

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG**

**ENGENHARIA CIVIL**

**ANTÔNIO FERREIRA FREITAS JÚNIOR**

**ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS  
DE CONCRETO E REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE DUAS OBRAS  
RESIDENCIAIS DE ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL**

**VARGINHA/MG**

**2018**

**ANTÔNIO FERREIRA FREITAS JÚNIOR**

**ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS  
DE CONCRETO E REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE DUAS OBRAS  
RESIDENCIAIS DE ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como requisito parcial para a obtenção de grau bacharel sob a orientação do Prof. Leopoldo Freire Bueno.

**VARGINHA/MG**

**2018**

**ANTÔNIO FERREIRA FREITAS JÚNIOR**

**ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS  
DE CONCRETO E REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE DUAS OBRAS  
RESIDENCIAIS DE ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Prof. Leopoldo Freire Bueno

---

Membro da Banca Examinadora 1

---

Membro da Banca Examinadora 2

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por ter me proporcionado chegar até aqui, aos meus familiares, namorada e amigos, por todo apoio para superar as barreiras encontradas e, especialmente, ao professor Leopoldo Freire, por toda atenção e auxílio concedidos para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

O aumento da competição no setor, o crescente grau de exigência dos clientes, a mobilização da mão de obra em relação a melhores condições de trabalho e as flutuações de mercado têm levado a indústria da construção civil a passar por uma reestruturação em busca de maiores níveis de qualidade e eficiência dos processos. Nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de analisar três materiais referentes a duas obras residenciais executadas na cidade de Elói Mendes/MG, a fim de obter os seus respectivos indicadores de perdas e fazer as devidas comparações com estudos já realizados nesse âmbito. Para isso, será realizada a coleta de dados referente aos serviços relativos aos blocos cerâmicos, blocos de concreto e revestimentos cerâmicos, com o intuito de levantar os dados necessários para a efetuação das análises críticas relevantes aos objetivos do presente trabalho. Dessa forma, nessa pesquisa foram encontrados resultados que não divergiram bruscamente da literatura avaliada, ficando evidenciado que a grande maioria das perdas se deram no momento do corte, tanto para os blocos de vedação, quanto para os revestimentos cerâmicos. À vista disso, a aquisição de meios blocos, assim como a elaboração do *layout* arquitetônico da obra adequado às dimensões dos revestimentos definidos na fase de concepção do projeto, juntamente com a elaboração do projeto de paginação, surgem como alternativas para a minimização das perdas vivenciadas em campo e relatadas no corrente trabalho.

**Palavras-chave:** Indicadores de perda. Blocos de vedação. Revestimentos cerâmicos.

## **ABSTRACT**

*Increased competition in the industry, increasing customer demand, labor mobilization in relation to better working conditions and market fluctuations have led the construction industry to undergo a restructuring in search of higher levels process quality and efficiency. In this context, the present work has the objective of analyzing three materials related to two residential works executed in the city of Elói Mendes/MG, in order to obtain their respective indicators of losses and make the appropriate comparisons with studies already carried out in this area. For this purpose, data will be collected regarding the services related to ceramic blocks, concrete blocks and ceramic tiles, in order to collect the necessary data for the accomplishment of critical analyzes relevant to the objectives of this work. Thus, in this research were found results that did not diverge sharply from the literature evaluated, being evidenced that the great majority of the losses occurred at the time of cutting, both for the sealing blocks and for the ceramic coatings. In view of this, the acquisition of half blocks, as well as the elaboration of the architectural layout of the work adequate to the dimensions of the coatings defined in the design phase of the project, together with the elaboration of the pagination project, appear as alternatives for the minimization of losses experienced in the field and reported in current work.*

**Keywords:** *Indicators of loss. Sealing blocks. Ceramic coatings.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua incidência. ....	21
<b>Figura 02:</b> Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua origem. ....	22
<b>Figura 03:</b> Exemplo de um fluxograma dos processos referente aos blocos e tijolos.....	23
<b>Figura 04:</b> Síntese da metodologia. ....	36
<b>Figura 05:</b> Local de estoque temporário de blocos cerâmicos na obra A. ....	42
<b>Figura 06:</b> Demarcação dos blocos não inteiros.....	43
<b>Figura 07:</b> Transporte inadequado dos blocos em jericas. ....	45
<b>Figura 08:</b> Cortadora de piso utilizada para corte dos revestimentos cerâmicos. ....	48
<b>Figura 09:</b> Entulho consequente da perda de revestimentos cerâmicos em obra. ....	49
<b>Figura 10:</b> Detalhe das espessuras referente as etapas de acabamento da alvenaria.....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01:</b> Utilização de cada tipo de bloco nas obras analisadas.....	40
<b>Gráfico 02:</b> Custos efetivos e valores que poderiam ser economizados por obra.....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de blocos cerâmicos e blocos de concreto.....	33
<b>Tabela 02:</b> Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de revestimento cerâmico.....	34
<b>Tabela 03:</b> Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos e revestimento cerâmico.....	34
<b>Tabela 04:</b> Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos.....	34
<b>Tabela 05:</b> Indicadores globais de perda dos revestimentos cerâmicos analisados.....	35
<b>Tabela 06:</b> Indicador global de perda de bloco de vedação da obra A.....	41
<b>Tabela 07:</b> Indicador global de perda de bloco de vedação da obra B. ....	41
<b>Tabela 08:</b> Indicador parcial de perda referente aos blocos quebrados durante o recebimento.....	43
<b>Tabela 09:</b> Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes separados por obra.....	44
<b>Tabela 10:</b> Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas. ....	44
<b>Tabela 11:</b> Dados estatísticos referentes aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.....	45
<b>Tabela 12:</b> Indicador global de perda de revestimento cerâmico do piso. ....	46
<b>Tabela 13:</b> Indicador global de perda de revestimento cerâmico das paredes. ....	47
<b>Tabela 14:</b> Dados estatísticos referentes aos revestimentos não inteiros no piso das duas obras analisadas.....	48
<b>Tabela 15:</b> Dados estatísticos referentes aos revestimentos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas. ....	49
<b>Tabela 16:</b> Custo referente a perda por quebra no descarregamento do bloco cerâmico 14x19x29.....	50
<b>Tabela 17:</b> Custo efetivo dos blocos adquiridos nas obras.....	51
<b>Tabela 18:</b> Custo racionalizado com a aquisição de meios blocos.....	51
<b>Tabela 19:</b> Diferença entre a quantidade dos revestimentos no piso executada e a racionalizada.....	53
<b>Tabela 20:</b> Valor resultante da diferença entre a quantidade de placas cerâmicas executada e racionalizada.....	53
<b>Tabela 21:</b> Resumo dos custos obtidos através das análises orçamentárias.....	55
<b>Tabela 22:</b> Dados orçamentários fornecidos pela construtora responsável pela execução das obras. ....	55

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01:</b> Diferentes fases de um empreendimento e as perdas de materiais. ....	18
<b>Quadro 02:</b> Unidades de medições dos serviços (QS). ....	27
<b>Quadro 03:</b> Relação de serviços e seus respectivos CM/QS. ....	27
<b>Quadro 04:</b> Materiais a serem analisados no trabalho. ....	37
<b>Quadro 05:</b> Valor unitário do material e sua respectiva fonte para determinação do preço. ...	50

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Justificativa .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Conceito amplo de perda .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 As perdas aplicadas na construção civil .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Classificação das perdas na construção civil .....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Classificação das perdas segundo sua natureza .....	19
3.3.2 Classificação das perdas segundo seu momento de incidência.....	20
3.3.3 Classificação das perdas segundo sua origem.....	21
3.3.4 Classificação das perdas segundo seu controle.....	22
<b>3.4 Fluxograma dos processos .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Indicadores de perdas na construção civil .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Classificação dos indicadores de perdas.....</b>	<b>25</b>
3.6.1 Indicadores globais.....	25
3.6.2 Indicadores parciais.....	30
<b>3.7 Indicadores de perda de material advindos da literatura .....</b>	<b>33</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 Caracterização da obra em relação ao tipo de bloco de vedação utilizado .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2 Indicadores de perda relativo aos blocos de vedação.....</b>	<b>41</b>
<b>5.3 Indicadores de perda relativo aos revestimentos cerâmicos.....</b>	<b>46</b>
<b>5.4 Análises orçamentárias referente aos blocos de vedação.....</b>	<b>50</b>
<b>5.5 Análises orçamentárias referente aos revestimentos cerâmicos.....</b>	<b>52</b>
<b>5.6 Análise orçamentária em um âmbito geral .....</b>	<b>55</b>

<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE A - Quadro referente a contagem dos blocos nas paredes da obra A .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE B - Quadro referente a contagem dos blocos nas paredes da obra B .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE C - Quadro referente a contagem dos revestimentos no piso das obras A e B</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE D - Quadro referente a contagem dos revestimentos na parede das obras A e B</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE E - Quadro referente a contagem dos revestimentos no piso dos projetos de paginação das obras A e B .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE F - Projeto de paginação da obra A com o layout arquitetônico modificado</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE G - Projeto de paginação da obra B com o layout arquitetônico modificado</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO A - Planilha para controle de recebimento e estoque de blocos.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO B - Planilha para medição de estoque de blocos.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO C - Planilha para medição dos serviços de alvenaria utilizando blocos.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO D - Planilha para coleta de dados relativos a quantidade de blocos não inteiro na parede .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO E - Planilha para controle de recebimento e estoque de revestimento cerâmico para piso e parede.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO F - Planilha para medição de estoque do revestimento cerâmico para piso e parede .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO G - Planilha para medição do serviço de revestimento cerâmico no piso.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO H - Planilha para medição do serviço de revestimento cerâmico na parede .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO I - Planilha para coleta de dados relativos a quantidade de revestimento cerâmico cortados na parede .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO J - Planilha para coleta de dados relativos a quantidade de revestimento cerâmico cortados no piso.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO L - Projeto arquitetônico executado obra A .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO M - Projeto arquitetônico executado obra B .....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A área de atuação da construção civil é uma das mais influentes no desenvolvimento e na organização da sociedade devido à sua intensa participação em todo o processo evolutivo e, também, à sua abrangência em todos os setores do mercado. Sendo assim, observa-se que este setor serve de maneira eficaz para a retomada do crescimento do país e a diminuição das taxas de desemprego, pois possui ampla capacidade de geração de vagas diretas e indiretas no mercado de trabalho (COLOMBO; BAZZO, 2001).

A preocupação quanto ao uso excessivo de materiais e componentes em obras na construção civil, há muito tempo, faz parte de debates quanto a este segmento industrial. O real conhecimento da situação vigente e uma proposta de caminhos para melhorar o desempenho do setor quanto ao eventual desperdício existente tornam-se indispensáveis no contexto atual de acirramento da competição entre as empresas e de crescentes exigências por parte dos clientes externos (AGOPYAN et al., 1998).

Nesse cenário, Santos et al. (1996) apontam que as empresas devem procurar reduzir os custos de seus produtos e, entre as várias possibilidades de atuações neste sentido, destaca-se a redução dos custos de produção. Uma das formas de se alcançar esta redução consiste na otimização do uso dos recursos físicos utilizados ao longo do processo produtivo e, a redução das perdas de materiais, configura-se em uma das metas a serem atingidas.

A elaboração de políticas voltadas para a redução das perdas de materiais torna-se essencial, sejam elas no âmbito de toda a cadeia produtiva ou apenas no âmbito do canteiro de obras. E, como parte integrante de tais políticas, há a necessidade de uma metodologia de coleta e análise de informações sobre perdas/consumos de materiais que subsidie, através de dados confiáveis e representativos, a proposição de alternativas para a redução das mesmas a patamares aceitáveis (SOUZA; PALIARI, 1999).

Desta forma, neste artigo, tem-se o propósito de levantar dados referente às perdas de blocos cerâmicos, blocos de concreto e revestimento cerâmico de duas obras residenciais, ambas localizadas na cidade de Elói Mendes/MG, para que assim, seja possível realizar uma análise crítica dos resultados obtidos e apresentar possíveis soluções para diminuição das perdas, além de efetuar análises orçamentárias relativo ao presente assunto.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é realizar a análise quantitativa das perdas dos seguintes materiais: blocos cerâmicos, blocos de concreto e revestimento cerâmico, a fim de obter indicadores que expressem numericamente os valores de tais perdas. Com a obtenção desses indicadores, também serão identificadas em quais etapas percorridas pelos materiais, desde a de recebimento até a de aplicação final, a incidência de perdas é mais significativa. Por fim, serão efetuadas análises orçamentárias relacionadas ao custo que as perdas de materiais detectadas representam em relação ao valor total gasto na obra.

### 2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Buscar referências na literatura de pesquisas de mesma finalidade do presente estudo;
- b) Realizar a coleta de dados em campo referente às perdas dos materiais analisados, que serão os blocos cerâmicos, blocos de concreto e revestimento cerâmico;
- c) Identificar e analisar criticamente os indicadores de perdas encontrados, comparando-os com indicadores provenientes de estudos já realizados no mesmo âmbito do presente trabalho;
- d) Propor diretrizes para um melhor aproveitamento dos recursos abordados, com o intuito de prevenir a ocorrência de perdas de materiais no âmbito da construção civil;
- e) Apresentar o custo que cada material, em distintas etapas, exerce adicionalmente na obra;
- f) Elaborar um novo projeto arquitetônico de cada obra, visando a adequação das medidas dos cômodos de acordo com as dimensões propostas de revestimentos, espessura das juntas de assentamento, chapisco e emboço (massa única);
- g) Elaborar os projetos de paginação alusivo aos projetos arquitetônicos propostos no item anterior, a fim de comparar os resultados encontrados com os obtidos na coleta de dados em campo.

## **2.3 Justificativa**

Questões referentes a políticas da qualidade, assim como alternativas para minimizar o consumo de recursos físicos do planeta, têm ocupado espaço significativo nas discussões do meio profissional da construção civil e, tem tido presença constante nestas discussões, a ocorrência de perdas em todo o processo de produção da edificação, sejam elas de materiais, mão de obra ou equipamentos.

Empresas que durante anos sobreviveram utilizando a cultura do repasse de custos, ou seja, transferindo suas ineficiências operacionais ao invés de diminuí-las, estão sendo expulsas do mercado. Nesse sentido, nos dias atuais, devido à alta competitividade do mercado, tem-se tornado de relevante importância para o ramo da construção civil a avaliação sobre um ou mais fatores que venham a interferir sobre custos e prazos do empreendimento. A identificação das causas reais de desperdício de insumos, constitui-se num dos pontos essenciais para a melhoria da qualidade e produtividade.

