

ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - ALVENARIA DE PAINÉIS COM PLACAS DE ISOPOR

YAMASHITA, J. ⁽¹⁾; MORAES, H. G. ⁽²⁾; FONTANINI, P. S. P., Dra. ⁽³⁾;
BANOW, M.C. ⁽⁴⁾; LOVATTO, C. G. ⁽⁵⁾; TEIXEIRA, O. S. ⁽⁶⁾

(1) PUC - Campinas, email: jessyamashita@gmail.com

(2) PUC - Campinas, email: heron.gm@puc-campinas.edu.br

(3) PUC - Campinas, email: patricia.stella@puc-campinas.edu.br

(4) Termotécnica, email: maria.claudia@termotecnica.com.br

(5) Termotécnica, email: christian.lovatto@termotecnica.com.br

(6) Termotécnica, email: odair.teixeira@termotecnica.com.br

Resumo

No setor da construção civil é evidente a quantidade de materiais e recursos desperdiçados, não só no canteiro de obras, mas também nas áreas administrativas e gerenciais. Um dos motivos para que tal fato seja tão reincidente é, a inexistência de uma interface eficiente entre os agentes fornecedores de produtos/serviços, durante os principais processos da obra. Com intuito de facilitar a visualização e minimização dessas perdas, o trabalho estuda a aplicação dos conceitos do *Lean Thinking*, a partir da aplicação do macro mapeamento no fluxo de suprimentos na produção de blocos de EPS. O trabalho propõe pesquisar e avaliar a cadeia de suprimentos de placas de isopor na construção civil, especificamente, placas empregadas para fechamento da edificação. A pesquisa foi iniciada com um levantamento bibliográfico, visando à compreensão do ciclo do processo produtivo e disposição das placas na execução das alvenarias. Para o desenvolvimento da pesquisa foi desenvolvido um estudo de caso em uma fábrica de placas de EPS e, posteriormente, elaborado seu Macro Mapa de Fluxo de Valor (MMFV), para o estado atual da cadeia de suprimentos dos blocos de Isopor, com as principais etapas produtivas realizadas na fábrica. Também são apresentadas melhorias relatadas ao longo do estudo da cadeia de EPS. O artigo tem como objetivo ilustrar o processo produtivo do EPS, e apresentar aspectos positivos do emprego do material como alternativa de alvenaria para a construção civil.

Palavras-chave: cadeia de suprimentos, EPS, painéis com isopor.

Abstract

In the civil construction sector, the material and resource wastes are evident, not only in the work, but also in the administrative and management areas. One reason is the lack of an efficient interface between product/service suppliers. In order to facilitate the visualization and reduction of these wastes, this research studies the application of Lean Thinking concepts in the Macro Mapping Value Stream of EPS blocks production. The work shows possibilities to improve the supply flow. The procedure considers the evaluation of the supply chain of important materials in the civil construction sector, specifically, the materials used in walls. The paper starts with a bibliographical survey. This research tries the understanding of the productive process and the materials disposal used in EPS wall execution, which are usually used in the construction execution. In this research, pertinent literature and papers were studied, which are used in the elaboration of the bibliographical revision. The Macro Mapping Value Stream (MMFV) of EPS blocks for the civil construction is presented in productive stages of the plant. Another goal was the illustration of the EPS productive process and presentation of positive aspects when using this alternative material in the civil construction.

Key-words: supply chain, EPS, PANELS, ISOPOR.

1. INTRODUÇÃO

Existe uma grande preocupação com a eficiência do uso de recursos naturais por causa do crescimento exponencial da população, que ao crescer com um ritmo acelerado, em algum ponto a demanda por recursos não renováveis superará a sua disponibilidade (SUZUKI; MCCRONNELL, 1997). Dentro desta visão, torna-se imprescindível analisar produtos alternativos para a construção das futuras edificações, onde se possa substituir os produtos tradicionais empregados, adotando o conceito de sustentabilidade e redução de desperdícios. Para buscar soluções, mais sustentáveis e com menos desperdícios na obra, propõem-se estudar o processo produtivo do EPS (Isopor) como alvenaria alternativa e, seu processo produtivo aplicado as edificações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

