

O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil

Suenne Andressa Correia Pinho (UPE) - suenne_correia@hotmail.com

Alberto Casado Lordsleem Jr. (POLI-UPE) - acasado@upe.poli.br

Resumo:

As paredes de alvenaria são os elementos mais freqüentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, condicionando fortemente o desempenho do edifício. Além disso, as paredes de vedação em alvenaria guardam uma estreita relação com os revestimentos, esquadrias, instalações, impermeabilizações e estrutura, podendo influenciar até 40% do custo total da obra. As vedações em alvenaria são ainda consideradas responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios, atingindo desperdícios médios de tijolos/blocos de até 17% e de argamassa de até 115%. Nesse sentido, a racionalização das alvenarias de vedação é destacada como fundamental para o atendimento dos requisitos de custo, prazo e qualidade. O presente artigo vai ao encontro deste contexto, tendo por objetivo apresentar uma pesquisa de estudo de caso realizada em 04 edifícios de múltiplos pavimentos da cidade do Recife/PE, através da qual foi possível avaliar as perdas de blocos e argamassas e o custo envolvido. A metodologia adotada contemplou o desenvolvimento de planilhas de registro das informações, a realização da coleta de dados e a análise dos problemas existentes. Dentre os resultados obtidos, puderam-se constatar perdas médias de tijolos de até 17% e de argamassa de até 113%. Em relação aos custos as perdas chegaram de blocos/tijolos a valores de até R\$ 6.587,63.

Palavras-chave: Perdas, Alvenaria de vedação, Blocos, Argamassa, Custos.

Área temática: Custos da Qualidade

O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil

RESUMO

As paredes de alvenaria são os elementos mais freqüentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, condicionando fortemente o desempenho do edifício. Além disso, as paredes de vedação em alvenaria guardam uma estreita relação com os revestimentos, esquadrias, instalações, impermeabilizações e estrutura, podendo influenciar até 40% do custo total da obra. As vedações em alvenaria são ainda consideradas responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios, atingindo desperdícios médios de tijolos/blocos de até 17% e de argamassa de até 115%. Nesse sentido, a racionalização das alvenarias de vedação é destacada como fundamental para o atendimento dos requisitos de custo, prazo e qualidade. O presente artigo vai ao encontro deste contexto, tendo por objetivo apresentar uma pesquisa de estudo de caso realizada em 04 edifícios de múltiplos pavimentos da cidade do Recife/PE, através da qual foi possível avaliar as perdas de blocos e argamassas e o custo envolvido. A metodologia adotada contemplou o desenvolvimento de planilhas de registro das informações, a realização da coleta de dados e a análise dos problemas existentes. Dentre os resultados obtidos, puderam-se constatar perdas médias de tijolos de até 17% e de argamassa de até 113%. Em relação aos custos as perdas chegaram de blocos/tijolos a valores de até R\$ 6.587,63.

Palavras-chave: Perdas, Alvenaria de vedação, Blocos, Argamassa, Custos.

Área temática: Custos da qualidade

1. INTRODUÇÃO

A competitividade existente no mercado de construção não deixa dúvidas quanto à necessidade de mudanças. Pode-se perceber novas formas de organização e atuação no setor, fortemente marcada pelo aumento do *market share*, expansão geográfica e diversificação das atividades das construtoras (LORDSLEEM JR. et al., 2007).

É este o cenário em que se inserem hoje as empresas de construção, no qual o acirramento da competição está ainda associado à obrigação vital de atendimento às legítimas exigências dos clientes, consumidores, sócios, investidores e da sociedade.

Particularmente, várias empresas vêm buscando através da racionalização da alvenaria de vedação atender aos anseios dos diversos agentes participantes do empreendimento. A racionalização construtiva é a união de várias ações que propiciam, entre outros, a redução de desperdícios relacionados tanto a produtos (materiais), quanto ao seu processo de execução (mão-de-obra e tempo) durante todas as fases desde a concepção até o uso-manutenção, sem prejudicar o desempenho da edificação. Isto faz da racionalização construtiva um elemento diferencial na estratégia das empresas e de sobrevivência neste cenário de competição do mercado.

