

Análise do Mapeamento do Fluxo de Valor no processo de produção de areia para *Shell Molding* de uma mineradora do interior de São Paulo

Hugo Hissashi Miyata (Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos – USP/EESC)
hhmiyata@usp.br

Thiago Freire de Carvalho Lopes Rocha (Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos – USP/EESC) thiago.freire.rocha@usp.br

Victor Julio Castro Brei (Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG) victorbrei@gmail.com

Kleber Francisco Esposto (Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos – USP/EESC)
kleberespосто@gmail.com

Arthur José Vieira Porto (Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos – USP/EESC)
ajvporto@sc.usp.br

Resumo:

A busca pela melhoria contínua e otimização de processos dos sistemas de produção vem tornando o Sistema Toyota de Produção (STP) um dos grandes modelos de gestão seguidos pelas empresas. Apesar de se tratar de um sistema de gestão mais indicado para ambientes com alta demanda e baixa variabilidade da demanda, alguns conceitos provenientes da filosofia do STP podem ser aplicados a outras categorias de sistemas de produção. Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso em uma fábrica de produção de areia para *shell molding* do estado de São Paulo, classificada aqui como produção por batelada e do tipo make-to-order (MTO). Para atingir o objetivo pretendido, um mapa do fluxo de valor (MFV) atual da fábrica foi elaborado, e por meio da análise deste, um MFV futuro foi gerado com as modificações propostas. Pode-se notar que apesar de ser um modelo de gestão eficiente, o STP possui algumas limitações para sistemas MTO.

Palavras chave: Sistema Toyota de Produção; Make-to-order; Mapa do fluxo de valor.

value stream mapping analysis of a mining company to a city in the São Paulo state

Abstract

Due to the continuous improvement and the production systems optimization, Lean Manufacturing is one of the most management models followed by the companies. Lean Manufacturing is a management system indicated to environments with demand with high in quantities and low in variety, some concepts by the LM can be applied in other production systems categories. This paper addresses to show a case study in state of São Paulo company specialized in producing sand for Shell Molding. The company operates in the production system Make-to-Order. In order to aim the objective, we designed a Value Stream Map of the studied company, and by the means of its analysis, we designed a future Value Stream Map with some modifications. It can be noted that the LM have some limitations regarding MTO systems.

Key-words: Lean Manufacturing; Make-to-Order, Value Stream Map.

1. Introdução

Para manter a competitividade no mercado, a geração de produtos (bens e serviços) deve levar em consideração custos, qualidade e pontualidade de entrega. Sendo assim, as empresas buscam melhoria contínua e otimização dos processos do sistema de produção. Neste sentido, as organizações utilizam metodologias de gestão que busquem atender a demanda do mercado sem comprometer o produto final e o retorno econômico financeiro esperado.

A filosofia do Sistema Toyota de Produção (STP ou Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing*) foi desenvolvido pelo fundador da Toyota, Sakichi Toyoda, seu filho Kiichiro Toyoda e pelo engenheiro Taiichi Ohno no Japão a partir da década de 1940. O STP é um modelo de gerenciamento que busca aperfeiçoar seus processos eliminando qualquer tipo de perda presente na produção, melhorando o fluxo do processo e obtendo lucro sem ser necessário alterar o preço do produto final (SHINGO, 1996). O foco da implementação deve estar nas reais necessidades dos negócios e não na simples aplicação das ferramentas do STP (ROTHER; SHOOK, 1999).

Originalmente projetada para sistemas de produção em massa, a filosofia *Lean* tem sido foco de várias organizações com diferentes sistemas de produção. Segundo Porter et al. (1999) os sistemas de produção podem ser classificados de acordo com o volume e a variedade de produtos (sistemas contínuos, sistemas em massa, produção por lotes ou produção individual) e se a produção é direcionada para estoques ou para atender as ordens dos clientes (Tabela 1).

Sistema de produção	Definição
<i>Make-to-stock</i> (MTS)	São produzidos produtos padronizados e baseados principalmente em previsões de demanda.
<i>Make-to-order</i> (MTO)	Os produtos são produzidos de acordo com o pedido do cliente e suas especificações.
<i>Assemble-to-order</i> (ATO)	Os subconjuntos, componentes e materiais diversos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes contendo especificações dos produtos finais.
<i>Engineering-to-order</i> (ETO)	Trata-se de uma extensão do MTO, com o projeto do produto sendo feito de acordo com as especificações do cliente.

