



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - CCSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - PPGE
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA - CME

**O MODELO DE GESTÃO DA TOYOTA: UMA ANÁLISE DO *LEAN*
MANUFACTURING OU MANUFATURA ENXUTA BASEADA NA
TEORIA MARXIANA DO VALOR TRABALHO**

LUCAS MILANEZ DE LIMA ALMEIDA

JOÃO PESSOA, PB
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - CCSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - PPGE
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA - CME**

LUCAS MILANEZ DE LIMA ALMEIDA

**O MODELO DE GESTÃO DA TOYOTA: UMA ANÁLISE DO *LEAN
MANUFACTURING* OU MANUFATURA ENXUTA BASEADA NA
TEORIA MARXIANA DO VALOR TRABALHO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Economia do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Rosas Ribeiro

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECONOMIA DO TRABALHO

**JOÃO PESSOA, PB
2010**

A447m Almeida, Lucas Milanez de Lima.

O Modelo de Gestão da Toyota: uma análise do *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta baseada na Teoria Marxiana do Valor Trabalho / Lucas Milanez de Lima Almeida.- - João Pessoa : [s.n.], 2010.

98 f. : il.

Orientador: Nelson Rosas Ribeiro.
Dissertação(Mestrado) – UFPB/CCSA.

1.Economia. 2.Economia do trabalho. 3.Sistema Toyota de Produção-STP.

UFPB/BC

CDU: 33(043)

LUCAS MILANEZ DE LIMA ALMEIDA

O MODELO DE GESTÃO DA TOYOTA: UMA ANÁLISE DO *LEAN MANUFACTURING* OU MANUFATURA ENXUTA BASEADA NA TEORIA MARXIANA DO VALOR TRABALHO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Economia do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Economia, na área de concentração Economia do Trabalho.

Data da apresentação: ___/___/_____.

Professor Dr. Nelson Rosas Ribeiro
Universidade Federal da Paraíba
Orientador

Professor Dr. Paulo Amilton Maia Leite Filho
Universidade Federal da Paraíba
Examinador

Professor Dr. Renato Kilpp
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Linaldo Vieira de Almeida, Marta Maria Milanez de Lima Almeida, e aos meus irmãos, André Milanez de Lima Almeida e Pedro Milanez de Lima Almeida, os quais sempre me apoiaram nos momentos de dificuldade e de felicidade, permitindo que eu traçasse meu próprio caminho. Agradeço a todos os familiares que contribuíram, psicológica e financeiramente, para minha formação pessoal e acadêmica, em especial a Netinho, que dividiu o aluguel, e partilhou algumas angústias, comigo durante todo o mestrado.

Ao Professor Nelson Rosas Ribeiro e ao Projeto Globalização e Crise na Economia Brasileira – PROGEB – que me ajudaram a obter e aplicar meus conhecimentos em Economia Política e a todos os professores e pesquisadores deste grupo que contribuíram verdadeiramente para o progresso da ciência.

Aos professores do PPGE que compreenderam e me ensinaram que a realidade econômica pode ser vista sob óticas distintas. Ao coordenador do PPGE, Professor Paulo Amilton, por sua imparcialidade nas decisões do mestrado. Às secretárias do CME, Terezinha, Risomar e Carol, pelos impagáveis serviços prestados.

Aos meus colegas de turma, que partilharam os momentos difíceis e os momentos agradáveis durante o mestrado, em especial à Jorge, Marcela e Patrícia, que compartilham tudo isso desde o começo da graduação, e à Karla, Ionara e Geraldo, que se especializaram comigo na área de Economia do Trabalho.

À Karla Danielle, pelo apoio, pela compreensão e pelo carinho que só uma pessoal especial como ela poderia dar. Aos meus amores, Rachel, Emília e Verônica (*im memoriam*), que estiveram ao meu lado durante esses anos e ao guerreiro Antonio, que não abandonou a luta por tempos melhores.

Aos meus amigos de Pernambuco, pelos quais tenho toda consideração e às pessoas que deixei nos lugares por onde passei e que fazem parte da minha história.

