

ANÁLISE DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE BANHEIROS PRONTOS - UM ESTUDO DE CASO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR.

**DÍAZ RODRÍGUEZ, Lady Alexandra (1); SORGI BOMEDIANO, Karen (2);
FONTANELLA SETEI, Karen (3); PUCHARELLI FONTANINI, Patricia Stella (4).**

(1) Mestrado em Engenharia Civil, UNICAMP, Lady_Alexa30@hotmail.com; (2) Mestrado em Engenharia Civil, UNICAMP, karensorgi@hotmail.com; (3) Mestrado em Engenharia Civil, UNICAMP, karen.setei@gmail.com; (4) LABTEC, UNICAMP, patricia@fec.unicamp.br

Resumo: *Com o intuito de desenvolver e industrializar o mercado da construção civil, têm sido desenvolvidos e utilizados diversos tipos de inovações tecnológicas com métodos construtivos mais avançados. Esse desenvolvimento tem possibilitado a execução de projetos, reduzindo ao máximo as perdas presentes na construção de edificações e proporcionando uma melhoria na qualidade do produto final. Como instrumento de racionalização a fim de melhorar a produtividade nos sistemas hidrosanitários surge a tecnologia de banheiros prontos ou também chamados banheiros pré-fabricados. Esse sistema possibilita a simplificação das tarefas de aquisição, instalação, administração e verificação da obra, diminuindo etapas na execução de serviços e eliminando o retrabalho durante e após a entrega da edificação. O sistema de banheiros prontos, é construído mediante linhas de produção industrial tendo um controle de materiais, acabamento, instalação e qualidade. Dessa forma é possível padronizar os produtos e serviços necessários para a construção do sistema, garantindo agilidade ao processo construtivo e proporcionando uma construção enxuta e sistematizada. O presente trabalho apresenta um estudo de caso na empresa A e seu sistema industrializado de banheiros prontos, mapeando o processo produtivo fabril. Os resultados consistem em um mapa de fluxo de valor do estado atual e futuro, propondo melhorias para o processo de fabricação.*

Palavras-chave: *Banheiros prontos; Construção; Processo; Mapa de Fluxo de Valor; Industrialização.*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos - Processo de Produção.*

1 INTRODUÇÃO

A industrialização na construção civil é um processo evolutivo que através da implementação de inovações tecnológicas objetiva aprimorar o desempenho da atividade construtiva (SANTOS, NETO, & SANTOS, 2008). A forma mais efetiva de industrializar o setor da construção civil é transferir o trabalho realizado nos canteiros para fábricas permanentes e modernas, sendo assim, o caminho para essa evolução é a pré-fabricação que possibilita processos de produção mais eficientes, trabalhadores especializados e controle de qualidade (SIRTOLI & PIZZUTTI DOS SANTOS, 2015).

A estrutura pré-fabricada é definida como um elemento pré-moldado industrialmente a partir de matérias primas e semi-produtos cuidadosamente escolhidos e utilizados, sendo em seguida estes elementos transportados à obra onde ocorre a montagem da edificação (REVEL, 1973). A pré-fabricação se aplica em toda fabricação de elementos da construção civil em indústrias, como é o caso da tecnologia dos banheiros prontos que é um sistema de construção de células de banheiros em fábrica. Para a fabricação dessas células é necessário implantar o uso de algumas ferramentas da filosofia Lean Construction, como por exemplo o mapeamento de fluxo de valor que auxilia o processo de melhoria contínua, com o intuito de diminuir desperdícios, custos, prazos, aumentando a capacidade de produção nos canteiros de obra e mantendo todas as atividades que geram valor (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003)

Com a finalidade de proporcionar um entendimento da tecnologia banheiros prontos no processo produtivo, este trabalho teve como objetivo avaliar o processo de fabricação através de um mapeamento de fluxo de valor dos banheiros prontos da fábrica A, localizada no estado de São Paulo. Portanto, foi feita uma coleta de dados

mediante a uma visita técnica, onde teve-se o pleno entendimento do processo fabril. Com o mapeamento de fluxo do valor foi possível observar que a empresa possuía ferramentas lean implantadas para produção da tecnologia, porém essas não atendiam plenamente a mentalidade enxuta na redução de desperdícios, havendo a necessidade de propor algumas melhorias na cadeia de produção com o intuito de ter um fluxo contínuo.