Embora não haja um extenso número de estudos relacionados às perdas de materiais em obra, Soibelman (1993) expõe que existe uma parcela considerável das perdas detectadas passível de redução, uma vez que, para um mesmo material, obtiveram-se variações de empresa para empresa e, até mesmo, entre canteiros de obras de uma mesma empresa.

Nessa perspectiva, Agopyan et al. (1998) asseguram que grande parcela das perdas são previsíveis e podem ser evitadas através de medidas de prevenção, por isso é importante que o setor da construção civil se mobilize no sentido de reduzir as perdas existentes, através da introdução de novos métodos e filosofias de gestão.

Diante disso, o trabalho visa obter os indicadores de perdas de materiais predeterminados, advindos de duas obras analisadas, com o intuito de determinar as causas das perdas e em quais momentos elas ocorreram, para que seja possível propor alternativas para uma melhor racionalização dos insumos e averiguar o quanto essas perdas incidem economicamente no custo total da obra.

## **2.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução acerca do tema do trabalho, explanando em qual contexto o mesmo está inserido.

O segundo capítulo expõe os objetivos, tanto o geral quanto os específicos, assim como a justificativa para o desenvolvimento do trabalho e como ele será estruturado.

O terceiro capítulo por sua vez, intitulado de revisão bibliográfica, como o próprio nome já diz, apresenta uma revisão da literatura a respeito do tema, onde é abordado desde conceitos e classificações de perdas de materiais, até a definição e valores dos indicadores de perda provenientes de demais estudos.

O quarto capítulo relata a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho, subdividida basicamente em três etapas, as quais serão descritas detalhadamente no capítulo citado.

O quinto capítulo expõe os resultados da pesquisa de campo, a discussão e análise desses valores, elucidando os pontos fundamentais para atingir os objetivos do estudo em questão.

E finalmente, no sexto capítulo, são apresentadas as considerações finais e a conclusão alcançada ao final do trabalho.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Conceito amplo de perda

Na produção de um bem ou na prestação de serviços comparecem vários recursos como a mão de obra, materiais e equipamentos, que resultam em um custo. A otimização quanto à utilização dos mesmos, visando a redução dos custos, é desejável, principalmente em se tratando de um mercado globalizado e de competição acirrada, seja para a sobrevivência da empresa (competição por melhor preço de venda) seja para o aumento da lucratividade na atividade desenvolvida (AGOPYAN et al., 1998).

Neste sentido, os autores acima mostram que a eliminação ou redução destes custos advindos do consumo de recursos, sem perda de qualidade do produto oferecido ou do serviço prestado, torna-se necessária e, para isto, há que se identificar os pontos falhos dos processos envolvidos. Desse modo, uma das formas de reduzir tais custos consiste na redução ou eliminação das perdas destes processos.

Segundo Santos et al. (1996), as perdas devem ser entendidas como sendo qualquer ineficiência que reflita no uso de equipamentos, materiais e mão de obra em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação.

Sob essa mesma perspectiva, Vargas et al. (1997) define perdas como qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou prestação de serviços além do estritamente necessário.

Koskela (1992) entende perda como toda a atividade realizada que não agrega valor ao produto final. Segundo este autor, entendendo a produção como sendo um fluxo de materiais e/ou informações, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final, sendo que, neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera, identificam-se dois tipos de atividades relacionadas ao mesmo:

a) atividades de conversão: consiste no processamento dos materiais em produtos acabados e intermediários e agregam valor aos mesmos;

b) atividades de fluxo: relacionam-se às tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais e não agregam valor ao produto.

Neste sentido, o conceito de perdas preconizado por este autor não está somente relacionado às atividades de conversão e sim também às atividades de fluxo, onde se procura reduzi-las ou até mesmo eliminá-las.

Diferentes definições para o uso das palavras perda e desperdício no âmbito da construção civil são apresentadas por vários autores, sendo que em todos eles, prevalece a convergência para um ponto em comum: o uso não otimizado dos recursos na execução da edificação (SOUZA et al., 1999).

Nesse âmbito, segundo os autores sobrescritos, o conceito de perdas está relacionado também à qualidade do produto percebida pelo cliente. Perda ou desperdício pode ser definido como tudo o que impeça alcançar o máximo de qualidade, o mínimo de preço e uma rápida entrega aos clientes.

### **3.2 As perdas aplicadas na construção civil**

De acordo com Grohmann (1998), o autor assegura que a construção civil se destaca por ser um dos setores onde o desperdício é maior. Chega-se a afirmar que com a quantidade de materiais e mão de obra desperdiçados em três obras, é possível a construção de outra idêntica, ou seja, o desperdício atingiria um índice de 33%. Contudo, tal afirmação não possui comprovação científica, mas pesquisas demonstram que este índice não se encontra tão fora da realidade.

O tempo de perda da mão de obra dos serventes pode atingir 50% do tempo total, 100% da argamassa é perdida; e, 30% dos tijolos e elementos de vedação se transformam em entulho (VARGAS et al., 1997). Já Pinto (1995) afirma que na Bélgica, o acréscimo nos custos advindos do desperdício é de 17%, na França de 12% e, no Brasil, de cerca de 30%.

Agopyan et al. (1998) diferentemente dos outros autores, demonstram no trabalho que não existe um único valor que represente um índice de desperdício para diferentes materiais e serviços, pois para cada material e serviço existe uma faixa de índice de perda associado.

A preocupação quanto ao uso excessivo de materiais e componentes em obras de construção, há muito tempo, faz parte de debates quanto a este segmento industrial. O real conhecimento da situação vigente e uma proposta de caminhos para melhorar o desempenho do setor quanto ao eventual desperdício existente tornam-se indispensáveis no contexto atual de acirramento da competição entre as empresas e de crescentes exigências por parte dos consumidores de obras (AGOPYAN et al., 1998).

Entretanto, as perdas de material são destaque quando se trata de desperdício na construção civil, por ser a parcela visível e também porque o consumo desnecessário de material resulta numa alta produção de resíduos, causa transtornos nas cidades, reduz a disponibilidade

futura de materiais e energia e provoca uma demanda desnecessária no sistema de transporte (COLOMBO; BAZZO, 2001).

Formoso et al. (1996) referem-se às perdas na construção civil como algo associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. Tais perdas são consequência de um processo de baixa qualidade, que traz como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente.

Para Vargas et al. (1997), perda é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (mão de obra, matéria-prima, materiais, tempo, dinheiro, energia, etc.). É uma despesa extra acrescentada aos custos normais do produto. No caso da construção civil, o conceito de perdas envolve não só o desperdício de materiais, mas também qualquer ineficiência no uso de equipamentos, materiais e mão de obra.

Souza et al. (1999) estabelece que o consumo excessivo de materiais pode ocorrer em diferentes fases do empreendimento, seja na concepção, execução ou utilização, como mostra o Quadro 01.

**Quadro 01:** Diferentes fases de um empreendimento e as perdas de materiais.

<b>FASES</b>	<b>CONCEPÇÃO</b>	<b>EXECUÇÃO</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>
<b>PERDA</b>	Diferença entre a quantidade de material previsto num projeto otimizado e a realmente necessária de acordo com o projeto	Diferença entre a quantidade prevista no projeto e a quantidade efetivamente consumida	Diferença entre a quantidade de material prevista para manutenção e a quantidade efetivamente consumida num certo período de tempo
<b>NATUREZA DAS PERDAS</b>	Material incorporado	Material incorporado e entulho	Material incorporado e entulho

**Fonte:** Adaptado de Souza et al. (1999).

Por fim, de acordo com Sarcinelli (2008), a indústria da construção civil é um setor conhecido por ser grande gerador de desperdícios, além de ser classificado como atrasado em

relação aos processos produtivos e técnicas de gestão que usa, quando comparada a indústria automotiva, a título de exemplo.

### **3.3 Classificação das perdas na construção civil**

As alternativas para a redução das perdas na construção civil passam, indispensavelmente, pelo entendimento de como, onde, quando elas ocorrem e quem são os responsáveis pela sua ocorrência (PALIARI, 1999).

Desta maneira, Skoyles e Skoyles (1987) e Santos et al. (1996) classificam as perdas segundo a sua natureza, seu momento de incidência, sua origem e seu controle.

#### **3.3.1 Classificação das perdas segundo sua natureza**

Skoyles e Skoyles (1987) segmentam a classificação de perdas de materiais nos canteiros de obras segundo a natureza em dois tipos, sendo elas, perdas diretas e indiretas. A perda direta é definida como a perda de material de forma visível, representada pelos materiais danificados e, conseqüentemente, inutilizados para a execução do serviço a que foram destinados, identificada em obra como entulho.

Ainda de acordo com Skoyles e Skoyles (1987), a perda indireta por sua vez, é determinada como a perda econômica por utilização do material em excesso ou de forma diferente da prevista. Nessa ótica, os materiais não são perdidos fisicamente, sendo a perda a diferença entre o custo de material que deveria ser utilizado e o custo do material efetivamente utilizado. Para esse tipo de perda, ainda são apresentadas cinco subdivisões, são elas:

- a) perda por substituição: definida como a diferença entre o custo do material especificado e o custo do material realmente utilizado;
- b) perda por produção: caracterizada como o custo relativo ao excesso de material utilizado na execução de um serviço devido à incompatibilidade entre as especificações de projeto e os equipamentos utilizados;
- c) perda operacional: relacionada ao custo de materiais utilizados para a execução de instalações provisórias nos canteiros de obras, não previstos em projeto;
- d) perda por negligência: reconhecida como o custo referente ao uso de quantidade de materiais superior à especificada em projeto, devido a erros do executor do serviço;
- e) perda por consequência: identificada como o custo devido à ocorrência de outras perdas.

Santos et al. (1996) por sua vez, associando os conceitos e critérios preconizados por Skoyles e Skoyles (1987) e Koskela (1992), classificam as perdas na construção civil brasileira segundo sua natureza em:

a) perdas por superprodução: perdas devidas à produção em quantidades superiores às necessárias;

b) perdas por substituição: perda de capital devido à utilização de um material de características de desempenho superiores ao especificado em projeto;

c) perdas por espera: relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores, envolvendo perdas de mão de obra e equipamentos;

d) perdas por transporte: devido ao manuseio excessivo dos materiais e componentes em função da má programação das atividades ou de um arranjo físico ineficiente;

e) perdas no processamento em si: tem origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento dos projetos;

f) perdas nos estoques: existência de estoques excessivos em função de programação inadequada na entrega dos materiais ou erros na orçamentação, gerando tanto perdas de material quanto de capital; também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais;

g) perdas no movimento: estão relacionadas com a realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo do arranjo físico do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados;

h) perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados, resultando retrabalhos e deficiência do desempenho do produto final; geralmente originam-se na ausência de integração entre projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo;

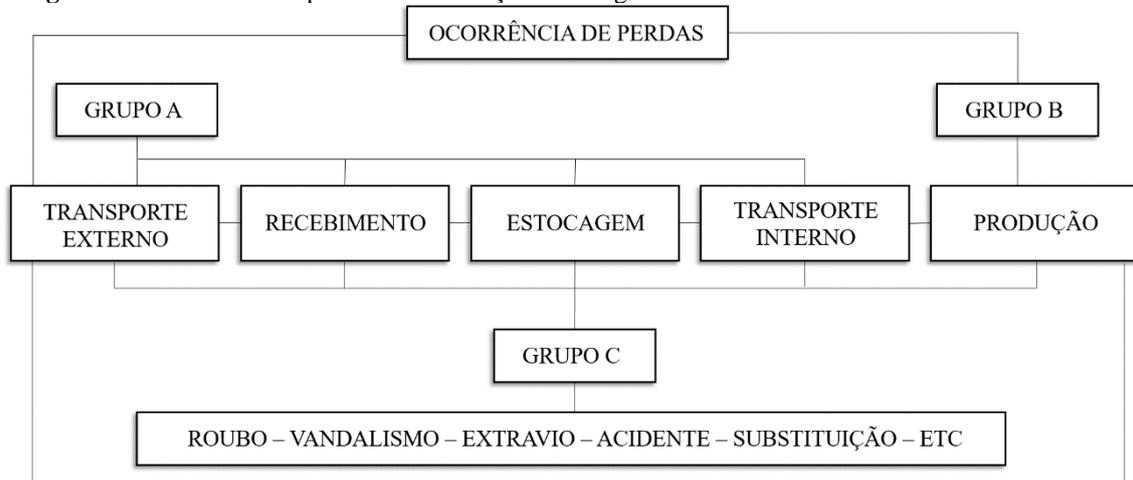
i) outras: roubo, vandalismo, acidentes, etc.

### 3.3.2 Classificação das perdas segundo seu momento de incidência

Segundo Skoyles e Skoyles (1987), em diferentes etapas do processo construtivo podem ocorrer perdas de materiais, desde o transporte até o canteiro, no descarregamento, na armazenagem, no transporte interno, na produção e até mesmo após a sua aplicação. Os autores

apresentam graficamente uma classificação das perdas segundo o momento de incidência, representada pela Figura 01.

**Figura 01:** Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua incidência.



**Fonte:** Adaptado de Skoyles e Skoyles (1987).

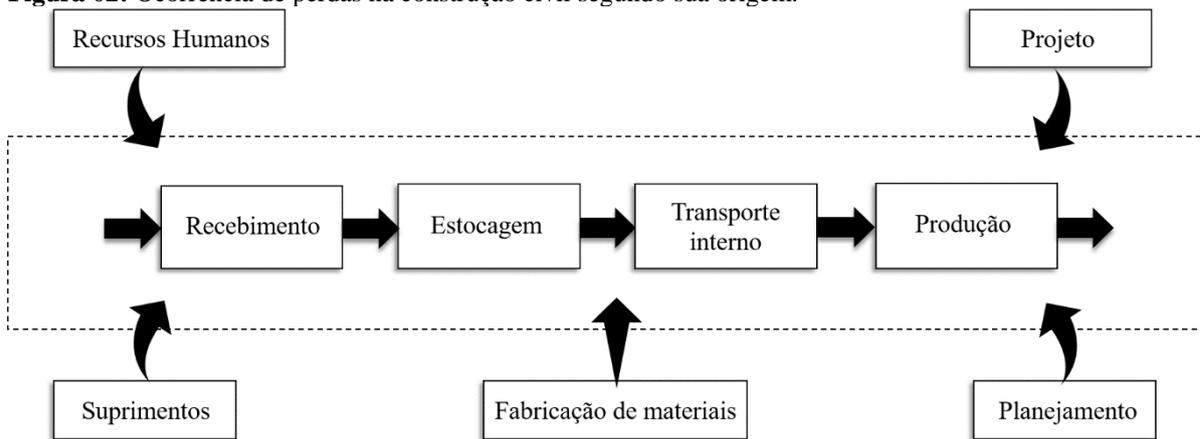
Ainda de acordo com Skoyles e Skoyles (1987), as etapas do processo produtivo consideradas no Grupo A estão diretamente relacionadas com a administração dos materiais no canteiro de obras. O Grupo B inclui perdas incidentes na produção propriamente dita. Os itens considerados no Grupo C podem ocorrer em quaisquer das etapas do processo produtivo, inclusive após a realização dos serviços.