E à CAPES, pelo financiamento durante o mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETO.....	14
1.3 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	14
1.4 METODOLOGIA	15
2 A TEORIA MARXIANA	17
2.1 A TAXA DE LUCRO.....	18
2.1.1 Mantendo C constante, variando m.....	20
2.1.2 Mantendo m e v constante, variando c	20
2.1.3 Mantendo m e c constante, variando v	21
2.1.4 Mantendo m constante, variando C como um todo.....	21
2.1.5 Mantendo C constante, variando m'	22
2.2 O CICLO E A ROTAÇÃO DO CAPITAL.....	23
2.3 OS TEMPOS DE ROTAÇÃO DO CAPITAL.....	25
2.3.1 Tempo de Produção.....	25
2.3.2 Tempo de Circulação	27
2.4 O NÚMERO DE ROTAÇÕES	28
2.4.1 O Capital Fixo	29
2.4.2 O Capital Circulante.....	30
2.5 A ROTAÇÃO DO CAPITAL VARIÁVEL.....	33
2.6 RELAÇÃO ENTRE ROTAÇÃO E TAXA DE LUCRO.....	35
2.6.1 O Capital Constante Fixo	35
2.6.2 O Capital Circulante.....	37
2.7 VALOR E PREÇO DE PRODUÇÃO.....	40

2.7.1	Valor Individual e Valor de Mercado.....	41
2.7.2	O Preço de Produção	46
2.7.3	O Preço de Custo.....	50
2.8	A PRODUTIVIDADE	53
3	A MANUFATURA ENXUTA	58
3.1	AS FORMAS DE DESPERDÍCIO	59
3.1.1	Desperdício por superprodução.....	59
3.1.2	Desperdício por espera	60
3.1.3	Desperdício por transporte	60
3.1.4	Desperdício no próprio processamento	61
3.1.5	Desperdício por estoque	61
3.1.6	Desperdício por movimentação.....	61
3.1.7	Desperdício por fabricação de produto defeituoso.....	61
3.2	JUST-IN-TIME	62
3.2.1	Dinâmica do <i>Kanban</i> de Produção.....	65
3.2.2	<i>Takt Time</i>	75
3.2.3	<i>Heijunka</i>	77
3.2.4	Sistema de Troca Rápida de Ferramenta ou <i>Single Minute Exchange of Die</i>	82
3.2.5	<i>Supply Chain Management</i>	83
3.3	JIDOKA	85
3.3.1	<i>Poka-Yoke</i>	85
3.3.2	Separação homem-máquina	86
3.3.3	Controle de qualidade.....	87
3.4	O 5S E O KAIZEN.....	89
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
5	REFERÊNCIAS	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo do Capital Industrial.....	24
Figura 2 - Dinâmica do Kanban de produção 1.....	65
Figura 3 - Dinâmica do Kanban de produção 2.....	66
Figura 4 - Dinâmica do Kanban de produção 3.....	66
Figura 5 - Dinâmica do Kanban de produção 4.....	67
Figura 6 - Dinâmica do Kanban de produção 5.....	67
Figura 7 - Dinâmica do Kanban de produção 6.....	68
Figura 8 - Dinâmica do Kanban de produção 7.....	68
Figura 9 - Dinâmica do Kanban de produção 8.....	69
Figura 10 - Dinâmica do Kanban de produção 9.....	69
Figura 11 - Dinâmica do Kanban de produção 10.....	70
Figura 12 - Dinâmica do Kanban de produção 11.....	70
Figura 13 - Dinâmica do Kanban de produção 12.....	71
Figura 14 - Dinâmica do Kanban de produção 13.....	71
Figura 15 - Dinâmica do Kanban de produção 14.....	72
Figura 16 - Dinâmica do Kanban de produção 15.....	72
Figura 17 - Dinâmica do Kanban de produção 16.....	73
Figura 18 - Dinâmica do Kanban de produção 17.....	74
Figura 19 - A Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - A rotação do CCF	36
Tabela 2 - A rotação do CCC	38
Tabela 3 - A rotação do CCV	39
Tabela 4 - Tempos de produção individuais	42
Tabela 5 - Tempos de produção individual e social	43
Tabela 6 – Valores vivo, morto e total 1	44
Tabela 7 - Valores vivo, morto e total 2.....	44
Tabela 8 - Valores vivo, morto e total 3.....	45
Tabela 9 - Mais-valia, preço de custo e mais-valia extraordinária.....	47
Tabela 10 - Lucro médio, preço de custo e superlucro	49
Tabela 11 - Valores e quantidades de mercadorias	55
Tabela 12 - Valores vivo, morto e total.....	55
Tabela 13 - Mais-valia, preço de custo e mais-valia extraordinária.....	56
Tabela 14 - Lucro médio, preço de custo e superlucro	56
Tabela 15 – Demandas mensal e diária de chassis	78
Tabela 16 - <i>Takt time</i> no caso 1.....	78
Tabela 17 - <i>Takt time</i> no caso 2.....	80
Tabela 18 - Lotes dos chassis.....	80

