

## VIABILIDADE ECONÔMICA DE ARGAMASSA COM PROJEÇÃO CONTÍNUA PARA REVESTIMENTO DE FACHADA<sup>1</sup>

ASANO, Naira Ery (1); BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura (2)

(1) USP, e-mail: na.asano@gmail.com; (2) USP, e-mail: mercia.bottura@usp.br

### RESUMO

Os métodos construtivos de revestimento de argamassa para fachada vêm evoluindo ao longo do tempo. Uma mudança importante vem sendo a substituição da aplicação manual pela projeção mecânica contínua que traz alteração tanto na técnica de aplicação como nas exigências quanto às características da argamassa. As exigências do novo sistema de produção de revestimento levam a custos distintos em relação à produção tradicional. Por isto, o objetivo do trabalho é apresentar a viabilidade econômica do processo de execução de revestimento de fachada com argamassa aplicada por projeção contínua – custos de material (considerando consumo e perdas), de mão de obra e da infraestrutura. O método de pesquisa foi a pesquisa-ação, utilizando-se parâmetros e dados de um empreendimento de uma construtora de São Paulo onde trabalha a autora principal. Foram medidos os índices de consumo e perda que levaram à avaliação positiva da projeção contínua, uma vez que, ao se comparar custos globais do sistema de projeção intermitente (uso de caneca), apresentou valores mais vantajosos. O estudo constatou que a perda do sistema de projeção contínua é de 15%, valor inferior à perda medida para o sistema tradicional de 24% e que houve redução de 15% no custo da mão de obra.

**Palavras-chave:** Argamassa. Projeção. Viabilidade.

### ABSTRACT

*The external rendering constructive methods produced with mortar have evolved over time. The greater change in it was the replacement of manual application by mechanical continuous projection that brings change both as in application technique as in requirements for the mortar characteristics. The requirements of the new coating production system lead to different costs compared to traditional production. So, this paper shows the economic viability of the external rendering execution process using mortar with continuous projection – material (considering consumption and losses), execution and infrastructural costs. The research method was action-research, using parameters and data of a residential project of Construction Company in São Paulo, where consumption and loss were measured. The measured rates assists the positive evaluation of the continuous projection when comparing the overall costs of the intermittent projection system. The study found that the continuous projection system losses is 15%, inferior of the rate of traditional system of 24% and it was a reduction of 15% in execution costs.*

**Keywords:** Mortar. Projection. Viability.

<sup>1</sup> ASANO, N. E.; BARROS, M. M. S. B.. Viabilidade econômica de argamassa com projeção contínua para revestimento de fachada. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

Os métodos construtivos de revestimento de argamassa para fachada vêm evoluindo ao longo do tempo. Uma mudança importante vem sendo a substituição da aplicação manual pela projeção mecânica. Primeiro foram introduzidos os sistemas intermitentes de projeção, com uso de spray a ar comprimido e, mais recentemente, os sistemas com projeção contínua com bombas helicoidais. Em comparação à técnica manual, o sistema de projeção contínua possibilita diminuição de interferência das habilidades humanas e ganhos de produtividade e desempenho dos revestimentos (ZANELATTO, 2012).

Também são esperadas melhorias em relação à técnica de projeção mecânica por spray a ar comprimido uma vez que a projeção contínua não traz alteração somente na técnica de aplicação; a produção da argamassa também sofre modificações. Para que possam ser bombeadas, projetadas mecânica e continuamente, as argamassas devem apresentar propriedades reológicas específicas. Isto exige controle da distribuição granulométrica e geometria dos grãos dos agregados e também uso de aditivos que promovam consistência e fluidez adequadas às condições de utilização do produto (SANTOS, 2003). Com essas exigências para emprego da tecnologia, é praticamente inviável a dosagem da argamassa em canteiro de obra. Surge, então, a necessidade de se trabalhar com argamassas industrializadas que, além de permitirem o emprego da tecnologia de bombeamento e projeção, são também adequadas aos princípios da racionalização, uma vez que possibilitam eliminar atividades de fluxo que não agregam valor ao produto final e minimizam atividades de controle de materiais.