### 3.3.3 Classificação das perdas segundo sua origem

A ocorrência de perdas de materiais numa determinada etapa do processo de construção é consequência de uma série de fatores, ações ou decisões relacionadas às várias etapas deste processo, no qual a investigação das principais causas das perdas permite concluir que as mesmas podem ocorrer devido a falhas originadas em uma ou em um conjunto de etapas que antecedem a etapa onde se verifica tal evento (SKOYLES; SKOYLES, 1987).

Nesse sentido, Santos et al. (1996) acrescentam que embora as perdas possam ser identificadas durante a etapa de execução, sua origem pode estar tanto na própria etapa que se está executando quanto nas etapas antecessoras, tais como fabricação de materiais, projeto, planejamento, suprimentos e preparação dos recursos humanos, como ilustrado na Figura 02.

**Figura 02:** Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua origem.



**Fonte:** Santos et al. (1996).

Em relação as perdas originárias na etapa de projeto, Santos et al. (1996) as relacionam à inexistência de informações suficientes ou adequadas e a falta de integração entre projetistas e executores durante o processo de elaboração do projeto, gerando confusões durante a etapa de execução.

Santos et al. (1996) acrescentam que as perdas oriundas dos recursos humanos, relaciona-se com a mão de obra desqualificada na execução e, as perdas relacionadas aos suprimentos, referem-se ao uso inapropriado de máquinas e equipamentos não adequados.

Nesse sentido, Andrade (1999) discorre que a falta de planejamento faz com que muitas obras sejam iniciadas sem os projetos definitivos, o que acarreta em grandes perdas devido a modificação durante a etapa de execução.

No tocante as perdas que tem sua origem na etapa de fabricação de materiais, Skoyles e Skoyles (1987) apontam a incompatibilidade das dimensões e a qualidade dos materiais produzidos como as principais causas das perdas ocorridas durante a etapa de execução.

### 3.3.4 Classificação das perdas segundo seu controle

Todo investimento ou ações voltadas para a redução das perdas de recursos e conseqüente melhoria da qualidade e produtividade, tem como princípio a relação custo-benefício. É neste contexto que se insere a classificação das perdas, segundo o seu controle, em: perdas inevitáveis (ou perda natural) e perdas evitáveis (SANTOS et al., 1996).

Segundo os autores acima, as perdas inevitáveis correspondem a um nível aceitável de perdas, onde os investimentos necessários para combater-las são maiores do que a economia

gerada. Por sua vez, as perdas evitáveis correspondem à parcela em que os custos são substancialmente maiores que os custos de prevenção.

Para Skoyles e Skoyles (1987), o nível aceitável de perdas depende do custo da solução apresentada, e isso depende, entre outros aspectos, do nível de organização ou desenvolvimento de ações de controle já preexistentes. Em muitas situações, o alto nível de perde envolve menores custos para preveni-las, enquanto que esta relação se inverte para situações onde o nível de perdas é consideravelmente baixo.

### 3.4 Fluxograma dos processos

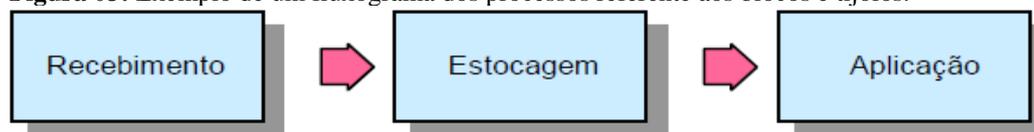
As perdas de materiais podem ocorrer de diversas formas nos canteiros de obras. O entendimento e análise das mesmas passa, entre outros aspectos, pelo conhecimento da natureza das perdas físicas de materiais e, para isto, o fluxograma dos processos constitui-se numa ferramenta importante para esta análise (SOUZA et al., 1999).

Souza et al. (1999) ainda completam, dizendo que dentro do canteiro de obras, o material passa por diversas etapas até o seu destino final, ou seja, ele é recebido, estocado, processado e aplicado e entre cada etapa tem-se o transporte do mesmo. Nesse sentido, entendendo como processos todas as etapas relacionadas ao fluxo do objetivo do trabalho (no caso os materiais), a elaboração deste fluxograma consiste no levantamento de todas estas etapas de um serviço em estudo, além da representação do relacionamento entre elas.

Lira (1997) define fluxograma dos processos como uma descrição gráfica de um método de trabalho, onde cada passo da produção é representado por símbolos que, combinados, formam o diagrama.

A Figura 03 exemplifica um fluxograma dos processos referente aos blocos e tijolos.

**Figura 03:** Exemplo de um fluxograma dos processos referente aos blocos e tijolos.



Fonte: Agopyan et al. (1998).

### 3.5 Indicadores de perdas na construção civil

Conte (1997) destaca que um sistema de gerenciamento de obras é ineficaz e incompleto sem um subsistema de controle ou acompanhamento. Segundo esse mesmo autor, controle

consiste na ação que ocorre com o objetivo de evitar que uma atividade ou um produto desvie das condições preestabelecidas, sendo necessário, para isto, estabelecer um padrão de comparação. Este padrão pode ser expresso através de um plano, meta, prazo, despesa, ou especificação de produto. Uma vez definido o padrão, pode-se efetuar o controle, que pode ser dividido nas seguintes etapas:

- a) obter informações sobre o que foi realizado, através de medidas.
- b) comparar o realizado com o padrão previsto;
- c) quando o realizado não coincidir com o padrão, devem ser realizadas ações corretivas para que seja eliminado o desvio ou para que se estabeleçam novos padrões de comparação.

Formoso et al. (1996) destacam que para haver controle são necessárias informações sobre o desempenho do processo que permitam uma avaliação de eficácia da empresa para atingir seus objetivos, além de apresentarem um importante papel na melhoria da eficiência dos processos. Para atingir esses objetivos, os autores realçam que um sistema de medição de desempenho deve atender a alguns princípios:

- a) consistência com os objetivos empresariais;
- b) medição de atividades importantes de forma a obter informações sobre as causas dos problemas, para que se possa implantar melhorias;
- c) adaptabilidade às necessidades e objetivos empresariais, os quais são continuamente revistos;
- d) produzir informações de custo acessível;
- e) ser de fácil entendimento.

Segundo Freire e Alarcón (2002), para ocorrer melhoramento contínuo é necessário ter medidas que verifiquem e monitorem o desempenho, medidas essas que podem ser traduzidas na forma de indicadores, com o intuito de avaliar as perdas de determinado trabalho.

Nesse contexto, após detectar as possíveis origens das perdas de materiais no canteiro de obra, Souza et al. (1999) pondera que o próximo passo a se tomar é avaliar tais perdas e, uma alternativa para isso, é a geração de indicadores de perdas através dos resultados obtidos em campo, que são normalmente expressões quantitativas que com base em dados levantados a partir do processo construtivo permitem sua avaliação de uma maneira objetiva.

Os indicadores representam dados quantitativos que medem e avaliam o comportamento de diferentes aspectos do objeto de estudo. Seu levantamento cria um sistema de informações que pode ser útil para ajudar no processo de tomada de decisões a fim de melhorar a eficiência do trabalho analisado (SOUZA et al., 1999).

Devido ao importante papel de indicadores de desempenho cumprido pelos indicadores de perdas, eles podem ser utilizados para diversos fins. Sua utilização mais comum é a de dar visibilidade ao desempenho da construção civil em termos de qualidade e produtividade, permitindo o estabelecimento de prioridades em programas de melhoria de qualidade, indicando os setores da empresa nas quais medidas devem ser tomadas para uma melhora do serviço (FORMOSO et al., 1996).

Ainda de acordo com Formoso et al. (1996), uma segunda função de um indicador é estabelecer o controle de um em relação a um padrão estabelecido. Este controle é feito a partir da elaboração de um planejamento que inclui o monitoramento de um indicador ao longo do tempo, permitindo a avaliação do desempenho do processo, identificando desvios e corrigindo, em tempo hábil, as causas dos mesmos. Uma terceira função, é a de estabelecer metas ao longo de um processo de melhorias, sendo indispensável num programa de melhoria da qualidade, permitindo a identificação das oportunidades de melhorias e a verificação dos impactos causados por intervenções no processo.

Nesse sentido, Santos et al. (1996) demonstra que os indicadores de desempenho cumprem um papel de fundamental na motivação das pessoas envolvidas no processo. Sempre que uma melhoria está sendo implantada é importante que um ou mais indicadores de desempenho associados à mesma sejam monitorados e sua evolução amplamente divulgada na organização. Assim, um projeto de melhoria visando à redução de perdas de materiais poderia inclusive ser empregado como um instrumento de marketing interno para um programa da qualidade.

### **3.6 Classificação dos indicadores de perdas**

De acordo com Agopyan et al. (1998), à expressão numérica dos consumos e perdas de materiais dá-se o nome de indicador. Os mesmos podem ser globais ou parciais, sendo que a somatória desse último poderá constituir o primeiro.

#### **3.6.1 Indicadores globais**

Os indicadores globais podem expressar os valores de perda de um determinado material na obra como um todo, apenas em um serviço ou ainda apenas nas etapas subsequentes à estocagem do material. Tal abrangência depende da complexidade do fluxograma dos processos

no qual o material está inserido. Esta complexidade é função do tipo de material e ao número de serviços nos quais o mesmo é utilizado simultaneamente (AGOPYAN et al., 1998).

Os autores sobrescritos afirmam ainda que os indicadores globais podem ser classificados como: indicador global de perda de material na obra, indicador global de consumo e perda de material por serviço e indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem.

#### 3.6.1.1 Indicador global de perda de material na obra

O indicador global de perda de material na obra consiste na expressão do valor do consumo ou perda do material considerando o uso do mesmo em todos os serviços executados durante o período de coleta, como por exemplo, a perda do cimento utilizado na obra, considerando todos os serviços nos quais o mesmo foi utilizado (AGOPYAN et al., 1998).

Contudo, os autores acima destacam que, para entendimento da expressão para o cálculo do indicador global de perda de material na obra, é preciso esclarecer alguns conceitos previamente, são eles: consumo real, consumo de referência, quantidade de serviço (QS), consumo de material por unidade de serviço (CM/QS) e consumo de material básico por material composto (CMB/MC).

O consumo real pode ser entendido como sendo a diferença entre as quantidades de materiais estocados respectivamente nas datas de vistoria inicial (VI) e vistoria final (VF), somada às quantidades de materiais recebidos entre as mesmas. Já o consumo de referência é definido como a quantidade teoricamente necessária para a execução do(s) serviço(s) durante um certo período (AGOPYAN et al., 1998).

Agopyan et al. (1998) definem quantidade de serviço (QS) como a parte “líquida” de serviço, ou seja, essa quantidade deverá corresponder àquela onde os materiais são efetivamente utilizados. Os autores ainda exemplificam a situação, tomando-se o caso da alvenaria, em que a quantidade de serviço será composta pela área efetiva de alvenaria, descontando-se todas as aberturas e áreas que não serão preenchidas com a argamassa de assentamento e o bloco. As unidades de medição da quantidade de serviço (QS) são diversificadas, expressando áreas, volumes e até mesmo comprimentos. Os autores apresentam o Quadro 02, no qual é mostrado as unidades de medição de cada serviço, e complementam dizendo que tais serviços correspondem, na maioria dos casos, às unidades comumente utilizadas em orçamentação, podendo haver algumas variações, como é o caso da alvenaria.

**Quadro 02:** Unidades de medições dos serviços (QS).

Descrição do serviço	Unidade de medida
Armadura - corte montagem e colocação	kg
Estrutura de concreto - concreto produzido em obra e concreto usinado	m <sup>3</sup>
Alvenaria - blocos/tijolos - m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Alvenaria - blocos/tijolos - un	un
Alvenaria - juntas - argamassa produzida em obra ou parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m
Instalação elétrica - eletroduto (laje a parede) - corte, montagem e colocação	m
Instalação de água fria, esgoto e água pluvial - corte, montagem e colocação	m
Revestimento interno - (chapisco, emboço, reboco) - argamassa produzida em obra parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m <sup>2</sup>
Revestimento interno - gesso	m <sup>2</sup>
Contrapiso - argamassa produzida em obra ou parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m <sup>2</sup>
Revestimento cerâmico - paredes internas e externas; pisos interno e externo	m <sup>2</sup>
Cobertura	m <sup>2</sup>
Revestimento externo - chapisco - emboço ou massa única - argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m <sup>2</sup>
Pintura interna e externa	m <sup>2</sup>
Revestimento têxtil	m <sup>2</sup>
Instalações elétrica - enfição	m

**Fonte:** Agopyan et al. (1998).

Por sua vez, o consumo de material por quantidade de serviço (CM/QS) refere-se à quantidade de material teoricamente gasta por unidade de medição dos serviços. Observa-se que a necessidade de se definir esta variável nasce devido à diferença entre a unidade de compra do material e a unidade de medição dos serviços, representada pelo Quadro 03. Assim, quando as mesmas forem iguais, esta variável assume o valor unitário (AGOPYAN et al., 1998).