RESUMO

O presente trabalho faz uma análise teórica de uma das técnicas de gestão mais eficientes e difundidas, o chamado Sistema Toyota de Produção (STP). Como guia, utilizamos a teoria econômica do valor trabalho desenvolvida por Marx em *O Capital*. A fim de compreender o STP, foi feito o estudo em livros, artigos, manuais técnicos e sites especializados. A investigação efetuada nos mostrou que o STP surgiu da necessidade de adaptação do modelo de produção em massa norte-americano à atual realidade enfrentada pelo capitalismo mundial, de uma forma geral, e, em especial, pelo Japão. Vimos também que a essência da manufatura enxuta está na redução do tempo de rotação do capital global, na medida em que busca um menor *lead time* de produção e a elevação da qualidade do produto, através da máxima coincidência do tempo de produção e do tempo de trabalho e da eliminação do tempo de circulação. Além disso, ficou clara a origem da flexibilidade produtiva alcançada pelo *lean manufacturing*. Por fim, a conclusão à qual chegamos é que a teoria marxiana do valor trabalho é capaz de dar uma explicação científica para o porquê de um capitalista buscar se adequar ao Sistema Toyota de Produção.

ABSTRACT

This paper makes a theoretical analysis of management techniques more efficient and widespread, called the Toyota Production System (TPS). As guide, we use the economic theory of labor value developed by Marx in *The Capital*. In order to understand the TPS, the study was conducted in books, articles, technical manuals and specialized sites. The research accomplished has shown that the TPS arose from the need to adapt the American model of mass production to the current reality faced by global capitalism, in general, and in particular by Japan. We also saw that the essence of lean manufacturing is to reduce the period of turn-over of capital, in that it seeks a lower lead time of production and a rise product quality, through the maximum coincidence of the time of production and the working period and of the elimination of the time of circulation. Moreover, it was light the origin of production flexibility achieved by the lean manufacturing. Finally, the conclusion we have reached is that the Marxist labor value theory is able to give a scientific explanation for the why of a capitalist adapt to the Toyota Production System.

1 INTRODUÇÃO

Interessados em entender como uma técnica de gestão surgida na década de 1970 se tornara tão eficiente, um grupo do *Institute Motor Vehicle Program*, pertencente ao *Massachusetts Institute of Technology*, começou no ano de 1985, em 90 plantas montadoras de 17 países, um estudo sobre a indústria automobilística. O resultado dessa pesquisa foi divulgado em 1990, no livro "*The Machine that Changed the World*" (A Máquina que Mudou o Mundo, Editora Campus, 2004) de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos.

Nesta obra, o Sistema Toyota de Produção¹ (STP) foi chamado de *lean manufacturing*² e apresentado como um novo paradigma que se contrapunha ao modelo americano de produção em massa. Segundo a filosofia da manufatura enxuta:

Lean manufacturing or **lean production**, often simply, "**Lean**," is a production practice that considers the expenditure of resources for any goal other than the creation of value for the end customer to be wasteful, and thus a target for elimination. Working from the perspective of the customer who consumes a product or service, "value" is defined as any action or process that a customer would be willing to pay for. Basically, lean is centered on *preserving value with less work* (LEAN THINKING, 2010, grifo do autor).

