

Mapeamento de fluxo de valor do processo de alvenaria em uma obra pública: estudo de caso

RESUMO

Maelson Mendonça de Souza
maelson.mendonca@ufrn.edu.br
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Jennef Carlos Tavares
jenneftavares@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Reymard Sávio Sampaio de Melo
smelo@ct.ufrn.br
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

A construção civil é uma cadeia gigantesca, considerada “termômetro da economia brasileira”. O ramo em questão possui números expressivos, mas infelizmente nem todos são positivos. Duas características marcantes são a baixa produtividade e o elevado desperdício. Avaliando exclusivamente obras públicas, tal ineficiência é ainda maior. Desde 1993, a filosofia gerencial do *lean Thinking* foi adaptada ao ramo em questão através do *lean construction*, visando a eliminação total do desperdício. Uma de suas ferramentas principais é o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), sua aplicação permite identificar os principais problemas e desperdícios do processo. Nesse contexto, o trabalho em questão pretende propor melhorias a um processo construtivo bem conhecido, a alvenaria de vedação, a partir de um MFV concebido após um estudo de caso exploratório em uma obra pública, no estado do Rio Grande do Norte. A aplicação do MFV do estado atual possibilitou diagnosticar os principais tipos de desperdícios relatados por Ohno (1997), permitindo a elaboração de uma série de propostas de mudanças e melhorias através do MFV do estado futuro, que culminaram na eminente elevação do tempo de agregação de valor (Tav), que passou de 24,18% para 76,90%. As melhorias apresentadas proporcionam redução dos custos e do *lead time* e o aumento da qualidade, sem a necessidade de mais investimentos financeiros, tornando a empresa mais eficiente, algo fundamental a quem adentra no competitivo mercado de obras públicas.

PALAVRAS-CHAVE: MFV. Obras públicas. Alvenaria. Perdas. Pensamento enxuto.

INTRODUÇÃO

A complexidade do processo produtivo é uma marca registrada do setor da construção civil (PICCHI, 2003). Lograr êxito em tal ramo de atividade exige um elevado esforço gerencial por parte dos atores envolvidos, no entanto não é isso que se percebe na maioria das empresas construtoras. A construção civil destaca-se negativamente por agir de forma hostil com as aplicações das novas filosofias de produção. Como resultado, tal indústria apresenta baixa produtividade e elevado desperdício.

Se considerarmos o desempenho de empresas construtoras que atuam exclusivamente em obras públicas, o resultado é ainda mais assustador. Neste seguimento, grande parte das construtoras atuantes são micro ou pequenas empresas. Dessa forma, as limitações provenientes da própria empresa, aliadas a falta de procedimentos de produção adequados, proporcionam índices de improdutividade e desperdício ainda mais elevados, quando comparados aos de empresas que atuam no mercado privado (SILVA, 2013).

A solução para ineficiência do setor está na quebra do paradigma de produção. É preciso entender que é possível fazer cada vez mais com cada vez menos (OHNO, 1997), e enxergar o que gera valor para o cliente (WOMACK E JONES, 1998), obtendo assim o *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto). Pesquisas pioneiras como as de Koskela (1992), Shook (1997), Rother (1997) e Picchi (2003), adaptaram os conceitos da Mentalidade Enxuta (ME), para o ambiente da construção civil, transformando em prática as teorias apresentadas na filosofia de produção, inicialmente propostas por Ohno (1997).

Após a mudança de mentalidade dos envolvidos se faz necessária a aplicação de ferramentas enxutas, que proporcionem o entendimento das perdas e do fluxo de trabalho que efetivamente gera valor. Nesse contexto, uma das potenciais ferramentas utilizadas é o MFV (PICCHI, 2003). Segundo Ohno (1997), O MFV pode agir sistematicamente sobre as sete fontes de desperdício do processo produtivo: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimento e produtos defeituosos.

Vários estudos anteriores têm abordado o desenvolvimento e aplicação do MFV na construção civil. Pasqualini e Zawislak (2005) abordaram o mapa de fluxo na execução de alvenaria de blocos cerâmicos. Yu et al. (2009) trabalharam com a ferramenta MFV na construção de casas. Santos et al. (2011) aplicaram MFV na produção de fios de cobre. Rosenbaum et al. (2014) estudaram a implementação de MFV no processo de concreto armado, em uma perspectiva *Green-Lean*. Recentemente Melo et al. (2018) propuseram melhorias no processo de alvenaria estrutural através da utilização do MFV. No entanto, uma abordagem do MFV no processo de alvenaria em obras públicas possui um discreto número de pesquisas realizadas. Dessa forma, este estudo proporciona ao setor da construção uma demonstração do poder da ME, em um ambiente até então hostil a mesma, acreditando que é possível aplicar tal mentalidade a qualquer tipo de empresa (WOMACK, 2000).