Fonte: Baseado em Porter et al. (1999)

Tabela 1 – Sistemas de produção

Por ser uma abordagem mais comumente adaptável a sistemas em massa e categorizadas como make-to-stock, as limitações do STP surgem devido a certas características específicas do sistema de produção (variabilidade da demanda, variedade de produtos, layout da fábrica, relação com fornecedores). Deste modo, as empresas criam sistemas híbridos de manufatura que não necessariamente estão realizando uma transição para o referido sistema (ARGOUD et al., 2004).

De modo a explicitar e contribuir com o problema da implementação do STP em sistemas MTO, o objetivo deste artigo é apresentar o estudo da aplicação de ferramentas do *Lean* em sistemas MTO por meio de estudo de caso em uma indústria de fabricação de areia para *shell molding* localizada no interior de São Paulo.

2. Princípios do Sistema Toyota de Produção

O STP apresenta como base a redução dos desperdícios. Segundo Womack e Jones (1996)

desperdícios são atividades que absorvem recursos como mão-de-obra, equipamentos e energia, mas que não trazem agregação de valor para o cliente final. Neste sentido, três atividades podem ser identificadas em um sistema de produção:

- a) Atividades que agregam valor: atividades que, aos olhos do cliente final, tornam o produto ou serviço mais valioso. Geralmente, representam cerca de 5% do tempo total gasto em toda cadeia produtiva;
- b) Atividades que não agregam valor, mas são necessárias: atividades que, aos olhos do cliente, não tornam o produto mais valioso, porém são necessárias, exceto se o processo mudar radicalmente;
- c) Atividades que não agregam valor: atividades que não agregam valor ao produto e também não são necessárias mesmo nas atuais circunstâncias.

De acordo com Liker (2003), a Toyota identificou sete grandes tipos de desperdícios que não agregam valor em processos administrativos ou de produção. Estes desperdícios podem ser vistos na Tabela 2.

Desperdício	Definição
Superprodução	Produzir itens sem que haja demanda, causando excesso de mão-de-obra e custos de transporte devido ao estoque excessivo.
Espera (tempo sem trabalho)	Funcionários e processos ociosos devido a fluxos desbalanceados.
Transporte ou movimentação desnecessários	Transportes sem agregação de valor de peças ou produtos, como transportar para dentro ou para fora dos estoques.
Superprocessamento ou processamento incorreto	Processamentos que não agregam valor ao produto, como desamassar uma peça metálica depois de pronta;
Excesso de estoque	Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou produtos acabados, causando prazos mais longos, produtos defeituosos e custos logísticos.
Movimento desnecessário	Movimentação de funcionários que não agregam valor ao produto tais como procurar, pegar ou empilhar peças. Caminhar também é perda.
Defeitos	Produção de peças defeituosas ou correção das mesmas. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

Fonte: baseado em Liker (2003)

Tabela 2 – Sete desperdícios da produção

Para a eliminação dos desperdícios, o STP faz uso de diversas ferramentas de gestão. Entre elas estão o fluxo contínuo (produzir e movimentar um item, ou pequeno lote, por vez ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente), *Just-In-Time* (entregar os materiais somente na quantidade e no momento em que esses forem requisitados), produção puxada (controlar a produção em atividades posteriores que avisam as atividades precedentes sobre suas necessidades), Mapeamento do Fluxo de Valor (mapear todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, necessárias para atender os clientes) e os 5 Sensos (cinco sentidos de organização do trabalho: Seiri, senso de utilização, Seiton, organização, Seiso, limpeza, Seiketsu, normalização, Shitsuke, disciplina) (ARGOUD *et al.*, 2004).

3. Sistema Toyota de Produção aplicado a sistemas *Make-to-Order*

Estudos referentes à aplicação do STP em ambientes MTO foram encontrados em publicações datadas a partir de 2010 (Tabela 3).

É importante ressaltar que sistemas com fluxo padrão de produção (*flow shop*) também podem ser considerados um sistema MTO, que é o caso da empresa estudada e também o caso já apresentado por Portioli-Staudacher (2012). Deste modo, além da possibilidade de implementação de algumas ferramentas bem como da filosofia, pode-se notar que a aplicação dos conceitos de STP em ambientes MTO tem crescido nos últimos anos, em especial pela inserção de ferramentas desenvolvidas para o problema como CONWIP e sistemas híbridos como no caso de Gastermann e Stopper (2012).