As paredes de alvenaria são os elementos mais freqüentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios.

Esses desperdícios contribuem com o aumento da degradação ao meio ambiente, assim como implicam em prejuízos financeiros com a diminuição dos lucros, seja para quem

empreende, constrói ou comercializa, seja para quem adquire o produto, ou seja, o consumidor final, quem paga pela ineficiência dos envolvidos no processo de construção (PALIARI; SOUZA, 2006).

Em uma pesquisa realizada por Siqueira (2006), envolvendo 04 canteiros de obras de empresas construtoras certificadas pela norma NBR ISO 9001:2000 na cidade de Recife/PE foram obtidos indicadores de perdas de tijolos cerâmicos que variaram entre 9,3 e 17%, com uma média de 13,9%, resultado semelhante à principal pesquisa nacional sobre o assunto conduzida por Agopyan et al. (1998).

Por outro lado, a alvenaria de vedação é uma das principais responsáveis pelo desempenho de um edifício, por, normalmente, constituir a maior parcela da envoltória exterior. Além disso, possui uma estreita relação com revestimentos, instalações, impermeabilizações, esquadrias e estrutura, influenciando de 20 a 40% do custo total da obra (BARROS, 1998).

O contexto apresentado ressalta a importância do conhecimento e acompanhamento dos indicadores de perdas de tijolos e argamassa da alvenaria de vedação, como ferramenta de monitoramento da execução, contribuindo para a melhoria da qualidade da obra e do resultado do empreendimento.

2. OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo apresentar uma avaliação quantitativa de perdas nos canteiros de obras, por meio da utilização de indicadores de desempenho, buscando fornecer informações que podem auxiliar na racionalização do processo de produção das vedações em alvenaria. Para tanto, realiza-se uma análise dos custos das perdas de tijolos/blocos que possam conduzir a avaliação da adoção de medidas de racionalização desse serviço no canteiro de obra.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a consecução da pesquisa, foram adotadas 5 etapas, quais sejam:

- **etapa 1:** realização de pesquisa bibliográfica relativa ao assunto;
- **etapa 2:** definição do método de apropriação de perdas de blocos/tijolos e argamassa de assentamento (industrializada);
- **etapa 3:** desenvolvimento de planilhas específicas para a coleta de dados relativo ao consumo e perdas de materiais no serviço de alvenaria de vedação;
- **etapa 4:** realização da coleta de dados com a identificação dos fatores mais relevantes a serem considerados na avaliação das principais causas de origem das perdas de materiais e componentes;
- **etapa 5:** avaliação dos resultados obtidos e análise comparativa em relação às práticas de racionalização construtiva, visando apropriar e atestar os benefícios resultantes.

São apresentadas as etapas 2, 3 e 4; sendo a etapa 1 descrita no item 1 e a etapa 5 descrita no item 4.

3.1. Método de apropriação de dados

Para a realização da coleta de dados, o método foi aplicado em 4 (quatro) canteiros de obras distintos por um período de 4 (quatro) coletas em cada canteiro. A coleta de dados foi realizada semanalmente.

São descritos os métodos utilizados na coleta de dados de perdas de tijolos/blocos e argamassa industrializada.

3.1.1. Perdas no transporte interno e assentamento de blocos/tijolos

A avaliação das perdas durante o transporte e assentamento de blocos/tijolos foi realizada com utilização da metodologia proposta por Souza (2005).

Antes do início do expediente de trabalho no primeiro dia da semana são marcados 500 (quinhentos) blocos com um “X” em suas duas maiores faces, mantendo o cuidado de se estender o “X” até as extremidades de cada face, para que possa ser registrado, inclusive, o uso de blocos quebrados para a formação de meio bloco.

Ao final do expediente de trabalho, no último dia da semana, a coleta de dados é realizada. Deve ser registrada a quantidade de blocos ainda remanescentes em estoque e a quantidade de bloco assentados nas paredes.