**Quadro 03:** Relação de serviços e seus respectivos CM/QS.

Serviço		Unidade de serviço	Material	Unidade de compra ou uso	CM/QS
Alvenaria	Blocos/tijolos	m <sup>2</sup>	Blocos	un.	Blocos/m <sup>2</sup>
		Blocos/tijolos	Blocos	un.	(un./un.)
	Juntas	ml juntas	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m
Rev. interno - chapisco		m <sup>2</sup>	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Rev. interno - emboço		m <sup>2</sup>	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Rev. interno - reboco		m <sup>2</sup>	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Rev. externo - chapisco		m <sup>2</sup>	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Rev. externo - emboço		m <sup>2</sup>	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Contrapiso		m <sup>2</sup>	Argamassa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Rev. Cerâmico - parede		m <sup>2</sup>	Placas cerâmicas	un.	Placas cerâmicas/m <sup>2</sup>
Rev. Cerâmico - piso		m <sup>2</sup>	Placas cerâmicas	un.	Placas cerâmicas/m <sup>2</sup>
Rev. interno - pasta gesso		m <sup>2</sup>	Pasta de gesso	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>

**Continuação do Quadro 03:** Relação de serviços e seus respectivos CM/QS.

Cobertura	m <sup>2</sup>	Telhas	un.	Telhas/m <sup>2</sup>
Pintura interna	m <sup>2</sup>	Tinta	Litros	Litros/m <sup>2</sup>
Pintura externa	m <sup>2</sup>	Tinta	Litros	Litros/m <sup>2</sup>

Fonte: Agopyan et al. (1998).

Finalmente, Agopyan et al. (1998) apresentam as definições de material básico e material composto. Em relação ao primeiro, os autores o classificam como aquele que, dosado e misturado no canteiro de obras juntamente com outros materiais, resulta num material composto, como por exemplo, cal, areia e cimento, ao passo que, o segundo é definido como aquele resultante da dosagem e mistura, no canteiro de obras, de outros materiais, tal como o concreto produzido em obra. Portanto, nota-se que a necessidade desta variável está associada apenas ao cálculo de consumo e perdas dos materiais básicos, assumindo assim, para outros materiais, o valor unitário.

Elucidado as variáveis da expressão do indicador global de perda de material na obra, Agopyan et al. (1998) apresentam o cálculo do indicador de acordo com a seguinte expressão:

$$I_{\text{global, obra}} = \left[ \frac{\text{consumo real}}{\text{consumo referência}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$I_{\text{global, obra}} = \left[ \frac{\text{EST (VI)} + \text{REC (VI, VF)} \pm \text{TRANSF (VI, VF)} - \text{EST (VF)}}{\sum_1^n \text{QS (VI, VF)} \times \frac{\text{CM}}{\text{QS}} \times \frac{\text{CMB}}{\text{MC}}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde,

EST (VI): estoque de material na data VI;

REC (VI, VF): quantidade de material recebido entre as datas VI e VF;

TRANSF (VI, VF): quantidade de material transferido (de/para outros canteiros, por exemplo) entre as datas VI e VF;

EST (VF): estoque de material na data VF;

QS (VI, VF): quantidade de serviço executado entre VI e VF (serviço onde se utilizou material estudado);

CM/QS: consumo de material por unidade (quantidade) de serviço;

CMB/QS: consumo de material básico por unidade de material composto;

n: número de serviços executados entre VI e VF.

### 3.6.1.2 Indicador global de perda de material por serviço

Segundo Agopyan et al. (1998), esse indicador consiste na expressão do valor da perda de material num único serviço, abrangendo desde a etapa de recebimento até a aplicação final. Para o cálculo deste indicador utiliza-se a mesma fórmula usada para o obter o indicador global de perda de material por obra, porém, para um único serviço de acordo com a expressão a seguir:

$$I_{\text{global, serviço}} = \left[ \frac{\text{EST (VI)} + \text{REC (VI, VF)} \pm \text{TRANSF (VI, VF)} - \text{EST (VF)}}{\text{QS (VI, VF)}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Agopyan et al. (1998) exemplificam tal indicador, proferindo que a medição da quantidade de blocos a serem utilizados no serviço de alvenaria pode ser feita através da medição de área que, multiplicada pelo consumo de blocos por unidade de área, resulta no número de blocos, ou também através da contagem do número de blocos de cada parede já executada e ainda não revestida. Adotando-se a segunda opção, descarta-se automaticamente a necessidade de calcular o CM/QS, que assumirá o valor unitário (un/un). Porém, em se tratando da primeira opção, este cálculo é necessário, uma vez que as juntas de argamassa de assentamento são contabilizadas na área calculada, fazendo-se necessário utilizar a seguinte equação:

$$\text{CM/QS} = \frac{1}{(V + eh) \times (H + ev)} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde,

V: altura do bloco no plano da parede;

eh: espessura da junta horizontal de argamassa de assentamento;

H: largura do bloco no plano da parede;

ev: espessura da junta vertical de argamassa de assentamento.

### 3.6.1.3 Indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem

Dentre todos os indicadores globais, este é o mais específico, abrangendo somente as etapas subsequentes à estocagem do material analisado. Aplica-se principalmente aos materiais

básicos, ou seja, aqueles utilizados para a produção de outro material, tais como o cimento e o cal. Para a coleta deste indicador é necessário que se faça um controle de saída do material do estoque pois, dessa forma, consegue-se determinar as quantidades reais do material destinado a cada serviço (AGOPYAN et al., 1998).

Assim, Agopyan et al. (1998) destacam que, apesar da areia ser material básico, o controle requerido não é tarefa fácil de ser realizada, principalmente pelo fato de o estoque destes materiais ficarem ao ar livre, com acesso de todos os funcionários. Para o cálculo deste indicador, os autores apresentam a seguinte expressão:

$$I_{\text{global, obra}} = \left[ \frac{\text{MAT serviço (VI, VF)}}{\text{QS} \times \frac{\text{CM}}{\text{QS}} \times \frac{\text{CMB}}{\text{MC}}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde,

MAT serviço (VI, VF): quantidade de material destinada ao serviço mediante controle de saída do estoque.

### 3.6.2 Indicadores parciais

Os indicadores parciais são úteis à medida que, além de servirem para a explicação dos indicadores globais, indicam também qual etapa do fluxograma dos processos, no qual o material está inserido, contribui com a maior parcela do indicador global (AGOPYAN et al., 1998).

É importante destacar, de acordo com Agopyan et al. (1998), que existem particularidades no conteúdo de cada serviço, que vão desde a disposição de procedimentos alternativos para a realização da medição até alguns cuidados adicionais a serem observados, para que seja possível identificar com precisão o momento de incidência de possíveis perdas e assim, determinar alternativas para a redução dos índices parciais e, conseqüentemente dos globais, a patamares aceitáveis.

#### 3.6.2.1 Indicador parcial de perda de material relativo a diferença percentual entre quantidade paga e recebida

As perdas de materiais podem ocorrer antes do uso dos mesmos no canteiro de obras. Esse indicador objetiva medir as perdas relativas a diferença entre a quantidade paga e a efetivamente recebida na obra (AGOPYAN et al., 1998).

O roteiro de cálculo apresentado pelos autores sobrescritos para obter o indicador de perda em questão é explicitado na equação 5 a seguir.

$$I \text{ perda (\%)} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n Qtd \text{ paga} - \sum_{i=1}^n Qtd \text{ recebida}}{\sum_{i=1}^n Qtd \text{ paga}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde,

Qtd paga: quantidade de material paga no recebimento, obtida através da ordem de pagamento emitida pela empresa;

Qtd recebida: quantidade de material recebida em obra.

Agopyan et al. (1998) destacam que quando o material analisado for o bloco cerâmico ou de concreto, deve-se atentar para as seguintes recomendações:

- pode-se contar a quantidade de blocos constituintes num plano horizontal e multiplicá-la pela quantidade de planos horizontais da pilha;
- descarregá-los formando pilhas organizadas, o que facilitaria a contagem;
- em último caso, medir o volume da pilha ou *pallet* e dividir pelo volume unitário do bloco;
- tomar o máximo cuidado com os vazios na pilha no caminhão ao simplificar a contagem através da multiplicação dos blocos constituintes no plano horizontal pelo número de faixas que compõe o plano vertical.

### 3.6.2.2 Indicador parcial de perda relativo ao percentual de material quebrado no recebimento

As perdas de materiais na etapa de recebimento é função do tipo de equipamento externo utilizado, forma e equipamento de manuseio e qualidade da embalagem entre outros. Esse indicador tem como objetivo conhecer o percentual de materiais quebrados no recebimento. Para o cálculo desse indicador, apresenta-se a seguinte expressão numérica (AGOPYAN et al., 1998):

$$I \text{ perda (\%)} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{Quebrados}}{\sum_{i=1}^n \text{Recebidos}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde,

Quebrados: quantidade de materiais quebrados no recebimento, respeitando-se os seguintes critérios:

- para blocos que estiverem apenas lascados, porém inteiros, considera-se como bloco inteiro;
- no caso de revestimentos cerâmicos, são consideradas quebradas aquelas cujo defeito impossibilite o seu uso na edificação;
- a operação de recebimento de material consiste no descarregamento do caminhão, transporte do material até o local de estoque (seja ele definitivo ou não) e a colocação do material nesse local. A contagem deve abranger esse ciclo;

Recebidos: quantidade de material recebida, seguindo os mesmos procedimentos descritos no final do item 3.6.2.1.

### 3.6.2.3 Indicador parcial de perda de material relativo ao percentual de blocos não inteiros na parede

Segundo Agopyan et al. (1998), a ausência de um projeto racionalizado de alvenaria pode acarretar a necessidade de corte de blocos, possibilitando maior probabilidade de ocorrência de perdas desse material. Esse indicador indireto de perdas de materiais indica a falta de modulação entre os subsistemas. Nesse âmbito, os autores propõem a expressão numérica a seguir para o cálculo desse indicador:

$$I \text{ perda (\%)} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{Não inteiros}}{\sum_{i=1}^n \text{Total}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde,

Não inteiros: número de blocos não inteiro na parede, atentando para não considerar os blocos de amarração entre paredes;

Total: número total de blocos na parede, incluindo os não inteiros, atentando para as seguintes observações:

- fazer a medição em paredes que estejam terminadas; caso estejam incompletas, considerar apenas a quantidade de blocos presentes na parede, ou seja, não estimar a quantidade faltante;
- aconselha-se demarcar os blocos da parede a ser medida com giz de cera ou giz comum, distinguindo-os entre inteiros e não inteiros.

#### 3.6.2.4 Indicador parcial de perda de material relativo ao percentual de revestimentos cerâmicos não inteiros na parede e no piso

A ausência de modulação pode ter como consequência a inevitabilidade de realizar cortes dos revestimentos cerâmicos, acarretando em maior probabilidade de ocorrência de perdas. Tal indicador parcial de perdas aponta, além da falta de modulação entre os subsistemas, a falta de esquadros entre paredes. Assim como para o cálculo do indicador parcial de perda de material relativo ao percentual de blocos não inteiros na parede, também apresenta-se a Equação 7 supracitada para a determinação do indicador desse item e chama atenção para que, ao se contabilizar o revestimento cerâmico na interface parede/teto, sendo este em gesso, atentar para o fato do gesso não estar encobrindo uma parte do revestimento, sendo que o mesmo pode ser inteiro e não cortado (AGOPYAN et al., 1998).

### 3.7 Indicadores de perda de material advindos da literatura

Agopyan et al. (1998) apresentam os valores encontrados para os indicadores globais de perda de blocos cerâmicos e blocos de concreto na Tabela 01, e também, de revestimento cerâmico para piso e parede, evidenciado na Tabela 02.

**Tabela 01:** Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de blocos cerâmicos e blocos de concreto.

Material	Média (%)	Mediana (%)	Desvio Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)	nº de amostras
Bloco cerâmico	18	14	12	5	48	21
Bloco de concreto	10	11	5	3	20	9

**Fonte:** Agopyan et al. (1998).

**Tabela 02:** Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de revestimento cerâmico.

Seção nominal	Média (%)	Mediana (%)	Desvio Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)	n° de amostras
Piso	22	19	19	5	78	13
Parede	16	13	14	1	50	28

Fonte: Agopyan et al. (1998).

Mello (2001), apresenta um valor de indicador de perda para blocos cerâmicos de dimensões 9x14x19cm igual a 13,76%, de acordo com a pesquisa de campo realizada em duas edificações multifamiliares na cidade de Ijuí/RS.

Por sua vez, Rocha Neto (2010) expõe os resultados encontrados para os indicadores globais de perda na Tabela 03, cujo os materiais analisados na pesquisa foram bloco cerâmico e revestimento cerâmico.

**Tabela 03:** Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos e revestimento cerâmico.

Material	Média (%)
Bloco cerâmico 9x19x24 cm	27,60
Bloco cerâmico 11,5x19x24 cm	34,42
Bloco cerâmico 14x19x24 cm	31,28
Revestimento cerâmico 41x41 cm (piso)	15,44
Revestimento cerâmico 31x31 cm (piso)	2,79
Revestimento cerâmico 31x31 cm (parede)	6,36

Fonte: Adaptado de Rocha Neto (2010).

De acordo com Rosa (2001), os indicadores globais de perda de blocos cerâmicos, utilizados em quatro obras distintas analisadas em sua pesquisa, são apresentados na Tabela 04. O autor ressalta que o alto indicador de perda para a obra A02 foi devido a aplicação incorreta dos blocos em paredes no qual deveriam ser utilizados blocos cerâmicos de oito furos e utilizaram-se tijolos maciços, o que acarretou em uma elevada perda por substituição.

**Tabela 04:** Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos.

Obra	Perda (%)	Média (%)
A01	8,41	23,06
A02	48,24	
C01	15,7	
E02	19,90	

Fonte: Adaptado de Rosa (2001).

Por fim, Barbosa (2015) apresenta na Tabela 05 os resultados obtidos das perdas de material referente aos revestimentos cerâmicos utilizados em duas obras verticais analisadas na cidade de Vila Velha/ES.

**Tabela 05:** Indicadores globais de perda dos revestimentos cerâmicos analisados.

<b>Revestimento</b>	<b>Perda (%)</b>	<b>Média (%)</b>
Revestimento Forma Branco AC 33,5x45 cm (parede)	6,79	7,21
Revestimento Cetim Bianco 30x40 cm (parede)	7,62	
Revestimento White Polar Mate 41x41 cm (piso)	22,18	11,13
Revestimento Beton White 60x60 cm (piso)	4,67	
Revestimento Mármore Bianco 60x60 cm (piso)	6,54	

**Fonte:** Adaptado de Barbosa (2015).

Barbosa (2015) ainda destaca que, o que ocasionou o elevado valor para o indicador do Revestimento White Polar Mate em comparação aos demais, foi o fato de que não houve fiscalização da declividade do contra piso nas áreas molhadas anteriormente ao assentamento do revestimento, acarretando na retirada e, conseqüentemente, na perda do mesmo.

