

## **Norma de desempenho desencadeia uso do bloco cerâmico de 14 cm e argamassa estabilizada: indicadores de perda e produtividade**

### ***Performance standard causes use of 14 cm ceramic block and stabilized mortar: indicators of loss and productivity***

**Rodolfo Bringel Pereira, Pesquisador, Universidade de Pernambuco.**

rodolfobringel@hotmail.com

**Alberto Casado Lordsleem Jr., Prof<sup>o</sup> Doutor, Universidade de Pernambuco.**

acasado@poli.br

#### **Resumo**

Com a entrada em vigor da norma de desempenho NBR 15575, a indústria da construção civil tem buscado soluções para melhorar seus processos construtivos. Com isso, o emprego de materiais e componentes que melhor atendam às exigências tem evoluído, dentre eles estão os blocos cerâmicos de 14x19x39 cm e argamassa estabilizada. Este artigo apresenta os resultados dos indicadores da alvenaria de vedação quanto às perdas de blocos cerâmicos de 14 cm de largura, de argamassa estabilizada e de produtividade na elevação. A metodologia contemplou a definição dos indicadores, a coleta de dados em obra e análise comparativa com levantamentos anteriores realizados na região. Os resultados mostraram perda média de blocos de 1,5% medidos apenas no pavimento de aplicação; atingindo até 4,3% quando incluída a perda no transporte a partir do térreo. A perda de argamassa estabilizada variou entre 3,6% a 6,4%; enquanto, a produtividade média de pedreiro foi 1,9 Hh/m<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** Indicadores de perda; Desperdício; Blocos de 14 cm; Argamassa estabilizada; Produtividade

#### **Abstract**

*With the entry into force of Brazilian technical performance standard NBR 15575 (ABNT, 2013), the construction industry has sought solutions to improve its construction processes. Therefore, the use of materials and components that better meet the requirements has evolved, among them are the ceramic blocks with the following measures 14x19x39 cm, and stabilized mortar. This article presents results of the indicators of sealing masonry regarding the lost in ceramic blocks with 14 cm of width, stabilized mortar and productivity in the elevation. The methodology included the definition of indicators, the collection of data on building construction and comparative analysis with previous preliminary surveys carried out in the region. The results showed average loss of ceramic blocks of 1.5% measured only on the application floor; reaching 4.3% when including loss on transportation from the ground floor. The loss of stabilized mortar varied from 3.6% to 6.4%; while a weekly average bricklayer productivity was 1.9 Hh / m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Indicators of loss; Wastage; Blocks with 14 cm; Stabilized mortar; Productivity.

## 1. Introdução

As alvenarias de vedação são elementos tradicionalmente empregados na construção civil, responsáveis por grande parte do desempenho de uma edificação como um todo (LORDSLEEM, 2012). Dentro deste aspecto, diversas tipologias de blocos são utilizadas na elevação de alvenaria de vedação, dentre elas os blocos cerâmicos das famílias 9x14x19 cm e 9x19x39 cm, comumente utilizado nas obras da região na qual a obra estudada se situa, além da família 14x19x39 cm, a qual ganhou ênfase na utilização após a entrada em vigor da norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013), que requereu melhorias no desempenho acústico.

Além disso, a argamassa estabilizada, caracterizada por se manter funcional por até 72h graças a misturas estabilizadoras de hidratação e aditivos contendo ar (CASALI et al., 2018), também surge como alternativa para melhor adequar as propriedades requeridas pela normatização de desempenho. Bellei et al. (2015) relaciona a crescente utilização da argamassa estabilizada em certas regiões do país aos benefícios que esta possui em relação aos demais tipos de argamassa, tais como maior produtividade, baixo índice de desperdício e conservação de suas características em armazenamento.

Cada vez mais as empresas se preocupam com a competitividade de mercado, desenvolvendo assim estratégias para reduzir custos e racionalizar sua produção. Uma dessas alternativas consiste no uso do projeto para produção da alvenaria de vedação, que possui especificações do produto a ser construído, detalhando a melhor forma de se executar a obra (SOARES; RODRIGUES; DE MIRANDA, 2018).