Assim, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar melhorias ao processo de produção de alvenaria em uma obra destinada ao bem público, a partir da aplicação da ferramenta MFV, mediante a realização de um estudo de caso. Como contribuição principal, esta pesquisa pretende demonstrar um fluxo

de trabalho ideal que proporcione aumento da produtividade e redução do desperdício. Considerando que o tipo mais comum de contratação para obras públicas está no menor preço. A alteração proposta tende a aumentar a competitividade da empresa estudada e ao mesmo tempo chamar atenção para os benefícios da ME, em um nicho de mercado que representa 30,6% do valor corrente das construções brasileiras. (IBGE, 2017).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

CONSTRUÇÃO ENXUTA (LEAN CONSTRUCTION)

Ao se falar em *lean*, ou pensamento enxuto, é necessário entender que para alcançar tal mentalidade, deve-se evitar os desperdícios “muda”, que Womack e Jones (1998), definem como qualquer atividade humana que absorve recurso mais não agrega valor. Ohno (1997) pressupõe que o aumento da eficiência só faz sentido quando associado à redução de custos. Segundo Ohno (1997), podemos classificar as perdas de produção em sete tipos distintos, conforme exposto no Quadro 1:

Quadro 1 – Tipos de perdas de produção

Tipo de perda	Definição
Superprodução	Produção em quantidades superiores às necessárias.
Espera	Tempo ocioso de pessoas, materiais, equipamentos ou informações.
Transporte	Manuseio de materiais e componentes sem agregação de valor ao produto.
Processamento em si	Utilização de ferramentas, sistemas ou procedimentos, de forma inadequada.
Estoque disponível	Armazenamento excessivo de matérias-primas, produtos que não estão em processo.
Movimentação	Movimentos desnecessários dos trabalhadores, decorrentes de falhas de planejamento.
Produtos defeituosos	Fabricação de produtos que não atendem aos requisitos técnicos de qualidade.

Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

Buscando eliminar estes desperdícios, o pensamento enxuto é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, neste contexto, para sua implementação é necessário entender os princípios básicos do *lean*, são eles: valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição (WOMACK e JONES, 1998).

O valor remete a ideia de produzir apenas o que os clientes veem como “valor”, não havendo a necessidade de produzir o que não vai agregar valor ao bem/serviço. Pode-se definir a cadeia de valor como sendo um conjunto de etapas para chegar ao bem ou serviço final (WOMACK e JONES, 1998). A ideia de fluxo para o pensamento enxuto é realmente desconstruir formas de departamentalização e fazer com que o valor flua em cada setor. O termo produção puxada diz respeito a inversão do fluxo convencional de produção. Nesse sistema a produção ocorre exatamente como e quando o cliente quer, de forma rápida, fazendo com que o consumidor passe a “puxar” a cadeia produtiva. O

pensamento *lean* segundo Rother e Shook (2003), permite que a empresa ganhe mais flexibilidade com uma produção mais rápida, atendendo às demandas e às variações, mesmo com a produção puxada, é possível sincronizar o processo produtivo e os ritmos de vendas.

TÉCNICA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

O MFV pode atuar na busca da eliminação dos desperdícios definidas por Ohno (1997). O MFV pode ser definido como uma técnica de gerenciamento *lean*, que consiste na elaboração de mapas que representam o fluxo de valor de uma família de produtos específica (ROTHER e SHOOK, 2003). Rosenbaum (2014), resume as principais vantagens do uso do MFV em: é uma técnica de mapeamento flexível capaz de representar processos de construção; um sistema de construção pode ser modelado como um todo usando MFV, um mapa de MFV requer dados de construção comuns e as informações produzidas em um mapa de MFV podem ser facilmente compartilhadas no nível do projeto.

OBRA PÚBLICA

Obra pública é considerada toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. As obras públicas no Brasil têm sido alvo de recorrentes irregularidades apontadas pelos órgãos de controle e pela imprensa nacional. Devido ao grande volume de verbas envolvidas e à complexidade do tema (CNMP, 2017).

METODOLOGIA

Este trabalho tem com estratégia de pesquisa um estudo de caso exploratório, que segundo Yin (2010) é uma análise empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes, justificando a escolha do método.

O estudo de caso foi realizado em uma obra pública, tendo como contratante a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e como contratada uma empresa privada. O edifício será composto por 04 pavimentos, sendo o térreo destinado a usos de caráter coletivo. Os demais pavimentos são idênticos. Totalizando uma área construída de 1812,88 m². Na obra em questão serão executados 1913,77 m² de alvenaria de vedação.

