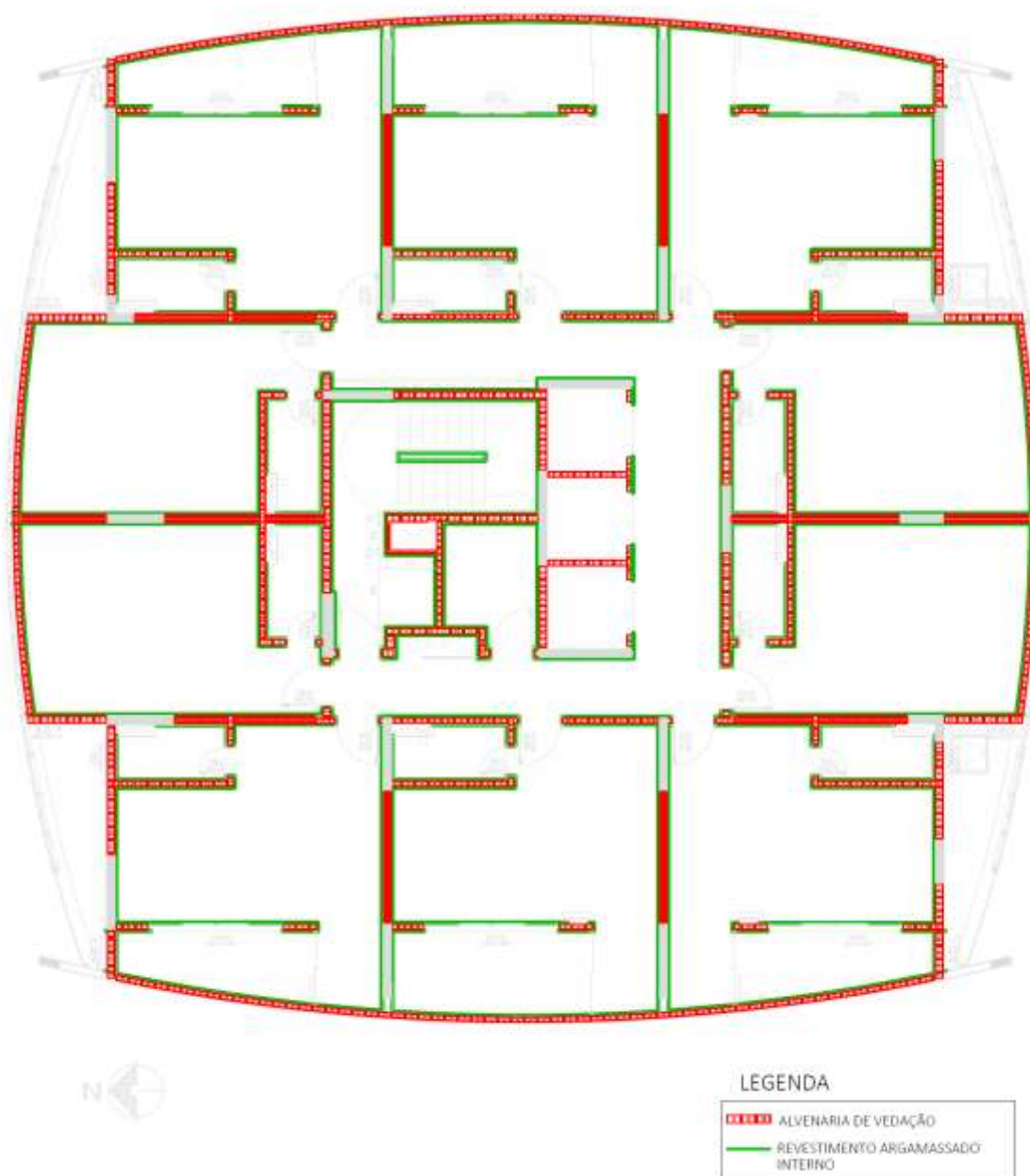
**ANEXO M – PAREDES DO 6º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).

