

***Lean thinking* na cadeia de fornecedores da construção civil**

M.Sc. Eng.^a. Patricia Stella Pucharelli Fontanini (UNICAMP) stella@fec.unicamp.br

Prof. Dr. Flavio Augusto Picchi (UNICAMP) fpicchi@fec.unicamp.br

RESUMO

A cadeia de fornecedores da construção civil envolve um grande número de insumos e agentes em cada uma de suas etapas. A complexidade desta cadeia impacta diretamente em fatores críticos da obra, tais como: custo, prazo e qualidade do produto final. Com o intuito de tornar visíveis os problemas nas interfaces entre os agentes, este artigo aplica a ferramenta de Macro mapeamento de fluxo de valor (MMFV) na cadeia de fornecedores da construção civil. Este trabalho relata um estudo de caso aplicando o MMFV, especificamente, no fluxo de suprimentos de esquadrias de alumínio, abrangendo todos seus elos, desde a extração da matéria-prima até a instalação da esquadria em obra, contemplando todos os agentes: projetista, construtora, fabricante de esquadrias e fabricante de alumínio. O Macro mapa do estado atual (MMEA) é desenhado, identificando-se desperdícios ao longo do fluxo; posteriormente discute-se o potencial de adoção de ferramentas *Lean*, apresenta-se também uma proposta de Macro mapa do estado futuro (MMEF). O artigo conclui demonstrando o alto potencial de aplicação do MMFV para identificação de desperdícios ao longo do fluxo de suprimentos, de forma clara e eficiente, e finaliza sugerindo possíveis propostas para redução dos problemas presentes nas interfaces entre os agentes envolvidos na pesquisa.

Palavras-chave: *Cadeia de Fornecedores; Macro Mapeamento de Fluxo de Valor; Cadeia de Suprimentos da Construção Civil.*

1. Introdução

O setor da construção civil tem sofrido várias transformações devido as mudanças no ambiente competitivo, que tem exigido das empresas do setor uma análise mais sistêmica de seus fluxos de produção. De acordo com Picchi (2001), pode-se dividir o empreendimento civil em cinco fluxos principais: fluxo de negócios, projeto, obra, suprimentos e uso e manutenção. O fluxo de suprimentos envolve diversos produtos e serviços (materiais, componentes, aluguel de equipamentos, etc.) e é similar ao fluxo de suprimentos encontrado em empresas de manufatura, onde existe uma grande interação entre várias empresas, nas diversas camadas de fornecimento.

A filosofia *Lean Thinking* tem como base o Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System, ou TPS) e firmou-se como um novo paradigma de produtividade na manufatura. O termo surgiu pela primeira vez como “*Lean Production*”, definido como “uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos, e oferecer ao cliente o que ele deseja, quando ele deseja” (WOMACK; JONES; ROOS, 1992), tendo sido posteriormente ampliado por Womack e Jones (1998) para “*Lean Thinking*” ou “*Mentalidade Enxuta*”, de forma a enfatizar que o mesmo se aplica à empresa como um todo, e não somente à produção. A empresa que

implantar o sistema *lean* em suas relações com os fornecedores, terá obrigatoriamente implementar diversas mudanças de paradigmas dentro e fora de seu sistema organizacional e produtivo. (COOPERS; SLAGMULDER, 1999).

Este artigo tem por objetivo demonstrar o potencial de aplicação da ferramenta *lean*, Macro mapeamento do fluxo de valor (MMFV), proposta por Womack e Jones (2002), no fluxo de suprimentos de esquadrias de alumínio no setor da construção. Em estudo exploratório anterior, os autores constataram preliminarmente o potencial de aplicação desta ferramenta para a análise de fluxo de suprimentos na cadeia de fornecimento de aço para a construção (FONTANINI; PICCHI, 2003).

Este trabalho é baseado em um estudo de caso, e fez parte de uma pesquisa de mestrado. Primeiramente elaborou-se uma revisão bibliográfica sobre fluxo de suprimentos sob o ponto de vista *Lean Thinking* e do papel da ferramenta de MMFV nesse contexto. A seguir, foi utilizada a ferramenta no estudo de caso proposto, a partir da aplicação de entrevistas semi-estruturadas entre os agentes envolvidos no fluxo escolhido para obtenção de informações sobre o fluxo de materiais e informações. Estas entrevistas foram realizadas com arquitetos, engenheiros e responsáveis pelo departamento de compras e de produção das empresas escolhidas. Baseado nos dados obtidos através das pesquisas realizadas em campo, elaborou-se o desenho do Macro mapa do estado atual (MMEA), conforme proposto por Womack e Jones (2002). Na seqüência, foi proposto o desenho do Macro mapa do estado futuro (MMEF) para o fluxo de suprimentos das esquadrias de alumínio na obra, baseado na aplicação dos conceitos da filosofia *Lean Thinking*. O artigo conclui discutindo o potencial da aplicação do MMFV para a identificação de desperdícios, e sua utilidade no estabelecimento de diretrizes para melhorias no fluxo de suprimentos, tais como: redução de estoques, tempos de espera, etc.