Não obstante, quanto as potenciais melhorias do sistema de projeção contínua, poucos são os trabalhos que registram resultados obtidos a partir da implantação da tecnologia no sistema de produção das empresas, sendo este o contexto do presente trabalho, cujo objetivo é apresentar o estudo de viabilidade econômica com a análise de custos de: material (considerando consumo e perdas); mão de obra; e infraestrutura necessária, com a implantação de argamassa com projeção contínua como método construtivo de revestimento de fachada.

O método de trabalho adotado foi a pesquisa-ação, a partir do envolvimento do autor principal deste trabalho em um empreendimento de uma construtora da cidade de São Paulo.

A pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira que pode ser denominada "de escritório" em que, inicialmente foi feita a caracterização do processo tradicionalmente empregado pela construtora (produção de argamassa em obra e aplicação por caneca e ar comprimido) e, na sequência, foi feito o levantamento de dados da obra que seria objeto do estudo de caso, incluindo o orçamento da atividade de produção do revestimento de fachada com o método tradicional, utilizado como referência. Para comparativo de custos, foram solicitadas propostas

comerciais para fabricantes de argamassa, para fornecimento de argamassa industrializada e para empresas especializadas de execução de serviço de fachada, para custo de mão de obra para execução do revestimento de fachada com argamassa de projeção contínua.

A segunda etapa da pesquisa consistiu de trabalho em campo, em que foram medidos os índices de consumo e perda.

## **2 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO DE REVESTIMENTO DE FACHADA UTILIZADO PELA EMPRESA**

A construtora, objeto do estudo, adota um método construtivo para execução de revestimento de argamassa em fachadas a partir de dosagem da argamassa em obra e aplicação por projeção mecânica por spray a ar comprimido.

Quanto à logística para a etapa de produção do revestimento de fachada, a empresa dispõe de elevador cremalheira para o transporte vertical de materiais. Adota central de produção de argamassa que se movimenta pelos pavimentos e, neste, é localizada usualmente em uma área próxima à cremalheira e a um ponto de água. Para acesso à fachada, a empresa dispõe de andaiques suspensos (balancins leves) posicionados em todo o perímetro do edifício.

A mão de obra de execução é fornecida por empresa especializada nos serviços de revestimento de argamassa em fachada. Os equipamentos envolvidos na produção (balancins, argamassadeiras, dosadores de areia, entre outros) são locados.

Em campo, há organização e planejamento para recebimento dos três materiais básicos (cimento, cal e areia), uma vez que ocorrem três entregas distintas. O controle do recebimento é repetido para cada material e, para verificação da quantidade de areia, a carga deve ter seu volume medido a partir do volume da caçamba do caminhão. Em obras localizadas em locais de restrição de tráfego de caminhões, a entrega ocorre à noite, dificultando o controle de recebimento.

As baias para armazenamento da areia usualmente não possuem piso ou cobertura, deixando o material exposto a intempéries e potenciais contaminação, o que dificulta a manutenção das características da argamassa.

Há excesso de atividades de fluxo – como ensacamento de areia e transporte de materiais – que não agregam valor ao produto final e que, algumas vezes, tornam-se gargalos da produção.

Algumas atividades acometem diretrizes sócio-ambientais, como é o caso, por exemplo, da descarga manual dos materiais e do ensacamento de areia. A primeira utiliza energia humana para transporte de sacos de 20 ou 50 quilos que não têm forma adequada para o carregamento. Assim, o funcionário o carrega nos ombros ou na cabeça (Figura 1). A segunda atividade é realizada por uma equipe de duas pessoas que passam seu

expediente ensacando areia, comumente expostos às condições ambientais (Figura 2). Segundo levantamento das obras da construtora, uma equipe ensaca 14m<sup>3</sup> de areia por dia.

Figura 1- Descarga manual de sacos de cimento



Figura 2 - Ensacamento de areia



Fonte: fotos tiradas pelo autor

Buscando-se minimizar esses e outros gargalos da produção de revestimentos de fachada, passou-se a identificar novas tecnologias que atendessem a premissa de aumentar a produtividade, diminuir a variabilidade dos processos e minimizar as atividades de controle em canteiro, sem mudanças significativas nos atuais métodos de produção e sem aumento de custos.