Autor	Caráter da pesquisa	Objetivo	Ferramentas utilizadas	Resultados
Chang <i>et al.</i> (2010)	Modelo Teórico – Manufaturas de suprimentos do mercado de aeronaves	Estudo de integração entre os conceitos de STP e ciclo <i>lean</i> e proposta de um modelo de STP para reforçar a competitividade.	5S; Autonomação; JIT; TPM; TQC; <i>Poka-Yoke</i> .	O modelo STP envolveu aplicação das ferramentas utilizadas em quatro categorias: RH, máquinas, métodos e processos.
Shalahim (2010)	Estudo de caso – Centro de manufatura de empresa que produz por demanda sazonal	Melhoria da utilização dos recursos em períodos não sazonais.	Sete ferramentas de planejamento e filosofia <i>Lean</i>	Aumento do nível de utilização da mão-de-obra, métodos e maquinário.
Kruger (2012)	Estudo de caso - empresa com um certo nível de produtos e alto nível de incerteza da demanda	Avaliação da diminuição de atividades que não agregavam valor ao produto.	Manufatura celular, <i>heijunka</i> , <i>takt time</i> , <i>kanban</i> , supermercados e a estratégia water spider	-
Gastermann; Stopper (2012)	Estudo de caso – Empresa do ramo sanitário que opera a MTA	Estudo de implementação do sistema CONWIP	CONWIP	Implementação de MRP, MTS e CONWIP para estágios de montagem.
Portioli-Staudacher;	Modelo teórico	O objetivo é o	CONWIP	-

Tantardini (2012)	de ORR para empresas com sistemas <i>flow shop</i> .	controle de WIP e do tempo de atravessamento.		
Wanitwattanakosol; Sopadang (2012)	Modelo teórico composto por duas fases	Proposição de modelo para pequenas e médias empresas que operam em MTO.	Reengenharia, Mapa do Fluxo de Valor, relacionamento integrado entre fornecedores, metaheurística ACO	Primeira fase: reengenharia realizada por simulação computacional, criação do MFV e relacionamento integrado entre fornecedores. Segunda fase, programação JIT aplicando ACO

Fonte: Autores (2015)

Tabela 3 – Publicações encontradas em STP aplicadas a ambientes MTO

4. Metodologia

Este trabalho pode ser classificado como descritivo, bibliográfico e estudo de caso.

Para desenvolvimento dos mapas de fluxo de valor atual e futuro foram realizadas visitas a campo e reuniões com o gerente de produção, o engenheiro de manutenção e os funcionários do processo produtivo. A empresa não permitiu documentar o processo produtivo por meio de fotos ou filmagens.

Os Mapas de Fluxo de Valor Atual e de Fluxo de Valor Futuro foi desenhado de acordo com as notações, ícones e símbolos propostos por Rother e Shook (1999).

Para composição da revisão de literatura, utilizou-se as bases de dados Web of Science e Scopus Elsevier. No total 21 publicações foram encontradas, utilizando-se as palavras-chave Lean Manufacturing e Make-to-Order. Do total encontrado, oito publicações estavam diretamente ligadas ao desenvolvimento ou estudo de caso de STP em ambientes MTO.

5. Estudo de caso: processo de produção de areia para shell molding – a mineradora Shell

A empresa, aqui denominada Mineradora Shell, iniciou suas atividades em meados da década de 80. É conhecida no mercado por oferecer areia de variadas especificações para os processos de shell molding. A empresa é uma das líderes no mercado de areia e é conhecida por sua qualidade e entregas em prazos curtos.

De acordo com o gerente de produção responsável, a empresa tem como prioridade a data de entrega dos produtos, deste modo, pedidos pontuais podem ser realizados para datas de entregas muito próximas. O processo de produção deve ser capaz de atender às ordens de produção.

A programação da produção é feita de acordo com os pedidos em carteira. Primeiramente, os

pedidos já confirmados são produzidos e sequenciados durante a semana, de modo que se tenha tempo disponível para produção dos pedidos pontuais.

Algumas ferramentas do Sistema de Produção Enxuta são presentes, tais como gestão da manutenção, gestão visual, quadro heijunka e eventos kaizen. Em fase de implementação encontra-se a ferramenta 5S. Porém, algumas causas relativas a acumulação de estoques devido a produção excessiva de determinados produtos e atividades de setup demoradas ainda não foram identificadas.

Como forma de buscar as razões das causas dos problemas identificados, elaborou-se o MFV do processo de produção de areia para shell molding da Mineradora Shell.