Uma alternativa para melhor adequar a construção à redução de custos é o controle sobre os desperdícios de materiais. Segundo Nunes e Sousa (2017), para se quantificar as perdas em uma obra, é necessário que se tenha conhecimento de dois aspectos, sendo o primeiro o consumo real, que é a quantidade de material que realmente foi utilizado; enquanto, o segundo aspecto é o consumo de referência, que é o cálculo da quantidade de material realmente necessária para a execução de um serviço, inicialmente determinada em projeto.

Com os valores do consumo de referência e real, é possível determinar o percentual de perdas referentes aos blocos cerâmicos com dimensões 14x19x39 cm (0,14x0,19x0,39 m) e de argamassa estabilizada, utilizada no assentamento dos blocos. Diante disso, o presente trabalho objetiva apresentar os indicadores de desperdício dos materiais supracitados em uma obra de alto padrão destinada a uso residencial, com 25 pavimentos, situada na Região Metropolitana do Recife (RMR), no estado de Pernambuco.

## 2. Metodologia

Para a realização da pesquisa, foram adotadas as etapas descritas a seguir:

- Etapa 01: definição dos indicadores padrão para o estudo;
- Etapa 02: adequação das planilhas específicas para coleta e cálculos dos indicadores;
- Etapa 03: realização da coleta de dados na obra selecionada;
- Etapa 04: levantamento dos resultados obtidos em pesquisa.

A seguir, estão descritos os métodos de cálculo dos indicadores de desperdícios e da coleta de dados, correlacionados às etapas citadas.

## 2.1. Métodos de cálculo dos indicadores de desperdício

A Etapa 01 da realização da pesquisa teve início com a revisão da bibliografia que tratava de metodologias de coletas de indicadores de desperdício de blocos e argamassa, além da produtividade. Os indicadores de perda dos blocos cerâmicos da família 14x19x39 cm foram determinados a partir da marcação de amostras contendo 500 blocos marcados com “X” em suas duas maiores faces, facilitando assim o reconhecimento após o assentamento.

Vale salientar que, inicialmente, foram marcadas duas amostras no próprio pavimento de aplicação, sendo essas numeradas como amostra 01 e 02. Em seguida, as amostras 03, 04 e 05 foram marcadas no estoque em pavimento térreo (Figura 1) para posteriormente serem transportados ao pavimento de aplicação por meio de porta-pallets (Figura 2).



**Figura 1: Amostra marcada em pavimento térreo. Fonte: elaborado pelos autores.**



**Figura 2: Amostra transportada para pavimento de aplicação. Fonte: elaborado pelos autores.**

Para a determinação dos índices de desperdício de argamassa estabilizada foi necessário converter o volume em massa, uma vez que este tipo de argamassa é produzido em empresas de concretagem e chega pronta para uso em obras. Para isso, foi realizado o seguinte cálculo ilustrado no Quadro 01.

Portanto, a medição de quilogramas de argamassa foi determinada através da subtração entre quantidade total, em massa, levada ao pavimento de aplicação e a quantidade restante ao fim do serviço, caracterizando assim a Etapa 02.

Peso específico da argamassa estabilizada (Kg/m <sup>3</sup> )*	Parâmetro de medição do volume	Volume em m <sup>3</sup> por lata	Massa de argamassa para cada lata (Kg)
1705	Lata de alumínio de 18 litros	0,018	30,69
*Peso específico cedido pela empresa de concretagem através de nota fiscal			

**Quadro 1: Conversão de volume para massa de argamassa estabilizada. Fonte: elaborado pelos autores.**

As fórmulas utilizadas nos cálculos dos indicadores de perda de blocos cerâmicos e argamassa estabilizada, assim como a produtividade no serviço de assentamento estão descritas no Quadro 02.

Indicador	Equação	
	Fórmula de cálculo	Descrição
Blocos cerâmicos	$IP_{\text{bloco}}(\%) = \left\{ \frac{(500 - N_1) - N_2}{(500 - N_1)} \right\} \times 100$	$IP_{\text{bloco}}(\%) =$ Índice de perdas; $N_1 =$ Blocos marcados remanescentes em estoque; $N_2 =$ Blocos marcados assentados nas paredes.
Argamassa estabilizada	$C_{\text{real}} = [EST(VI) - EST(VF)]$	$C_{\text{real}} =$ Consumo real [Kg]; $EST(VI) =$ Quantidade de argamassa que foi enviado ao pavimento durante a execução da elevação da alvenaria [Kg]; $EST(VF) =$ Quantidade de argamassa restante após o fim do serviço de elevação da alvenaria [Kg].
Produtividade	$RUP_{\text{sem}} = \frac{H \times h}{Q_s}$	$RUP_{\text{sem}} =$ razão unitária de produção [Hh/m <sup>2</sup> ]; $H =$ número de homens envolvidos; $h =$ total de horas de trabalho no serviço de assentamento; $Q_s =$ quantidade de serviço [m <sup>2</sup> ].