### 3 IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

Tendo em vistas as premissas colocadas pela empresa, a busca por alternativas concentrou-se nas tecnologias de argamassas e de execução.

O emprego de argamassa industrializada atenderia algumas das premissas. Ao substituir três materiais por um só, há grande simplificação das atividades. O controle de recebimento de material, por exemplo, é reduzido a apenas uma verificação. A argamassa industrializada, por se tratar de uma produção fabril em condições controladas resulta na simplificação do controle de qualidade do produto em canteiro. Além disso, trata-se de um produto pré-dosado e isso proporciona redução na variabilidade da argamassa, elimina a dosagem dos materiais – usualmente sob responsabilidade do operário - desassocia, portanto, a qualidade da argamassa da habilidade e capacitação humanas.

Para o aumento de produtividade do serviço, focou-se em sistemas que mecanizassem não apenas a mistura e a projeção da argamassa, como também outras atividades do processo de execução do revestimento.

Visando eliminar as atividades de fluxo, passou-se a estudar a possibilidade de mecanizar a descarga e o transporte de materiais.

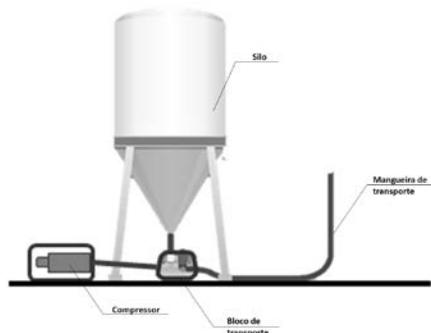
Argamassas industrializadas são fornecidas ensacadas ou a granel com armazenamento em silos. Trabalhar com produtos ensacados não reduziria

as atividades de descarga e transporte, enquanto o uso do material ensilado transportado por mangueira até o local de utilização seria mais atrativo sob a ótica das atividades de fluxo. Por outro lado, o silo exige infraestrutura no canteiro para sua instalação.

Uma vez que a empresa buscava aumento de produtividade, diminuição dos processos e consequente redução da quantidade de profissionais envolvidos e, tendo em vista que já utilizava a aplicação mecânica por spray a ar comprimido, optou-se por argamassas industrializadas em silo e que pudesse ser aplicadas por projeção mecânica contínua.

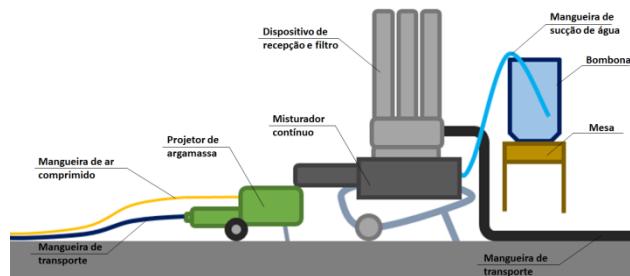
O sistema escolhido é composto por silos de armazenamento de mistura seca para argamassa, sistema de bombeamento de material a seco (compressor e mangueira) (Figura 3), sistema de recepção e mistura do material (filtro e misturador contínuo de eixo helicoidal) e sistema de projeção (bomba de eixo helicoidal com rotor e estator) (Figura 4). Na saída do sistema de projeção, é ligada uma mangueira de transporte da argamassa pronta (mistura do material seco com água) e uma mangueira de ar comprimido, que se unem no bico projetor (Figura 5) para gerar o efeito spray.

Figura 3 - Silo, sistema de transporte e mangueira de transporte



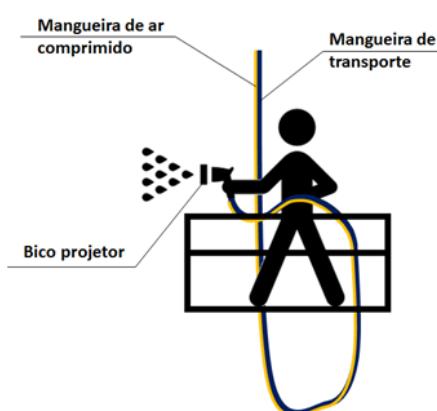
Fonte: adaptado de  
<http://mapadaobra.com.br/sistema-matrix/#matrix-bombeado-3>