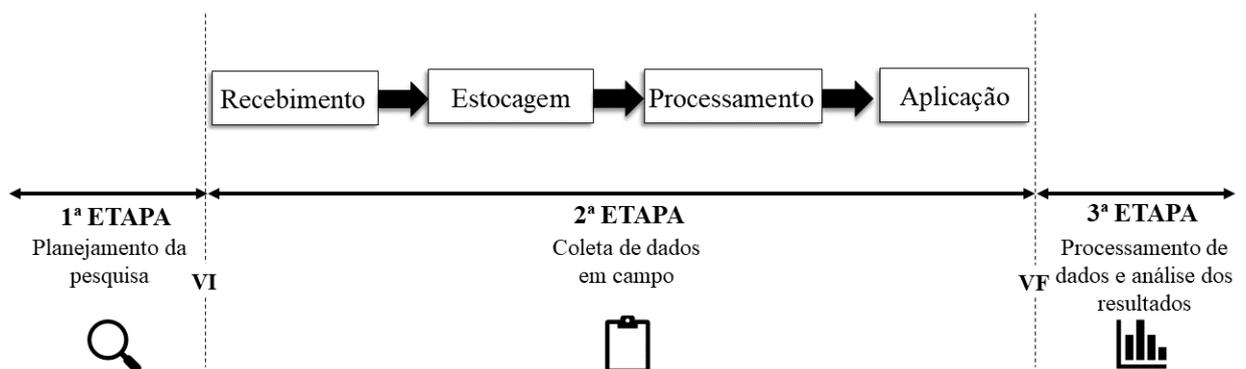
## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso constitui-se em um estudo exploratório, cujo princípio básico consiste na análise quantitativa e observação crítica do uso de materiais predeterminados ao longo das etapas percorridas pelos mesmos, desde o recebimento nos canteiros de obras, até sua aplicação final.

Tal observação implica no estabelecimento de indicadores de perdas divididos em duas categorias: a primeira, de âmbito maior, representada pelos indicadores globais, que procura estabelecer números relativos a um conjunto de etapas percorridas pelos materiais no canteiro de obras e, a segunda, mais específica, definida pelos indicadores parciais, que tem o objetivo de estabelecer números relativos a uma única etapa, cuja principal finalidade é a explicação parcial dos indicadores globais, sendo possível identificar em quais etapas percorridas pelos materiais estas perdas são mais significativas.

Todas as práticas necessárias para a aplicação da metodologia deste trabalho, assim como os principais instrumentos de coleta de dados, são apresentadas de forma sucinta na Figura 04, onde destacam-se três etapas relacionadas a duas datas estratégicas, a vistoria inicial (VI) e vistoria final (VF).

**Figura 04:** Síntese da metodologia.



**Fonte:** O autor (2018).

Inicialmente, o trabalho será desenvolvido com base bibliográfica em artigos, livros, teses, consultas a bancos de dados fornecidos por instituições pertinentes ao tema, planejamento da coleta de dados em campo, entendimento e qualificação dos serviços a serem estudados.

Posteriormente, na segunda etapa, de modo a registrar as informações de campo acerca do tema proposto, serão utilizadas as planilhas contidas desde o Anexo A ao Anexo J, advindas do projeto de pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros

de obras”, dos autores Agopyan et al. (1998), que até a presente data, é considerada por diversos autores, a maior e mais completa pesquisa já realizada nesta área, tendo assim um maior grau de confiabilidade para servir de parâmetro comparativo. Com o auxílio destas planilhas, será possível contabilizar a quantidade de material que entrou e saiu da obra, além de averiguar como se deram os processos de recebimento, estocagem, processamento e aplicação.

É importante destacar que, com o intuito de eliminar dados errôneos devido a possíveis discrepâncias entre as dimensões estabelecidas em projeto e as realmente executadas em campo, serão anotadas nas planilhas e, conseqüentemente consideradas para os cálculos, as dimensões medidas em obra.

Por fim, na etapa final, é efetuado o processamento dos dados a fim de analisar criticamente os resultados obtidos e fazer as devidas ponderações relacionadas aos materiais estudados e seus respectivos indicadores de perda, bem como realizar as análises orçamentárias cabíveis.

Para o desenvolvimento do vigente trabalho, duas obras residenciais de porte similares serviram de estudo de caso para obtenção de informações pertinentes à metodologia explicitada, sendo a obra A (Anexo L) com 233,57 m<sup>2</sup> e, a obra B (Anexo M), com 221,15 m<sup>2</sup> de área construída, ambas localizadas na cidade de Elói Mendes/MG. As duas obras tiveram seu início em datas aproximadas e suas execuções ocorreram concomitantemente. Desta forma, duas equipes distintas foram contratadas para a execução das obras, cada qual em seu respectivo local de trabalho, sendo que o período de coleta de dados deu-se entre os meses de agosto de 2017 a abril de 2018.

Os materiais a serem analisados no vigente estudo estão especificados no Quadro 04 a seguir, de acordo com a obra onde foram aplicados. Tais materiais foram escolhidos para serem objetos de estudo desse trabalho devido ao fato de suas perdas serem visíveis e não incorporadas a obra, ou seja, tornam-se inaproveitáveis para a execução do serviço proposto, resultando em entulho, e também pela compatibilidade entre o cronograma das obras e o período de coleta de dados.

**Quadro 04:** Materiais a serem analisados no trabalho.

<b>Obra A</b>	Bloco cerâmico 14x19x29cm
	Bloco de concreto 14x19x39cm
	Bloco de concreto 19x19x39cm
	Porcelanato Delta Retificado Avorio Polido 60x60cm
	Porcelanato Ceral Ret Baltico 60x60cm
	Piso Fioranno Albania 45x45cm
	Porcelanato Majestic Bright 62x62cm

**Continuação do Quadro 04:** Materiais a serem analisados no trabalho.

<b>Obra A</b>	Revestimento Monoporosa Classic Beige 31x58cm
	Revestimento Via Rosa Classic White 31x58cm
	Revestimento Via Rosa Harmony Fendi 31x58cm
	Revestimento Lanzi Allegro 30x60cm
	Revestimento Via Rosa Harmony White 31x58cm
<b>Obra B</b>	Bloco cerâmico 14x19x29cm
	Bloco de concreto 14x19x39cm
	Porcelanato Fênix Off White 60x60cm
	Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm
	Porcelanato Argentó Retificado 60x60cm
	Revestimento Via Rosa Sub White 31x58cm
	Revestimento Via Rosa Classic One 31x58cm

**Fonte:** O autor (2018).

Assim sendo, em relação aos materiais blocos cerâmicos e blocos de concreto, foram realizadas as anotações do controle de recebimento e estoque dos materiais (Anexo A), as medições de estoque nas datas de vistoria inicial e final (Anexo B) e dos serviços de alvenaria (Anexo C), assim como o registro dos dados relativos a quantidade de blocos não inteiros na parede (Anexo D). É preciso salientar que, para esse estudo, não serão considerados o uso desses materiais nos muros de fechamento das divisas e fachadas.

No que se refere aos dados dos serviços pertinentes aos revestimentos cerâmicos, também foram registradas as informações no momento do controle de recebimento e estoque de materiais (Anexo E), as medições de estoque (Anexo F) e dos serviços, tanto para piso (Anexo G) quanto para paredes (Anexo H), assim como dados concernentes a esses materiais cortados nas paredes (Anexo I) e no piso (Anexo J).

Como o foco da pesquisa será realizar a análise quantitativa das perdas dos materiais supracitados, pretende-se não só interpretar os dados coletados provenientes das duas obras analisadas e obter os indicadores globais e parciais das perdas de materiais, mas também, compará-los com demais pesquisas realizadas nessa mesma esfera, fazendo as devidas ponderações.

Em relação a parte orçamentária, serão efetuadas as análises acerca das informações referente as perdas em cada etapa que porventura ocorrer e, exclusivamente em relação aos revestimentos cerâmicos, serão desenvolvidos os projetos arquitetônicos das obras analisadas (Apêndices F e G) com possíveis alterações nas dimensões dos cômodos, de forma a adequá-los às dimensões das placas cerâmicas utilizados em obra.

Dessa forma, serão elaborados os projetos de paginação dos novos *layouts* arquitetônicos propostos, a fim de orientar o assentamento dos revestimentos e obter os dados quantitativamente dos elementos inteiros e não inteiros utilizados, possibilitando dessa forma efetuar as análises comparativas oportunas entre o projeto executado (efetivo) e o proposto (racionalizado) de cada obra.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos em campo, através da coleta de dados com auxílio de planilhas, foram divididos em diferentes tópicos, de acordo com os objetivos estabelecidos no trabalho. As análises a seguir foram embasadas na metodologia supracitada e explanam acerca dos indicadores de perdas relativo aos materiais analisados nas duas obras contempladas neste trabalho.

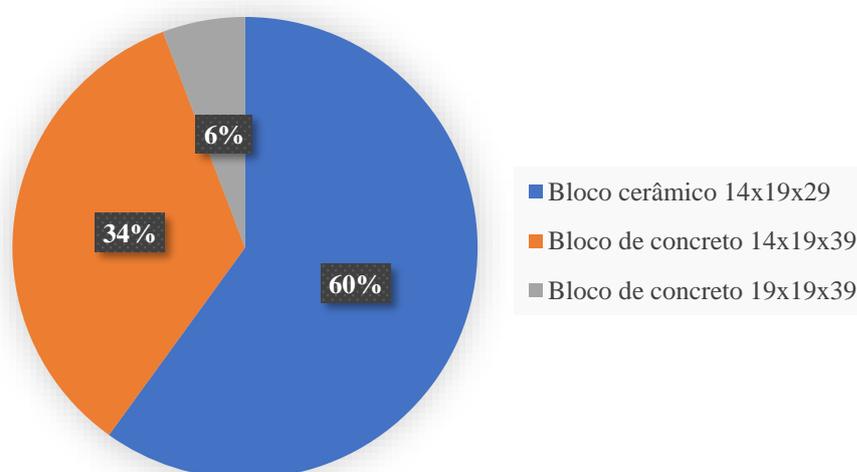
É preciso deixar claro que não foram considerados no presente estudo os blocos aplicados acima da laje de forro, seja para fechamento dos oitões ou demais utilizações, assim como os rodapés não entraram na contabilização das análises acerca dos revestimentos cerâmicos.

### 5.1 Caracterização da obra em relação ao tipo de bloco de vedação utilizado

Na execução das obras analisadas, foram utilizados blocos de vedação de diferentes tipos e dimensões, especificados no Quadro 04. Através do registro da quantidade de blocos utilizados nos serviços de alvenaria, com auxílio da planilha contida no Anexo D, determinou-se o percentual de utilização de cada bloco nas duas obras, conforme Gráfico 01.

Os valores obtidos confirmaram o que já era esperado, a maior porcentagem referente ao bloco cerâmico (60%), uma vez que em ambas as obras esse bloco foi aplicado nos pavimentos de maior área e também com um número de paredes divisórias superior aos demais.

**Gráfico 01:** Utilização de cada tipo de bloco nas obras analisadas.



**Fonte:** O autor (2018).

## 5.2 Indicadores de perda relativo aos blocos de vedação

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados obtidos para os indicadores globais e parciais de perda do material bloco de vedação.

Para o cálculo do indicador global de perda dos blocos utilizados nas obras estudadas, utilizou-se a Equação 2 explicitada no item 3.6.1.2, uma vez que foi realizada a contagem do número de blocos de cada parede já executada, dispensando o cálculo do CM/QS. As Tabelas 06 e 07 exprimem os resultados de tal indicador de cada tipo de bloco nas obras A e B, respectivamente, de acordo com os dados coletados em cada edificação.

**Tabela 06:** Indicador global de perda de bloco de vedação da obra A.

Material	Medição de estoque na data VI (un)	Quantidade recebida/transf. (un)	Medição de estoque na data VF (un)	Quantidade de serviço (un)	Indicador global de perda (%)
Bloco de concreto 19x19x39	500	+300	47	732	2,87
Bloco de concreto 14x19x39	1.000	+1.500	187	2.245	3,03
Bloco cerâmico 14x19x29	3.500	0	64	3.223	6,61

**Fonte:** O autor (2018).

**Tabela 07:** Indicador global de perda de bloco de vedação da obra B.

Material	Medição de estoque na data VI (un)	Quantidade recebida/transf. (un)	Medição de estoque na data VF (un)	Quantidade de serviço (un)	Indicador global de perda (%)
Bloco de concreto 14x19x39	1.000	+1300	61	2.186	2,42
Bloco cerâmico 14x19x29	3.500	+1500	308	4.431	5,89

**Fonte:** O autor (2018).

Os resultados exibidos pelas duas tabelas anteriores mostram que não houve discrepância nos resultados dos indicadores de cada tipo de bloco entre as duas obras, o que mostra uma semelhança no padrão de execução das diferentes equipes de trabalho.

Todavia, quando comparados à literatura, os valores obtidos para os indicadores globais estão abaixo da maioria dos casos citados no subcapítulo 3.7, aproximando-se somente dos valores mínimos apresentados por Agopyan et al. (1998) na Tabela 01.

Tal fato pode ser explicado em parte pelas menores dimensões das obras do presente estudo de caso quando comparadas por exemplo, às edificações multifamiliares analisadas por Mello (2001), que apresentou um valor para tal indicador de 13,76% referente ao bloco cerâmico 9x14x19cm de seu estudo, uma vez que esse tipo de edificação requer uma maior quantidade de blocos e, possuem inevitavelmente, maiores caminhos a serem percorridos pelo material no canteiro de obra, o que aumenta a probabilidade de perda.

Com relação aos indicadores parciais de perda, não houveram perdas devido a diferença entre a quantidade paga e a efetivamente recebida na obra. Foram realizadas as contagens dos blocos logo após o recebimento nos canteiros de obras e os mesmos coincidiram com as quantidades apresentadas em notas emitidas pelos fornecedores.

Por outro lado, houveram recebimentos no qual ocorreram perdas devido à quebra de blocos cerâmicos no percurso entre o descarregamento do caminhão, realizada de maneira manual, até o local de estoque temporário. Os blocos foram estocados diretamente no solo, em local plano, mas sujeito a intempéries e em pilhas não uniformes superiores a 2 metros, como ilustra a Figura 05.

**Figura 05:** Local de estoque temporário de blocos cerâmicos na obra A.



**Fonte:** O autor (2018).

A porcentagem dessas perdas foi consideravelmente pequena para os blocos cerâmicos e nula para os blocos de concreto, como mostra a Tabela 08. Há de se destacar que os blocos de concreto eram entregues nas obras em *pallets* e descarregados com o auxílio de uma empilhadeira, fato este, que explica o motivo desse indicador parcial ser inexistente para esse material.