O percentual de perdas é obtido pela Equação (1):

$$IP (\%) = \{[(500 - N_1) - N_2] \div (500 - N_1)\} \times 100 \quad (1)$$

Onde: $IP(\%)$ = percentual de perdas

N_1 = blocos marcados restantes no estoque

N_2 = blocos marcados assentados

3.1.2. Perdas de argamassa industrializada no assentamento de alvenaria

A avaliação das perdas de argamassa industrializada durante o assentamento de blocos/tijolos teve como base na metodologia descrita por Souza (2005). A obtenção do indicador de consumo e perdas necessita de três dados: consumo de referência proposto pelo fabricante, quantidade de argamassa consumida e quantidade de serviço realizado durante o período de coleta. As coletas de dados foram realizadas em 3 canteiros de obra, visto que a obra 3 utiliza a argamassa fabricada no próprio canteiro.

a. Quantidade total de argamassa industrializada

O estoque é contabilizado em quantidade de sacos no primeiro dia da semana antes do expediente de trabalho (VI), as entradas recebidas entre as datas de verificação inicial (VI) e final (VF) e o que restou último dia da semana após o expediente (VF). Há uma necessidade de se conhecer também o peso contido no último dia da semana após o expediente (VF). Para determinação da quantidade total de argamassa industrializada em quilogramas, Equação (2):

$$ARG(Kg) = [EST(VI) - EST(VF) + FORN] \times P \quad (2)$$

Onde: $ARG(Kg)$ = Quantidade total de argamassa em quilograma (Kg)

$EST(VI)$ = Quantidade de sacos no estoque inicial

$EST(VF)$ = Quantidade de sacos restantes em estoque

$FORN$ = Quantidade de sacos recebidos entre VI e VF

P = Peso do saco em quilograma (Kg)

b. Quantidade de serviço

Deverá ser mesurada a quantidade de serviço entre o primeiro dia da semana antes do expediente e o último dia da semana, através do cálculo da diferença entre área líquida inicial e final. Esta quantidade de serviço é obtida pela Equação (3):

$$QS (m^2) = QS_{Rf} - QS_{Ri} \quad (3)$$

Onde: $QS(m^2)$ = Quantidade de serviço realizada em metro quadrado

$QS_{Ri}(m^2)$ = Quantidade de serviço real inicial em metro quadrado

$QS_{Rf}(m^2)$ = Quantidade de serviço real final em metro quadrado

c. Indicador de perdas

Para obtenção deste indicador além dos dados supracitados, é necessário o conhecimento do consumo unitário do material teórico (consumo de referência), que neste presente trabalho é representado pelo consumo indicado pelo fornecedor. Assim, o indicador de perdas de argamassa industrializada é representado pela Equação (4):

$$IP(\%) = \{[ARG(Kg) \div (CUM_t \times QS) - 1]\} \times 100 \quad (4)$$

Onde: $IP(\%)$ = Percentual de perdas

$ARG(Kg)$ = Quantidade total de argamassa em quilograma (Kg)

CUM_t = Consumo unitário do material teórico

QS = Quantidade de serviço em metro quadrado

Outro importante dado comparativo é o consumo unitário de material real. Através deste dado são estabelecidos parâmetros de compra, que não permitem a realização de uma compra abaixo ou além do necessário, não havendo um consumo excessivo do material. O consumo unitário de material real é dado pela Equação (5):

$$CUM_r(Kg/m^2) = ARG(Kg) \div QS(m^2) \quad (5)$$

Onde: $CUM_r(Kg/m^2)$ = Cálculo do consumo unitário de material real

$ARG(Kg)$ = Quantidade total de argamassa em quilograma (Kg)

$QS(m^2)$ = Quantidade de serviço em metro quadrado

3.2. Planilhas específicas para a coleta de dados

Com o objetivo de sistematizar a coleta de dados e, posteriormente, analisá-los de forma comparativa, foram desenvolvidas planilhas. Estas possibilitaram a visualização dos dados coletados e obtenção dos indicadores de desempenho para blocos/tijolos e argamassa industrializada utilizados durante a constituição das paredes de alvenaria.

As Tabelas 1 e 2 apresentam dados quantitativos relacionados ao transporte interno e assentamento de blocos/tijolos e a forma de preenchimento das lacunas.