O macro mapeamento de fluxo de valor proporciona uma visual clara e ampla do processo produtivo e também das etapas envolvidas em toda a cadeia de suprimentos do material avaliado (FONTANINI, 2009). Para a entendimento do estudo de caso adotou-se a metodologia de macro mapeamento de fluxo de valor. A adoção se justifica pela facilidade e aplicabilidade do mapeamento a processo complexo de produção, onde necessita-se da identificação dos desperdícios inerentes ao processo. O macro mapeamento do fluxo de valor tem como objetivos principais (FONTANINI; PICCHI, 2003; FONTANINI; PICCHI, 2004; WOMACK; JONES, 2004):

1. Aumentar o nível de conscientização em todas as empresas que participam do fluxo de valor a respeito do enorme gasto de tempo, esforço e movimento identificados no Estado Atual.
2. Aumentar o nível de sensibilização entre as empresas e departamentos a respeito do impacto de suas ações sobre os outros membros do fluxo de valor estendido.
3. Instituir uma equipe para a análise do fluxo de valor, composta por representantes de todas as empresas, para a elaboração dos Mapas de Estado Futuro e Estado Ideal para fluxos de valor estendido.
4. Aprender progressivamente com as observações validadas.
5. Aprender como as equipes de fluxo de valor podem compartilhar os custos e ganhos, criando um cenário em que todos os participantes do fluxo de valor saiam vencedores.

O macro mapeamento pode ser definido como o seguimento do fluxo para um dado produto, suas etapas de processo até chegar ao cliente, seja ela, aquela que agrupa valor ou não. Isto é feito para reduzir os custos, ao mesmo tempo em que melhora substancialmente o tempo de resposta e a qualidade do produto e da mão-de-obra aplicada.

2.2 POLIESTIRENO EXPANDIDO – EPS

No caso do trabalho proposto, o material escolhido para acompanhamento foi o: Poliestireno Expandido (EPS). O EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido, de acordo com a definição da norma DIN ISO-1043/78. O material foi descoberto em 1949 pelos químicos

Fritz Stastny e Karl Buchholz, quando trabalhavam nos laboratórios da Basf, na Alemanha. No Brasil, é mais conhecido como “Isopor ®”, marca registrada da Knauf que designa, comercialmente, os produtos de poliestireno por esta empresa. O EPS é um Termoplástico celular rígido, resultado da polimerização do estireno em água. O produto final são pérolas de aproximadamente 3 milímetros de diâmetro, que se destinam à expansão. No processo de transformação, essas pérolas aumentam em até 50 vezes o seu tamanho original, por meio de vapor, fundindo-se e moldando-se em formas diversas. Expandidas, as pérolas apresentam em seu volume até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno. Em 1m³ de EPS expandido, existem de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar. Os produtos finais de EPS são inodoros, não contaminam o solo, água e ar, são 100% reaproveitáveis e recicláveis e podem voltar à condição de matéria-prima, característica que garante o retorno do material pós uso (Logística Reversa). Ao considerar a industrialização da construção civil, a busca da qualidade neste setor é de fundamental importância para a economia brasileira. O Poliestireno Expandido tem sido citado como um elemento indispensável, quando se fala em modernização de sistemas, racionalização de processos, economia de custos e tecnologia. Durante a pesquisa observou-se notáveis vantagens, tais como: economia de mão-de-obra na montagem; redução de custos de manutenção e prolongamento da vida útil das estruturas; conforto térmico de alto desempenho; economia nos gastos de energia elétrica para condicionamento térmico de ambiente; baixa condutividade térmica, baixo peso; resistência mecânica alta; baixa absorção de água e facilidade de manuseio. Entretanto, um obstáculo ainda necessita ser vencido, ou seja, o alto custo das placas de EPS nos projetos de edificações.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada, para a compreensão da cadeia de suprimentos do EPS, foi a aplicação do estudo de caso. A pesquisa foi, primeiramente, baseada na investigação e levantamento bibliográfico da literatura referente ao mapeamento de fluxo de valor e posteriormente do histórico de utilização do material EPS. A pesquisa iniciou com a consulta, por parte do orientado de iniciação científica, a periódicos e revistas especializadas. Posteriormente, o aluno, apoiado na metodologia de Mapeamento de Fluxo de Valor na filosofia enxuta, iniciou o estudo em uma grande empresa brasileira, fabricante de placas de componentes estruturais de EPS, na região de Indaiatuba – SP. O pesquisador visitou a fábrica de blocos de isopor, e acompanhou o processo produtivo, desde o recebimento da matéria-prima até o carregamento final, destinado para as obras contratadas. Posteriormente, foi visitada uma obra, onde se verificou o descarregamento do material e sua fácil instalação. Para a produção de matéria-prima foram levantados os dados técnicos com a Gerente de Logística do site visitado. Após coletada as informações, o primeiro mapa foi elaborado e apresentado aos colaboradores da pesquisa para a validação. Os envolvidos no processo validaram o primeiro mapa, e acompanharam a proposição das melhorias, que são observadas na seção de resultados do artigo. O Macro Mapa de Fluxo de Valor desenvolvido limitou-se a apresentar as características da cadeia de suprimentos analisada. Não foi possível generalizar o processo produtivo, uma vez que foi observada apenas uma cadeia produtiva específica. Para a coleta de dados, o pesquisador realizou entrevistas com gerentes, e líderes de processo, durante as visitas técnicas, coletou dados, e por fim, elaborou o macro mapa de fluxo de valor do estado atual da fabricação de Blocos de EPS destinados a execução de alvenaria de Isopor em obra.