2. *Lean thinking* aplicado na cadeia de fornecedores

O problema de gerenciamento de fornecedores tem sido observado na indústria automobilística, que conta centenas de agentes para o fornecimento de seus componentes. Durante a segunda guerra, este problema era resolvido da seguinte maneira: a companhia produtora de automóveis se responsabilizava por todas as etapas. (WOMACK; JONES, 1998).

Womack, Jones e Ross (1992), analisando a indústria automobilística, constatam que o relacionamento fornecedor-comprador tende a ser bastante conflituoso, devido a divergências de interesses e falta de comunicação entre os integrantes do fluxo de suprimentos. Na construção civil brasileira, alguns autores (ISATTO; FORMOSO, 2002; JOBIM; JOBIM, 2001; CRUZ, 2002 e AZAMBUJA, 2002) têm identificado problemas semelhantes no fluxo de materiais e informações dentro de algumas cadeias de suprimentos.

Vários autores (SCHONBERGER, 1984; MONDEN, 1983; SUZAKI, 1987; WOMACK; JONES; ROOS, 1992; COOPER; SLAGMULDER, 1999), discutiram algumas características importantes para a implementação de melhorias nas inter relações entre os agentes do fluxo de suprimentos, sob a ótica do *Lean Thinking*. Dentre as principais características apontadas pelos autores citados, para que o fluxo de suprimentos se comporte de forma *Lean*, podemos citar: parceria, estabilidade nos relacionamentos, redução da base de fornecedores, melhoria dos custos na cadeia, fluxo de informação mais ágil entre os agentes da cadeia de fornecimento, aprendizado mútuo, entregas e produção, qualidade garantida, melhoria contínua, dentre outros. A criação de uma cadeia de fornecedores, com as características mencionadas, possibilita a redução de desperdícios e criação de relacionamentos estáveis e confiáveis entre compradores e fornecedores. Entretanto, para implementar estas sugestões

entre agentes, é necessário detectar os pontos conflituosos dentro da cadeia.

3. *Lean thinking* aplicado na cadeia de fornecedores da construção civil

Os autores Womack, Jones e Ross (1992) descreveram características do comportamento do fluxo de suprimentos na indústria automobilística: as montadoras que lideram o fluxo têm grande influência sobre todos os demais agentes da cadeia, sejam os agentes “à jusante” (mais próximos do cliente final), como revendedoras, quanto os “à montante” (mais distantes do cliente final), ou seja, fornecedores de subconjuntos (camada 1 de fornecedores), fornecedores de peças para os mesmos (camada 2), fornecedores de peças simples e matérias primas (camadas 3 e 4).

Na construção civil, esta liderança não é tão transparente, uma vez que as construtoras (empresas mais próximas do cliente final) dividem com empreendedores e projetistas, a concepção e produção do produto (construção). E também por ser um setor composto em sua maioria por pequenas e médias construtoras (altamente pulverizado), que por fim acabam exercendo pouca influência nas empresas fabricantes de materiais, já que a maioria das construtoras possuem menor poder comercial e tecnológico que seus próprios fornecedores. Esta característica faz com que a coordenação do fluxo de suprimentos seja mais complexa no ambiente construtivo, que em outros setores.

Diversos autores têm investigado fontes de desperdícios, através da observação de estudos de caso, envolvendo a aplicação de conceitos *Lean Thinking* ao longo de várias cadeias de suprimentos no setor da construção civil (VRIJHOEF, 1998; VRIJHOEF et al., 2001; ARBULU; TOMMELEIN, 2002; AZAMBUJA, 2002; LONDON; KENLEY, 2000; SHIMIZU; CARDOSO, 2002; JOBIM; JOBIM FILHO, 2001; POLAT; BALLAND, 2003), abordando diversos aspectos, tais como: identificação de desperdícios ao longo da cadeia, parceria com fornecedores, uso de *just-in-time*.

4. Macro-mapeamento do fluxo de valor (MMFV)

Um dos principais objetivos do *Lean Thinking* é a eliminação de desperdícios. Para tanto, uma das mais importantes ferramentas é o Mapa de Fluxo de Valor (MFV), descrito inicialmente por Rother e Shook (2000). A partir de uma linguagem simples, consegue-se com o MFV entender as relações dos fluxos de informações e de materiais, dentro de uma empresa (porta-a-porta), enxergando seus desperdícios.

Womack e Jones (2002) propõem a aplicação do MFV de forma estendida, ou seja, inter-empresas, o que denominam de Macro Mapeamento de Fluxo de Valor (MMFV). No estudo descrito por estes autores, através do MMFV, é possível evidenciar os inúmeros desperdícios no fluxo de suprimentos para a produção de para-brisas (acessório instalado pelas montadoras), representados no Macro Mapa do Estado Atual (MMEA). Tendo como base princípios *Lean* de relacionamento com fornecedores, estes mesmos autores, desenham um Macro Mapa do Estado Futuro (MMEF) em diversas etapas, sendo que no MMEF mais avançado, o *lead time*, ou tempo total de produção, experimenta uma redução de cerca de 95% em relação ao *lead time* original para a produção de pára-brisas. Este exemplo mostra o potencial de uso desta ferramenta na otimização de complexos fluxos de suprimentos na manufatura, utilizando-se os conceitos do *Lean Thinking*.