A revisão de literatura foi o primeiro passo adotado nesta pesquisa, os temas Mapeamento do Fluxo de Valor e Produção Enxuta foram amplamente estudados, visando consolidar o conhecimento antes da realização do trabalho de campo. Um questionário baseado na literatura estudada foi confeccionado e utilizado, facilitando a coleta de informações em campo e no escritório da obra. Além disso, informações administrativas e a observação direta proporcionaram uma maior confiabilidade dos dados coletados.

A alvenaria de vedação foi o serviço escolhido para ser mapeado, tal decisão levou em consideração o pouco conteúdo sobre MFV de alvenaria em obras

públicas e a representatividade de tal serviço no orçamento e cronograma, destacada pelos representantes da empresa. O trabalho de campo foi realizado entre os dias 13/04/2018 e 01/06/18, o que compreendeu um tempo de estudo de 35 dias úteis. Neste prazo, foi acompanhado o processo de execução da alvenaria do 1º pavimento. A área total estudada foi de 385,11m² de alvenaria. Foram levantados dados desde a produção da argamassa, estocagem e transporte de materiais (blocos e argamassa), até a execução da alvenaria.

Após a aferição dos tempos de cada atividade, foram criados índices de produção delimitados em (min/m²). Tal metodologia é semelhante à utilizada por Pasqualini e Zawislak (2005) e foi necessária pois a alvenaria se comporta de maneira diferente dos produtos da manufatura. Na maioria dos casos cada parede é única (possui dimensões ou aberturas distintas). As atividades mapeadas foram: produção da argamassa, transporte e estocagem dos blocos cerâmicos, marcação, 1ª elevação e 2ª elevação da alvenaria.

Os dados coletados foram analisados separadamente por atividade, verificando a terminalidade, os tempos de ciclos, os tempos de agregação e não agregação de valor, em min/m² de alvenaria. Após esta análise, foi elaborado o MFV do estado atual, apresentando o tempo de execução total. Com o mapa do estado atual finalizado, pôde-se observar algumas atividades que não agregam valor e buscar possibilidades para sua redução. Em seguida foi possível elaborar o MFV do estado futuro e suas respectivas sugestões de melhoria. Uma legenda dos símbolos utilizados nos mapas de fluxo de valor (MFV) do estudo em questão é apresentada na Figura 1 visando melhorar a compreensão deste trabalho. Cabe destacar que tal simbologia foi obtida do Lean Institute Brasil.

Figura 1 - Simbologia MFV



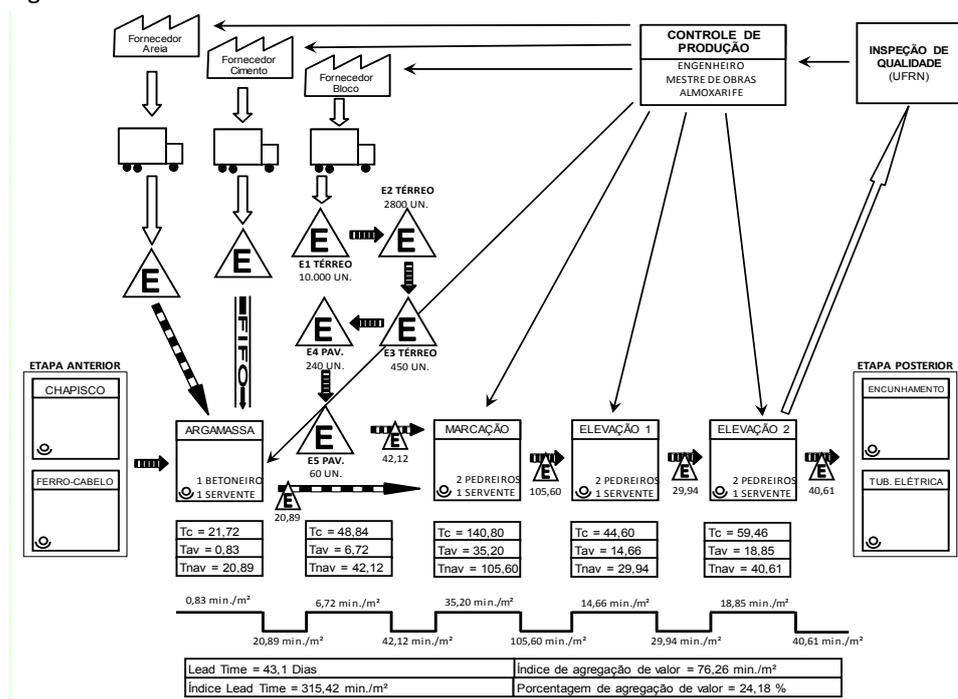
Fonte: Adaptado de *Lean Institute Brasil* (2018)

DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

ANÁLISE E MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL

A partir da análise do fluxo de trabalho foi possível desenvolver um mapa de fluxo do estado atual do processo de execução de alvenaria. Seguindo a metodologia apresentada na seção anterior, obteve-se os dados necessários para definição dos tempos, dos estoques e dos indicadores provenientes do serviço em questão. O MFV do estado atual é apresentado na Figura 2, sua execução tornou o serviço transparente, proporcionando a identificação de vários problemas, conforme demonstrado nas seções seguintes.