4. ESTUDO DE CASO

A empresa pesquisada é uma empresa fabricante de componentes modulares de EPS e de Painéis estruturais e fechamento de alvenaria, destinados a execução de projetos civis. A

empresa tem como clientes, grandes construtoras, que tem adotado o material como alvenaria de fechamento para suas edificações. Em outras unidades, a empresa desenvolve embalagens para eletrodomésticos da linha branca. A planta do interior de São Paulo é dedicada apenas a elaboração dos painéis estruturais e de fechamento para a construção civil.

Ao observar os grandes blocos de EPS, constatou-se um material com excelente desempenho acústico e térmico, e desta forma, o seu emprego potencial em projetos na construção civil. Uma vantagem notável é o seu manuseio em obra, facilitado pelo peso do material, bem como, a sua montagem, que não induz ao desperdício de material, uma vez que, as peças já são enviadas para a obra de acordo com as medidas definidas em projeto.

Em pesquisa, descobriu-se que a principal região consumidora das placas é o próprio estado de São Paulo, que por conta da sua grande demanda pela construção de edificações, tem como principal restrição, o prazo de entrega das obras e sua respectiva logística. Outra vantagem que merece destaque é a possibilidade de reciclagem do material, uma vez que, pode ser recolhido, triturado novamente, e adicionado a linha de montagem para uma nova modulação. A empresa pesquisada já conta com a implementação da Logística Reversa de seu material. A empresa possui coleta do material utilizado como embalagens para eletrodomésticos da linha branca e, são coletados pela própria empresa.

Com relação ao macro mapa de fluxo de valor, podemos descrevê-lo da seguinte forma: o fluxo tem início na Matriz da empresa, localizada em Joinville - SC, responsável pela fabricação da matéria-prima, ou seja, "as pérolas", que são embarcadas em Packs (big bags) para a unidade no interior do estado de São Paulo. A entrega de matéria-prima ocorria duas vezes por semana. No local, comprovou-se um estoque de 3 dias. O material chegava na fábrica na forma granulada, e era encaminhado para o misturador. O misturador acrescentava pigmentação às pérolas. Após a pigmentação, as pérolas eram encaminhadas para os expansores. A fábrica visitada possuía 3 equipamentos responsáveis pela expansão do material. Nesse equipamento ocorria a expansão, onde as pérolas tinham seu tamanho multiplicado em algumas vezes. Cada expensor levava cerca de 4 horas para realizar a expansão de 1 (big bag) Pack. Normalmente a composição dos grandes blocos era feita da seguinte forma: 70% de flocos reciclados e 30% de material granulado virgem. Antes do material ser encaminhado para a bloqueira, o mesmo passava por um silo, onde era submetido a uma pesagem e na sequência por um funil, que tinha como objetivo realizar o controle do tamanho das partículas. Após a verificação de granulometria, o material era encaminhado para a bloqueira, onde os moldes recebiam o material expandido. O material era comprimido até formar grandes blocos (medida de 4,00 metros x 1,25 metros x 1,00 metro). Nesse local da fábrica, se verificou um estoque de 14 dias de blocos de Isopor. Os blocos eram transportados por carrinhos e encaminhados para a recortadora. A recortadora ou esquadrejadeira tinha como objetivo cortar os blocos nas peças especificadas em projeto executivo pelos engenheiros da fábrica. É importante ressaltar que os engenheiros recebiam os projetos estruturais e arquitetônicos dos clientes, e os transformavam em projetos executivos de modulação dos painéis, que eram encaminhados para a produção. A produção, de posse dos desenhos, fazia os cortes precisos, de acordo com a especificação do projeto. Na fase seguinte, iniciava-se a montagem dos painéis de fechamento, processo realizado em Máquinário de última geração, onde além das placas de EPS, eram conjugadas telas e conectores de aço galvanizados e eletrosoldados mecanicamente, seguindo sempre a especificação em projeto. O resultado final era painéis estruturais e para fechamento. Os painéis eram estocados em área reservada, até que fossem solicitados o seu envio para a obra designada. Além do excelente conforto térmico e outras características que proporcionam