Através da aplicação do Macro mapeamento do fluxo de valor, o desenho dos processos dos agentes envolvidos deve possibilitar (WOMACK; JONES, 2002):

- Uma visualização mais completa dos processos que compõem o fluxo de valor da família

ou produto específico, bem como, a identificação de seus fornecedores e seus respectivos processos produtivos.

- Identificação das fontes de desperdícios inerentes ao fluxo de valor da família de produtos escolhida.
- Criação de uma linguagem comum entre os agentes do fluxo de valor (cliente final e seus fornecedores).
- Uma visualização das decisões sobre o fluxo de valor, de modo a facilitar a discussão entre os agentes do processo de fornecimento e fabricação.
- Possibilidade de aplicação de conceitos e técnicas enxutas dentro do macro mapeamento, pois a visualização do fluxo de valor do produto favorece a aplicação de técnicas enxutas como um todo, e não isoladamente, mas a longo de toda a cadeia de fornecimento.
- Possibilidade de criação de uma base documental, pois uma vez mapeado o estado atual do fluxo de valor do produto, este funciona como uma referência para a implementação enxuta ao longo da cadeia.
- Visualização do fluxo de materiais conjuntamente com o fluxo de informações, possibilitando identificar as falhas entre agentes e fornecedores.
- Possibilidade de descrever qualitativa e quantitativamente cada um dos seus processos produtivos, e estabelecer comparações (antes/depois).

Acredita-se que ao utilizar o Macro mapeamento do fluxo de valor (MMFV), falhas e lacunas no fluxo de materiais e informações, entre compradores e fornecedores, possam ser demonstradas de forma clara e consistente, possibilitando o início de uma conversação eficiente entre os agentes envolvidos para identificação das causas de desperdícios, divisão de responsabilidades, etc. (WOMACK; JONES, 2002).

5. Estudo de caso: aplicação do macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio para a construção civil

5.1 Estudo de caso: Fluxo de suprimentos de esquadrias de alumínio na construção

Com o objetivo de avaliar o potencial de aplicação do MMFV na construção civil, foi realizado um estudo de caso para análise do fluxo de suprimentos das esquadrias de alumínio em uma obra vertical residencial, localizada na cidade de Campinas – S.P. A escolha do componente, esquadrias de alumínio, foi feita devido à grande participação do custo deste material no custo total da obra, que representa cerca de 4% a 10% do custo final da construção, dependendo do projeto especificado. (AFEAL, 2004).

Os agentes convidados para participarem deste estudo de caso foram: uma construtora de porte médio, (sediada na capital, mas atuante no interior do Estado de São Paulo), um fabricante de esquadrias (responsável pela fabricação e fornecimento de esquadrias de alumínio para diversas obras) e um fabricante de perfis de alumínio (responsável pela extração da bauxita, fabricação dos tarugos de alumínio e extrusão dos perfis de alumínio).

O fabricante de esquadrias de alumínio está situado na cidade de Indaiatuba – S.P. e semanalmente recebe perfis de alumínio do distribuidor de seu fornecedor principal, e encaminha para o setor de produção para confeccionar as esquadrias encomendadas pela construtora, de acordo com as especificações e projetos do escritório de arquitetura terceirizado.

O agente fabricante de perfis de alumínio é responsável tanto pela extração da bauxita (matéria-prima para a fabricação dos tarugos de alumínio), como pela fabricação dos perfis de alumínio (extrusão dos tarugos de alumínio). Para este estudo, foram analisadas as duas unidades do agente fabricante de alumínio: Unidade de Sorocaba – S.P (extrusão do tarugo) e Unidade de Poços de Calda – MG (extração bauxita e fabricação do tarugo). O MFV do agente fabricante de alumínio não será apresentado neste artigo¹, mas esta disponível na dissertação já defendida.

5.2 Macro mapa do estado atual da cadeia de esquadrias de alumínio para a construção civil (MMEA)

Para elaboração do desenho do Macro Mapa do Estado Atual (MMEA) foi necessário o desenho do Mapa do Fluxo de Valor (MFV) do estado atual (porta-a-porta) de cada um dos agentes envolvidos no fluxo de suprimentos de esquadrias. Na figura 01 foi apresentado o mapa do estado atual do primeiro agente envolvido: a construtora. Todos os MFV foram obtidos a partir de entrevistas junto ao agentes envolvidos no fluxo de suprimento escolhido. Os símbolos empregados para a representação dos processos e fluxos seguem Womack e Jones (2002). Para facilitar a compreensão dos desenhos, segue legenda resumida dos símbolos nos mapas em anexo. O MMEA elaborado para o fluxo de suprimentos analisado teve como objetivo evidenciar os agentes e um resumo de seus processos produtivos.

A figura 02 apresenta o MMEA da esquadria de alumínio de forma estendida, este mapa demonstra que o fluxo é “empurrado”, a partir do fabricante de esquadrias de alumínio, conforme caracterizado por Rother e Shook (2000), ou seja, a produção e entrega de produtos entre participantes da cadeia é definida a partir de previsões (mensais e bimestrais, no caso da construtora para a fábrica de esquadrias), o que gera grandes estoques nos agentes pertencentes ao fluxo e elevado risco de falta de materiais demandados pelos clientes. Durante a pesquisa, contou-se a necessidade de grandes estoques existentes em cada um dos agentes, medida que tenta conviver com deficiências de processos e problemas de qualidade ao longo do fluxo. Os dados apresentados no MMEA se referem os estoques podem ser observados nas caixas de dados localizadas abaixo de cada ícones das empresas: MP (estoques de matéria-prima), EP (estoques em processo) e PA (estoques de produtos acabados).