2 REVIÇÃO DA LITERATURA

2.1 Banheiros prontos

O processo de industrialização ocorreu após a II Guerra Mundial no ano de 1944 na região da Grã-Bretanha onde começaram a surgir os primeiros pré-fabricados na construção civil. Neste período foi introduzida a ideia da construção de “casas temporárias”, pois com o término da guerra necessitava-se de um número elevado de casas o mais rápido possível. Após discussões entre engenheiros e metalurgistas de indústrias de alumínio, foi construída uma casa, como protótipo, para ilustrar o que estava sendo requerido, resultando em casas feitas de alumínio (SHEPHERD, 1966)

Neste mesmo período, na América, Buckminster Fuller aprimorou seu protótipo, Dymaxion House, construído em 1944 e desenvolveu uma nova unidade contendo um banheiro pré-fabricado com chapas de aço, incluindo aquecimento, refrigeração e ventilação, sendo essas unidades mais avançadas do que as construídas na Grã-Bretanha. O fim da guerra trouxe uma redução no capital de investimento das indústrias de aço, portanto a solução foi buscar a utilização de outro material na fabricação dos banheiros. Portanto, para as construções de novos protótipos foram escolhidas placas de PVC, as quais eram cimentadas e soldadas juntas para levantar a estrutura. A experiência foi finalizada com sucesso possibilitando um crescimento nas indústrias de plásticos que conseqüentemente começaram a desenvolver banheiros pré-fabricados (SHEPHERD, 1966).

No Brasil a tecnologia dos banheiros pré-fabricados tem estado presente desde 1998, onde foi rapidamente incorporada pelo setor hoteleiro. Assim como qualquer outro produto pré-fabricado utilizado na construção civil, pressupõe-se elementos padronizados que serão produzidos em instalações industriais conforme projeto arquitetônico, portanto as unidades são entregues em obra já com piso, paredes, teto, tubulação hidráulica, louças sanitárias além de acessórios e acabamentos especificados (TÉCHNE, 2003).

O sistema de banheiros prontos é indicado para hotéis, motéis, hospitais, edifícios comerciais e residenciais entre outras construções que exijam produção em série. Os banheiros podem ser executados em concreto armado ou gesso acartonado, sendo os mesmos totalmente revestidos e prontos para serem utilizados. As vantagens de utilizar esse sistema pré-fabricado incluem redução no desperdício de materiais em obra, um controle rigoroso de qualidade do produto, redução de cronograma de entrega da obra e redução na equipe de trabalho. Esse método permite que o processo construtivo se torne mais rápido reduzindo ao máximo as operações no canteiro de obra (RIBEIRO, 2002).

2.2 Mapeamento do fluxo de valor (MFV)

O MFV é uma ferramenta gráfica de comunicação e planejamento de todas as atividades envolvidas no processo produtivo, tanto no fluxo de material quanto no fluxo de informações, desde o pedido até a entrega (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003), servindo para que as pessoas conheçam e entendam detalhadamente o fluxo de forma sistemática. O principal objetivo do mapeamento do fluxo de valor é identificar a ocorrência de desperdícios e tentar eliminá-los por meio de um estado futuro do sistema, no qual se adote o fluxo contínuo e a produção puxada (BULHÕES & PICCHI, 2009)

O método de MFV começa primeiramente com escolhendo uma família de produtos. A escolha deve ser feita pensando-se na importância e no valor para o consumidor: os produtos mais vendidos, mais caros, etc. Por segundo, é feito o mapeamento do “Estado Atual” para diagnosticar como os materiais e as informações de famílias de produtos fluem pela empresa, agregando valor ou não, identificando gargalos de produção e pontos de perdas. Posteriormente, desenha-se o “Mapa de Fluxo de Valor Futuro”, que é a maneira desejada para o fluxo de material e de informação sem desperdícios. No mapa futuro o fluxo de valor é mostrado com a melhoria sugerida e a respectiva redução de desperdícios, sendo a referência a ser atingida (CHIOCHETTA & CASAGRANDE, 2007). Por último é escrito o plano de trabalho, dividido em etapas, as quais devem ter objetivos, metas e datas necessários para se atingir ao máximo possível o estado determinado na etapa anterior (MOREIRA & FERNANDES, 2001).