Figura 4 - Dispositivo de recepção, misturador contínuo e projetor de argamassa



Fonte: autoria própria

Figura 5 - Mangueira de transporte, mangueira de ar comprimido e bico projetor



Fonte: autoria própria

Para o posicionamento do silo é necessária uma área de aproximadamente 9m<sup>2</sup> por silo, com capacidade para suportar 35 toneladas (carga do silo e da argamassa). Quando locado sobre solo, exige-se base dimensionada para suportar o carregamento previsto para o silo cheio. No caso de locação sobre laje, deve-se consultar o projetista de estrutura para verificar a necessidade de dimensionar escoramento suplementar para a laje. Para a escolha do local de instalação, deve-se considerar área para manobra de um caminhão graneleiro e altura livre suficiente para bascular o silo (ausência de fiação, árvores etc.). Para instalações em que não se tem a possibilidade de acesso para o caminhão, deve-se prever um guindaste para a retirada e posicionamento do silo em local com alcance da lança. Deve-se considerar também que o reabastecimento é realizado pelo acoplamento do caminhão graneleiro ao silo por meio de uma mangueira cuja dimensão é limitada em função das condições ideias para bombeamento. Outro fator é a limitação da distância horizontal e vertical entre o silo e o misturador.

#### **4 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA EM SILO E PROJEÇÃO CONTÍNUA**

Fez-se um estudo de viabilidade econômica (Quadro 1) comparando o sistema escolhido (argamassa em silo e projeção mecânica contínua) com o tradicionalmente empregado pela empresa (argamassa dosada em obra e aplicação mecânica por spray a ar comprimido ou "caneca"). Para tanto, foram considerados custos de material, mão de obra, equipamentos, serviços auxiliares e energia.

Dadas às diferenças de fornecimento, preparo e aplicação, nem todos os itens cabem a todos os sistemas. Os círculos preenchidos indicam que há um custo do item referido relacionado àquele sistema e os círculos vazios, o contrário.

Quadro 1 - Comparativo de custos envolvidos nos sistemas (continua)

COMPARATIVO DE SISTEMAS			
	Sistema tradicional	Sistema escolhido	
Argamassa	Argamassa	Dosada em obra	Industrializada (silo)
Projecão	Projecão	Caneca	Contínua
Argamassa	Cimento	●	○
	Areia	●	○
	Cal	●	○
	Argamassa Industrializada de Revestimento Externo (projecão contínua)	○	●

Quadro 1 - Comparativo de custos envolvidos nos sistemas (conclusão)

COMPARATIVO DE SISTEMAS			
		Sistema tradicional	Sistema escolhido
Locação de equipamentos	Misturador de Eixo Horizontal	●	○
	Sistema de Caneca (compressor + caneca)	●	○
	Sistema de Projeção Contínua	○	●
	Locação, montagem e desmontagem de balancins leves	●	●
	Locação, montagem e desmontagem de andaimes para andares atípicos	●	●
	Sistema de descida de massa (funil)	●	○
	Dosador de areia	●	○
	Sistema de Silo (silo+ compressor+ misturador)	○	●
Mão de Obra	Descida de prumadas e mapeamento com colocação de arame	●	●
	Limpeza, escovação, encunhamento, lavagem e chapisco - panos e faixas	●	●
	Massa única desempenada espessura até 5cm - panos e faixas	●	●
	Friso na massa	●	●
	Tratamento de frisos	●	●
	Colocação de tela entre alvenaria e estrutura	●	●
Complementos	Desmontagem de bandeja primária	●	●
	Dosagem Chapisco - panos e faixas	●	○
	Dosagem Argamassa - panos e faixas	●	○
	Transporte vertical de material do chapisco (ajudante + cremalheira)	●	●
	Transporte vertical de material da argamassa (ajudante + cremalheira)	●	○
Outros	Base do silo	○	●
	Saco de rafia para chapisco	●	○
	Saco de rafia para argamassa	●	○
Energia	Misturadores	●	○
	Compressores + caneca	●	○
	Projetor de argamassa	○	●
	Silo	○	●

Fonte: elaborado pelos autores

Na Tabela 1 apresentam-se os consumos de materiais e os respectivos custos para produzir um m<sup>2</sup> de revestimento considerando-se espessura de revestimento de 4,0cm.