Para grande maioria dos materiais de uma obra, a relação entre a construtora e o fornecedor mais imediato ocorre através de previsões com bastante antecedência, devido a longos tempos de processamento, seja no departamento de compras da empresa, seja no fornecedor. É comum construtoras planejarem seus cronogramas com uma “grande folga”, variando de 15 a 90 dias, dependendo do material. Isto gera uma diferença grande a data planejada e a data real de entrega do material em obra, tendo como resultado o acúmulo de estoques em várias etapas do fluxo de suprimentos.

Ainda na figura 02, o MMEA mostra as relações entre os diversos agentes do fluxo de valor das esquadrias de alumínio, desde sua extração, realizada pelo primeiro agente o fluxo a jusante, a unidade do fabricante de alumínio responsável pela extração de bauxita (Poços de Caldas – MG) até o agente a montante do fluxo, a construtora. Neste mapa são apresentados os resumos das informações de cada um dos agentes, dentro das caixas de dados, abaixo de cada ícone, estão registrados os tempos de processamento (tempo que o produto passa por processo de agregação de valor) e o *lead time* de cada agente. Estes dados apresentados forma

¹ Os MFVs dos demais agentes não foram contemplados neste artigo devido a limitação de espaço físico, mas estão disponível na dissertação que respaldou este trabalho, que pode ser encontrada em busca no site: www.infohab.org.br.

obtidos a partir dos MFV (porta-a-porta) de cada agente. O macro mapa contempla também dados como *lead time* total do processo e estoques intermediários e estoques existentes nos fornecedores.

5.3 Desperdícios identificados através da análise do MMEA

Analisando o MMEA, percebe-se imediatamente alguns desperdícios e falhas:

- Existência de um distribuidor, entre o fabricante de perfis de alumínio e o fabricante de esquadrias, que acrescenta uma etapa que não transforma o produto.
- Necessidade de previsão e planejamento com excessiva antecedência, inferindo pouca flexibilidade no fluxo, no caso de ocorrer mudança de cronograma no fluxo.
- Estoques de matéria-prima (MP) e em processo (EP) elevados em todos os agentes do fluxo de suprimentos.
- Ausência de um sistema de informação integrado entre os agentes do fluxo de suprimentos.
- Ausência de integração e parceria entre os agentes do fluxo de suprimentos.

Estes desperdícios se tornam mais claros, através da utilização do macro mapa de fluxo de valor. Os desperdícios ao longo da cadeia ficam evidentes quando compara-se o tempo total, que é de 161.3 dias, com o tempo de agregação de valor total do produto na cadeia, que é de 5.2 dias.

Outro problema que não é tão visível, mas latente ao processo, é a forma de relacionamento entre os agentes do fluxo de suprimentos. O comprometimento e a estabilidade não são identificados durante o macro mapeamento deste estudo de caso, uma vez que não existia um histórico de fornecimento anterior entre os agentes. A escolha dos agentes fornecedores não segue um procedimento, já que inúmeras vezes foi identificado durante entrevista que a escolha final do fornecedor é determinada pela alta direção, sem a análise prévia de critérios como: pontualidade, entrega de produtos com a qualidade especificada, custo e histórico de bons fornecimentos.

Além dos desperdícios já apontados no artigo, outros focos de desperdícios foram identificados durante a pesquisa, como o tempo gasto entre a elaboração do planejamento de obra e o pedido de compra do material que foi calculado em 81 dias presente no fluxo de suprimentos da construtora e também o tempo gasto entre o recebimento do pedido da construtora e a ordem para a produção que foi calculado em 39 dias no fluxo de suprimentos do fabricante de esquadrias de alumínio.

5.4 Macro mapa do estado futuro da cadeia de esquadrias de alumínio para a da construção civil (MMEF)

Os dados internos (estoques, tempos de fabricação, defeitos, etc) dos MFV de cada agente possibilita a elaboração do MMEA do fluxo de suprimentos como um todo. O MMEA serve como base para o desenho de propostas de MMEF, que visam encontrar a melhor maneira de eliminar desperdícios, incorporando os conceitos *Lean*.

Baseado nos passos sugeridos por Womack e Jones (2002), elaborou-se uma proposta do MMEF, representado na figura 03, sugerindo possíveis melhorias para a eliminação de desperdícios identificados a partir da implementação dos conceitos do *Lean Thinking* no fluxo de suprimentos como um todo:

- 1) Eliminação do distribuidor localizado entre o fabricante de esquadrias de alumínio e o

fabricante de perfis de alumínio, sem prejuízo para o fluxo de valor do produto, uma vez que as etapas dentro deste agente, não agregam valor ao produto. Esta item já foi implementado pelo fabricante de perfis de alumínio, sendo que atualmente a fábrica despacha os perfis diretamente para o fabricante de alumínio.