**Quadro 2: Fórmulas de cálculo dos indicadores de perda e produtividade. Fonte: Adaptado de Lorsleem Jr. e Pinho (2016)**

Com a definição das fórmulas para calcular os indicadores de perda, houve a coleta de dados em obra, configurando assim a Etapa 03 da metodologia. Ao passo que os dados eram colhidos, as planilhas utilizadas para acompanhamento foram preenchidas.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Alvenaria de vedação

O Quadro 03 apresenta os valores obtidos dos indicadores de desperdício de blocos cerâmicos de 14 cm de largura, bem como as suas respectivas amostras marcadas.

Nº da amostra	Consumo real (blocos)	Consumo teórico (blocos)	Blocos remanescentes em estoque	Indicador de perda (%)
1	493,5	500	0	1,3%
2	491,5	500	0	1,7%
3	484,6	500	0	3,1%
4	173,2	181	319	4,3%
5	231,5	239	80	3,1%

**Quadro 3: Indicadores de perda de blocos cerâmicos de 14 cm. Fonte: elaborado pelos autores.**

A partir do Quadro 03, verifica-se que os resultados de desperdício de blocos das amostras 1 e 2 são menores em relação às demais amostras. Portanto, o transporte no interior da obra, desde o estoque no pavimento térreo até sua aplicação nos pavimentos superiores é fator determinante para o índice de perdas deste material.

Além disso, o corte de blocos para adequação à dimensão final da vedação também influenciou nos indicadores. A Figura 3 mostra um exemplo de bloco cerâmico assentado com comprimento igual a 33 cm, ou seja, 85% da dimensão original, contabilizando assim 0,85 bloco.



**Figura 3: Bloco assentado com comprimento de 33 cm. Fonte: elaborado pelos autores.**

#### 3.2. Argamassa estabilizada

O consumo real e teórico de argamassa estabilizada, em Kg, bem como o indicador de perda deste material estão representados no Quadro 04. O cálculo dos indicadores de perda se baseia no consumo de referência estabelecido pela empresa, no valor de 28,0 Kg/m<sup>2</sup>. Desta forma, o consumo teórico representa a estimativa a partir do consumo de referência e a quantidade de serviço realizada, representada pela área construída. Já o consumo real é caracterizado pela diferença entre as quantidades de argamassa estabilizada que chegou ao pavimento de aplicação e o restante após o fim do serviço.

Verifica-se que o desperdício de argamassa estabilizada variou de 1,0 a 1,8 Kg acima do consumo de referência para cada metro quadrado de alvenaria construída. É possível mensurar que alguns dos fatores que contribuíram para esses resultados foram a ocorrência



de sobre-espessura da camada de assentamento em alguns pontos (Figura 4), além do desperdício durante o transporte e manuseio da argamassa estabilizada (Figura 5).

Coleta de dados	Área de alvenaria construída (m <sup>2</sup> )	Consumo real (Kg)	Consumo teórico (Kg)	Consumo de referência (kg/m <sup>2</sup> )	Consumo real do produto (Kg/m <sup>2</sup> )	Indicador de perda (%)
Semana 1	114,4	3406,6	3202,0	28,0	29,8	6,4%
Semana 2	133,4	3866,9	3734,3	28,0	29,0	3,6%
Semana 3	87,7	2578,0	2454,8	28,0	29,4	5,0%
Semana 4	223,3	6629,0	6252,1	28,0	29,7	6,0%