Tabela 1 - Comparativo de custo de material de argamassa dosada em obra e de argamassa industrializada

MATERIAIS (espessura: 4cm)		CONSUMO/m <sup>2</sup>	UND	R\$/UNT <sup>(3)</sup>	R\$/m <sup>2</sup>	
Sistema tradicional	Areia média	0,050 <sup>(1)</sup>	M <sup>3</sup>	75,00	3,75	
	Cal hidratada	0,20 <sup>(1)</sup>	SAC	7,00	1,40	8,38
	Cimento CPII32	0,17 <sup>(1)</sup>	SAC	19,00	3,23	REF
<b>Sistema escolhido</b>		80,64 <sup>(2)</sup>	KG	0,26	20,97	150%

(1) Composição dos materiais do histórico da construtora (considerando perdas)  
 (2) Consumo informado pelo fornecedor (considerando 12% de perda estimada)  
 (3) Custos informados pelos respectivos fornecedores (ano de referência: 2014)

Fonte: elaborada pelos autores

Os dados da Tabela 1 mostram que o metro quadrado do revestimento considerando-se o uso de argamassa industrializada, tem custo muito superior quando comparado à adoção de argamassa dosada em obra. Entretanto, neste custo estão embutidos os custos de locação de todos equipamentos pertencentes ao sistema do silo.

Há economias que são difíceis de serem mensuradas, como por exemplo, a redução do uso do elevador cremalheira para transporte de materiais, pois depende da característica da obra e da taxa de uso da cremalheira para os outros fins. É possível que em algumas situações será possível pensar na eliminação da segunda cabine; entretanto, esta análise não faz parte do escopo deste trabalho, ou seja, não se considerou a possível economia com o elevador cremalheira visto que ele estará disponível na obra, sendo ou não utilizado, mas é fato que em não sendo utilizado, haverá mais tempo disponível para as demais atividades.

Quanto aos itens de mão de obra, foi solicitado um orçamento para a execução de cada um dos sistemas apresentados no Quadro 1. Fazendo um comparativo entre os valores, todos os itens do sistema industrializado apresentaram uma redução de 15% em relação ao sistema tradicional. Além disso, foram eliminados os custos de dosagem e transporte de material.

Um estudo da viabilidade econômica de utilização da argamassa industrializada com o sistema de silo foi realizado para um empreendimento e, considerando o sistema como um todo, houve economia para a obra em comparação com seu orçamento (Figura 6).

Figura 6 - Comparativo de custos de materiais, mão de obra e equipamentos envolvidos nos sistemas de produção de revestimentos de fachada