**Tabela 08:** Indicador parcial de perda referente aos blocos quebrados durante o recebimento.

Obra	Material descarregado	Total de blocos descarregados (un)	Blocos quebrados (un)	Indicador parcial de perda de blocos quebrados durante o recebimento (%)
A	Bloco cerâmico 14x19x29	3.500	14	0,40
A	Bloco de concreto 14x19x39	1.000	0	0,00
A	Bloco de concreto 14x19x39	1.500	0	0,00
A	Bloco de concreto 19x19x39	500	0	0,00
A	Bloco de concreto 19x19x39	300	0	0,00
B	Bloco cerâmico 14x19x29	3.500	9	0,26
B	Bloco cerâmico 14x19x29	1.500	7	0,47
B	Bloco de concreto 14x19x39	1.000	0	0,00
B	Bloco de concreto 14x19x39	1.300	0	0,00

**Fonte:** O autor (2018).

Por fim, como não houve a compra de meios blocos, ocasionando maior probabilidade de ocorrência de perdas devido aos cortes dos blocos inteiros, o seguinte indicador de perdas relativo aos blocos não inteiros na parede tem uma grande parcela de contribuição para o percentual total de perdas desse material.

A fim de se obter tal indicador, a contabilização dos blocos não inteiros foi realizada de acordo com a Equação 7 e seguindo as recomendações de Agopyan et al. (1998) estabelecidas no item 3.6.2.3, onde foram demarcados com giz os blocos não inteiros, diferenciando-os dos inteiros, para minimizar as chances de erro na coleta de dados, como mostra a Figura 06.

**Figura 06:** Demarcação dos blocos não inteiros.

**Fonte:** O autor (2018).

Os resultados obtidos para o indicador parcial de perda em questão são exibidos na Tabela 09, onde estão separados por obra e, na Tabela 10, no qual estão contempladas as duas obras analisadas. Os valores relativos a coleta de dados em campo para esse serviço podem ser observados detalhadamente nos Apêndices A e B.

**Tabela 09:** Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes separados por obra.

Obra	Material	Blocos inteiros (un)	Blocos não inteiros (un)	Indicador de perda relativo aos blocos não inteiro na parede (%)
A	Bloco de concreto 19x19x39	630	102	16,19
A	Bloco de concreto 14x19x39	1.952	293	15,01
A	Bloco cerâmico 14x19x29	2.833	390	13,77
B	Bloco de concreto 14x19x39	1.885	301	15,97
B	Bloco cerâmico 14x19x29	3.741	506	13,53

**Fonte:** O autor (2018).

**Tabela 10:** Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.

Material	Blocos inteiros (un)	Blocos não inteiros (un)	Indicador parcial de perda relativo aos blocos não inteiros na parede (%)
Bloco de concreto 19x19x39	630	102	16,19
Bloco de concreto 14x19x39	3.837	594	15,48
Bloco cerâmico 14x19x29	6.574	896	13,63

**Fonte:** O autor (2018).

Os resultados mostraram que os valores encontrados não tiveram grande disparidade entre si, quando comparados os indicadores de um mesmo material entre as duas obras apresentado na Tabela 09 e também quando se analisa os diferentes materiais, variando entre 13,63% e 16,19% como mostrado na Tabela 10. Contudo, constatou-se que quanto mais esquadrias e pilares em uma mesma parede, maior o número de blocos não inteiros, devido necessidade de amarração da alvenaria, cujo tal ocorrência pode ser observada na parede nº 25 da obra B, como exposto no Apêndice B.

Esse tipo de perda pode ser considerado o predominante para os materiais em pauta, uma vez que como não houve a compra de meio blocos, era necessário fazer o corte do bloco in loco, cujo procedimento era realizado com a ferramenta serra mármore (popularmente chamada de Makita) ou com colher de pedreiro, que em alguns casos presenciados resultava em um corte impreciso, tornando-o inutilizável.

A Tabela 11 em seguida revela alguns dados estatísticos a respeito dos dados coletados referentes aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas. Ficou evidenciado que

a média de blocos cerâmicos não inteiros superou aos blocos de concreto, em virtude de que nos pavimentos com maiores áreas construídas e também, com mais esquadrias, utilizaram-se blocos cerâmicos, ao passo que nesses pavimentos fez-se uso de blocos de concreto apenas para as vergas e contravergas, que resultou em perdas mínimas ou até nulas para esse tipo de bloco, como mostra o valor mínimo referente ao bloco de concreto 14x19x39cm igual a zero.

**Tabela 11:** Dados estatísticos referentes aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.

Material	Média (un)	Mediana (un)	Desvio Padrão (un)	Mínimo (un)	Máximo (un)	Número de amostras
Bloco de concreto 19x19x39	17	15	6	12	24	6
Bloco de concreto 14x19x39	14	4	16	0	70	59
Bloco cerâmico 14x19x29	27	22	15	14	71	33

**Fonte:** O autor (2018).

Por fim, além dos indicadores parciais mostrados, outros fatores tiveram participação no que diz respeito as perdas dos blocos, tais como o transporte incorreto desses materiais em jericas, ilustrado na Figura 07, diferentes locais de estoque que acarretava em duplo manuseio e possíveis furtos e vandalismos, visto que em alguns momentos o local de estoque era na frente da edificação com acesso ao público, remetendo ao Grupo C do Figura 01 proposto por Skoyles e Skoyles (1987).

**Figura 07:** Transporte inadequado dos blocos em jericas.



**Fonte:** O autor (2018).

### 5.3 Indicadores de perda relativo aos revestimentos cerâmicos

Os resultados obtidos para os indicadores globais e parciais de perda dos revestimentos cerâmicos aplicados nas duas edificações analisadas serão explicitados nesse item, enquanto que os dados e análises detalhadas referentes a esse serviço estão presentes nos Apêndices C e D.

Assim como para os blocos de vedação, utilizou-se a Equação 2 contida no item 3.6.1.2 para o cálculo do indicador global de perda. Para suprir as variáveis da expressão, foi realizado a conferência da quantidade dos revestimentos descarregados em obra, assim como a porção não utilizada ao final dos serviços, realizando-se tais atividades nas datas de vistoria inicial e vistoria final, respectivamente. Além disso, entre essas duas datas, ocorreram as execuções dos serviços de aplicação dos revestimentos, cujo a contagem dos componentes de cada área, tanto no piso quanto nas paredes, foi registrada.

A Tabela 12, juntamente com a Tabela 13 a seguir, apresentam as variáveis coletadas em campo, assim como o indicador global de perda calculado para os revestimentos aplicados no piso e nas paredes, respectivamente.

**Tabela 12:** Indicador global de perda de revestimento cerâmico do piso.

Revestimento (Piso)	Medição de estoque na VI (un)	Quantidade recebida/transferida (un)	Medição de estoque na VF (un)	Quantidade de serviço (un)	Indicador global de perda (%)
Porcelanato Delta Retificado Avorio Polido 60x60cm	625	0	15	558	9,32
Porcelanato Ceral Ret Baltico 60x60cm	235	0	0	212	10,85
Piso Fioranno Albania 45x45cm	360	0	0	304	18,42
Porcelanato Majestic Bright 62x62cm	50	5	0	48	14,58
Porcelanato Fênix Off White 60x60cm	540	0	10	472	12,29
Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm	370	10	0	337	12,76
Porcelanato Argentio Retificado 60x60cm	300	20	5	279	12,90
<b>Valor médio (%)</b>					<b>13,02</b>

**Fonte:** O autor (2018).

**Tabela 13:** Indicador global de perda de revestimento cerâmico das paredes.

Revestimento (Parede)	Medição de estoque na VI (un)	Quantidade recebida/transferida (un)	Medição de estoque na VF (un)	Quantidade de serviço (un)	Indicador global de perda (%)
Revestimento Monoporosa Classic Beige 31x58cm	492	0	12	437	9,84
Revestimento Via Rosa Classic White 31x58cm	36	0	6	28	7,14
Revestimento Via Rosa Harmony Fendi 31x58cm	24	0	2	20	10
Revestimento Lanzi Allegro 30x60cm	24	0	2	20	10
Revestimento Via Rosa Harmony White 31x58cm	192	0	15	163	8,59
Revestimento Via Rosa Sub White 31x58cm	240	0	20	206	6,8
Revestimento Via Rosa Classic One 31x58cm	480	180	8	600	8,67
<b>Valor médio (%)</b>					<b>8,72</b>

**Fonte:** O autor (2018).

Os resultados exibidos pela Tabela 12 mostram que os valores obtidos não divergiram significativamente dos resultados advindos da literatura consultada, ficando abaixo da média dos valores apresentados por Agopyan et al. (1998) na Tabela 02 e, ligeiramente acima da Tabela 05, evidenciado por Barbosa (2015).

Em relação aos indicadores parciais de perda, não houve perda pela diferença entre a quantidade paga e a recebida, nem ao menos por quebra no descarregamento. Contudo, em relação aos revestimentos não inteiros devido aos cortes, esse indicador representa uma grande parcela referente a perda desse tipo de material.

Os cortes eram realizados com as ferramentas serra mármore, utilizando o disco apropriado para a execução desse serviço, e também com a cortadora de piso, também chamada de riscadeira em obra, ilustrada na Figura 08.

**Figura 08:** Cortadora de piso utilizada para corte dos revestimentos cerâmicos.

**Fonte:** O autor (2018).

As Tabelas 14 e 15 a seguir apresentam alguns dados estatísticos das placas cerâmicas obtidos a partir das análises efetuadas contidas nos Apêndices C e D.

**Tabela 14:** Dados estatísticos referentes aos revestimentos não inteiros no piso das duas obras analisadas.

<b>Material</b>	<b>Média (un)</b>	<b>Mediana (un)</b>	<b>Desvio Padrão (un)</b>	<b>Mínimo (un)</b>	<b>Máximo (un)</b>	<b>Número de amostras</b>
Porcelanato Delta Retificado Aворio Polido 60x60cm	15	12	12	7	51	14
Porcelanato Ceral Ret Baltico 60x60cm	17	18	9	6	24	4
Piso Fioranno Albania Marrom 45x45cm	304	304	-	304	304	1
Porcelanato Majestic Bright 62x62cm	7	7	0	7	7	3
Porcelanato Fênix Off White 60x60cm	11	10	5	5	68	15
Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm	41	18	53	4	102	3
Porcelanato Argentо Retificado 60x60cm	67	67	-	67	67	1

**Fonte:** O autor (2018).

**Tabela 15:** Dados estatísticos referentes aos revestimentos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.

Material	Média (un)	Mediana (un)	Desvio Padrão (un)	Mínimo (un)	Máximo (un)	Número de amostras
Revestimento Monoporosa Classic Beige 31x58cm	19	20	4	12	22	4
Revestimento Via Rosa Classic White 31x58cm	28	28	-	28	28	1
Revestimento Via Rosa Harmony Fendi 31x58cm	20	20	-	20	20	1
Revestimento Lanzi Allegro 30x60cm	20	20	-	20	20	1
Revestimento Via Rosa Harmony White 31x58cm	15	15	-	15	15	1
Revestimento Via Rosa Sub White 31x58cm	17	16	6	10	25	4
Revestimento Via Rosa Classic One 31x58cm	25	25	25	25	25	1

**Fonte:** O autor (2018).

Outro ponto a se destacar está relacionado ao valor médio de 13,02% encontrado para o indicador global de perda dos revestimentos analisados no piso, ao passo que, o indicador parcial médio desse mesmo material foi de 42,05%, exposto no Apêndice C. Isso se deve ao reaproveitamento das placas cortadas, onde pôde ser percebido em obra que havia uma política bem definida de guardar eventuais pedaços cortados não utilizados em um certo ambiente e transportá-los para uso em outro local.

Porém, nem sempre era possível reaproveitar os revestimentos, devido ao corte impreciso, quebra na aplicação ou ao tamanho não compatível com nenhuma outra área onde o mesmo tipo de material era aplicado, contribuindo para a geração entulho na obra, como mostra a Figura 09.

**Figura 09:** Entulho consequente da perda de revestimentos cerâmicos em obra.

**Fonte:** O autor (2018).

#### 5.4 Análises orçamentárias referente aos blocos de vedação

Com o intuito de obter os valores no âmbito econômico referentes as perdas dos materiais em estudo, realizou-se as análises orçamentárias separadamente, de acordo com as etapas pelo qual eles passaram em obra e, obviamente, as quais houveram perdas.

Inicialmente, o preço unitário de cada material foi obtido através da consulta ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), gestado pela Caixa Econômica Federal, que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia e, quando o insumo não era discriminado no SINAPI, seu valor unitário foi obtido por meio da consulta ao fornecedor das obras estudadas. Assim, o Quadro 05 evidencia o custo por unidade de material e a respectiva fonte para determinação do preço.

**Quadro 05:** Valor unitário do material e sua respectiva fonte para determinação do preço.

Material	Valor unitário (R\$)	Fonte
Bloco de concreto 19x19x39	1,88	Caixa Econômica Federal (SINAPI Setembro/2018)
Meio bloco de concreto 19x19x19	1,14	Caixa Econômica Federal (SINAPI Setembro/2018)
Bloco de concreto 14x19x39	1,45	Caixa Econômica Federal (SINAPI Setembro/2018)
Meio bloco de concreto 14x19x19	0,99	Caixa Econômica Federal (SINAPI Setembro/2018)
Bloco cerâmico 14x19x29	1,32	Fornecedor das obras analisadas
Meio bloco cerâmico 14x19x14	0,65	Fornecedor das obras analisadas

**Fonte:** O autor (2018).

A primeira etapa no qual foi detectada perda pertencente ao bloco cerâmico, foi no momento do recebimento do material em obra, especificamente no descarregamento. Como foi apresentado na Tabela 08, esse tipo de perda ocorreu somente para o bloco cerâmico, portanto a Tabela 16 a seguir, explicita o valor, em reais, relativo aos blocos cerâmicos quebrados durante o descarregamento das duas obras em pauta.

**Tabela 16:** Custo referente a perda por quebra no descarregamento do bloco cerâmico 14x19x29.

Obra	Blocos descarregados (un)	Blocos quebrados no descarregamento (un)	Preço unitário do bloco (R\$)	Valor referente a perda por quebra no descarregamento (R\$)
A	3500	14	1,32	18,48
B	5000	16	1,32	21,12
<b>Total (R\$)</b>				<b>39,60</b>

**Fonte:** O autor (2018).

Como o indicador de perda nessa etapa foi baixo, consequentemente o custo alusivo a elas também foi reduzido quando comparado as demais perdas que serão abordadas adiante, contudo, é relevante salientar qual foi o custo encontrado nessa fase da obra, de acordo com os objetivos do presente trabalho.