vantagens a construção civil, o maior benefício para obra é a velocidade observada no processo de fechamento, pois, os painéis são enviados já em alturas especificadas em projeto, onde se tem na montagem o fechamento total das paredes de imediato, sem necessidade de empilhamento ou assentamento de elementos, como em sistemas convencionais. De posse dessas informações, foi elaborado o Macro Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual do processo de fabricação de placas de EPS, especificamente, da unidade da fábrica localizada no interior do Estado de São Paulo. Para o desenho do mapa foi adotada a metodologia sugerida por Womack e Jones (2004), Rother e Harris (2002), e posteriormente adaptada por Fontanini (2004) e Fontanini (2009). Como resultado, foi obtido o macro mapa de fluxo de valor futuro, apresentado na fig.01. De acordo com os processos observados no macro mapa, o *lead time* poderia ser reduzido, ao se adotar alguns conceitos que a Filosofia *Lean* nas apresenta. Foram constatadas etapas, que não agregavam valor, e estoques desnecessários, além da grande distância entre a filial em Santa Catarina e sua sede em São Paulo. O Macro Mapa do Estado Futuro foi confeccionado e algumas sugestões foram apresentadas na fig. 01, de acordo com os ícones recomendados (LÉXICO LEAN, 2003):

- Otimização no aproveitamento da planta da fábrica, encurtando as distâncias entre as máquinas, e entre o estoque.
- Diminuição substancial do estoque atualmente existente.
- Readequação da etapa de recebimento da matéria-prima. A matéria-prima poderia entrar diretamente na linha de produção, caso fosse elaborado carrinhos para o encaminhamento do material, entre o caminhão e a máquina expansora.
- Sincronização da produção da filial de Joinville - SC, com a fábrica em Indaiatuba-SP, de acordo com a demanda do cliente (conceito *Just-in-time*).
- Estudo da possibilidade de criar um depósito intermediário entre Indaiatuba e Joinville, para redução dos estoques de matéria-prima em fábrica.