Figura 2 - MFV no estado atual



Fonte: Pesquisa de campo (2018)

A cadeia produtiva em estudo é iniciada a partir das solicitações dos materiais básicos (cimento, areia lavada e bloco cerâmico), nesta etapa do processo o fluxo de informação ocorre de forma manual, cada vez que o mestre de obras percebe que algum dos insumos citados está perto de acabar. Normalmente tais pedidos são realizados em grande quantidade, o bloco cerâmico por exemplo, é solicitado em lotes de dez mil unidades e a areia lavada é requisitada em lotes de 16,0 m³. Vale ressaltar que a gerência da empresa considera satisfatório o relacionamento com os fornecedores dos materiais citados, sendo raras as ocorrências de atraso.

A entrega dos blocos cerâmicos é realizada em local pré-definido pela empresa, situado distante do local de execução do processo. Além disso, o processo de estocagem é fragmentado em outros quatro estoques intermediários, gerando um tempo de ciclo da ordem de 48,84 min/m². A produção de argamassa é realizada conforme autorização do mestre de obras e concorre diariamente com a produção de concreto, em alguns momentos tal produção foi paralisada com a justificativa de que a etapa de estrutura em concreto armado tem prioridade. O tempo de ciclo da argamassa é da ordem de 21,72 min/m².

Antes de iniciar a execução da alvenaria, se faz necessária a conclusão da etapa fluxo acima (chapisco de estrutura e aplicação de ferro-cabelo). Porém, na maioria dos postos analisados percebeu-se que tal atividade foi realizada de forma incompleta (até uma altura média de 1,60 metros). Após a execução da etapa anterior e entrega dos componentes básicos (blocos e argamassa) no posto de trabalho, dar-se início ao processo de conversão da alvenaria, partindo da marcação da primeira fiada, seguindo para a elevação 1 (geralmente até 1,60m) e finalizando com a elevação 2 (até a última fiada).

As 3 etapas supracitadas apresentam características bem semelhantes: (a) Equipe formada por 2 pedreiros e 1 servente; (b) Não existe projeto de paginação; (c) Constante movimentação da equipe para etapa de estruturas; (d) Falta de

definição de um pacote de trabalho; (e) Inexistência de treinamento sobre o processo; (f) Baixa uniformidade do produto e (g) Grande desperdício. Muitas das características apresentadas colaboram para o aumento do tempo de ciclo e da parcela que não agrega valor. Após a conclusão do processo de alvenaria dar-se, simultaneamente, início as etapas de encunhamento e instalações elétricas.

Através do cronograma, disponibilizado pela empresa, foi possível perceber que o prazo de execução da alvenaria, previsto em contrato, é de 3 meses. Considerando que na obra em questão serão executados 1913,77 m² do serviço citado anteriormente, obtemos um takt time da ordem de 18,21min/m². Tomando por base o *lead time* encontrado (315,42 min/m²) percebemos o quão distante do pensamento enxuto está o estado atual do processo de alvenaria. Nesse contexto, vale ressaltar que a maior parcela do *lead time*, cerca de 75,82% do tempo, está sendo utilizada em atividades que não agregam valor. Sendo assim, após criteriosa análise da cadeia produtiva através do MFV percebe-se a necessidade de proposições que permitam a obtenção de uma produção mais enxuta. Tais propostas serão apresentadas na seção seguinte.

Um trabalho conjunto de análise da cadeia produtiva, no estado atual, e suas possíveis correlações com as perdas geradas durante o processo produtivo (OHNO, 1997), culminou na constatação de inúmeros tipos de desperdício.

PERDAS POR SUPERPRODUÇÃO

Foi constatado que em algumas etapas do processo a quantidade produzida era maior do que a necessária. A produção de argamassa, por exemplo, era executada de maneira excessiva e antecipada, gerando um estoque no pavimento. Destaca-se também que a espessura da junta de ligação entre blocos, muitas vezes, possuía uma espessura maior do que a necessária (1cm), consumindo mais argamassa do que o previsto em orçamento.