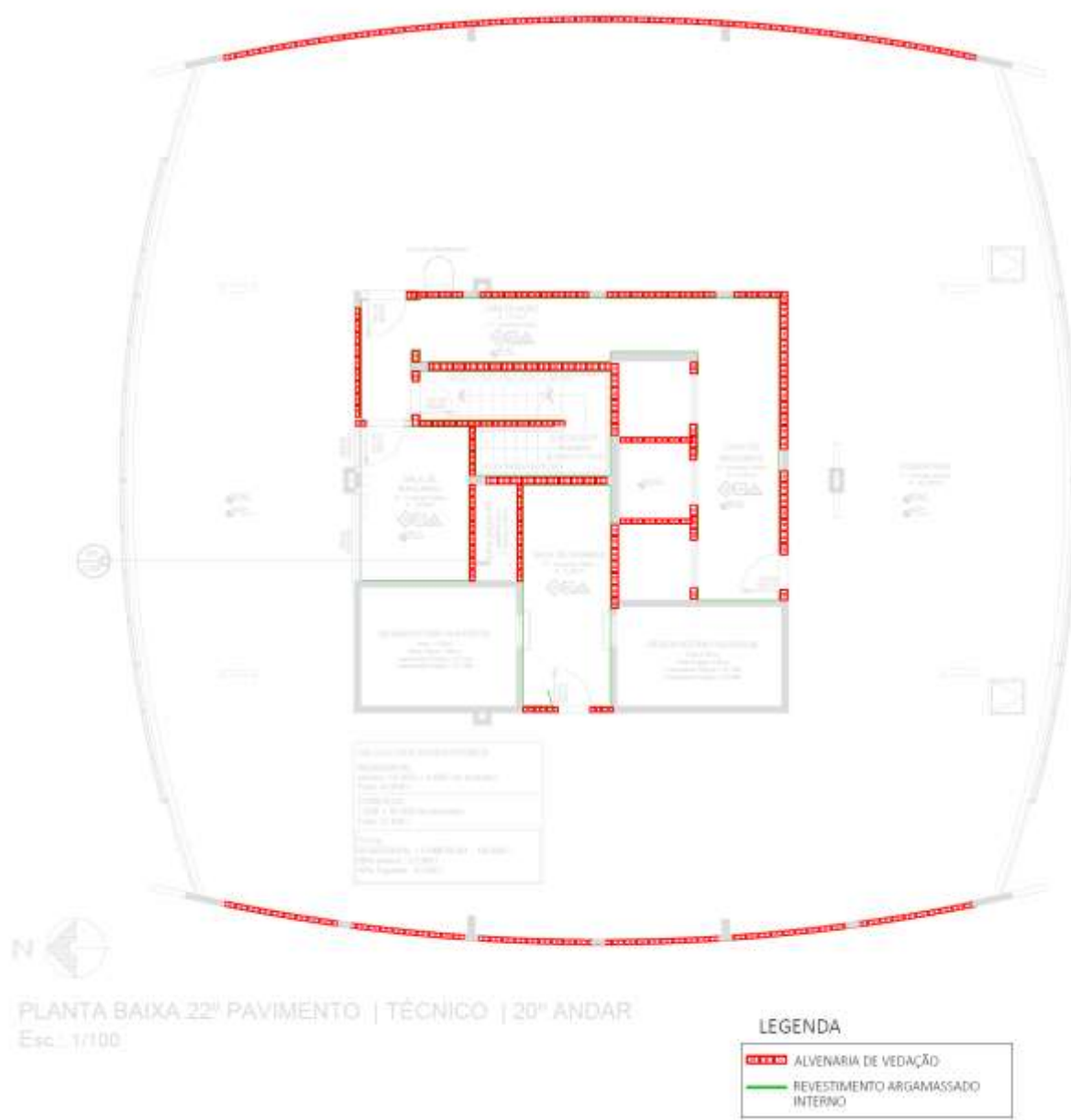
**ANEXO N – PAREDES DO 7º PAVIMENTO AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).



**ANEXO O – PAREDES DO PAVIMENTO TIPO (16X) AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).

**ANEXO P – PAREDES DA COBERTURA AVALIADAS NA OBRA B**

Fonte: Empresa A (2017).