Tabela 1 – Quantidade de blocos/tijolos assentados

Material Nº Parede	Tijolo/Bloco (dimensão)	
	Quantidade de blocos/tijolos marcados com “X” na parede	Parede em execução (Nº de fiadas e Nº de blocos)
Parede X	Y blocos/tijolos marcados	Z fiadas com K blocos/tijolos

Tabela 2 – Indicadores de perdas no transporte interno e assentamento de blocos/tijolos

Material Data	Bloco/Tijolo Inteiro (dimensão)		Índice de Perdas (%)
	Quantidade total de blocos/tijolos marcados com “X” no estoque (N1)	Quantidade total de blocos marcados com “X” no pavimento (N2)*	
dd/mm/aa	T blocos/tijolos em estoque	Y blocos/tijolos marcados	IP (%)

*Dado na tabela 1

O objetivo de ter como parâmetro de coleta o número, a quantidade de fiadas e de blocos já assentados é que, em coletas consecutivas, os blocos/tijolos não sejam contados novamente.

As Tabelas 3 e 4 apresentam dados para a determinação dos indicadores de perda e consumo de argamassa industrializada durante o assentamento de blocos/tijolos e a forma como as lacunas devem ser preenchidas.

Tabela 3 – Quantidade consumida de argamassa em quilogramas

Material Data	Sacos no estoque inicial (VI)	Sacos recebidos entre VI e VF	Sacos no estoque final (VF)	Sacos de argamassa industrializada	Argamassa industrializada em kg
dd/mm/aa	X sacos	Y sacos	Z sacos	T sacos	V Kg

Tabela 4 – Indicadores de consumo e perdas de argamassa industrializada

Material Data	Consumo de Referência (Kg/m²)	Quantidade total de argamassa (Kg)	Quantidade de Serviço (m²)	Consumo Real (kg)	Indicador de Perda (%)
dd/mm/aa	S Kg/m²	V Kg	U m²	R Kg	IP (%)

3.3. Coleta de dados

Este projeto tem como objetivo avaliar os desperdícios ocorridos dois componentes da alvenaria de vedação. Para isto quatro canteiros de obras foram monitorados por um período

equivalente a 04 (quatro) coletas sequenciais de dados, exceto na obra 4, onde foi possível realizar uma maior quantidade de coletas .

As empresas construtoras responsáveis pela execução da alvenaria das obras pesquisadas têm algumas características que devem ser avaliadas.

- Construtora 1: responsável pela obra 1, atua na área de construção residencial, possui 6 obras em andamento e é certificada pela ISO 9001:2000, tendo nível A de PBQP-H.
- Construtora 2: responsável pela obra 2, atua nas áreas de construção industrial, comercial e residencial, no momento possui 6 obras em andamento e é certificada pela ISO 9001:2000.
- Construtora 3: responsável pela obra 3, atua na área de construção residencial, comercial e industrial, possui 10 obras em andamento em Pernambuco e é certificada pela ISO 9001:2000, tendo nível A de PBQP-H;
- Construtora 4: responsável pela obra 3, atua na área de construção residencial, comercial e industrial, possui 10 obras em andamento em Pernambuco e é certificada pela ISO 9001:2000, tendo nível A de PBQP-H.

A seguir estão algumas características relevantes sobre as obras pesquisadas.

- Obra 1: estrutura em concreto armado, alvenaria de vedação, 22 pavimentos, duração prevista de 33 meses.
- Obra 2: estrutura em concreto armado, alvenaria de vedação, 9 pavimentos, duração prevista de 34 meses.
- Obra 3: estrutura em concreto armado alvenaria de vedação, 38 pavimentos, duração prevista de 36 meses.
- Obra 4: estrutura em concreto armado, alvenaria de vedação, 33 pavimentos, duração prevista de 49 meses.

A obra 1 é regida por um processo construtivo tradicional, onde ocorre uma elevada quantidade de perdas (figura 1 – a). Enquanto a obra 2 é regida por um processo construtivo racionalizado em relação à alvenaria de vedação (figura 1 – b).



Figura 1 – Processo construtivo: a) tradicional, b) racionalizado.