**Quadro 4: Indicadores de perda de argamassa estabilizada. Fonte: elaborado pelos autores.**



**Figura 4: Sobre-espessura da argamassa de assentamento. Fonte: elaborado pelos autores.**



**Figura 5: Desperdício de argamassa estabilizada. Fonte: elaborado pelos autores.**

### 3.3. Produtividade

O Quadro 05 apresenta os valores de  $RUP_{sem}$  e  $RUP_{cum}$  para pedreiro durante as semanas coletadas. Já o Quadro 06 traz indicadores para o serviço do servente. Ao todo, os serviços de assentamento de blocos de 14 cm foram realizados por 04 pedreiros e 01 servente, com exceção da última coleta, onde a quantidade de pedreiros foi de 03 homens. Além disso, a jornada diária de trabalho foi adotada como 8,5h, valor informado e adotado pela construtora. Cabe ressaltar que a  $RUP_{cum}$  consiste no quociente entre o somatório total de

homem-hora e o somatório da quantidade de serviço acumulados durante os períodos de coleta.

Período de coleta	Qs (m <sup>2</sup> )	Hh direta	RUPsem direta (Hh/m <sup>2</sup> )	RUPcum direta (Hh/m <sup>2</sup> )
Semana 1	114,4	204,0	1,8	1,8
Semana 2	133,4	201,0	1,5	1,6
Semana 3	87,7	204,0	2,3	1,8
Semana 4	223,3	408,0	1,8	1,8
<b>Total</b>	<b>558,7</b>	<b>1017,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>

Quadro 5: RUPs para pedreiros. Fonte: elaborado pelos autores.

Semanas coletadas	Qs (m <sup>2</sup> )	Hh direta	RUPsem direta (Hh/m <sup>2</sup> )	RUPcum direta (Hh/m <sup>2</sup> )
Semana 1	114,4	68,0	0,6	0,6
Semana 2	133,4	59,5	0,4	0,5
Semana 3	87,7	51,0	0,6	0,5
Semana 4	223,3	136,0	0,6	0,6
<b>Total</b>	<b>558,7</b>	<b>314,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>

Quadro 6: RUPs para serventes. Fonte: elaborado pelos autores.

#### 4. Análise comparativa

De acordo com o Quadro 03, o valor mínimo, máximo e médio para desperdício de blocos cerâmicos de 14x19x39 cm são: 1,3%, 4,3% e 2,7%, respectivamente. Já o Quadro 07 traz os valores de referência medidos em outra obra de padrão similar realizada pela mesma construtora estudada, demonstrando que o valor máximo e médio de perda de blocos aumentou. Isso demonstra que a influência do transporte interno em obra e a adequação das medidas dos blocos às dimensões finais das vedações continuaram a ser fator determinante nas perdas por parte da construtora.

Indicador	Valor mínimo	Valor máximo	Média
Blocos cerâmicos 14x19x39 cm	1,7%	2,5%	2,0%
Argamassa estabilizada	3,5%	24,8%	11,3%
Produtividade semanal pedreiro	1,0 Hh/m <sup>2</sup>	1,2 Hh/m <sup>2</sup>	1,0 Hh/m <sup>2</sup>
Produtividade semanal servente	0,3 Hh/m <sup>2</sup>	0,4 Hh/m <sup>2</sup>	0,3 Hh/m <sup>2</sup>

Quadro 7: Valores de referência da construtora. Fonte: elaborado pelos autores.

Em contrapartida, o TCPO (2010), tabelas que tratam de insumos para orçamentos, determina que seja adotado um índice de perda de blocos cerâmicos de 5% para os serviços de assentamento em vedações verticais. Desta maneira, os valores do Quadro 03 estariam dentro do estimado e levado em conta nas planilhas orçamentárias nas quais já consideram os desperdícios.

Tomando como referência o Quadro 04, os valores mínimo, máximo e médio para o indicador de perda de argamassa estabilizada são 3,6%, 6,4% e 5,2%, respectivamente. Em comparação com os dados do Quadro 07, os valores máximo e médio citados encontram-se muito abaixo dos utilizados como referência pela construtora, demonstrando uma otimização na utilização deste material por parte da empresa ao longo do intervalo de tempo entre as obras.

Considerando os consumos reais do produto, mostrado no Quadro 04, a média de consumo foi de 29,5 Kg/m<sup>2</sup>, valor acima dos indicados nos sites de algumas fabricantes de argamassa estabilizada. Todavia, o TCPO (2010) considera uma perda de 20% para argamassas produzidas industrialmente e utilizada nos serviços de assentamento de blocos cerâmicos, valor quase quatro vezes maior do que a média encontrada na obra estudada, que foi de 5,2%.