Para pleno entendimento dos mapas no MFV, existem ícones padronizados e pré-determinados (Ver Figura 02), usados principalmente para representar detalhes e situações peculiares ao processo, incluindo estoques, transporte, fluxos de materiais e informações, entre outros (CHIOCHETTA & CASAGRANDE, 2007).

ÍCONES DO FLUXO DE MATERIAL		ÍCONES DO FLUXO DE INFORMAÇÃO		ÍCONES DO FLUXO DE INFORMAÇÃO	
Fontes Externas		Fluxo de Informação manual		Operador	
Processo		Fluxo de Informação Eletrônica		Necessidade de Kaizen	
Processo Compartilhado		Fluxo de Kanban		Problemas de Qualidade	
Caixa de Dados		Informação		Estoque de Segurança	
Seta Empurrado		Nivelamento de Carga			
Estoque		Bola para Puxada Sequenciada			
Fluxo Sequencial. Primeiro a entrar - primeiro a sair		Posto de Kanban			
Entrega Via caminhão		Kanban de Sinalização			
Entrega via Empilhadeira		Kanban de Produção			
Entrega via Embarcação		Kanban de Retirada			
Retirada		Kanban de Chegada em Lotes			
Supermercado		Programação "Vá ver"			
Produtos Acabados					

Figura 02. Ícones dos MFV.
Fonte: Autoria própria (2017).

3 MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia desse trabalho consistiu primeiramente em uma observação “in loco” na fábrica A, produtora dos módulos de banheiros, e uma revisão bibliográfica que abordou temas relacionados à tecnologia de banheiros prontos e ao Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). A revisão foi simplificada, de modo a proporcionar um conhecimento básico sobre o assunto para que pudesse ser elaborado o MFV da situação observada na fábrica.

Na segunda parte foi realizado um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) ou Systematic Mapping Study (SMS) sobre a tecnologia de banheiros prontos, de modo a proporcionar uma visão macro quanto às pesquisas relacionadas à essa tecnologia.

A terceira parte da metodologia consistiu na elaboração do Mapa de Fluxo de Valor atual e futuro do processo produtivo de banheiros prontos de gesso acartonado, a partir de observações realizadas na fábrica A e dos arquivos, documentos e informações disponibilizados pela empresa em reunião, propondo melhoras para reduzir os desperdícios na cadeia de produção.

4 RESULTADOS

4.1 Mapeamento do estado atual

Devido à limitação de obras em andamento, não foi possível promover uma análise do tempo gasto em cada atividade do processo produtivo. No entanto foi informado pela fábrica que são produzidos em média 6

(seis) banheiros por dia. Assim, a pesquisa priorizou a caracterização do processo produtivo e a proposta de melhorias para o mesmo.

Na fábrica A, são utilizadas linhas de produção para organizar o processo fabril, sendo que o processo de fabricação dos banheiros prontos começa com o pedido semanal do cliente à empresa. Com a quantidade de pedidos semanais, o departamento de controle da produção realiza os pedidos do material, programação e distribuição das informações e tarefas para o processo de fabricação. No momento da chegada dos materiais, eles são armazenados no canteiro de obra, onde se tem o controle do mesmo.

A fábrica possui oficinas, onde são realizadas tarefas preliminares que agilizam o trabalho na linha de produção. Atualmente existem 3 oficinas auxiliares: serralheria, responsável pela montagem da estrutura das paredes, marmoraria e pisos de concreto. Os produtos dessas oficinas são levados até a linha de produção principal para serem montados no banheiro.