Originalmente os investimentos da família Toyoda eram voltados para a indústria têxtil. O principal expoente desta época foi Sakichi Toyoda, inventor da máquina de fiar elétrica no Japão, em fins do século XIX, produzida pela Toyoda Spinning and Weaving Company a partir de 1918. Em 1924, ao lado do seu filho Kiichiro Toyoda, Sakichi iniciou a fabricação de fiandeiras automáticas, as quais passaram a ser produzida pela Toyoda Automatic Loom Works (TALW) em 1926 (HISTÓRIA DA TOYOTA, 2010).

Mas foi só na década seguinte que a Toyoda começou a se transformar na Toyota. Em meados dos anos 20, Kiichiro iniciou uma série de visitas técnicas à Europa e aos Estados Unidos, se interessando particularmente pelo jovem setor automobilístico.

¹ Os criadores da manufatura enxuta eram gestores da Toyota Motor Co. Ltd., sendo esta a razão do modelo de gestão também ser conhecido como Sistema Toyota de Produção.

² Essencialmente voltados para a produção, o modelo de gestão da Toyota é conhecido também como pensamento enxuto, produção enxuta, manufatura enxuta, *lean thinking*, *lean production* ou *lean manufacturing*. Por ser o termo mais utilizado dentro do meio empresarial, no presente trabalho nomearemos o STP de manufatura enxuta ou *lean manufacturing*.

Já em 1933, no Japão, ele criou uma divisão de automóveis na TALW. Em 1937, com o dinheiro da venda da patente da máquina de fiar automática, foi fundada a Toyota Motor Corporation Ltd. Até que em 1939 chegou a Segunda Guerra Mundial e os planos de transformar a Toyota numa grande empresa automobilística foram adiados.

Após a guerra, o Japão ainda passou por uma outra fase extraordinária, quando, em 1950, a Coreia do Sul, ao lado dos EUA e Reino Unido, e a Coreia do Norte, apoiada pela China e União Soviética, entraram em conflito. A agitação coreana, porém, seguiu outro rumo, pois ambos os lados efetuaram grandes encomendas ao país nipônico, inclusive caminhões à Toyota.

A partir daí identificou-se o abismo existente entre a produtividade na indústria norte-americana e na indústria japonesa³. Diante disso, tentou-se implementar a lógica Fordista de produção em massa nas fábricas da Toyota. Porém o limitado mercado japonês não permitiu o sucesso desse modelo, visto que era preciso uma larga escala de consumo de mercadorias simples e padronizadas (GOUNET, 1999), não existente no país:

O nível de vida dos japoneses, principalmente no pós-guerra, não era o mesmo dos americanos, sendo as possibilidades de consumo muito reduzidas; os japoneses preferiam carros diferentes daqueles produzidos pelos americanos (pequenos e econômicos); a demanda, conforme a própria sociedade japonesa, é muito segmentada, obrigando a produção de mais modelos e em quantidades menores (sem ganho de escala, como pregava o modelo fordista); e o Fordismo necessita de espaço e infra-estrutura poderosa, algo que o arquipélago não tem (APARÍCIO; MELO; CALVOSA, 2009, p. 4).

Era necessária uma produção mais flexível, que permitisse a elaboração de produtos muito variados e, diante da limitada possibilidade de ganhos de escala, com um processo de elevada eficiência:

Durante décadas os Estados Unidos da América baixaram custos produzindo em massa um menor número de tipos de carros. Era um estilo de trabalho americano, mas não japonês. Nosso problema era como cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros (OHNO, 1997, p.23).

Além disso, o ciclo de desenvolvimento da economia capitalista mundial, de uma forma geral, e japonesa, especificamente, sofria com os longos períodos de crise e depressão, característicos da fase monopolista do sistema:

³ Ohno (1997) estima que um trabalhador americano era cerca de 9 vezes mais produtivo do que um japonês.

Antes da crise geral do capitalismo prevalecia no ciclo a parte ascendente, as fases de reanimação e apogeu. Esta parte do ciclo distinguia-se por sua intensidade e duração, ao passo que a fase de crise e depressão era geralmente breve e efêmera. Quando o capitalismo entrou no período da crise geral, a situação modificou-se: a parte da crise e depressão dos ciclos prolongou-se consideravelmente, tornou-se mais persistente, enquanto que a ascendente se reduziu (DRAGUILEV, 1961, p.128).