FALHAS DE ESTOCAGEM

Com relação aos materiais para execução de alvenaria, apenas o cimento não apresentou desperdício proveniente de falhas de estocagem. Inclusive, o consumo deste material no canteiro de obras obedece a uma pista *FIFO* (*First In, First Out* - Primeiro a entrar, primeiro a sair). Por outro lado, os estoques de bloco cerâmico e de areia, vêm contribuindo significativamente para o aumento do desperdício na obra. Analisando o MFV do estado atual, é possível perceber um número excessivo de locais intermediários para estoque de blocos cerâmicos. A prática em questão, produziu um longo circuito de transporte e não agrega valor ao processo. Além disso, o manuseio excessivo tende a potencializar o índice de quebra de blocos.

Perdas por estoque também foram detectadas durante o armazenamento da areia lavada. A falta de um dispositivo de estocagem adequado aliada a uma falha de planejamento durante a efetivação do pedido, fez com que o material fosse descarregado distante da peneira, exigindo a sua realocação. Tal fato consumiu cerca de duas horas de trabalho de cada um dos três operários envolvidos.

Outro fator complicador decorre da geração de pedidos em grandes quantidades. Conforme Ohno (1997), esta atitude proporciona perda por estoque,

uma prática comum no ambiente produtivo, onde os atores envolvidos alegam que a elevação do estoque permite atender às necessidades inesperadas.

DIFICULDADE DE TRANSPORTE

A falta de um *layout* eficiente proporcionou um manuseio excessivo dos materiais necessários. A quantidade exagerada de estoques para o bloco cerâmico e sua respectiva distância ao local de aplicação, contribuem significativamente para o aumento do tempo de ciclo. Da mesma forma, a falta de determinação de prioridades fez com que a etapa Elevação 1 fosse completamente executada, aumentando significativamente o tempo de transporte em paredes que não possuíam nenhum tipo de vinculação, logo, poderiam ser elevadas por completo, visando reduzir o transporte.

FALTA DE SINCRONIZAÇÃO E NIVELAMENTO DO FLUXO

Por vários momentos foi possível perceber a equipe de alvenaria ociosa, esperando a chegada de algum material ou equipamento. A perda por espera mais comum no serviço em questão é ocasionada pela falta de argamassa, por muitas vezes a produção e/ou transporte de tal produto precisou ser paralisada devido ao serviço de concreto armado. De forma secundária, a falta de outros itens no local da execução do serviço gerou espera, a falta de andaimes, por exemplo, paralisou a produção por cerca de uma hora e trinta minutos. Em outro momento, um defeito na betoneira suspendeu a produção de alvenaria por quase duas horas.

ERROS DE PROCESSO

A falta de padronização dos procedimentos aliada a baixa disseminação do processo produtivo e a falta de treinamento sobre o serviço de alvenaria, acarretaram o surgimento de perdas inerentes do próprio processo. A etapa anterior ao serviço de alvenaria, não foi concluída antes do início da etapa seguinte, a falta de terminalidade em tal tarefa acarretou o surgimento de perdas por espera, e pode no futuro desencadear o surgimento de perdas provenientes da elaboração de produtos defeituosos, uma vez que, conforme constatado in loco, a equipe de alvenaria executou no mesmo dia, chapisco, ferro-cabelo e alvenaria, desrespeitando os prazos recomendados pela literatura.

O processo de execução de alvenaria era realizado conforme a experiência dos pedreiros que compunham a equipe, pois a obra estudada não possuía projeto de paginação de alvenaria. Além disso, a construtora só adquiri blocos inteiros, fechando as portas para aquisição de meio bloco e blocos seccionáveis. Como consequência é notório o desperdício gerado pela quebra de blocos no canteiro de obras.

PERDA POR MOVIMENTAÇÃO

A falta de planejamento de curto prazo aliada ao pequeno número de operários contratados, faz com que a equipe de alvenaria seja utilizada em vários

outros serviços, mas principalmente na execução de concreto armado. Esta prática reduz a produtividade e eficiência do processo estudado, devido ao excesso de deslocamentos da equipe e a redução de aprendizagem. Outro deslocamento desnecessário, mas bastante comum, é o transporte de materiais por parte dos pedreiros. Tal desperdício é gerado devido a falta do servente da equipe, que muitas vezes foi escalado para outra tarefa.