- 2) Redução da necessidade de planejamento e previsões, de longo prazo, sugere-se que o controle de produção dos agentes, bem como da construtora e do escritório de arquitetura, criem um canal de comunicação.
- 3) Adesão da produção “puxada”, utilizando-se o sistema de supermercados e *Kanban* entre os agentes a jusante do fabricante de esquadrias.
- 4) Realização de entregas em lotes menores, entre o fabricante de esquadrias e a construtora, entregando um pavimento por semana. No meio da semana, o fornecedor deve ser informado, através do sistema *Kanban*, para programar o carregamento da próxima semana. A entrega deve ser feita em viagens compartilhada entre os clientes, de forma a otimizar as viagens dos agentes.
- 5) Redução de estoques dentro dos agentes (estoques de matéria-prima, estoques em processo e estoques de produtos acabados). No MMEF, sugere-se que todos os agentes reduzam seus estoques entre processos, aplicando o conceito Lean em seus próprios processos internos.
- 6) Criação de um sistema de informação integrado entre todos os agentes da cadeia de suprimentos, possibilitando os agentes do fluxo obterem informações do agente da “ponta” da cadeia se necessário.
- 7) Adicionalmente, pode-se promover a integração entre os agentes do fluxo de suprimentos, através de reuniões periódicas, para a discussão de diretrizes e estratégias para: melhoria de custos para a cadeia como um todo, padronização do fluxo de informação para torná-la mais ágil, para garantir aprendizado mútuo e para a elaboração de planos de ação conjuntos.
- 8) Instalação de uma pequena unidade do fabricante de esquadrias dentro da obra, para realizar o corte e dobra dos contra marcos e esquadrias, criando um fluxo contínuo entre duas etapas da fabricação e instalação.

Conforme apresentado nos MFV (porta-a-porta) de cada um dos agentes, observou-se a existência de desperdícios durante a produção interna de cada empresa: estoques entre processos, etapas executadas que não agregam valor, estoques desnecessários de matéria-prima. Portanto, para iniciar a implantação do *Lean Thinking* dentro do fluxo de suprimentos é necessário garantir o fluxo de produção em cada agente (Construtora, Fabricante de Esquadrias, Distribuidor e Fabricante de Alumínio), a partir da aplicação dos princípios *Lean* internamente em cada empresa. No MMEF, apresentou-se uma solução de implantação de mudanças dentro dos agentes e ao longo da cadeia, apenas eliminando os estoques entre processos e reduzindo o estoque de matéria-prima em uma semana, dentro de cada um dos agentes, o *lead time* do macro processo experimenta uma redução de cerca de 58%, reduzindo de 161.3 dias para 66.3 dias. As melhorias que o fabricante de perfis de alumínio implementou recentemente (2003) foram consideradas na redução do estoque em processo sugerido no MMEF.

6. Conclusão

A aplicação exploratória da ferramenta se demonstrou viável no fluxo de suprimentos da construção para a identificação de desperdícios. É proposto na continuidade da pesquisa, a implementação e validação do MMEF com os agentes participantes do estudo de caso.

As modificações sugeridas no MMEF, envolvem tanto um rearranjo comercial entre os agentes, em geral são identificadas no MMEA, como uma mudança no comportamento do fluxo de suprimentos. Surge a necessidade de negociações entre os agentes do fluxo, para visualizarem os ganhos e as perdas. Também é desejável que as informações sejam compartilhadas por todos os agentes do fluxo de suprimentos de forma a favorecer o planejamento, a partir de dados reais da demanda. No caso estudado, as informações poderiam ser disponibilizadas diariamente *on-line* para que os agentes conseguissem acompanhar o andamento do produto até sua entrega. Para a implementação do MMEF, recomenda-se que todos os agentes participem da elaboração do MMEA e discutam as novas versões do MMEF. O MMFV é uma ferramenta dinâmica, que deve ser utilizada com uma determinada periodicidade, a fim de proporcionar aos integrantes do fluxo de suprimentos a melhoria contínua de seus processos e de seu macro processo como um todo.

Conclui-se que existe um significativo potencial na aplicação do macro mapeamento de fluxo de valor (MMFV) para identificação de desperdícios e proposição de melhorias no fluxo de suprimentos na construção civil. Embora, os problemas encontrados no fluxo de suprimentos já sejam bastante discutidos (estoques entre processos, grandes estoques de matéria-prima, etapas que não agregam valor), a aplicação do macro mapeamento de fluxo de valor estendido, possibilita uma identificação e clara dos mesmos, ou seja, o local da cadeia onde ocorrem e a visualização da dinâmica que gera os mesmos, como a interação entre os fluxos de informação e materiais entre os diversos agentes. além de facilitar o mapeamento da solução, através da implementação do macro mapa do estado futuro. Os autores sugerem a realização de estudos posteriores, aplicando o MMFV em outros fluxos de suprimentos com características diferentes dentro da construção, e o envolvimento de mais de um agente por camada de fornecimento, aplicando-se os princípios de *Lean Thinking*.

Referências bibliográficas

AFEAL – Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio. Disponível em: <<http://www.afeal.com.br>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2004.

ARBULU, J. R. e TOMMELEIN, D. I., Value Stream Analysis of Construction Supply Chains: Case Study on Pipe Supports Used in Power Plants. In: ANNUAL CONF. INT. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10th, 2002, Gramado, BR. **Proceedings...** Gramado, BR, Aug 06-08, 2002.