6. Resultados

6.1. Mapa do Fluxo de Valor da mineradora Shell – situação atual

A Mineradora Shell caracteriza-se por ser um ambiente flow shop (com fluxo de produção padrão), porém é considerada um sistema de produção por lote e do tipo make-to-order, ou seja, produz lotes de produtos por encomenda.

A empresa conta com duas famílias de produtos, sendo a primeira família composta por areia para shell molding em embalagens de 25 a 50 kg e a segunda família composta por bags de uma a duas toneladas e meia. Os componentes necessários para produção dessa areia podem ser vistos na Tabela 4.

A demanda mensal de areia para shell molding (independentemente da especificação do cliente) é em média de 2.200 toneladas. A fábrica opera em um turno que se inicia às 7:30 da manhã e vai até às 17:45 da tarde, de segunda-feira à sexta-feira. Porém em situações em que os pedidos não sejam totalmente processados utiliza-se horas extras.

Componente	Fornecedor	Lead time de entrega
Areia	Própria empresa	A qualquer momento
Hematita	Empresa externa	38,5 dias
Resina	Empresa externa	4,3 dias
Óleo	Empresa externa	83 dias
Estearato	Empresa externa	38,5 dias
Bags e sacos	Empresa externa	9,9 dias

Fonte: Autores (2015)

Tabela 4 – Componentes necessários para fabricação de areia shell

A requisição dos pedidos inicia-se pelo pedido do cliente ao setor de vendas da empresa. Os pedidos podem ser feitos antecipadamente, ou seja, para alguma data futura ou pontualmente, neste caso, entrega imediata. De posse das informações das especificações do cliente, quantidade a produzir e data de entrega, Vendas repassa as informações para o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) que aloca os pedidos em uma programação semanal e diária. O PCP então emite ordens de fabricação para o controle da qualidade, que é o laboratório de análises de qualidade.

Por meio de medições do tempo de ensacamento e paletização, pode-se identificar que as duas famílias de produtos apresentam tempos médios muito semelhantes. Deste modo, o Mapa de Fluxo de Valor das famílias de produtos da Mineradora Shell pode ser vista na Figura 1 e em

maior escala em anexo.

Os tempos de produção podem ser definidos como T/C – Tempo de Ciclo, TR – Tempo de Troca, TVA – Tempo de Valor Agregado e LT – Lead Time. Como pode ser observado na Figura 1, todos os processos fundamentais são empurrados. Primeiramente, o setor de secagem envia areia de modo a preencher toda caixa de alimentação e não em relação a quantidade exata para fabricação de determinado produto. De modo análogo, a operação de preparação de xarope é contínua. Uma quantidade maior de areia e xarope que a necessária entra nos processos posteriores, e por consequência, há superprodução do produto final.

A partir de reuniões periódicas com o gerente de produção da planta industrial, do engenheiro de manutenção e dos funcionários da linha de produção, pode-se identificar diversos problemas que, de acordo com Liker (2003), podem ser considerados desperdícios da produção. Estes problemas estão elencados na Tabela 5.