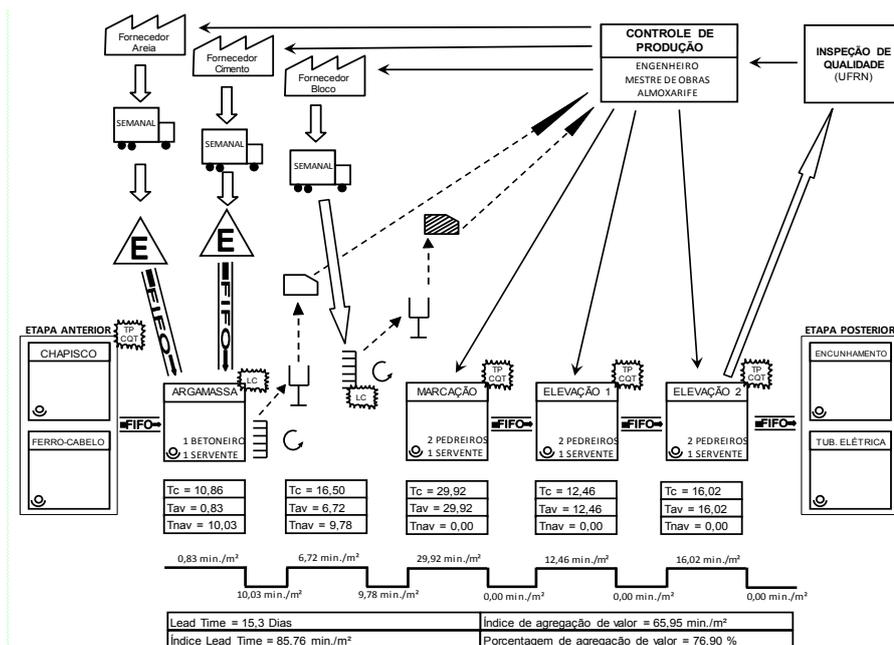
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS

A falta de integração entre o projeto e a execução, em alguns casos, resultou em retrabalho em outros em perda por substituição. No primeiro caso, a execução irregular do ferro-cabelo aliada a falta de padronização da junta de alvenaria, impediu a execução da fiada seguinte, exigindo a remoção da armação, gerando retrabalho e desperdício de material. Outra inconformidade foi detectada na sala da coordenação, onde uma verga de concreto foi executada devido uma falha de interpretação do projeto, consumindo mais recursos.

ANÁLISE E MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

Através da análise do MFV do estado atual, numa perspectiva lean thinking, foi possível diagnosticar os principais desperdícios gerados durante o processo produtivo. A apreciação dos dados coletados possibilitou a elaboração de uma série de propostas de mudanças e melhorias, demonstradas a seguir, que culminaram na produção do MFV do estado futuro, conforme apresentado na figura 3. Vale ressaltar que tais mudanças ainda não foram aplicadas e que os valores apresentados no MFV em questão são estimativas obtidas através do estudo realizado no estado atual.

Figura 3 - MFV no estado futuro



Fonte: Pesquisa de campo (2018)

PUXAR A PRODUÇÃO

A mudança no processo produtivo (de empurrado para puxado), apresenta-se com uma prática necessária ao projeto em questão. Assim sendo, teremos grande eliminação do desperdício. A criação de um supermercado de argamassa e seu respectivo kanban de produção, conforme exposto no MFV do estado futuro (figura 3), combate a superprodução de argamassa ao mesmo tempo que dissemina na equipe de produção um maior comprometimento, compartilhando uma responsabilidade que até então era apenas do mestre de obras. Da mesma forma, a implementação de um supermercado de blocos cerâmicos disparado por um kanban de retirada obterá resultados semelhantes. Tais atitudes também facilitam o planejamento de recursos.

Devido a características específicas do processo de alvenaria, a implementação de um fluxo puxado nas etapas de conversão não é viável, pois o elemento em questão não pode ser estocado nem muito menos transportado. Dessa forma, a solução mais adequada está na substituição dos fluxos empurrados por pistas *FIFO* (Figura 3), proporcionando um melhor sequenciamento e nivelamento da produção. É importante ressaltar que a unidade básica que flui na pista *FIFO* não é um m² e sim um painel de alvenaria, logo a primeira parede iniciada deve obrigatoriamente ser a primeira concluída, isso proporciona redução do tempo de espera e dos estoques.

REDUZIR O NÚMERO DE PASSOS

Visando eliminar parcelas que não agregam valor ao serviço, é fundamental reduzir o número de componentes e de etapas do processo em questão. Nesse contexto destacamos a proposição de remoção dos vários estoques intermediários utilizados para o bloco cerâmico (Figura 3). Da mesma forma, uma aquisição de blocos cerâmicos seccionáveis, elimina o desperdício gerado pela quebra proposital de blocos (verificada no estado atual).