Na obra 1 são utilizados apenas os tijolos, o que resulta em uma constante necessidade de quebra para o preenchimento de pequenos espaços, realizada manualmente. Tudo isto poderia ser evitado, ou pelo menos amenizado, com o desenvolvimento do projeto de alvenaria. Ocorreriam menos desperdícios de tempo, mão-de-obra e materiais.

Apesar de possuir um canteiro de obras de médio porte, na obra 1 não foi projetado um acesso que permitisse o descarregamento de tijolos direto em estoque definitivo. Os tijolos são descarregados no corredor de acesso da obra, prejudicando a circulação de materiais e, também, de trabalhadores. Isto causa a perda dos tijolos, que são quebrados durante o deslocamento entre o estoque intermediário e o estoque definitivo.

Na obra 3, apesar do fornecimento de tijolos ser feito à granel, o transporte dos tijolos dentro do canteiro de obras é realizado através de uso de paletes, os tijolos são paletizados após a chegada no canteiro (figura 2). Isto reduz o desperdício, porém as perdas poderiam ser ainda menores se utilizado o projeto de alvenaria de vedação.



Figura 2 – Tijolos paletizados em obra (obra 3)

A seguir, na Tabela 5, serão abordados alguns itens que influenciam no quantitativo de perdas e mostram a diferença entre os canteiros destas duas obras.

Tabela 5 – Características do serviço de alvenaria das obras pesquisadas

Obra em análise Critério	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4
Utilização de projeto de alvenaria	Não	Sim	Não	Sim
Tijolo/Bloco	Tijolo cerâmico (9x19x19)	Bloco de concreto (9x19x39)	Tijolo cerâmico (9x19x19)	Bloco cerâmico (9x19x39)
Uso de submódulos	Não	Sim	Não	Sim
Fornecimento de Tijolos/Blocos	À granel	Paletizado	À granel	Paletizado
Instrumento de aplicação de argamassa	Palheta	Palheta	-----	Palheta
Transporte horizontal	Manual	Carrinho	Carrinho	Carrinho
Estoque intermediário	Sim	Não	Sim	Não
Preenchimento de Juntas Verticais	Sim	Sim	-----	Sim

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1. Etapas do transporte de blocos/tijolos

A figura 3 ilustra o fluxo de transporte de blocos/tijolos nas obras 1 e 3.

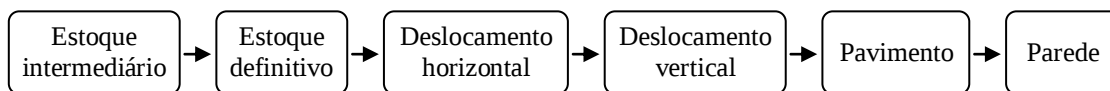


Figura 3 – Fluxo de transporte de blocos/tijolos das obras 1 e 3

1. estoque intermediário – o estoque é localizado a céu-aberto, sendo submetido às intempéries como a incidência solar excessiva (figura 4) ou chuva (figura 5);
2. estoque definitivo – o estoque situa-se em local coberto e fora da zona de acesso do canteiro;
3. deslocamento horizontal – estoque definitivo/elevador e deslocamento elevador/pavimento realizado manualmente ou com o uso de carro de mão;
4. deslocamento vertical – realizado através de elevador;
5. pavimento;
6. parede.



Figura 4 – Tijolos expostos ao sol (obra 1)



Figura 5 – Tijolos expostos à chuva (obra 1)

A utilização de estoque intermediário é uma característica típica do processo construtivo tradicional. O estoque definitivo em alguns momentos possui uma altura de empilhamentos de tijolos inadequada, superando inclusive os 2,5 metros de altura (figura 6). Ainda cabe ressaltar que a paletização dos tijolos é realizada em obra, porém só foi iniciada na última semana de coleta, não por motivo de racionalização de perdas materiais, mas para a redução de tempo de deslocamentos.



Figura 6 – Estoque definitivo de tijolos (obra 1)

A figura 7 ilustra o fluxo de transporte de blocos/tijolos nas obras 2 e 4.