AZAMBUJA, M.M.B. **Processo de projeto, aquisição e instalação de elevadores em edifícios: diagnóstico e propostas de melhoria**. Porto Alegre: NORIE, 2002. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UFRGS).

COOPER, R.; SLADMULDER, R. **Supply Chain Development for the lean enterprise: interorganizational cost management**. Portland: Productivity, 1999.

CRUZ, A. L. G. **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil: uma abordagem logística**. 2002. 401 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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 NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – SIBRAGEC, 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2003.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. **Fatores relevantes na concepção de sistemas de informação voltados à gestão da cadeia de suprimentos na construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO

AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2002, Foz de Iguaçu, PR. **Anais...Foz do Iguaçu**: ANTAC, 2002. p. 623-632.

JOBIM, M. S. S.; JOBIM FILHO, H. **Proposta de integração das cadeias de suprimentos da indústria da construção civil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 2, Fortaleza, CE, 2001. **Anais...Fortaleza**: SIBRAGEC, 2001.

LONDON, K., KENLEY, R. **Clients role in construction supply chains: a theoretical discussion**. Paper. Austrália, 2000.

MONDEN, Y. **Toyota production system: an integrated approach to just-in-time**. Norcross, GA: Engineering & Management Press. , 1983. 3 ed.

PICCHI, F. A. Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): Avaliação Sistemática do Potencial de Aplicação no setor da construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – SIBRAGEC, 2001, Fortaleza. **Anais... Fortaleza**, 2001.

POLAT, G.; BALLAND, G. Construction Supply Chains: Turkish Supply-Chain Configurations for Cut and Bent Rebar. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11., Blacksburg, VA , USA, 2003. **Proceedings...Blacksburg**: IGLC, 2003.

ROTHER, Mike e SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**. Tradução de José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2000.

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas**: nove lições ocultas sobre simplicidade. Tradução de Oswaldo Chiquetto. Coleção Novos Umbrais. São Paulo: Pioneira, 1984.

SHIMIZU, J. Y.; CARDOSO, F. .F. Subcontracting and Cooperation Network in Building Construction: a Literature Review. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., Gramado, BR, 2002. **Proceedings...Gramado**: IGLC, 2002.

SUZAKI, K. **The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement**. New York: The Free Pres, 1987

TOMMELEIN, I. Pull-driven scheduling for pipe-spool installation: simulation of a lean construction technique. **Journal of construction engineering and management**, v. 124, n. 4, p. 279-288, july/august 1998.

TOMMELEIN, I. ; WEISSENBERGER, M. More just-in-time: location of buffers in structural steel supply and construction processes. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley/CA. **Proceedings... Berkeley/CA**: [S.n.], 1999.

VRIJHOEF, R. **Co-makership in Construction : Towards Construction Supply Chain Management**. Espoo, Filand: Technical Research Center of Filand, 1998. (Tesis of Graduate Studies, Delft University of Technology).

VRIJHOEF, R; KOSKELA, L; HOWELL, G.. Understanding Construction Supply Chains: an alternative Interpretation. In: ANNUAL CONF. INT. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9th, 2001, Singapura, CH. **Proceedings... Singapura, CH, Aug 06-08, 2001**.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Tradução de Ivo Korytovski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D. **Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream**. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 2002.

Agradecimentos

À CAPES, que apoiou a pesquisa com bolsa de mestrado e à construtora Concima S.A, Lumibox System e ALCOA Alumínio S.A pelo apoio recebido para durante o levantamento de dados para o estudo de caso.