Na linha de produção principal o primeiro banheiro pronto a entrar é o primeiro a sair, passando pelos seguintes processos: posicionamento do módulo de piso de concreto, soldagem da estrutura das paredes no módulo de piso, colocação das placas de gesso acartonado RU, preparação das instalações elétricas e hidráulicas, tratamento com impermeabilizante, preparação das paredes para receber revestimento, regularização do piso de concreto, assentamento de revestimentos com argamassa, instalação de peças de mármore e granito, instalação de vidros e espelhos, instalação de louças e metais, instalação de itens de marcenaria, pintura e acabamento. Toda a movimentação na linha de produção principal é feita sobre plataformas metálicas, a fim de reduzir ao máximo as perdas na movimentação do produto.

Todos os banheiros recebem uma etiqueta e uma ficha de produção que contém todas as especificações, permitindo rastreá-los em caso de problemas com os módulos na obra. Nota-se que a produção realizada pela empresa já implementa em grande parte ferramentas Lean Construction, mas ainda assim a fábrica A não conseguiu subministrar informação exata dos dados de tempos de produção para cada processo, pelo qual no MFV não é realizado o Lead-Time. A ausência de parâmetros de tempos de produção também é decorrência da customização dos projetos de banheiros prontos. A fábrica faz a compatibilização dos projetos para o emprego da tecnologia de banheiros pré-fabricados em projetos nos quais estes não estavam previstos. Assim, as medidas, acabamentos e definições são diferentes para cada projeto, o que provoca uma grande variabilidade de tempos de produção.

O mapeamento de estado atual contemplou a elaboração de um mapa, no qual foi representada toda a informação coletada na fábrica, incluindo o fluxo de informação, processos e materiais envolvidos na produção desta tecnologia. A figura 03, representa o mapeamento de fluxo de valor atual do processo de produção dos banheiros prontos.

4.2 Mapeamento do estado futuro

O Mapa de Fluxo de Valor futuro, foi proposto com o intuito de empregar ferramentas Lean para a melhoria do processo de produção observado na fábrica A.

A primeira etapa para propor um Mapa de Fluxo de Valor futuro é a observação e identificação dos desperdícios encontrados no processo de produção atual. Assim, é possível encontrar as ferramentas Lean mais adequadas para sanar os problemas observados.

Na fábrica o processo de produção havia sido melhorado anteriormente com a utilização de linhas de produção, onde o produto transita pelos diferentes setores, reduzindo a movimentação dos operários. Também foram criadas oficinas onde são realizados serviços preliminares que agilizam o trabalho na linha de produção. Ainda como otimização do processo, os materiais são entregues em kits aos operadores na quantidade exata necessária, reduzindo os desperdícios de matéria-prima e consequentemente os custos de produção. A produção, como observado no mapa de fluxo de valor atual é nivelada.

Ainda que não tenha sido possível acompanhar o desenvolvimento todas as etapas de produção completamente, algumas possibilidades de melhoria foram identificadas.

No processo produtivo da fábrica foram identificados os seguintes desperdícios: superprodução, transporte de material, movimentação e estoque. Havia uma quantidade considerável de banheiros prontos para transporte, sendo esse problema muito recorrente em fábricas de pré-fabricados, uma vez que atrasos na obra podem demandar um tempo de espera maior para entrega dos produtos acabados, que ficam aguardando a liberação na fábrica. Essa adversidade poderia ser solucionada com a colocação de um supermercado após a

embalagem onde o ciclo de fabricação seria puxado pela movimentação do supermercado. Desse modo o estoque seria controlado, evitando acúmulo de produtos prontos aguardando a liberação para entrega. Em relação ao transporte de material e à movimentação dos funcionários o desperdício se dá em decorrência das oficinas auxiliares e almoxarifado estarem localizados em outro galpão. Assim, os módulos de piso, as estruturas soldadas das paredes, as bancadas de granito e os materiais de acabamento precisam ser transportados por longas distâncias em carrinhos específicos até chegar à linha de produção. Aplicar o 5S mostra benefício nessa situação, pois permitirá o acesso aos materiais com maior facilidade, evitando o desperdício com transporte de materiais e movimentação de funcionários.