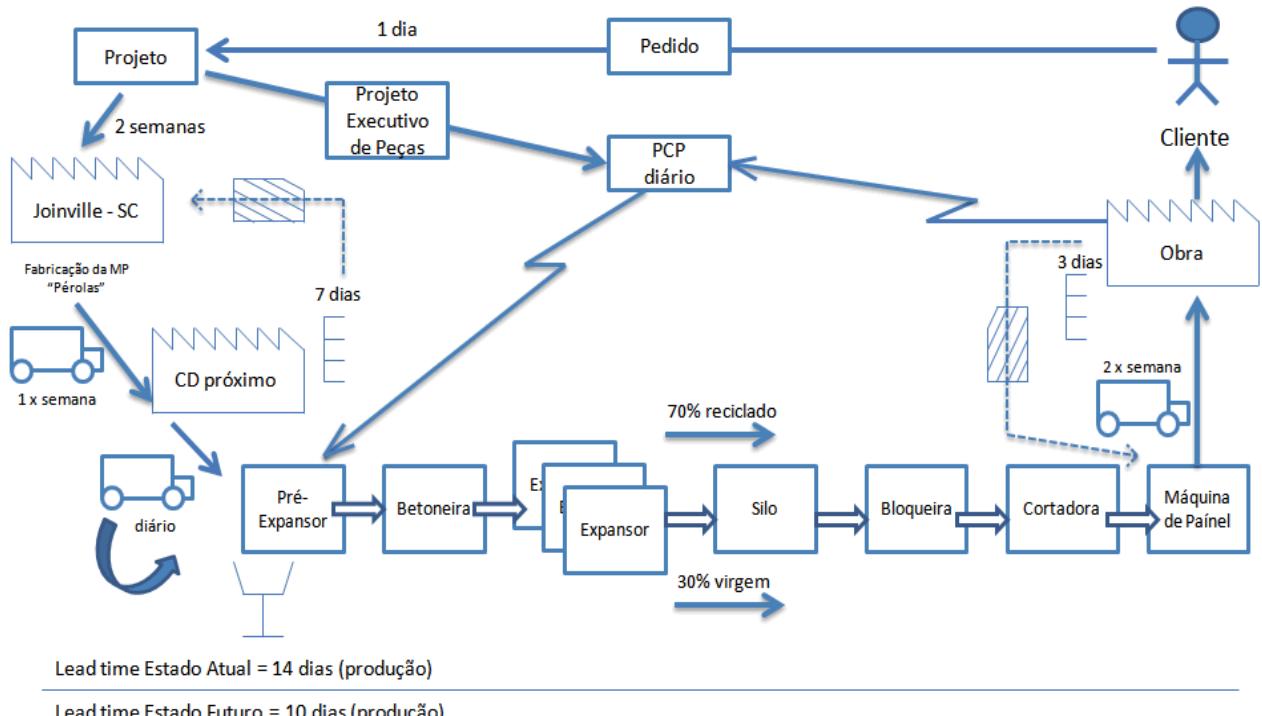


Figura 01 - Macro Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Processo Produtivo de EPS

5. CONCLUSÕES

Após a observação do processo, apesar de não se conseguir os tempos de ciclo de cada um dos processos separadamente. Foi observado o *lead time* do processo, como um todo, a partir do recebimento da matéria-prima até a saída dos blocos de alvenaria, que atualmente pode ser estimado em 14 dias. Se comparado a outros processos produtivos, pode-se afirmar que o processo de produção dos painéis é limpo e agil. Ao analisar o macro mapa de estado futuro acredita-se que poderia ainda se reduzir em aproximadamente 20% do tempo atual, com as sugestões propostas. Esta observação foi levantada pelos próprios colaboradores participantes da pesquisa. Outra vantagem, já mencionada, é o reduzido desperdício na fábrica e também a possibilidade de verificação da Logística Reversa, que pode chegar em 100% de reciclagem de todo o material coletado. Acredita-se que o tempo de execução da obra seja bastante reduzido, mas acredita-se na melhoria contínua, respaldada na busca do estado ideal dos processos e da cadeia de suprimentos. Destaca-se ainda que o fator custo, que deve ser ponderado, antes de se optar pela substituição das alvenarias tradicionais pelas alvenarias de painéis contendo EPS, ou seja, um obstáculo a ser superado para o emprego desse tipo de material nas edificações.

REFERÊNCIAS

- FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. Mentalidade enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil: aplicação de macro mapeamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 3, 2003, São Carlos, SP. *Anais...*São Carlos: SIBRAGEC, 2003.
- FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A.. Value Stream Macro Mapping – a case study of aluminum windows for construction supply chain. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Copenhagen, DK. *Proceedings...*Copenhagen: IGLC, 2004.
- FONTANINI, P. S. P. **Mentalidade Enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil - Aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio.** Campinas, São Paulo, 2004. 259 f. Dissertação - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- FONTANINI, P. S. P. **Análise do impacto potencial da aplicação dos princípios da mentalidade enxuta nos indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos da Construção Civil a partir de simulação.** Campinas, São Paulo, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2009.
- LÉXICO LEAN - **Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean.** São Paulo:Lean Institute Brasil, 2003.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo.** Tradução de Nilton Marchiori e Carlos Lobo. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.
- SUZUKI D.; MCCONNELL, A., **Sacred Balance: Rediscovering Our Place in Nature,** David Suzuki Foundation and Greystone Books, 1997.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Enxergando o Todo – Mapeando o Fluxo Estendido.** Tradução Paulo Lima e Cleber Favaro. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, pela infraestrutura do laboratório para o desenvolvimento dos experimentos e pesquisa; e pela bolsa FAPIC de iniciação científica para o pesquisador graduando, e a TERMOTÉCNICA por participar da pesquisa com informações e dados técnicos.