Outro indicador de perda dos blocos de vedação, e o que possuiu maior expressividade dentre todos analisados, foi o referente aos blocos não inteiros nas paredes. A fim de obter o custo tocante a essas perdas, se propôs fazer duas análises: qual foi o custo efetivo com a compra dos blocos que foram utilizados na execução da alvenaria e, qual seria o custo com a compra de meios blocos para que não houvesse a necessidade de cortes, chamado de custo racionalizado. As Tabelas 17 e 18 mostradas a seguir representam essas duas situações, respectivamente.

**Tabela 17:** Custo efetivo dos blocos adquiridos nas obras.

Obra	Material	Quantidade de blocos inteiros utilizados (un)	Preço unitário do bloco (R\$)	Custo efetivo (R\$)
A	Bloco de concreto 19x19x39	732	1,88	1.376,16
A	Bloco de concreto 14x19x39	2.245	1,45	3.255,25
A	Bloco cerâmico 14x19x29	3.223	1,32	4.254,36
B	Bloco de concreto 14x19x39	2.186	1,45	3.169,70
B	Bloco cerâmico 14x19x29	4.431	1,32	5.848,92
<b>Total (R\$)</b>				<b>17.904,39</b>

Fonte: O autor (2018).

**Tabela 18:** Custo racionalizado com a aquisição de meios blocos.

Obra	Material	Quantidade de blocos inteiros (un)	Quantidade de meios blocos (un)	Preço unitário do bloco inteiro (R\$)	Preço unitário do meio bloco respectivo (R\$)	Custo racionalizado (R\$)
A	Bloco de concreto 19x19x39	630	102	1,88	1,14	1.300,68
A	Bloco de concreto 14x19x39	1.952	293	1,45	0,99	3.120,47
A	Bloco cerâmico 14x19x29	2.833	390	1,32	0,65	3.993,06
B	Bloco de concreto 14x19x39	1.885	301	1,45	0,99	3.031,24
B	Bloco cerâmico 14x19x29	3.741	506	1,32	0,65	5.267,02
<b>Total (R\$)</b>						<b>16.712,47</b>

Fonte: O autor (2018).

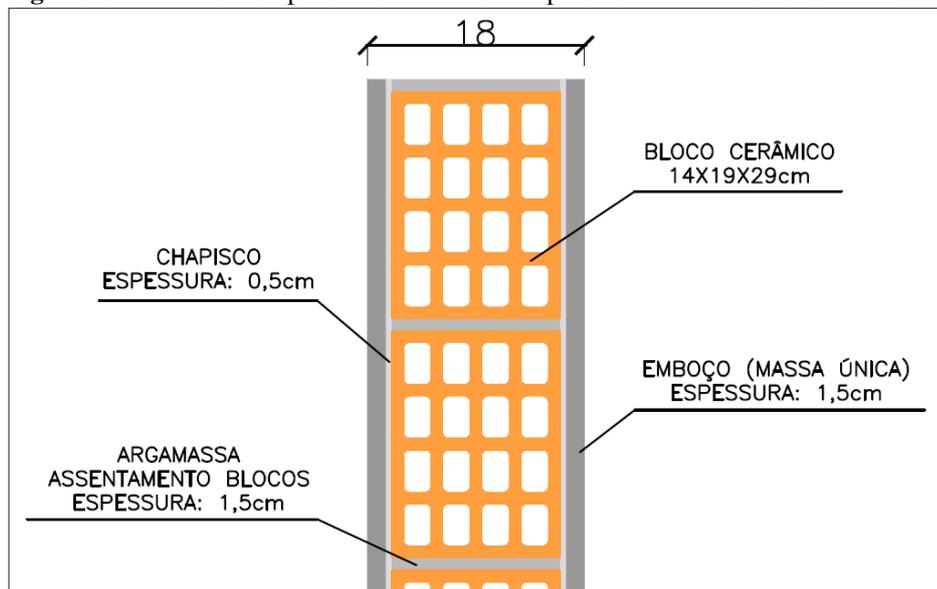
Como esperado, notou-se uma redução no custo de todos os materiais em ambas as obras, que gerou uma economia de R\$ 1.191,92, sendo R\$ 471,56 na obra A e R\$ 720,36 na obra B.

Outro ponto interessante a destacar na compra dos meios blocos é que além de economizar financeiramente na aquisição do material, como concluído anteriormente, também se economiza tempo na execução da obra melhorando a produtividade, uma vez que não há necessidade de cortar os blocos inteiros, com exceção nos locais em que não há a possibilidade de usar meio bloco nem ao menos o bloco inteiro, o que torna indispensável o corte para adequar as dimensões da parede de acordo com o projeto arquitetônico.

### 5.5 Análises orçamentárias referente aos revestimentos cerâmicos

No que diz respeito as perdas dos revestimentos cerâmicos, que ocorreram exclusivamente devido ao corte, o presente trabalho propôs a elaboração de novos *layouts* arquitetônicos para as obras em estudo com o mínimo possível de alterações em relação ao projeto executado, de modo a adequar as dimensões dos cômodos de acordo com as medidas das placas cerâmicas e espessura da junta de assentamento no piso, assim como a espessura chapisco e emboço (massa única) nas paredes, ilustrado na Figura 10.

**Figura 10:** Detalhe das espessuras referente as etapas de acabamento da alvenaria.



**Fonte:** O autor (2018).

Em relação aos revestimentos no piso, a espessura da junta de assentamento considerada foi de 5mm e a descrição dos revestimentos utilizados em cada cômodo, assim como as quantidades inteiras e cortadas das placas, além de outras informações sobre o projeto de paginação estão contidas no Apêndice E. Por sua vez, os projetos de paginação das edificações

com os *layouts* arquitetônicos modificados estão presentes nos Apêndices F e G, sendo da obra A e B, respectivamente.

Quando comparados os valores médios do indicador parcial de perda de revestimentos não inteiros da obra executada (Apêndice C) e do projeto racionalizado (Apêndice E), nota-se uma redução de 11,65% para esse indicador. Esse fato mostra que com o *layout* arquitetônico proposto juntamente com o projeto de paginação, foi possível diminuir consideravelmente o número de cortes nas placas cerâmicas.

Logo, obtido os quantitativos a respeito dos revestimentos que foram aplicados e dos que foram racionalizados, a Tabela 19 mostra o valor da redução percebida de acordo com cada revestimento.

**Tabela 19:** Diferença entre a quantidade dos revestimentos no piso executada e a racionalizada.

Obra	Material	Quantidade executada (un)	Quantidade racionalizada (un)	Diferença (un)
A	Porcelanato Delta Ret. Avorio Polido 60x60cm	558	471	87
A	Porcelanato Ceral Ret Baltico 60x60cm	212	184	28
A	Piso Fioranno Albania 45x45cm	304	304	0
A	Porcelanato Majestic Bright 62x62cm	48	33	15
B	Porcelanato Fênix Off White 60x60cm	472	392	80
B	Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm	408	340	68
B	Porcelanato Argentio Retificado 60x60cm	346	258	88

**Fonte:** O autor (2018).

Constatou-se que houve redução em todos os revestimentos no piso, exceto no Piso Fioranno Albania 45x45cm, uma vez que o mesmo foi aplicado na escada externa de obra A e não foi possível a racionalização das placas cerâmicas nessa área devido as dimensões do espelho e do piso da escada, o que tornou inevitável os cortes.

Com o objetivo de obter o valor que poderia ser economizado com a racionalização no que diz respeito ao assentamento dos revestimentos no piso, a Tabela 20 apresenta tais valores, de acordo com os preços de cada material obtidos através da consulta ao fornecedor das duas obras.

**Tabela 20:** Valor resultante da diferença entre a quantidade de placas cerâmicas executada e racionalizada.

Obra	Material	Área da placa (m <sup>2</sup> )	Diferença (un)	Custo da placa por m <sup>2</sup> (R\$)	Valor que poderia ser economizado com a racionalização (R\$)
A	Porcelanato Delta Ret. Avorio Polido 60x60cm	0,36	87	42,90	1.343,63
A	Porcelanato Ceral Ret. Baltico 60x60cm	0,36	28	40,90	412,27

**Continuação da Tabela 20:** Valor resultante da diferença entre a quantidade de placas cerâmicas executada e racionalizada.

A	Piso Fioranno Albania 45x45cm	0,20	0	25,80	0,00
A	Porcelanato Majestic Bright 62x62cm	0,38	15	41,90	241,60
B	Porcelanato Fênix Off White 60x60cm	0,36	80	62,90	1.811,52
B	Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm	0,36	68	35,90	878,83
B	Porcelanato Argentio Retificado 60x60cm	0,36	88	32,90	1.042,27

**Fonte:** O autor (2018).

Os resultados obtidos relativo ao valor que poderia ser economizado com a racionalização totalizaram R\$ 5.730,12, do qual R\$ 1.997,50 referente a obra A e R\$ 3.732,62 a obra B. O Gráfico 02 a seguir demonstra esses valores encontrados em comparação com o custo efetivo gasto na execução do assentamento dos revestimentos no piso.

**Gráfico 02:** Custos efetivos e valores que poderiam ser economizados por obra.



**Fonte:** O autor (2018).

Portanto, com base no gráfico anterior, pode-se concluir que poderia ter alcançado uma economia de 14,17% na obra A e 18,61% na obra B, no que diz respeito a execução do serviço de assentamento de revestimento cerâmico no piso, caso fossem efetuadas as medidas de racionalização propostas.

Com relação aos revestimentos nas paredes, não foram realizados a racionalização dos mesmos, que assim como no piso, seria através da elaboração de novas plantas das obras, adequando as medidas das paredes dos cômodos aos das placas cerâmicas. Tal fato não ocorreu por conta da melhor viabilidade em se fazer o projeto arquitetônico de acordo com as dimensões do piso, devido a maior quantidade de material a utilizar nesse local e pelo seu indicador de perda ser superior quando comparado ao dos revestimentos aplicados na parede, como pôde ser confirmado nas Tabelas 10 e 11.

### 5.6 Análise orçamentária em um âmbito geral

Com base nos resultados advindos das análises orçamentárias anteriores, a Tabela 21 mostra o montante total que poderia ser economizado nas duas obras, tanto para os blocos de vedação quanto para os revestimentos cerâmicos, de acordo com as soluções apresentadas.

**Tabela 21:** Resumo dos custos obtidos através das análises orçamentárias.

Obra	Valor que poderia ser economizado com a racionalização de blocos de vedação (R\$)	Valor que poderia ser economizado com a racionalização de revestimentos cerâmicos (R\$)	Valor total que poderia ser economizado com a racionalização por obra (R\$)
A	471,56	1.997,50	2.469,06
B	720,36	3.732,62	4.452,98
<b>Total (R\$)</b>			<b>6.922,04</b>

Fonte: O autor (2018).

A Tabela 22 a seguir apresenta os dados fornecidos pela construtora responsável pela execução das duas obras, evidenciando o gasto de material e mão de obra separadamente, assim como o valor total.

**Tabela 22:** Dados orçamentários fornecidos pela construtora responsável pela execução das obras.

Obra	Área construída (m²)	Gasto de material (R\$)	Gasto de mão de obra (R\$)	Gasto total (R\$)
A	233,57	149.105,60	107.309,88	256.415,48
B	221,15	152.848,48	98.919,73	251.768,22

Fonte: Construtora Scotini & Freitas (2018).

Portanto, os valores obtidos referente a economia que poderia ter sido feita nos materiais estudados, quando comparados com o total gasto de material por obra, representam 1,66% e 2,91% nas obras A e B, respectivamente.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados das análises efetuadas na pesquisa acerca dos indicadores de perda dos blocos cerâmicos e de concreto, assim como dos revestimentos cerâmicos, é possível ressaltar que os resultados obtidos para tais indicadores foram aceitáveis quando comparados a literatura supracitada no trabalho, visto que não houve notáveis divergências entre os valores.

Em relação blocos de vedação, ficou evidente que a maior parcela de perdas ocorridas se deu pela quebra de blocos para amarração da alvenaria, uma vez que não foram adquiridos meios blocos para a execução das obras em questão. Contudo, esse fato não quer dizer que a outra metade do bloco era perdida, grande parte das vezes ela era utilizada nas fiadas subsequentes se, obviamente, o bloco não ficasse inutilizável pela imprecisão no corte.

No tocante aos revestimentos cerâmicos, as perdas se deram exclusivamente no momento da aplicação, realçando que no momento de recebimento e estocagem dos materiais elas foram nulas. A maior parcela dos indicadores globais encontrados, principalmente nos referentes a aplicação no piso, se aproxima do valor de 10%, cujo no momento da compra dos revestimentos, foi considerado exatamente esse número como acréscimo nas áreas onde os mesmos seriam aplicados, já imaginando que essa porcentagem a mais de material pudesse suprir as possíveis perdas.

Para um melhor aproveitamento dos materiais analisados, algumas decisões na etapa de concepção da obra podem ser tomadas a fim de minimizar as perdas apresentadas nesse trabalho, como a elaboração do projeto de paginação, com o propósito de orientar o assentamento dos pisos e revestimentos, de forma a reduzir as perdas por cortes e aumentar a precisão com que se produz a obra.

Os resultados obtidos através das análises dos projetos arquitetônicos modificados juntamente com os projetos de paginação foram satisfatórios, constatando que a definição dos materiais de acabamento já na fase de concepção do projeto acarreta em economia no momento da execução da obra.

Nesse contexto, também é necessário que a execução seja totalmente fiel aos projetos, seguindo rigorosamente os materiais especificados, dimensões, espessuras, enfim, todos os detalhes preestabelecidos em projeto. Evidentemente não é uma situação de fácil cumprimento, contudo, na atual conjuntura do competitivo mercado de trabalho, os profissionais capazes de visualizar soluções que promovem economias para o cliente têm se destacado dentre os demais.

Dessa forma, ao final do presente trabalho, observa-se que existem alternativas para um melhor aproveitamento dos materiais em obra, que estão presentes desde a etapa de concepção

do projeto até a aplicação em obra. Portanto, as propostas de racionalização desempenhadas no decorrer do estudo propiciam, entre outros, a redução de desperdícios relacionados tanto aos materiais quanto a produtividade do processo de execução, sem prejudicar o desempenho da edificação, o que torna a racionalização um elemento diferencial na estratégia e sobrevivência de empresas e profissionais da área da construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo: EPUSP/FINEP/ITQC, 1998.