Para os processos das oficinas pode ser implementado um supermercado, considerando a programação total e semanal da obra. Assim, a movimentação do supermercado pelos processos na linha de produção movimentaria a produção nas oficinas, com o auxílio de cartões Kanban, evitando o acúmulo de peças em estoque.

Quanto ao estoque, o desperdício fica evidenciado pela grande quantidade de matéria prima armazenada para produção de paredes de gesso acartonado e materiais de acabamento. Com utilização de Kanban e o estabelecimento de um supermercado para os insumos é possível reduzir os desperdícios devido ao estoque. Assim, as observações e informações analisadas permitiram a realização de um MFV do estado futuro apresentado na Figura 04.

5 CONCLUSÃO

O estudo realizado mostra a vantagem da construção modular pré-fabricada, sendo que está além de reduzir os custos indiretos, também agiliza o processo produtivo, reduz a necessidade de estoque e os gastos com movimentação no canteiro. A padronização e industrialização da produção possibilitam um controle de qualidade mais rigoroso em relação aos métodos de construção convencionais.

O processo produtivo analisado mostrou-se bastante complexo, especialmente pela customização dos banheiros de acordo com cada projeto, bem como a grande variabilidade de layout e acabamentos possíveis. A utilização de oficinas auxiliares se mostrou de grande importância para lidar com a customização dos projetos e agilizar o andamento da linha de produção. No entanto, a aplicação de 5S para otimização do layout e disposição das oficinas nos galpões poderia reduzir os tempos gastos com as movimentações de funcionários e transporte de materiais até a linha de produção.

A fábrica visitada se mostrou bastante comprometida com a melhora contínua do processo produtivo e já empregava conceitos do pensamento Lean. O Mapa de Fluxo de Valor do estado atual, ainda que apresente a existência de alguns estoques, mostrou o resultado dessa preocupação. Ainda assim, foi possível propor novas melhorias ao processo produtivo, com a eliminação de estoques de produção e a aplicação da ferramenta Kanban. Seria necessário um estudo mais aprofundado para verificar a viabilidade e efetividade dessas melhorias na fábrica.

O mapeamento sistemático de literatura evidenciou a necessidade do desenvolvimento de estudos relacionados à tecnologia de pré-fabricação de banheiros. O emprego desse sistema construtivo ainda é visto com cautela pelas empresas construtoras, por falta de conhecimento e experiência. Os projetos normalmente não são feitos prevendo a utilização dessa tecnologia, e aqueles que optam por empregá-la fazem a adaptação posteriormente. No entanto, com organização e programação adequadas no canteiro de obras e das equipes de projeto e planejamento, a tecnologia pode trazer contribuições benéficas e significativas para a construção de edifícios.