Área de Material	ITENS	UND	CONSUMO /m <sup>2</sup>	PERDA	QUANTIDADE	Sistema escolhido			Sistema tradicional		
						Orçamento Constante		Resumo		Orçamento obra	
						R\$ UNIT	R\$ TOTAL	QTD (m <sup>2</sup> )	R\$MP	R\$ TOTAL	QTD (m <sup>2</sup> )
		m <sup>2</sup>			79.989,48						
Chapisco	Cimento	sc	0,03	Perda inclusa na composição	2.399,68			79989,48	1,23	R\$ 98.120,07	79989,48
	Arena	m <sup>2</sup>	0,004		319,96						
	Resina Acrílica	kg	0,13		10.398,63						
	Chapisco para estrutura	kg	5	5%	104.988,17	R\$ 0,33	R\$ 34.120,50				
Massas (e-a, c, cm)	Chapisco para alvenaria	kg	4	5%	251.966,80	R\$ 0,25	R\$ 63.999,57	79989,46	20,97	R\$ 1.677.091,01	79989,46
	Cimento CP II E32	sc	0,17	Perda inclusa na composição	13.598,21						
	Arcia	m <sup>2</sup>	0,05		3.999,47						
	Cal	sc	0,2		15.997,89						
Locação de equipamentos	Argamassa industrializada	kg	72	12%	6.450.350,05	R\$ 0,26	R\$ 1.677.091,01	71069,26	62,43	R\$ 4.406.926,08	71069,26
	Sistema de Caneca - Equipamentos + Diesel (panos)	m <sup>2</sup>			48.428,87						
	Sistema de Caneca - Equipamentos + Diesel (faixas)	ml			46.878,78						
	Locação, montagem e desmontagem de balanços leves	ml			807,23	R\$ 830,94	R\$ 504.589,38				
Mão de obra	Locação, montagem e desmontagem de arame para andares altípicos	vb			3,00	R\$ 10.010,50	R\$ 57.031,50	71069,26	90,00	R\$ 6.460.140,40	71069,26
	Sistema de descida de massa (funil)	vb			3,00						
	Descida de prumadas e mapeamento com colocação de arame	m <sup>2</sup>			71.868,26	R\$ 2,01	R\$ 144.412,08				
	Limpeza, escovação, encunhamento, lavagem e chapisco - panos	m <sup>2</sup>			48.428,87	R\$ 13,07	R\$ 633.011,34				
Complementos	Limpeza, escovação, encunhamento, lavagem e chapisco - faixas	ml			46.878,78	R\$ 6,54	R\$ 306.605,07	71069,26	62,43	R\$ 4.406.926,08	71069,26
	Massa única desempenada espessura até 6cm (panos)	m <sup>2</sup>			48.428,87	R\$ 34,08	R\$ 1.649.550,27				
	Massa única desempenada espessura até 5cm (faixas)	ml			46.878,78	R\$ 17,03	R\$ 798.376,00				
	Friso na massa	ml			20.424,06	R\$ 14,40	R\$ 294.120,78				
	Tratamento de frisos	ml			20.424,06	R\$ 3,02	R\$ 61.761,34	71069,26	90,00	R\$ 6.460.140,40	71069,26
	Colocação de tela entre alvenaria e estrutura	ml			1.542,10	R\$ 4,61	R\$ 7.108,77				
	Desmontagem de bandeja primária	ml			607,23	R\$ 50,03	R\$ 30.378,59				
	Dosagem (panos)	m <sup>2</sup>			48.428,87						
	Dosagem (faixas)	ml			46.878,78						
	VALOR TOTAL						R\$ 6.262.137,16				
	Diferença (%)						-13%				
	Diferença (R\$)						R\$ 968.705,74				

Fonte: elaborada pelos autores

Há, ainda, um valor de infraestrutura de canteiro que envolve os custos de obras civis e elétricas para instalação dos silos e custos de energia para seu funcionamento. Para esta obra, foram estimados os valores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Custos de infraestrutura de canteiro para o sistema de revestimento com argamassa industrializada em silo e projeção mecânica contínua

Instalações			Total
Elétricas	Civil	Diversos	
R\$ 80.000,00	R\$ 12.500,00	R\$ 10.000,00	R\$ 102.500,00

Fonte: elaborada pelos autores

Na contabilização final, pela estimativa realizada, o uso da argamassa industrializada (material, mão de obra e infraestrutura) deverá gerar para esta obra uma economia R\$ 866.205,74, ou seja, uma redução de 12% em relação ao orçamento de referência feito a partir do sistema tradicional.

## 5 TRABALHO EM CAMPO

Quanto ao levantamento do consumo e perda de material, optou-se por realizar a medição com acompanhamento da produção de uma equipe trabalhando com material ensacado, pois há uma imprecisão na medição da quantidade de material dentro do silo. Procedeu-se da seguinte forma:

- registro da quantidade total de material destinado a uma equipe (contagem de sacos utilizados);
- medição do material perdido no mangote do equipamento de projeção.

O cálculo do consumo médio (CUM) baseou-se na quantidade real de material consumido ( $Q_{real}$ ) e na quantidade de serviço executado com tal material ( $Q_s$ ):

$$CUM = \frac{Q_{real}}{Q_s}$$

Para o cálculo das perdas considerou-se o  $Q_{real}$  (quantidade real de material consumido) e a  $Q_{teórica}$  (quantidade teórica baseada no rendimento informado pelo fornecedor):

$$Perda (\%) = \frac{Q_{real} - Q_{teórica}}{Q_{teórica}} \times 100$$

Fez-se a contagem de sacos utilizados diariamente e mediu-se o volume do material perdido no equipamento ("perda equipamento"). Os valores levantados no período de 35 dias estão apresentados no Quadro 2:

Quadro 2 - Quantidades de sacos utilizados e perdas de argamassa durante um período de 35 dias de produção

Quantidade de sacos (unid.)	2023
Perda equipamento ( $m^3$ )	0,6525

Fonte: elaborado pelos autores

Como espessura média do revestimento foi de 5,0cm e o total de área produzida igual a 974,78m<sup>2</sup>, tem-se que o consumo de material anidro foi de 20,75kg/m<sup>2</sup>.cm.