Figura 7 – Fluxo de transporte de blocos/tijolos das obras 2 e 4

1. Estoque definitivo – situado em local coberto e fora do acesso do canteiro;
2. Deslocamento horizontal – deslocamento caminhão/estoque definitivo, deslocamento estoque definitivo/elevador e deslocamento elevador/pavimento;
3. Deslocamento vertical – realizado através de elevador;
4. Pavimento;
5. Parede.

Nesta obra, a descarga de blocos já é feito diretamente no estoque definitivo, o que evita excessos de transporte e, conseqüentemente, a redução de quebras. Todos os deslocamentos são realizados com o carrinho exclusivo para o transporte de paletes.

4.2. Aplicação da metodologia de coleta de dados

4.2.1. Transporte interno e assentamento de blocos/tijolos

Abaixo está a Tabela 6 que é o resumo que representa as perdas durante o transporte interno e assentamento de tijolos/blocos. Fatores que interferem diretamente no resultados dos indicadores:

- obra 1: representa um canteiro com processo construtivo tradicional, que utiliza tijolos cerâmicos sem o uso de paletes no transporte interno;
- obra 2: representa um canteiro com processo construtivo racionalizado de alvenaria de vedação, que utiliza bloco de concreto paletizado;

- obra 3: representa um canteiro com processo construtivo tradicional, que utiliza tijolos cerâmicos com o uso de paletes no transporte interno;
- obra 4: representa um canteiro com processo construtivo racionalizado de alvenaria de vedação, que utiliza bloco cerâmico paletizado.

Tabela 6 – Resumo dos índices coletados de perdas de blocos/tijolos

	Índice de Perdas			
	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4
1ª Coleta	24%	0%	7%	4%
2ª Coleta	25%	2%	8%	7%
3ª Coleta	13%	3%	10%	5%
4ª Coleta	4%	3%	9%	5%
5ª Coleta	-----	-----	-----	9%
6ª Coleta	-----	-----	-----	11%
7ª Coleta	-----	-----	-----	4%
8ª Coleta	-----	-----	-----	6%
9ª Coleta	-----	-----	-----	1%

4.2.2. Argamassa industrializada para assentamento de blocos/tijolos

A Tabela 7 compatibiliza os dados obtidos nas coletas realizadas em cada obra. Nesta tabela estão representadas as perdas de argamassa industrializada para o assentamento da alvenaria de vedação.

Tabela 7 – Resumo dos índices de perdas coletados de argamassa

	Índice de Perdas		
	Obra 1	Obra 2	Obra 4
1ª Coleta	300,82%	-13,29%	44,16%
2ª Coleta	709,02%	12,85	68,62%
3ª Coleta	350,26%	6,97	18,66%
4ª Coleta	436,79%	14,97	39,31%
5ª Coleta	-----	-----	3,34%
6ª Coleta	-----	-----	44,16%

4.2.3. Resultados relativos às perdas de blocos/tijolos e argamassa industrializada

Tabela 8 – Resumo de perdas de blocos/tijolos e argamassa industrializada

	Perda de Blocos/Tijolos		Perda de Argamassa Industrializada		
	Média	Mediana	Consumo de referência (Kg/m ²)	Média	Mediana
Obra 1	17%	19%	6,6	449,22%	393,52%
Obra 2	2%	3%	18	4,13%	9,91%
Obra 3	8,5%	8,5%	-----	-----	-----
Obra 4	5,8%	5,0%	18	36,37%	41,73%

A Tabela 8 demonstra resumidamente as diferenças existentes entre canteiros que não adotam (obra 1 e 3) e que adotam (obra 2 e 4) o projeto de alvenaria de vedação. Outro fator relevante que influencia diretamente no índice de perda de blocos/tijolos é a utilização dos paletes, ao menos, no transporte interno, refletindo substancialmente no neste indicador.

Ainda na tabela 13 estão expostas as médias e medianas dos indicadores de consumo de argamassa industrializada. Cabe ressaltar que o consumo de referência nas obras 2 e 4 é variável (15 a 18Kg/m²). Para visualização de tabela o consumo utilizado foi de 18 Kg/m².