A parte de crise e depressão dos ciclos prolongou-se. Este fato se refletiu antes de tudo em que as crises se tornaram mais frequentes, persistentes e prolongadas do que antes da crise geral do capitalismo. (DRAGUILEV, 1961, p.130)

Sensível a isto, o criador da manufatura enxuta declarou em seu livro "O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala":

Nos períodos de alto crescimento anteriores à crise do petróleo⁴, o ciclo usual de negócios⁵ consistia de dois ou três anos de prosperidade com, no máximo, seis meses de recessão. Às vezes, a prosperidade durava mais de três anos.

O crescimento lento, no entanto, reverte este ciclo. Uma taxa de crescimento econômico anual de 6 a 10% dura no máximo de seis meses a um ano, ocorrendo nos dois ou três anos seguintes pouco ou nenhum crescimento, ou até mesmo um crescimento negativo.

De um modo geral, a indústria japonesa acostumou-se à uma era em que 'se você produzir, você poderá vender', e a indústria automotiva não é exceção. Temo que por causa disto muitos gerentes objetivem quantidade.

[...] De acordo com esse princípio de produção em massa, embora haja limites para a amplitude de redução de custos, o custo de um automóvel diminui drasticamente em proporção ao aumento das quantidade produzidas. [...] este princípio ficou gravado nas mentes das pessoas da indústria automotiva (OHNO, 1997, p.24)

Frente a esta realidade, concluiu:

Na era atual do crescimento lento, devemos minimizar o quanto antes os méritos da produção em massa. Hoje, um sistema de produção que busque o aumento do tamanho dos lotes [...] não é prático. Além de produzir todo tipo de desperdício, um sistema de produção assim não é mais adequado às nossas necessidades (OHNO, 1997, p.24)

Assim, segundo Ghinato (2000), em 1956 o engenheiro-chefe da Toyota, Taiichi Ohno, após uma visita a uma fábrica americana da Ford notou que:

Os trabalhadores eram sub-utilizados, as tarefas eram repetitivas além de não agregar valor, existia uma forte divisão (projeto e execução) do trabalho, a

⁴ As guerras e a conseqüente reconstrução dos países beligerantes levou o capitalismo a um período conhecido como os 30 anos gloriosos, os quais sucederam a 2ª Guerra Mundial e perduraram até a crise do petróleo, na década de 70. Por isso Ohno só percebe a nova fase do capitalismo nesta época, tendo em vista que esta fase iniciou-se na virada do século XX.

⁵ A expressão em inglês "Business Cycle" é tradicionalmente traduzida para as línguas latinas como "Ciclo Econômico". Porém, alguns autores traduzem atualmente, de forma errada, esta expressão para "Ciclo de Negócios".

qualidade era negligenciada ao longo do processo de fabricação e existiam grandes estoques intermediários (GHINATO, 2000, p. 2).

Então, o desafio que se apresentou para ele foi criar uma forma de organizar a produção que: 1) se adequasse a um mercado diversificado; 2) reduzisse as perdas com procedimentos que não agregam valor e, conseqüentemente; 3) elevasse ao máximo a qualidade do produto (KULKA, 2009).

Para Ohno (1997),

Não existe método mágico. Ao invés disso, é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de melhor realçar a criatividade e a operosidade, para utilizar bem instalações e máquinas, e eliminar todo o desperdício.

O Sistema Toyota de Produção, com seus dois pilares defendendo a absoluta eliminação do desperdício, surgiu no Japão por necessidade. Hoje, numa era de lento crescimento econômico no mundo inteiro, este sistema de produção representa um conceito em administração que funcionará para qualquer tipo de negócio (p.30)

Foi deste contexto que emergiu, em 1973, em meio à grave crise atribuída à elevação dos preços do petróleo, o objeto tema da presente pesquisa: o modelo de gestão da Toyota, considerado atualmente uma das formas mais eficientes de gestão da produção (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004).