FOCO NO CONTROLE DO PROCESSO COMPLETO

É necessário manter o foco no controle do processo de modo global, envolvendo todos os atores (Fornecedores, Projetistas, Subempreiteiros, etc.). A cooperação com fornecedores e equipes de construção proporciona benefícios mútuos em um fluxo de trabalho (KOSKELA, 1992). Como sugestão, apresentamos a necessidade de negociação com o fornecedor de bloco cerâmico, propondo ao mesmo três mudanças: (a) Redução no tamanho do lote, (b) Entrega de blocos paletizados e (c) Fornecimento de meio bloco e bloco seccionável.

TRABALHO PADRONIZADO

Visando atingir os três objetivos principais do STP (Menor custo, maior qualidade e menor *lead time*) é fundamental estabelecer procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operários envolvidos. Dessa forma, se faz necessária a elaboração e disseminação de diretrizes e documentos, dos quais é possível destacar: (a) Projeto de paginação da alvenaria, (b) Elaboração de pacotes

de serviços e (c) *Layout* do canteiro e do processo em estudo. Com tais atitudes é possível, por exemplo, reduzir as perdas produzidas por superprodução, por movimentos desnecessários, por transporte e por erros de execução.

A transparência da cadeia produtiva eleva o comprometimento dos funcionários, reduzindo entregas de produtos defeituosos. Mesmo assim, é recomendável a aplicação do Controle de qualidade total (Balão CQT), desde a etapa fluxo acima. Nesse contexto, o contratante tem papel importante para a efetividade do CQT, pois conforme previsto em contrato o mesmo possui funcionários delegados para tal serviço.

ESTABILIDADE BÁSICA

Não é possível operar uma linha de produção e obter fluxo perfeito, sem a garantia da estabilidade básica do site. O atual dimensionamento da mão de obra e dos materiais inviabiliza a produção enxuta. Tomando por base o takt time necessário para atender ao cronograma da obra e o *lead time* obtido no MFV do estado futuro, é possível extrair as seguintes proposições: (a) São necessárias 2 equipes de alvenaria, sendo que atualmente a obra conta apenas com 1 equipe e (b) É preciso sincronizar e reduzir os lotes de areia e bloco cerâmico, um pedido semanal de 4000 blocos e de 3,0 m³ de areia já são suficientes para atender a demanda do processo.

De nada adianta possuir a quantidade ideal de materiais e mão de obra se os métodos de produção não proporcionarem a redução do desperdício, portanto, também é fundamental a disseminação dos métodos, de preferência através de treinamentos e reciclagens, a fim de eliminar os atuais erros de execução.

ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEMPOS

A implementação das proposições apresentadas no MFV do estado futuro, permitirão uma potencial redução do *lead time*, cerca de 64,50%, passando de 43,1 dias para apenas 15,3 dias. A principal contribuição para tal resultado vem da drástica diminuição do índice de não agregação de valor que no estado atual era de 239,16 min/m² passando para 19,81 min/m² no estado futuro. Como consequência obtemos uma elevação na porcentagem de agregação de valor, partindo de 24,18% para 76,90%.

CONCLUSÕES

A identificação e o mapeamento da cadeia de valor, possibilitaram um diagnóstico detalhado do fluxo de produção da alvenaria de vedação. Com a aplicação do MFV do estado atual foi possível perceber que o processo em questão apresenta os sete principais tipos de perdas de uma cadeia produtiva (OHNO, 1997). Grande parte dos problemas decorre da falta de um planejamento formal, necessário desde a assinatura do contrato.

A principal contribuição deste trabalho parte da elaboração do MFV do estado futuro e suas respectivas proposições, que seguindo os princípios da construção enxuta, indicaram diversas melhorias, como por exemplo: Garantir a estabilidade

básica, puxar a produção e padronizar o trabalho. Percebe-se que a implementação das melhorias propostas obterá resultados expressivos, como a drástica redução da parcela que não agrega valor, contribuindo para redução dos custos e do *lead time* e para o aumento da qualidade, três características fundamentais para tipologia de obra em estudo.

Entende-se que as recomendações apresentadas são totalmente aplicáveis, pois decorrem, na maioria dos casos, de uma mudança de mentalidade de todos os atores envolvidos no processo. Além disso, a eliminação de algumas atividades de fluxo e o aumento da eficiência em atividades que agregam valor não necessitarão de mais investimentos financeiros, pelo contrário, resultarão na diminuição dos custos de produção, proporcionando a empresa em questão uma maior competitividade, algo essencial a quem depende de um regime de contratação por menor preço.

A variabilidade do processo pode ser apontada como fator limitante deste trabalho, em vários momentos não foi possível realizar análise e coleta de dados, pois a equipe de alvenaria havia se deslocado para a etapa de estruturas. No entanto, espera-se que o trabalho em questão possa despertar a comunidade da construção civil para o pensamento enxuto, de forma a obtermos empresas mais eficientes, independentemente do porte que as mesmas possuam. Dessa forma, sugere-se a aplicação da ferramenta MFV em outros processos de construção elaborados em obras públicas.