O tipo de bloco/tijolo e de argamassa de assentamento utilizados devem ser fatores influentes para obtenção do consumo teórico, porém mesmo considerando estes fatores é possível perceber que o consumo de referência obtido pelo fornecedor da obra 1 está fora dos parâmetros admissíveis.

Ainda assim, há uma grande diferença entre o consumo de argamassa das obras que utilizam o projeto de alvenaria de vedação e que não o utilizam. O que pode ser visto, também, é que o consumo de argamassa no assentamento de blocos cerâmicos é bem menor que o consumo no assentamento de tijolos e que o consumo da mesma na utilização de blocos de concreto ainda é mais vantajoso que os demais.

4.3. Custos das perdas de blocos/tijolos

Quanto aos custos foi realizado um estudo que permite apresentar informações relativas às perdas ocorridas no decorrer do assentamento dos blocos/tijolos de alvenaria de vedação. A tabela 9 expõe alguns dados que facilitam a visualização das características de cada obra estudada.

Tabela 9 – Dados de alvenaria

	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4
Tipo do bloco/tijolo	Tijolo cerâmico	Bloco de concreto	Tijolo cerâmico	Bloco cerâmico
Dimensões do bloco/tijolo	9x19x19cm	9x19x39cm	9x19x19cm	9x19x39cm
Blocos/tijolos por metro quadrado	25	12,5	25	12,5
Alvenaria por pavimento tipo (m²)	293,87	427,05	153,60	399,35
Pavimentos tipo	22	07	37	30
Quantidade de alvenaria de pavimentos tipo (m²)	6.465,14	2.989,35	5.683,20	11.977,50
Custo unitário	0,14	0,98	0,25	0,88
Blocos/tijolos por pavimento tipo	7.346,75	5.338,13	3.840	4.990,63

A diferença entre as qualidades dos tijolos das obras 1 e 3 são fatores que influenciam diretamente no custo deste componentes.

A tabela 10 mostra o estudo feito em relação aos custos de alvenaria de cada obra. A mediana foi utilizada como parâmetro comparativo, pois representa, em porcentagem, o dado que mais se aproxima da realidade.

Tabela 10 – Custos de perdas de bloco/tijolo

	Porcentagem mediana de perdas	Custo total da alvenaria (R\$)	Custos das perdas dos blocos/tijolos (R\$)
Obra 1	19%	22.627,99	4.299,32
Obra 2	3%	36.619,57	1.098,59
Obra 3	8,5%	35.520,00	3.019,20
Obra 4	5,0%	131.752,63	6.587,63

Representando uma análise comparativa das perdas ocorridas na alvenaria, a tabela 11 traz algumas informações, como: a perda de blocos/tijolos por metro quadrado (material e financeira) e, a fim de trazer dados mais concretos ao contexto, foi realizada uma suposição de custos nas 04 obras com produção de 6000m² de alvenaria de vedação.

Tabela 11 – Análise comparativa das perdas de blocos/tijolos

	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4
Custo por metro quadrado de bloco/tijolos (R\$)	3,50	12,25	6,25	11,00
Perda por metro (blocos/tijolos)	4,75	0,38	2,13	0,63
Custo de perda por metro (R\$)	0,67	0,37	0,53	0,55
Custo de blocos/tijolos em uma obra com 6000m² de alvenaria	21.000,00	73.500,00	37.500,00	66.000,00
Perda suposta em obra de 6000m² de alvenaria (R\$)	4.020,00	2.220,00	3.180,00	3.300,00

Através da tabela acima, o que pode ser visto é que mesmo sendo utilizados em menor quantidade e tendo índices de perdas inferiores aos das obras 1 e 3, o custo na produção de alvenaria nas obras 2 e 4 possuem um custo bem mais elevado. Outro componente que tem seu consumo elevado pelo uso dos blocos é argamassa de assentamento, pois espessura das juntas de argamassa utilizada para o assentamento de blocos é maior que a utilizada no assentamento de tijolos.