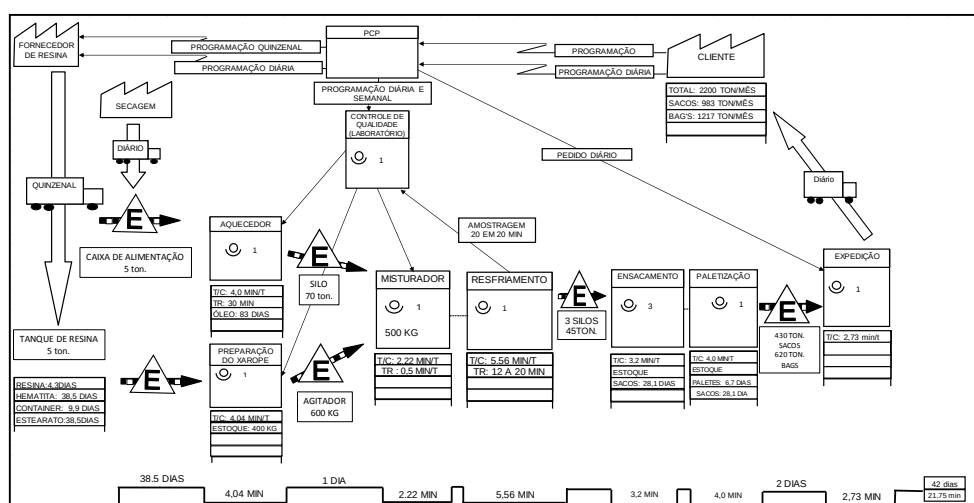


Figura 1 – Mapa do fluxo de valor da situação atual

Desperdício	Causas identificadas
Superprodução	- Clientes pedem quantidade acima do que o veículo de carga que vai transportar pode suportar; - A produção é realizada por batelada, portanto, há sobras significativas, principalmente para uma quantidade não condizente com o peso das bateladas.
Estoque	- Ocorre principalmente na caixa de alimentação e nos silos de aquecimento. Por não haver exatidão da quantidade de areia utilizada para produção, a areia aquecida deve ser retirada dos silos de armazenamento, pois devido a determinadas propriedades não podem ser mantidas nos silos e não podem ser utilizadas no dia seguinte.
Espera	- Espera pela análise do produto, realizado pelo controle de qualidade, para liberação para o ensacamento do produto.
Transporte	- Movimentação dos produtos embalados da área de ensacamento até o palete (pode ser por empilhadeira no caso de produtos contidos em bags ou por meio de esteira rolante até a máquina de paletização).
Defeitos	- Não há problemas em relação a defeitos no produto. Por se tratar de um processo que

predominantemente não demanda de trabalho manual, o produto é produzido de acordo com a qualidade especificada.

Processamento

- Pelo problema de superprodução, há constante reprocessamento do excesso produzido. Por se tratarem de produtos não conformes a um novo pedido, o reprocessamento é a principal consequência de produtos defeituosos.

Fonte: Autores (2015)

Tabela 5 – Causas dos desperdícios encontradas na Mineradora Shell

Alguns problemas em relação à preparação das máquinas, ao layout da planta industrial, à imprecisão em relação a medição de entrada dos componentes e uma maior integração entre o setor de vendas, o setor de PCP e os clientes puderam ser listadas como causas dos desperdícios encontrados.

6.2. MFV da mineradora Shell – situação futura

Em uma situação futura, o MFV da Mineradora Shell pode ser vista na Figura 2 e em maior escala em anexo.

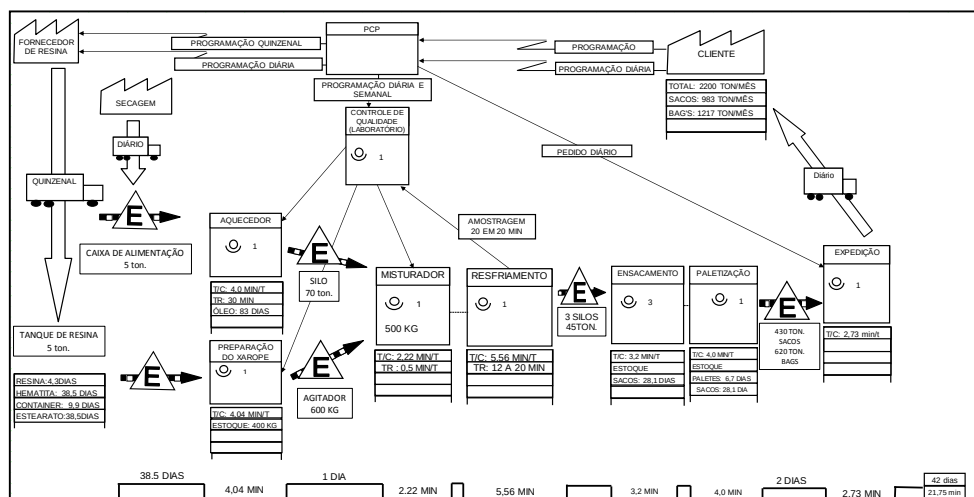


Figura 2 – Mapa do fluxo de valor da situação futura

Como mostrado, uma redução de 2,5 dias em relação aos estoques pode ser calculada. E, com a mudança de layout nas operações de ensacamento, paletização e expedição pode-se estimar uma redução de cerca de 2 minutos do tempo de processamento dos produtos. As principais sugestões de melhoria são:

- Informação:** solução de problemas entre fornecedor e cliente para atender o que este deseja, não havendo sobras de produtos devido à limitação de capacidade dos caminhões (especificação sobre a capacidade do transporte). É preciso a participação do setor de vendas atuando com o cliente para requisitar mais dados e evitar assim a acumulação de produtos em estoque;
- Imprecisão do quanto se está produzindo:** a instalação de células de cargas nos misturadores evitariam o problema de produção por batelada, uma das maiores causas de superprodução da Mineradora Shell;
- Mudanças de layout:** a diminuição dos tempos que não agregam valor ao produto, em especial, na parte de ensacamento e paletização poderia ser evitada transferindo a paletizadora para uma localização mais próxima da operação de ensacamento. Isso diminuiria em 2

minutos por tonelada o desperdício de tempo por movimentação de material;

d) Práticas de padronização dos tempos de processamento dos produtos: por se tratar de produtos que são processados em um sistema flow shop, a distinção de produtos está em relação ao tempo de processamento dos produtos. Para evitar a espera na operação de esfriamento, um estudo da padronização do tempo de processamento, de acordo com as faixas de especificações dos produtos poderia ser realizado;

e) Redução dos tempos de setup: a atividade de setup externo que consome mais tempos de produção é na operação de resfriamento. Pelo processo de limpeza dos resfriadores serem manuais, além de trazer problemas ergonômicos aos trabalhadores, um sistema automatizado de limpeza pode ser implementado. De acordo com reuniões com o engenheiro de manutenção, estima-se que cerca de 40% dos tempos de setup seriam reduzidos, além de trazer benefícios ergonômicos e de segurança do trabalho;

f) Puxar a produção a partir da operação de mistura: com a instalação das cargas de células, pode-se eliminar o fluxo de informação do PCP a fornecedora de areia (secagem) e o setor de preparação do xarope. Deste modo, a operação de mistura pode puxar a produção, requerendo somente a quantidade necessária de areia aquecida e xarope. Neste caso, a liberação das ordens seria realizada pelo misturador e a operação de mistura estaria responsável por puxar a quantidade de areia a ser transportada do setor de secagem para a fábrica.

7. Considerações finais

Neste artigo, apresentou-se um estudo de caso em uma empresa do tipo make-to-order, aqui denominada Mineradora Shell. A nível internacional, pode-se perceber um crescimento significativo em relação de estudos para desenvolvimento de modelos teóricos ou de aplicação da filosofia Lean Manufacturing em ambientes MTO, por se tratar de um ambiente de produção não facilmente adaptável.

Por meio das ferramentas enxutas, pode-se projetar o Mapa de Fluxo de Valor atual do processo de produção de areia Shell. Por se tratar de uma empresa que já aplica algumas ferramentas oriundas da filosofia estudada, propôs-se um MFV futuro com mudanças de layout físico e também no fluxo de informação entre fornecedores e cliente e também no ponto do processo onde a produção deve ser puxada. Apresentou-se também melhorias em relação aos problemas identificados. As mudanças propostas objetivaram reduzir as atividades que não agregam valor ao produto e os desperdícios consequentes da imprecisão das quantidades produzidas.

Referências

ARGOUD, Ana Rita Terra T.; CARDOZA, Edwin; FORTULA, Marcos Roberto; GONÇALVES FILHO, Eduardo Vila. *Aplicação de conceitos de Produção Enxuta em um ambiente de alta diversidade de produtos e demanda variável: um estudo de caso*. In: ABEPRO (Ed.); Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais... , 2004. Florianópolis: ABEPRO.

CHANG, Hsien Ming; HUANG, Chi Kong; TORNG, Chau Chen. *The Construction of Production Improvement Model for Aerospace Manufacturing Suppliers*. Key Engineering Materials, v. 443, p. 748–753, 2010.

GASTERMANN, Bernd; STOPPER, Markus. *Conceptual prototype of a planning software for the CONWIP production control system*. Lecture Notes in Engineering and Computer Science. Anais... . v. 2, p.1334–1339, 2012.

KRUGER, David. *Implementing cellular manufacturing in a make-to-order manufacturing system: A South African case study*. 2012 Proceedings of Portland International Center for Management of Engineering and Technology: Technology Management for Emerging Technologies, PICMET'12. Anais... . p.3297–3303, 2012.

LIKER, James P. *O Modelo Toyota - A empresa que criou a produção enxuta - 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PORTER, Keith; LITTLE, David; PECK, Matthew; ROLLINS, Ralph. *Manufacturing classifications: relationships with production control systems*. Integrated Manufacturing Systems, v.10, n. 3-4, p. 189-198. 1999.