Value stream mapping of the masonry process in a public building: Case study

ABSTRACT

Civil construction is a gigantic chain, considered "thermometer of the Brazilian economy". The branch in question has expressive numbers, but unfortunately not all are positive. Two outstanding characteristics are the low productivity and the high waste. Evaluating exclusively public works, such inefficiency is even greater. Since 1993, lean Thinking's management philosophy has been adapted to the field in question through lean construction, aiming at total elimination of waste. One of its main tools is the Value Stream Mapping (MFV), its application allows to identify the main problems and wastes of the process. In this context, the work in question intends to propose improvements to a well-known constructive process, the masonry of fence, from an MFV conceived after an exploratory case study in a public work, in the state of Rio Grande do Norte. The application of the MFV of the current state made it possible to diagnose the main types of wastes reported by Ohno (1997), allowing the elaboration of a series of proposals for changes and improvements through the state of the future, which led to an imminent increase in the aggregation time of value (Tav), which changed from (24.18%) to (76.90%). The improvements presented lead to reduced costs and lead time and increased quality, without the need for more financial investments, making the company more efficient, something fundamental to those who enter the competitive public works market.

KEYWORDS: VSM. Public Works. Masonry. Losses. Thin Thought.

REFERÊNCIAS

BRASIL, L. I. **Material de Estudo Lean**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/material-de-estudo-lean.aspx>>. Acesso em 16 abril.2018.

CNMP. **Obras. 2017**. Disponível em:<<http://www.cnmp.mp.br/portal/institucional/comissoes/comissao-de-controle-administrativoefinanceiro/acoes/manual-do-ordenador-de-despesas/obras>>. Acesso em: 25 maio 2018.

IBGE. **Incorporações, obras e/ou serviços da construção registraram -16,5% de 2014 para 2015**. 2017. Disponível em:<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/10334-release-paic.html>>. Acesso em: 05 maio 2018.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford University: Center for integrated facility engineering, 1992. Technical report n. 72.

MELO, L.A.P.; LIMA, V.F.C.; MELO, R.S.S. (2018). **“Value Stream Mapping: a case study in structural masonry.”** In: Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3), Vol. 1 (CIB W78), Heraklion, Greece.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PASQUALINI, F. & ZAWISLAK, P.A. 2005. 'Value Stream Mapping in Construction: A Case Study in a Brazilian Construction Company' In: **13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Sydney, Australia, 19-21 Jul 2005. pp 117- 125.

PICCHI, A.F. Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção. **Ambiente construído**, v.4, n.1, p.7-23, jan/mar, 2003.

ROSENBAUM, S.; TOLEDO, M.; GONZÁLEZ, V. Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management.**, 2014. 140(2): 04013045. **crossref**

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. **São Paulo: Lean Institute Brasil**, 2003.

ROTHER, M. Crossroads: which way will you turn on the road to lean. in: LIKER, J.K. (Editor). **Becoming lean: inside stories of U.S. manufacturers**. Portland, Oregon, USA: Productivity press, 1997.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; DOS SANTOS, Eder Jonis. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 4, 2012.

crossref

SILVA, J. B.V. **A falta de planejamento das pequenas empresas na construção civil**. Ecivil, 2013. Disponível em:<http://www.ecivilnet.com/artigos/planejamento_pequenas_empresas_construcao_civil.htm>. Acesso em: 25 maio 2018.

SHOOK, J.Y. Bringing the Toyota production system to the United States: a personal perspective. in: LIKER, J.K. (Editor). **Becoming lean: inside stories of U.S. manufacturers**. Portland, Oregon, USA: Productivity press, 1997.

WOMACK, J. P. **The challenge of value stream management**. Lean Enterprise Institute Value Stream Management Conference. Dearborn, 2000.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro/RJ: CAMPUS, 1998. 427p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

YU, H.; TWEED, T.; AL-HUSSEIN, M.; NASSERI, R. (2009). "Development of lean model for house construction using value stream mapping." **Journal of Construction Engineering and Management**. 10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:8(782), 782–790. **crossref**

Recebido: 27 Out. 2018

Aprovado: 04 Jun. 2019

DOI: 10.3895/gi.v15n2.8995

Como citar:

SOUZA, M. M. et al. Mapeamento de fluxo de valor do processo de alvenaria em uma obra pública: estudo de caso. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 15, n. 2, p. 217-232, abr/jun 2019. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi/>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Maelson Mendonça de Souza

Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