1.1 JUSTIFICATIVA

Diante do que autores como Harvey (1996), E. Oliveira (2004) e Botelho (2009) denominaram de período de *acumulação flexível*, é de grande valia identificar e analisar quais os elementos que, em 50 anos, levaram um modelo de gestão a transformar uma pequena empresa ineficiente numa empresa que está, desde 2005, no ranking das 10 mais valiosas do mundo (FORTUNE, 2010).

Torna-se, então, necessário uma análise econômica criteriosa, na medida em que são raros os trabalhos estritamente econômicos que se propõem a desvendar a maneira pela qual o *lean manufacturing* causou melhorias na produtividade. Além disso,

Averiguar o que as técnicas trazem de novo ao processo produtivo e onde apenas repetem práticas antigas, com novos nomes, é primordial para a teoria econômica. Isto porque se evitam conclusões prematuras sobre 'mudanças' nos paradigmas produtivos, ao mesmo tempo que se instrumentaliza o

pesquisador para compreender melhor os acontecimentos econômicos (CAMPOS, 2000, p.15).

Tendo em vista que a produção, submetida a qualquer tipo de Relação de Produção, "*É a atividade humana que adapta as reservas e as forças da Natureza às necessidades humanas*" (LANGE, 1986, p.14) e "*Compõe-se de diversas espécies de ações que designamos por trabalho*" (ibid., p.14, grifo do autor), a presente pesquisa pretende analisar o *lean manufacturing* visando entender as alterações que este sistema introduziu no processo de produção e as razões de seu sucesso.

1.2 OBJETO

Temos, pois, como objeto de nossa investigação, o modelo de gestão do processo de produção e de trabalho baseado na manufatura enxuta desenvolvido pela Toyota Motor Co. Ltd.

1.3 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Como objetivo central, pretende-se encontrar uma explicação teórica, à luz da teoria econômica marxiana, para os ganhos advindos da implementação da manufatura enxuta na gestão da produção. Como objetivos específicos pretendemos:

- Analisar os conceitos e definições que permeiam o Sistema Toyota de Produção com base na teoria marxiana do valor trabalho;
- Identificar e avaliar as alterações sofridas no processo de produção e no processo de trabalho a partir da aplicação do *lean manufacturing*;
- Distinguir as ações que afetam a esfera da produção das que se destinam à esfera da circulação;

1.4 METODOLOGIA

Tendo em vista que a pesquisa é de cunho teórico, nossa principal ferramenta foi o estudo em livros, revistas, periódicos e sites especializados do Sistema Toyota de Produção.

Em primeiro lugar, foi feita uma introdução ao modelo de gestão baseado na manufatura enxuta, identificando sua origem e as causas principais de seu aparecimento.

Em segundo lugar, aprofundamos os estudos da Teoria Econômica Marxiana, com ênfase no Livro II: O processo de circulação do Capital, parte primeira – As metamorfoses do capital e o ciclo delas –, capítulos V - "O tempo de Circulação" e VI - "Os custos de circulação" e parte segunda – A rotação do capital –, capítulos VII - "Tempo de rotação e número de rotações", VIII - "Capital fixo e capital circulante", IX - "Rotação do capital adiantado. Ciclo de Rotações", XII - "O período de trabalho", XIII - "O tempo de produção", XIV - "O tempo de circulação", XV - "Efeito do tempo de rotação sobre a magnitude do capital adiantado", XVI - "A rotação do capital adiantado" e XVI - "A rotação do capital variável"; e no Livro III: O processo global de produção capitalista, parte primeira – A transformação da mais-valia em lucro e da taxa de mais-valia em taxa de lucro –, capítulos I - "Preço de custo e lucro", II - "A taxa de lucro", III - "Relação entre a taxa de lucro e a de mais-valia", IV - "A rotação e a taxa de lucro" e V - "Economia no emprego de capital constante", e parte segunda – Conversão do lucro em lucro médio –, capítulo X - "Nivelamento, pela concorrência, da taxa de lucro médio. Preços e valores de Mercado. Superlucro" da obra "O Capital: crítica da economia política".