Porém, a utilização do bloco é mais vantajosa, se for observado o fato de que o seu uso traz vários benefícios, como:

- menor espessura de revestimento, sendo de 1cm para revestimentos internos e 2,5 a 3cm para externos, obtendo assim um menor consumo de argamassa para revestimento;
- evita o corte dos blocos para o embutimento das instalações, visto que o bloco possui abertura maior que o tijolo, suficiente para passagem destas;
- reduz da geração de resíduos e, conseqüentemente, os gastos com a retirada destes resíduos;
- diminui a quantidade de patologias ocorrida neste subsistema, já que o produto final tem qualidade superior que a alcançada com o uso de tijolos;
- maior segurança e confiabilidade, pois os blocos são ensaiados em laboratório e aprovados em relação às normas técnicas pertinentes (concreto: NBR 6136 e cerâmico: NBR 15270-1);
- maior durabilidade, vida útil mais longa ao edifício;
- melhor desempenho do produto final;
- maior organização e limpeza no canteiro de obras;
- menor consumo de serventes pela paletização e/ou transporte (calçada-térreo-pavimento) que, geralmente, é feito com carrinhos inadequados;
- evita o armazenamento impróprio.

Diante da apresentação dos vários benefícios alcançados pelo uso dos blocos é possível constatar que há uma grande vantagem em sua utilização, mesmo possuindo um investimento inicial mais elevado que no uso de tijolos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados até o momento são bastante satisfatórios, pois apontam dados que demonstram a realidade das perdas do processo construtivo tradicional. É importante ressaltar os valores obtidos das medianas, os quais são consideravelmente inferiores na obra que segue um processo construtivo racionalizado.

Comparados aos resultados obtidos em relação às perdas de blocos de concreto e blocos cerâmicos por outras pesquisas relacionadas ao assunto é possível dizer que ocorreu uma evolução expressiva. Porém, os resultados de perdas da alvenaria com tijolos cerâmicos demonstram a necessidade de se buscar a racionalização efetiva no canteiro, visto que a mediana obtida até o presente momento foi de 13,75%. A perda de blocos/tijolos chega a 4,75 unidades por metro quadrado, visualizando economicamente, este custo chega a R\$0,67 em um total de R\$3,50. Quanto ao consumo de argamassa industrializada, os dados diferem bastante entre os modelos construtivos tradicional e racionalizado, suas medianas chegam, respectivamente, a 393,52% e 9,91%.

A aplicação da metodologia apresentada nesta pesquisa propiciou às empresas construtoras envolvidas visualizar a ocorrência de perdas através dos indicadores de desempenho aplicados e, também, observar a necessidade de mudanças para se alcançar a redução de perdas de materiais, mão-de-obra, tempo e, conseqüentemente, custo.

Finalmente, esta pesquisa permite às empresas usufruírem das metodologias aplicadas, a fim de implementarem alterações em seus sistemas de produção com vistas a alcançar uma redução nos desperdícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, M.M.S.B. **O processo de produção das alvenarias racionalizadas**. In: Seminário Vedações Verticais, 1. **Anais**. São Paulo: GEPE TGP, 1998. p. 21-48.

LORDSLEEM JR., A. C. ; DUARTE, C. M. M. ; MONTEIRO, E. C. B.; BARKOKÉBAS JUNIOR, B. . **Metodologia de avaliação quantitativa da qualidade da obra**. In: V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2007, Campinas. Criação de valor na construção civil: teoria e prática, 2007.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. São Paulo, 1999. 473p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U.E.L. **Sistema Gesconmat: A redução das perdas de blocos**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2546-55, Florianópolis/SC, 2006. **Anais**. São Paulo, PUC-SP, 2006.

SIQUEIRA, M. S. **Análise da Geração de Resíduos na Execução do Assentamento de Alvenarias em Obras de Construção de Edifícios**. Pernambuco, 2006 – Relatório de Iniciação Científica PIBIC Poli.

SOUZA, Ubiraci E. L. Como reduzir perdas nos canteiros - Manual de Gestão do Consumo de Materiais de Construção Civil. São Paulo: Pini, 2005. 128p.

SOUZA JÚNIOR, R.; MEKBEKIAN, G. Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras. São Paulo: Pini, 1996.