O Quadro 05 traz os valores mínimo, máximo e médio da produtividade do serviço de pedreiros no assentamento de blocos cerâmicos de 14x19x39 cm, que são: 1,5 Hh/m<sup>2</sup>; 2,3 Hh/m<sup>2</sup> e 1,9 Hh/m<sup>2</sup>, respectivamente. Já o Quadro 06 mostra os mesmos valores para servente sendo 0,4 Hh/m<sup>2</sup>, 0,6 Hh/m<sup>2</sup> e 0,5 Hh/m<sup>2</sup>. Em comparação com o Quadro 07, os valores encontrados estão acima dos dados de referência da construtora. Este fato pode ser explicado pelo fato de, na obra de referência, ter sido adotado pela empresa o total de 9h de trabalho diário, enquanto que nos resultados obtidos nos Quadros 05 e 06 o valor diário adotado foi de 8,5h. Assim, com uma jornada de trabalho menor, a produtividade tende a cair, ou seja, gerar um valor maior em Hh/m<sup>2</sup>.

De acordo com o TCPO (2010), os valores mínimo, máximo e médio de produtividade de pedreiro para o serviço de assentamento de blocos cerâmicos são de 0,51 Hh/m<sup>2</sup>, 0,74 Hh/m<sup>2</sup> e 0,64 Hh/m<sup>2</sup>, respectivamente; enquanto que os mesmos valores para produtividade de servente são 0,31 Hh/m<sup>2</sup>, 0,44 Hh/m<sup>2</sup> e 0,38 Hh/m<sup>2</sup>, respectivamente. Diante disso, notamos que os valores obtidos nos Quadros 05 e 06 estão acima do estimado estatisticamente para orçamentos.

## **5. Considerações finais**

O presente trabalho buscou contribuir com dados que fossem relevantes para entender como o serviço de elevação de vedações podem influir sobre o aumento de gastos de materiais, além de medir a produtividade de mão-de-obra envolvida.

Verificou-se que uma certa parcela de blocos cerâmicos é perdida apenas por conta do transporte no interior da obra, enquanto outra parte na redução do comprimento total dos blocos para manter a dimensão de projeto da vedação. A argamassa estabilizada é perdida, entre outros fatores, por sobre-espessura nas camadas de assentamento entre blocos, além do mau manuseio por parte da equipe. Com isso, a adequação às dimensões nominais das vedações em projeto foi um dos fatores determinantes no resultado dos indicadores de perda.

Diante do exposto, o presente trabalho buscou apresentar a importância dos indicadores de perda e produtividade de mão-de-obra envolvidos no serviço de assentamento de blocos cerâmicos de 14x19x39 cm, tendo em vista o restrito conhecimento acerca desses aspectos por conta do recente crescimento do uso deste material após a normatização NBR 15575 (ABNT, 2013).



## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**. Rio de Janeiro, 2013.
- BELLEI, P. et al. Estudo Comparativo do Desempenho no Estado Fresco e Endurecido de Argamassa Estabilizadas de 36H e 72H. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSA**, v. 11, 2015.
- CASALI, J. M. et al. Influence of cement type and water content on the fresh state properties of ready mix mortar. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 2, p.33-52, abr. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000200241>.
- LORDSLEEM Jr., A. C.; PINHO, S. A. C.. **Medição de desperdícios na construção de edifícios: Concretagem, alvenaria e revestimento**. Recife: Edupe, 2016
- LORDSLEEM, Jr., A. C. **Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto: Melhores Práticas**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, 2012. 61 p.
- NUNES, G. F.; SOUSA, P. F. **Potencial de redução de desperdício na construção civil com a substituição de sistemas construtivos convencionais por industrializados**. TCC (Graduação) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017.
- SOARES, T. B.; RODRIGUES, N. C. S.; DE MIRANDA, D. A. Análise crítica de indicadores de produtividade e desperdício de material em sistema de alvenaria de vedação racionalizada estudo de caso de uma obra predial em Betim/mg. **CONSTRUINDO**, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2018.
- TCPO. **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010. ISBN 978-85-7266-201-7