Na etapa seguinte fizemos o estudo dos instrumentos de aplicação do *lean manufacturing*, e, em paralelo, a análise comparativa destes tendo como base a teoria desenvolvida na parte anterior.

A exposição dos resultados da pesquisa está organizada da seguinte maneira: Na primeira parte, além da presente introdução, são apresentados o objeto, os objetivos e a metodologia.

Na segunda parte, apresentamos alguns elementos da teoria marxiana do valor trabalho. Neste ponto desenvolvemos conceitos tais como valor individual, valor de

mercado, mais-valia, lucro, investimento, taxa de mais-valia, taxa de lucro, rotação, preço de custo e produtividade.

Na terceira parte da dissertação é analisado o objeto de estudo, a manufatura enxuta, juntamente com seus dois instrumentos de aplicação: o *just-in-time* e o *jidoka*.

Por fim, na quarta parte, são apresentadas as conclusões finais da investigação.

2 A TEORIA MARXIANA

Antes de tudo, o motivo que impele e o objetivo que determina o processo de produção capitalista é a maior expansão possível do próprio capital, isto é, a maior produção possível de mais-valia, portanto, a maior exploração possível da força de trabalho (MARX, 2006a, p.384).

Sendo sua obtenção a razão de ser da produção capitalista, a mais-valia (m) pode assumir três formas básicas: lucro, juro e renda da terra. Como no presente trabalho trataremos do capital industrial, analisaremos aqui a forma de apropriação da mais-valia característica desse tipo de capital, o lucro.

Marx aponta, no Livro I de "O Capital" (2006a), que a mais-valia se origina com o consumo da força de trabalho, especificamente da diferença entre o período da jornada em que o trabalhador cria um valor igual ao que foi gasto com seu salário, ou tempo de trabalho necessário, e o período em que ele cria o valor adicional, ou tempo de trabalho excedente. Já no Livro III, após algumas aproximações com a realidade, ele afirma:

A mais-valia ou o lucro⁶ consiste justamente no excedente do valor-mercadoria sobre o preço de custo, isto é, no excedente da totalidade de trabalho contida na mercadoria sobre a soma de trabalho pago nela contida. A mais-valia [...] é, por conseguinte, um excedente sobre todo o capital adiantado (MARX, 2008, p.60)⁷.

Com isso ele define que *"A relação entre esse excedente e a totalidade do capital expressa-se pela fração $\frac{m}{C}$ significando C o capital total. Temos assim a taxa de lucro $\frac{m}{C}$ "* (MARX, 2008, p.60, grifo do autor).

Esta é a relação que de fato interessa ao empresário, na medida em que mostra qual a valorização do capital total investido.

Quanto ao capitalista individual, está claro que unicamente lhe interessa a relação entre mais-valia – ou valor excedente – realizada em dinheiro [ou seja, forma lucro da mais-valia] com a venda da mercadoria e a totalidade do capital empregado para produzi-la. Não tem qualquer interesse na relação definida e na conexão que esse excedente tem com componentes particulares do capital (MARX, 2008, p.61, colchete nosso).

Relacionar quantitativamente o excedente do preço de venda sobre o preço de custo com o valor de todo o capital adiantado é importante e natural, pois

⁶ "A mais-valia aparece sob a forma de lucro" (MARX, 2008, p.66)

⁷ Note que a definição inicial continua válida. A diferença agora é apenas a forma de tratá-la.

permite obter-se a proporção em que se valoriza a totalidade do capital, ou seja, o grau de valorização (MARX, 2008, p.65)

Então, vamos ao seu estudo.

2.1 A TAXA DE LUCRO

Consideraremos inicialmente que, por simplificação, a mais-valia (m) é quantitativamente igual ao lucro (l). Partindo deste pressuposto, podemos analisar qual a relação desses dois elementos com o capital adiantado para a produção (C). Este último, por sua vez, é dividido entre capital constante (c), destinado à compra dos meios de produção (Mp), e capital variável (v), destinado à compra da força de trabalho (Ft). Assim,

$C = c + v$. Podemos agora formalizar a taxa de lucro (l') como:

$$l' = \frac{l}{C} = \frac{m}{C} = \frac{m}{c + v} = \frac{l}{c + v} \quad (1)$$

Esta equação mostra como as variáveis c , v e l afetam a taxa de lucro e, portanto, a remuneração do investimento.