- PORTIOLI-STAUDACHER, Alberto; TANTARDINI, Marco.** *A lean-based ORR system for non-repetitive manufacturing*. International Journal of Production Research, v. 50, n. 12, p. 3257–3273, 2012.
- ROTHER, Mike; SHOOK, John.** *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: The Lean Institute Brasil, 1999.
- SHALAHIM, N. S. M.** *Adopting Lean Principles: A case study*. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010, IMECS 2010. Anais... . p.1764–1769, 2010.
- SHINGO, Shigeo.** *O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. 2. ed. Porto Alegre: BOOKMAN Companhia Editora, 1996. 38 p.
- WANITWATTANAKOSOL, Jirapat; SOPADANG, Apichat.** *A framework for implementing lean manufacturing system in small and medium enterprises*. In: W. Fan (Ed.); Mechanical and Aerospace Engineering, Pts 1-7, Applied Mechanics and Materials. v. 110-116, p.3997–4003, 2012.
- WOMACK, James P. & JONES, Daniel.** *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 1996.
- ZONG, Ming Di; SUN, Hou Fang.** *An Integrated Production System Model and Project Plan Restricted Pull-Way Production Control Method for Lean Shipbuilding*. Applied Mechanics and Materials, v. 385-386, p. 1852–1859, 2013.