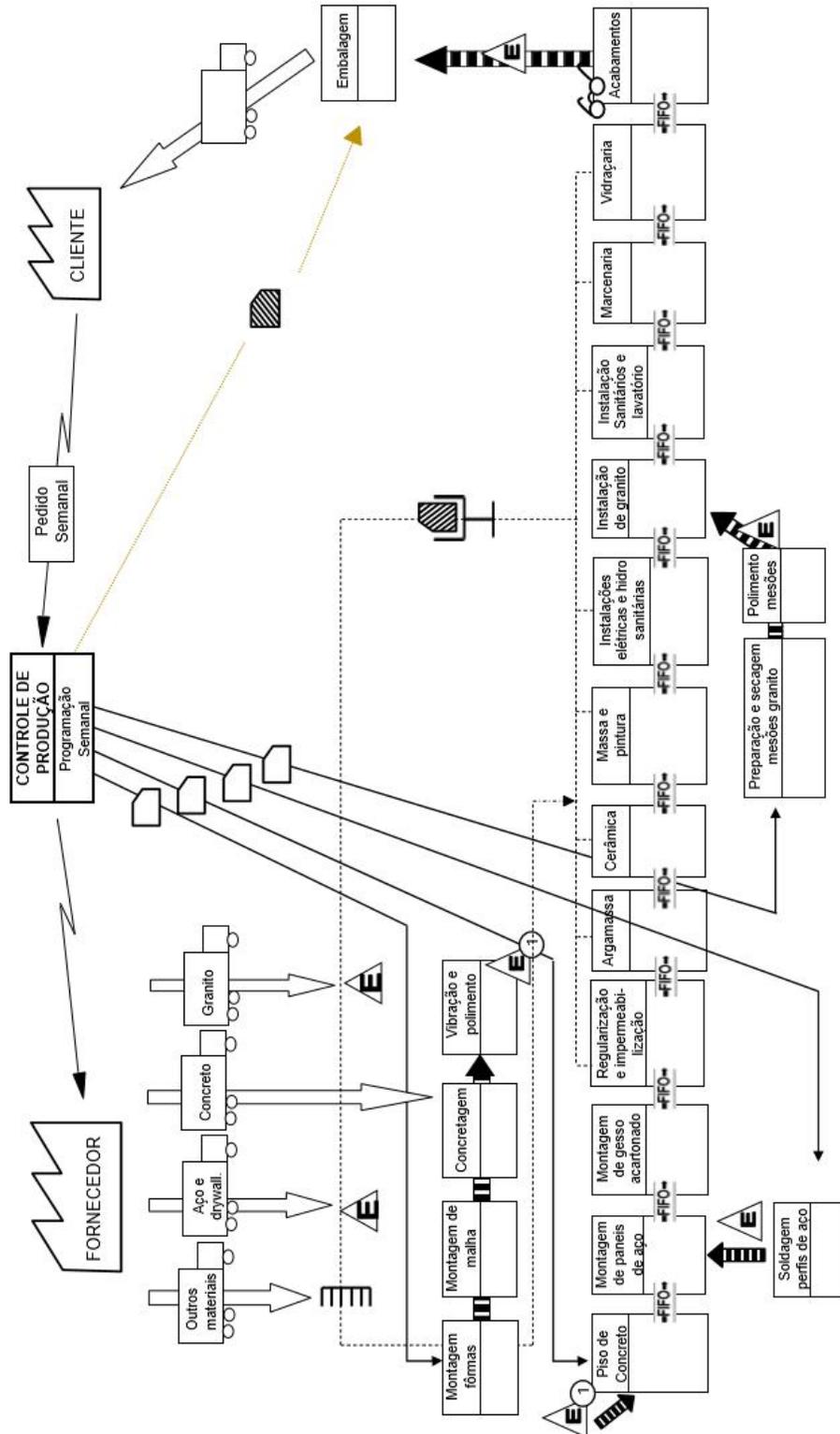


Figura 03. Mapeamento do fluxo de valor atual empresa A.
 Fonte: Autoria própria (2017).