ANDRADE, A. C. **Metodologia para quantificação do consumo de materiais em empresas construtoras de edifícios: execução da estrutura e da alvenaria de vedação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BARBOSA, B. S. **Análise do índice de perdas de revestimento cerâmico na construção civil: estudo de caso de duas obras no município de Vila Velha/ES**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307**. Brasília/DF: Diário Oficial da República, 17 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/comama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

COLOMBO, C. R., BAZZO, W. A. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque**. Rio de Janeiro: Revista Roteiro, 2001.

CONTE, A. S. I.; **Lean Construction: o caminho para a excelência operacional na construção civil**. São Paulo, Edgard Blücher, 1997.

CONSTRUTORA SCOTINI & FREITAS. **Dados orçamentários referentes aos anos de 2017 e 2018**. Elói Mendes, 2018.

FEDERAL, Caixa Econômica. **SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Brasil, Governo Federal. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 02 out. 2018.

FORMOSO, C. T. et al. **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. São Paulo: Técne, 1996.

FREIRE, J., ALARCÓN, L. F., Achieving lean design process: improvement methodology. **Journal of Construction Engineering and Management**, 2002. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/journal/jcemd4>>. Acesso em: 7 abr. 2018.

GROHMANN, M. Z. **Redução do desperdício na construção civil:** levantamento das medidas utilizadas pelas empresas em Santa Maria. Niterói, 1998.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, University of Stanford, 1992. Disponível em:  
<<http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2018.

LIRA, E. Q. **Perdas de materiais em alvenaria, subsetor edificações em João Pessoa.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1997.

MELLO, C. W. **Análise do desperdício de materiais em obras da cidade de Ijuí.** 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2001.

ROCHA NETO, H. S. **Avaliação dos índices de desperdícios de materiais:** estudo de caso em uma obra de edificação na cidade de Feira de Santana/BA. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** São Paulo: s. ed., 1999.

PICCHI, F. A. **Sistema de qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PINTO, T. P. **De volta à questão do desperdício na construção.** São Paulo: s. ed., 1995.

ROSA, F. P. **Perdas na construção civil:** diretrizes e ferramentas para controle. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SANTOS, A. et al. **Método de intervenção para redução das perdas na construção civil:** manual de utilização. Porto Alegre, 1996.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SKOYLES, E. R.; SKOYLES, J. **Waste prevention on site**. London: Mitchell, 1978.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle**. Porto Alegre: s. ed., 1993.

SOUZA, U. E. L. et al. **Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito**. São Paulo: s. ed., 1999.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. São Paulo: s. ed., 1999.

VARGAS, C. et al. **Avaliação de perdas em obras – aplicação de metodologia expedita**. Gramado, s. ed., 1997.

### APÊNDICE A - Quadro referente a contagem dos blocos nas paredes da obra A

Parede nº	Código	Nº total de componentes	Nº de componentes não inteiros	Observações
1	9.3	284	62	-
	9.2	27	6	Verga e/ou contraverga
2	9.3	423	46	-
	9.2	8	0	Verga e/ou contraverga
3	9.3	585	56	-
	9.2	5	0	Verga e/ou contraverga
4	9.3	178	21	-
	9.2	9	0	Verga e/ou contraverga
5	9.3	251	28	-
6	9.3	93	14	-
7	9.3	114	14	-
	9.2	5	1	Verga e/ou contraverga
8	9.3	81	14	-
	9.2	5	1	Verga e/ou contraverga
9	9.3	209	35	-
	9.2	5	1	Verga e/ou contraverga
10	9.3	128	14	-
	9.2	5	1	Verga e/ou contraverga
11	9.3	54	14	-
	9.2	5	1	Verga e/ou contraverga
12	9.3	77	18	-
	9.2	8	0	Verga e/ou contraverga
13	9.3	133	14	-
14	9.3	119	20	-
	9.2	8	0	Verga e/ou contraverga
15	9.3	104	20	-
	9.2	21	4	Verga e/ou contraverga
16	9.2	173	26	-
17	9.2	144	40	-
18	9.2	221	26	-
19	9.2	123	14	-
20	9.2	56	19	-
21	9.2	83	14	-
22	9.2	147	14	-
23	9.2	96	14	-
24	9.2	254	31	-
25	9.2	239	38	-
26	9.2	304	42	-
27	9.1	173	24	-
28	9.1	92	12	-
29	9.1	24	12	-
30	9.1	66	12	-
31	9.1	70	18	-
32	9.1	204	24	-

Código	Material
9.1	Bloco de concreto 19x19x39cm
9.2	Bloco de concreto 14x19x39cm
9.3	Bloco cerâmico 14x19x29cm

**APÊNDICE B - Quadro referente a contagem dos blocos nas paredes da obra B**

Parede nº	Código	Nº total de componentes	Nº de componentes não inteiros	Observações
1	9.3	348	38	-
	9.2	11	1	Verga/contraverga
2	9.3	64	20	-
	9.2	4	2	Verga/contraverga
3	9.3	419	49	-
4	9.3	231	14	-
5	9.3	187	22	-
	9.2	5	0	Verga/contraverga
6	9.3	122	31	-
	9.2	18	2	Verga/contraverga
7	9.3	625	71	-
	9.2	9	1	Verga/contraverga
8	9.3	157	25	-
	9.2	10	3	Verga/contraverga
9	9.3	103	29	-
	9.2	11	2	Verga/contraverga
10	9.3	248	28	-
11	9.3	222	33	-
	9.2	6	1	Verga/contraverga
12	9.3	209	14	-
13	9.3	220	28	-
14	9.3	69	20	-
	9.2	9	2	Verga/contraverga
15	9.3	144	24	-
	9.2	8	1	Verga/contraverga
16	9.3	62	14	-
17	9.3	152	22	-
	9.2	16	4	Verga/contraverga
18	9.3	159	24	-
	9.2	11	2	-
19	9.2	199	28	-
20	9.2	237	35	-
21	9.2	49	14	-
22	9.2	570	70	-
23	9.2	195	28	-
24	9.2	81	14	-
25	9.2	115	42	Grande nº de esquadrias
26	9.2	201	28	-
27	9.2	120	21	-

Código	Material
9.2	Bloco de concreto 14x19x39cm
9.3	Bloco cerâmico 14x19x29cm

**APÊNDICE C - Quadro referente a contagem dos revestimentos no piso das obras A e B**

Obra	Revestimento	Ambiente	Área aplicada (m <sup>2</sup> )	Nº total de componentes	Nº de componentes cortados	Indicador parcial de perda de revestimentos não inteiros (%)
A	Porcelanato Delta Ret. Avorio Polido 60x60cm	Suíte	16,19	54	14	25,93
		Varanda descoberta	3,25	12	7	58,33
		Closet	3,60	15	7	46,67
		Quarto I	12,40	41	12	29,27
		Quarto II	8,40	28	10	35,71
		Copa	4,08	14	7	50,00
		Sala de estar	12,46	42	11	26,19
		Cozinha	11,80	43	11	25,58
		Sala de jantar	21,61	72	20	27,78
		Quarto III	8,37	28	13	46,43
		Escada interna	-	51	51	100,00
		Sala de Televisão	42,25	123	26	21,14
		Área de circulação (pav. térreo)	6,12	23	18	78,26
	Área de circulação (pav. inferior)	2,30	12	7	58,33	
	Porcelanato Ceral Ret. Baltico 60x60cm	Lavanderia	15,25	50	13	26,00
		WC (pav. subsolo)	2,76	12	6	50,00
		Garagem	29,93	95	24	25,26
		Varanda coberta + entrada	13,14	55	23	41,82
	Piso Fioranno Albania 45x45	Escada externa	-	304	304	100,00
	Porcelanato Majest. Bright 62x62cm	WC Suíte	5,13	16	7	43,75
WC Social Cima		3,92	16	7	43,75	
WC Social Baixo		3,92	16	7	43,75	
B	Porcelanato Fênix Off White 60x60cm	Suíte I	11,76	41	12	29,27
		WC Suíte I	5,06	18	8	44,44
		Varanda I	3,84	15	7	46,67
		WC Social	5,75	20	12	60,00
		Quarto	13,15	46	12	26,09
		Suíte II	17,50	62	15	24,19
		WC Suíte II	7,71	33	10	30,30
		Varanda II	3,84	15	7	46,67
		Closet	6,72	24	11	45,83
		Sala	18,37	62	27	43,55
		Varanda coberta	6,75	27	10	37,04
		Área de circulação	5,47	21	8	38,10
		Arquivo	6,18	24	9	37,50
		Escritório	15,44	52	13	25,00
	WC Baixo	2,57	12	5	41,67	
	Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm	Área de serviço	1,50	6	4	66,67
		Cozinha	18,48	65	18	27,69
Área gourmet + varanda coberta		93,43	337	102	30,27	
Porcelanato Argento Ret. 60x60cm	Garagem coberta + entrada descoberta	95,78	346	67	19,36	
<b>Valor médio (%)</b>						<b>42,05</b>

**APÊNDICE D - Quadro referente a contagem dos revestimentos na parede das obras A e B**

<b>Obra</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Revestimento</b>	<b>Área aplicada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº total de componentes</b>	<b>Nº de componentes cortados</b>	<b>Indicador parcial de perda de revestimentos não inteiros (%)</b>
A	WC Suíte	Revest. Monoporosa Classic Beige 31x58cm	19,15	121	22	18,18
		Revest. Via Rosa Classic White 31x58cm	4,62	28	5	17,86
	WC Social Cima	Revest. Monoporosa Classic Beige 31x58cm	16,10	110	20	18,18
		Revest. Via Rosa Harmony Fendi 31x58cm	2,66	20	5	25,00
	WC Social Baixo	Revest. Monoporosa Classic Beige 31x58cm	16,10	110	20	18,18
		Revest. Lanzi Allegro 30x60cm	2,66	20	5	25,00
	WC Subsolo	Revest. Monoporosa Classic Beige 31x58cm	13,73	96	12	12,50
Cozinha	Revest. Via Rosa Harmony White 31x58cm	26,30	163	15	9,20	
B	WC Suíte I	Revest. Via Rosa Classic One 31x58cm	25,06	141	15	10,64
	WC Suíte II		30,22	168	25	14,88
	WC Social		28,69	163	17	10,43
	WC Baixo		17,33	128	10	7,81
	Cozinha	Revest. Via Rosa Sub White 31x58cm	32,95	206	25	12,14
<b>Valor médio (%)</b>						<b>15,38</b>

**APÊNDICE E - Quadro referente a contagem dos revestimentos no piso dos projetos de paginação das obras A e B**

Obra	Revestimento	Ambiente	Área aplicada (m <sup>2</sup> )	Nº total de componentes	Nº de componentes cortados	Indicador parcial de perda de revestimentos não inteiros (%)
A	Porcelanato Delta Ret. Avorio Polido 60x60cm	Suíte	16,17	48	8	16,67
		Varanda descoberta	4,03	12	2	16,67
		Closet	2,18	12	6	50,00
		Quarto I	10,96	30	0	0,00
		Quarto II	9,12	25	0	0,00
		Copa	3,91	12	3	25,00
		Sala de estar	12,05	36	6	16,67
		Cozinha	12,67	36	6	16,67
		Sala de jantar	21,61	66	10	15,15
		Quarto III	9,12	25	0	0,00
		Escada interna	-	51	51	100,00
		Sala de Televisão	42,25	84	20	23,81
		Área de circulação (pav. térreo)	6,43	24	17	70,83
		Área de circulação (pav. inferior)	2,12	10	8	80,00
	Porcelanato Ceral Ret. Baltico 60x60cm	Lavanderia	14,85	46	12	26,09
		WC (pav. subsolo)	2,70	9	7	77,78
		Garagem	30,02	88	18	20,45
		Varanda coberta + entrada	13,93	41	13	31,71
	Piso Fioranno Albania 45x45	Escada externa	-	304	304	100,00
Porcelanato Majest. Bright 62x62cm	WC Suíte	5,00	15	7	46,67	
	WC Social Cima	3,74	9	0	0,00	
	WC Social Baixo	3,74	9	0	0,00	
B	Porcelanato Fênix Off White 60x60cm	Suíte I	12,71	42	12	28,57
		WC Suíte I	4,42	18	8	44,44
		Varanda I	3,98	12	2	16,67
		WC Social	4,90	14	2	14,29
		Quarto	12,24	35	5	14,29
		Suíte II	16,29	49	7	14,29
		WC Suíte II	8,28	24	4	41,67
		Varanda II	3,28	10	2	20,00
		Closet	7,10	25	12	48,00
		Sala	17,58	52	8	15,38
		Varanda coberta	6,39	21	7	33,33
		Área de circulação	4,48	18	10	55,56
		Arquivo	5,97	18	3	16,67
		Escritório	15,21	48	18	37,50
		WC Baixo	2,19	6	0	0,00
	Porcelanato Amsterdam Natural Bold 60x60cm	Área de serviço	1,21	6	4	66,67
		Cozinha	17,60	49	7	14,29
		Área gourmet + varanda coberta	94,40	291	59	20,27
	Porcelanato Argento Ret. 60x60cm	Garagem coberta + entrada descoberta	93,45	258	27	10,47
	<b>Valor médio (%)</b>					

**APÊNDICE F - Projeto de paginação da obra A com o *layout* arquitetônico modificado**

**APÊNDICE G - Projeto de paginação da obra B com o *layout* arquitetônico modificado**



**ANEXO B - Planilha para medição de estoque de blocos**

<b>Alternativas para redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obra</b>							
<b>MEDIÇÃO DE ESTOQUE (VI E VF): BLOCOS/TIJOLOS</b>							
<b>A. Identificação da obra</b>							
Observador:					Código da obra:		
<b>B. Quantidade de materiais estocados</b>							
VI = ____ / ____ / ____							
Cód.	$Q_{\text{diário}}$	Cód.	$Q_{\text{diário}}$	Cód.	$Q_{\text{diário}}$	Cód.	$Q_{\text{diário}}$
VF = ____ / ____ / ____							
Cód.	$Q_{\text{diário}}$	Cód.	$Q_{\text{diário}}$	Cód.	$Q_{\text{diário}}$	Cód.	$Q_{\text{diário}}$
Cód.	Material	Comp. (mm)	Larg. (mm)	Alt. (mm)	nº Furos		
9.1							
9.2							
9.3							
9.4							
9.5							
9.6							
9.7							
9.8							

















**ANEXO L - Projeto arquitetônico executado obra A**

**ANEXO M - Projeto arquitetônico executado obra B**