ANEXO A

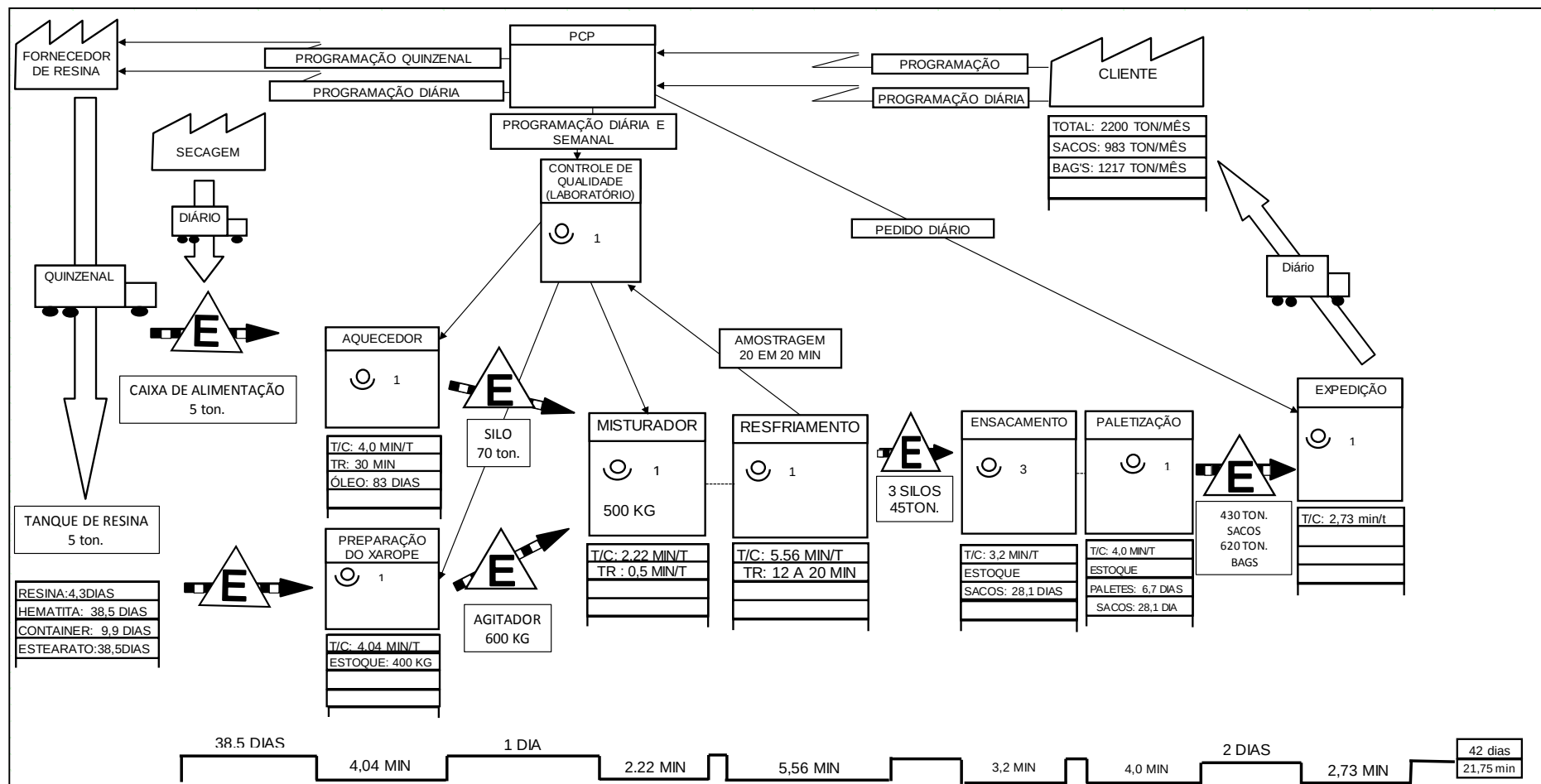


Figura 1 – Mapa do fluxo de valor da situação atual

ANEXO B

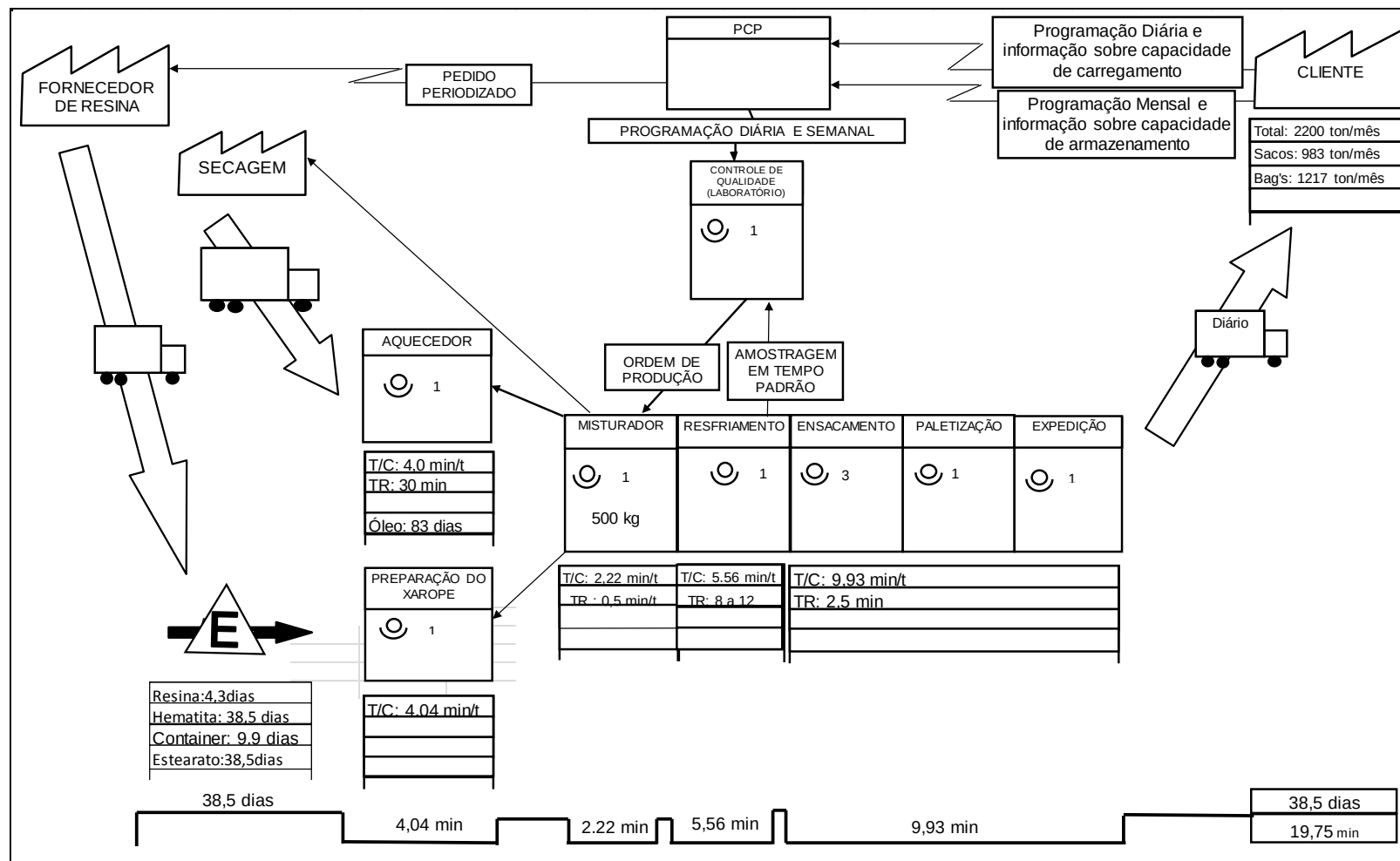


Figura 2 – Mapa do fluxo de valor da situação futura