A ficha técnica do produto indica um consumo teórico de 18kg/m<sup>2</sup>.cm e, ao comparar com o consumo medido, tem-se também um índice de perdas de 15%.

Pelo histórico da construtora, o sistema de projeção de argamassa por caneca apresenta um índice de perda de 21,6%.

De acordo com as composições unitárias de massa única do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), apresentadas por Oliveira e Tannenbaum (2014), o consumo médio de argamassa projetada com caneca, para execução de revestimento de fachada com espessura de 2,5cm é de 0,031m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Calculando sobre o consumo teórico (0,025m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), obtém-se uma perda de 24%.

Acredita-se que a diferença entre os índices de perdas das duas técnicas de aplicação ocorre porque a argamassa de projeção contínua permite o sarrafeamento logo após a projeção, com a argamassa ainda úmida. Assim, o excesso de material retirado no corte pode ser utilizado para preenchimento dos locais com falta de material, pois ele ainda apresenta propriedades de argamassa fresca, em que o operário tem um maior tempo de espera para proceder o acabamento.

Isto não ocorre no sistema em que a argamassa é aplicada com projeção por caneca, porque deve-se aguardar o tempo de puxamento da argamassa para que se possa realizar o sarrafeamento e, usualmente, o material cortado não pode ser reutilizado para preenchimento de falhas. Além disso ou talvez por isto, quando do levantamento feito pela construtora, foi observado que para evitar necessidade de preenchimento posterior, os pedreiros projetam argamassa com espessura acima da estipulada pelas taliscas, possivelmente com receio de que ao sarrafearem falte material em alguma posição; isto aumenta a perda.

Acredita-se que com a técnica de projeção continua, a perda poderia ser ainda menor, pois, durante o acompanhamento da obra piloto, notou-se que os pedreiros, por facilidade de execução, descartavam a argamassa cortada (deixavam-na cair na bandeja) ao invés de recuperá-la para dentro do balancim, armazenando-a em caixote para posterior uso no preenchimento de falhas.

## 6 CONCLUSÕES

A implantação da técnica de execução de revestimento de fachada empregando argamassa projetada continuamente mostrou-se viável economicamente devido às vantagens associadas à tecnologia.

O emprego de argamassa industrializada e a mecanização de atividades do processo proporcionaram redução no custo de mão de obra de 15% em relação ao sistema tradicional. Apesar de haver vantagem comercial, há

poucas empresas no mercado preparadas para trabalhar com projeção contínua.

Quanto à geração de resíduos, notou-se que falta conscientização dos pedreiros. Sua remuneração é baseada na área realizada e atividades que atrapalhem sua produtividade são ignoradas. É o caso, por exemplo, do não cumprimento da prática de reaproveitamento do material “cortado” no momento do sarrafeamento. Para o pedreiro, é difícil recolher a argamassa cortada para dentro do balancim para utilizá-la no preenchimento de vazios. De fato, o balancim não está preparado para que isto ocorra pois comumente está afastado cerca de 20cm do plano do revestimento que está sendo sarrafeado. Apesar dos fatos mencionados, a projeção contínua apresentou perda de 15%, valor inferior à perda registrada historicamente pela empresa para o sistema tradicional, em torno de 24%, o que reflete em redução de custo de material e maior potencial de desempenho em questões ambientais.

## REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, T. T.; TANNENBAUM, P. R. K. **O uso do SINAPI para a escolha tecnológica em habitações populares.** In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014. 10p.

SANTOS, C. C. N. **Critérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal.** 2003. 138p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

ZANELATTO, K. C. **Avaliação da influência da técnica de execução no comportamento dos revestimentos de argamassa aplicados com projeção mecânica contínua.** 2012. 123 p. Tese (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.