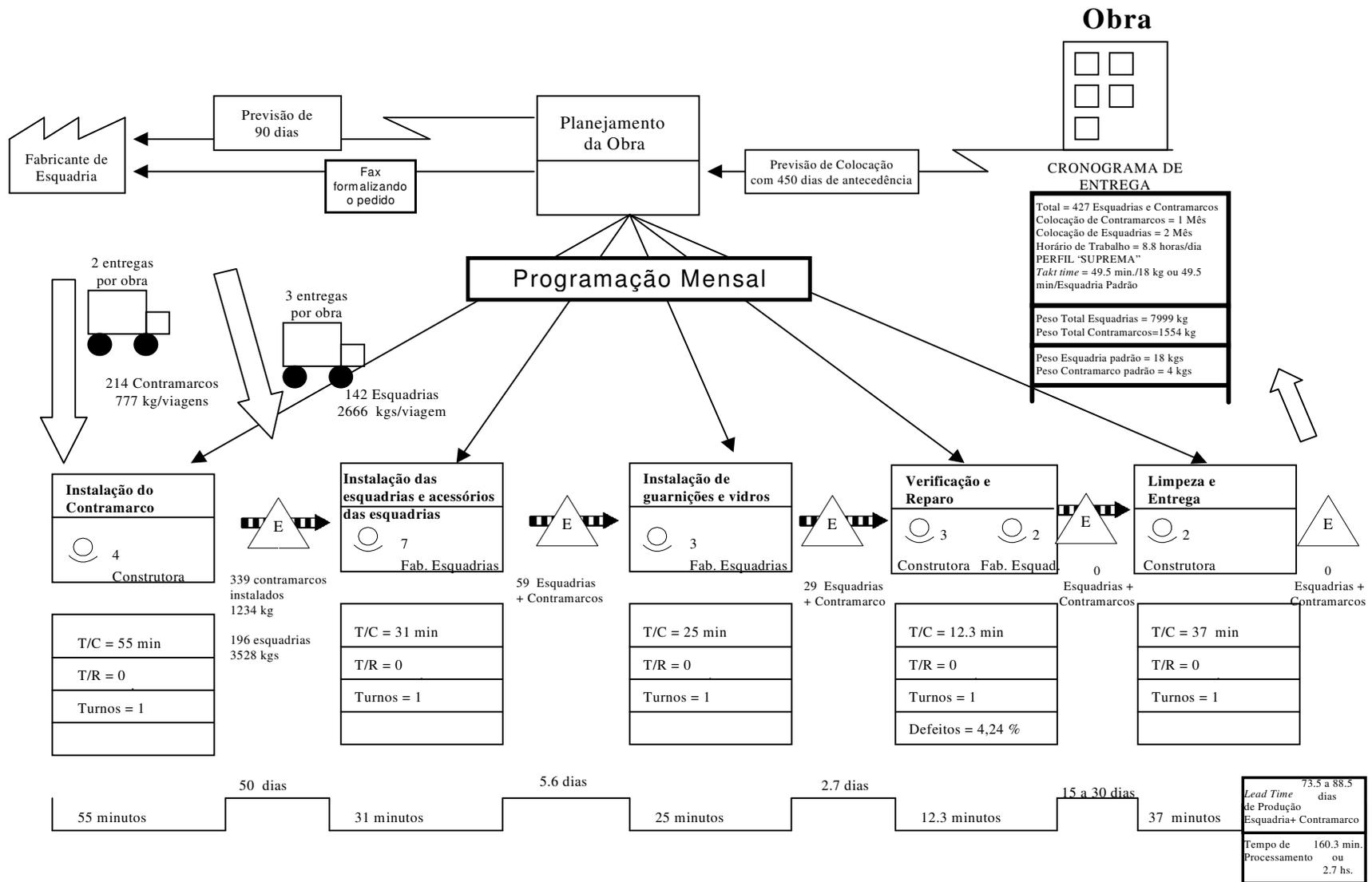


Figura 01 – Desenho do mapa do estado atual do Fluxo de Suprimentos de Esquadrias de Alumínio na Obra