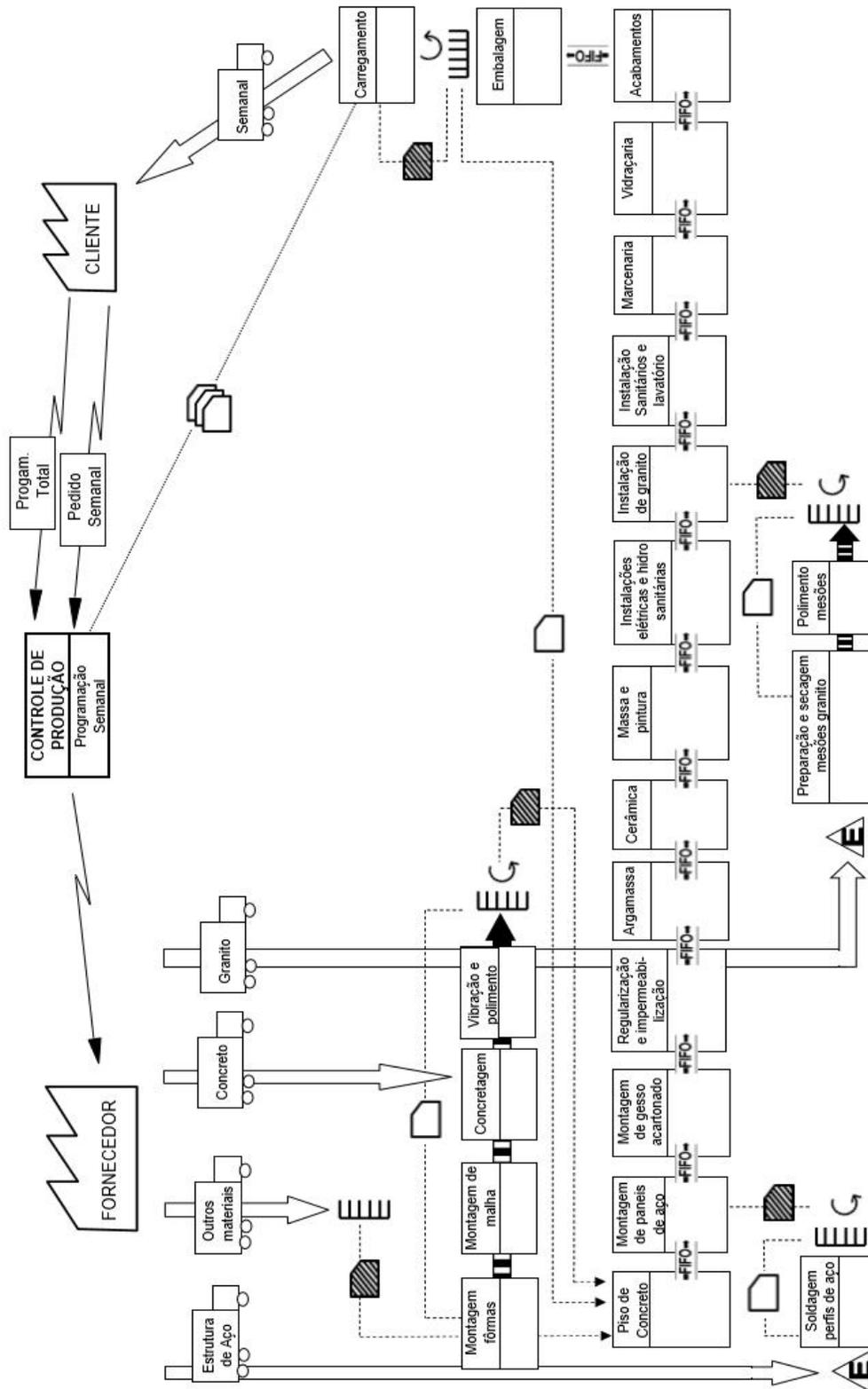


Figura 04. Mapeamento do fluxo de valor futuro empresa A.
 Fonte: Autoria própria (2017).

6 REFERÊNCIAS

SIRTOLI, A., & PIZZUTTI DOS SANTOS, J. Industrialização da construção civil, sistemas pré-fabricados em concreto e suas aplicações. Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Engenharia Civil. Santa Maria, Brasil: Projeto de Graduação, 2015.

BULHÕES, I., & PICCHI, F. Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil : uma abordagem baseada na mentalidade enxuta. Campinas, Brasil.: Dissertação de mestrado Universidade Estadual de Campinas, 2009.

CHIOCHETTA, J., & CASAGRANDE, L. Mapeamento de fluxo de valor aplicado em uma pequena indústria de alimentos. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Brasil: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2007.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean. Brasil: Chet Marchwinski e John Shook, 2003.

MOREIRA, M., & FERNANDES, F. Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso. Brasil: Associação Brasileira de Engenharia de Produção.

REVEL, M. (1973). La prefabricacion em la construccion. 1.ed. Bilbao: Urmo, 457, 2001.

RIBEIRO, M. A industrialização como requisito para a racionalização da construção. Rio de Janeiro, Brasil: Dissertação ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

SANTOS, D., NETO, J., & SANTOS, C. Gerenciamento da construção civil: otimização de recursos humanos em obra industrializada. ENTAC - XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008.

SHEPHERD, J. Service core units and prefabricated bathrooms in industrialized building. Plastics in Building Structures: Proceedings of a Conference Held in London, (págs. 55-66). London.

TÉCHNE. Pré-fabricados - Reportagem de Juliana Nakamura. *Revista de Tecnologia da Construção*, No. 80, 1966, 2003.