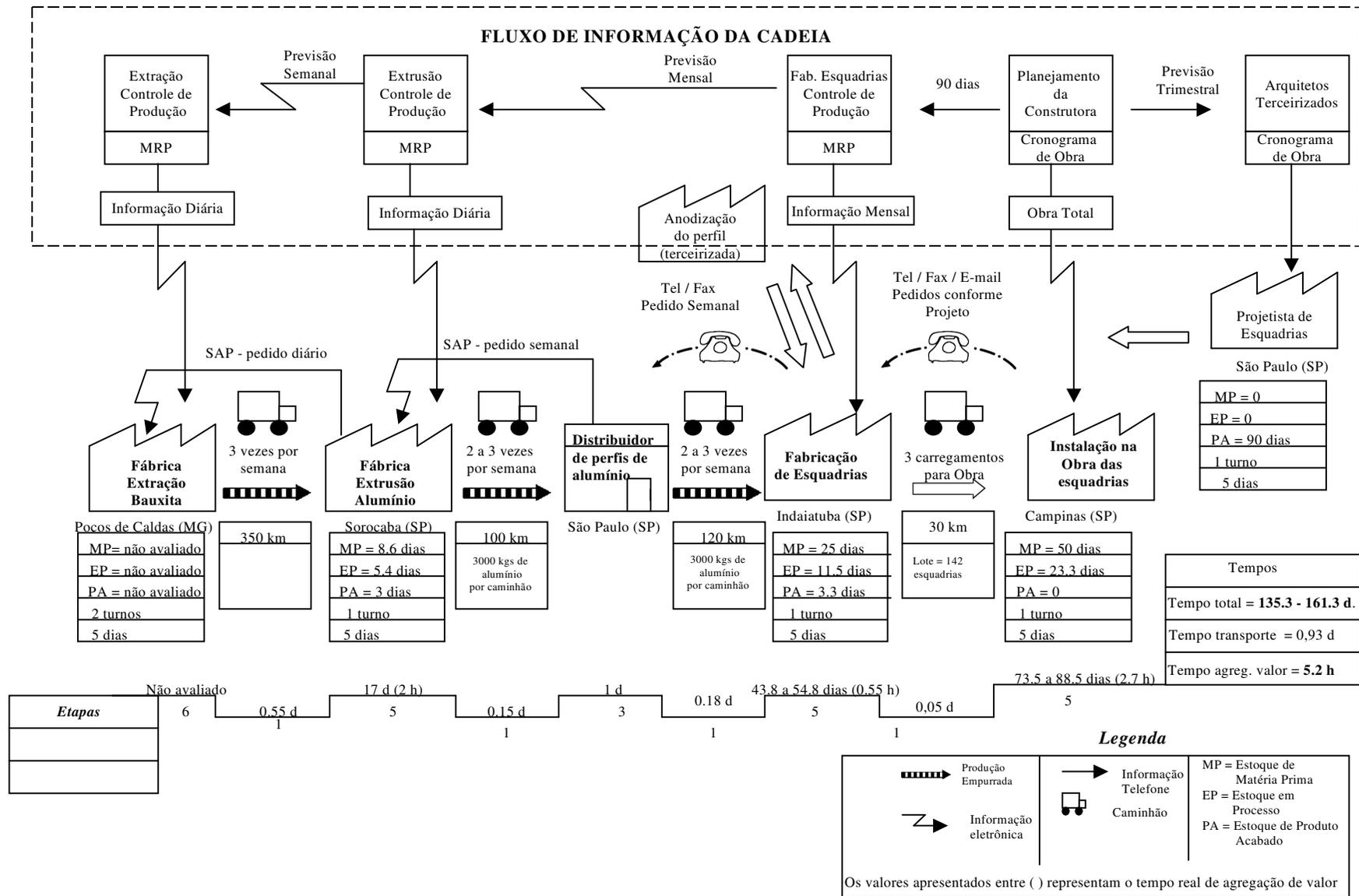


Figura 02 – Desenho do macro mapa do estado atual (MMEA) do fluxo de suprimentos da esquadria de alumínio

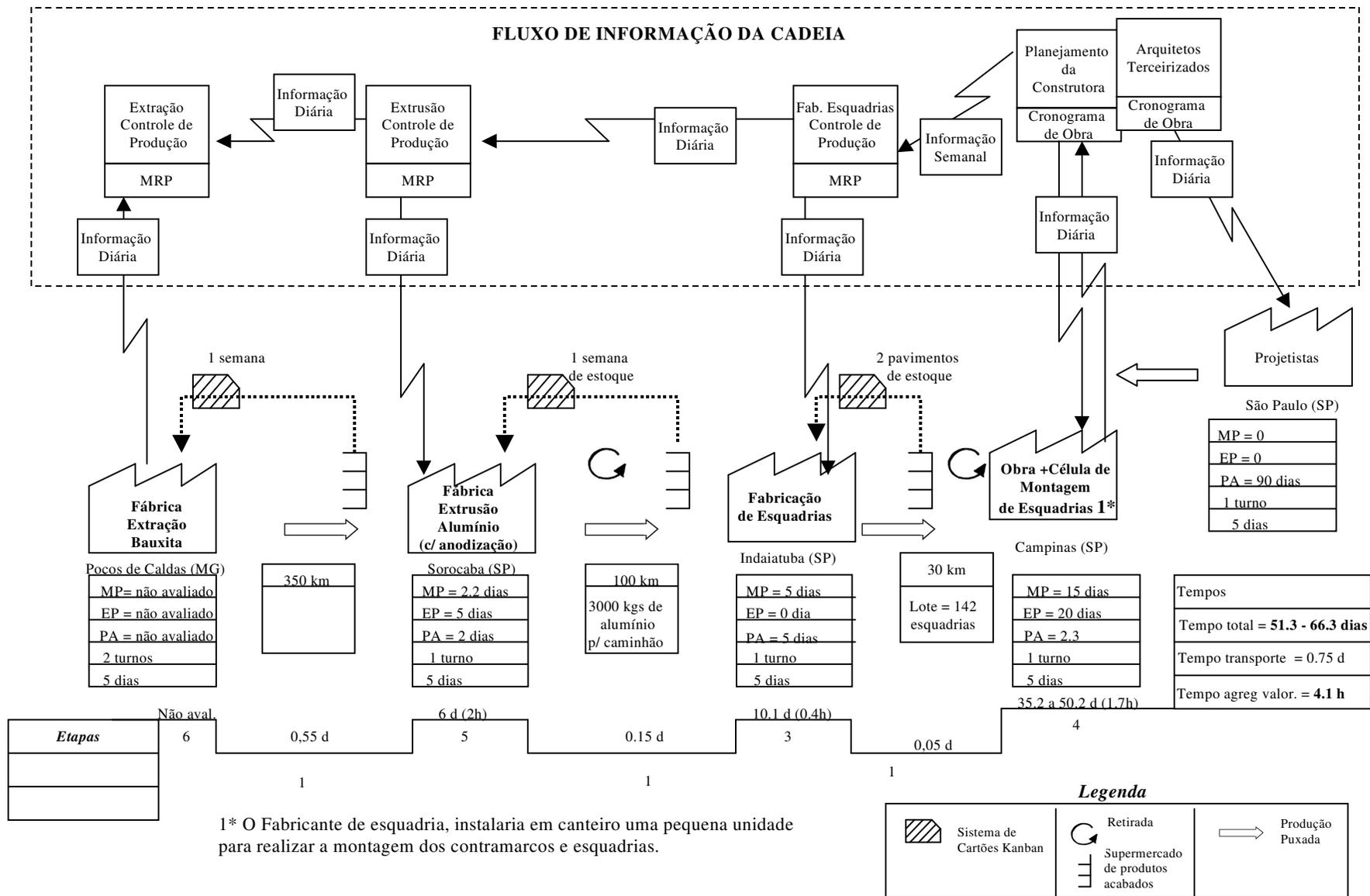


Figura 03 – Desenho do macro mapa do estado futuro (MMEF) do fluxo de suprimentos da esquadria de alumínio