Sendo o tempo de uma jornada dividido entre tempo de trabalho excedente (tte) e tempo de trabalho necessário (ttn), nela o trabalhador cria, respectivamente, uma quantidade de valor referente a mais-valia e outra ao valor gasto com capital variável, o qual assume a forma de salário. Tanto será maior uma parte da jornada, quanto menor for a outra. Assim, se o ttn à recriação do valor pago como salário cair, restará, na mesma jornada, mais tte , e, conseqüentemente, uma quantidade maior de valor excedente. Inversamente, quanto maior for o salário, menor será o tte .

Por outro lado, o trabalhador pode aumentar a quantidade de valor criado durante o tte se houver um aumento na sua jornada, e, por conseguinte, no próprio tte (se ela subir de 8 horas diárias para 10 horas, por exemplo, o ttn será o mesmo, restando mais tte). Ou então, se ele intensificar seu trabalho, afim de produzir numa jornada de 8 horas, por exemplo, o que produziria em 12 horas. Em ambos os casos há um aumento absoluto na mais-valia produzida, ou uma produção de mais-valia absoluta (MARX, 2006a).

Definindo a taxa de mais-valia (m') como sendo a razão, em termos de valor, entre o tte e o ttn, ou seja, razão entre mais-valia e capital variável, respectivamente, teremos:

$$m' = \frac{m}{v} \quad (2)$$

De onde podemos extrair o valor de m :

$$m = m'.v \quad (3)$$

A taxa de mais-valia mostra, em termos percentuais, a divisão do valor novo criado entre mais-valia e capital variável, ou, no âmbito das aparências, a relação entre o valor que assumiu a forma lucro e o que assumiu a forma salário.

Substituindo (3) em (1), temos:

$$l' = m' \frac{v}{C} = m' \frac{v}{c + v} \quad (4)$$

Ou seja,

$$\frac{l'}{m'} = \frac{v}{C} \quad (5)$$

A taxa de lucro está para a taxa de mais-valia como o capital variável está para todo o capital.

Dessa proporção segue-se que l' , a taxa de lucro, é sempre menor que m' , a taxa de mais-valia, pois v , o capital variável, é sempre menor que C , a soma de $v + c$, de capital variável e capital constante (MARX, 2008, p.71-72).

A fim de encontrar a relação essencial entre c , v e l (m), iremos adotar como hipóteses simplificadoras o fato de que o valor do dinheiro não se altera, ou seja, uma magnitude de capital-dinheiro sempre comprará, em termos de valor, a mesma quantidade de forças produtivas.

Além disso, a produtividade do trabalho será dada pelas condições sociais médias e se manterá constante ao longo do tempo. Com isso eliminamos, por enquanto, a possibilidade de existência da mais-valia extraordinária.

O mesmo acontecerá com o número de rotações do capital, pois manteremos o mesmo constante e igual a um. Entretanto, analisaremos a consequência de sua variação sobre l' num tópico posterior.

Utilizando alguns recursos matemáticos, vejamos a seguir como se comporta a taxa de lucro diante de cada um dos elementos que a compõe.

2.1.1 Mantendo C constante, variando m

Sabendo que a mais-valia é igual ao lucro, tanto quanto maior for este, maior será a sua taxa:

$$l' = \frac{l}{C} = \frac{m}{C} = \frac{m}{c+v} = \frac{l}{c+v} \quad (1)$$

Através da derivação da equação (1) em relação à m , temos:

$$\frac{dl'}{dm} = \frac{1}{C} = \frac{1}{c+v} \quad (6)$$

Ponderada de maneira inversa pelo investimento, note que a variação da taxa de lucro quando há uma variação na mais-valia é positiva e na proporção de um para um. Isto acontece porque estamos considerando que, para um empresário, o lucro que ele recebe é igual à mais-valia que ele produz⁸.

2.1.2 Mantendo m e v constante, variando c

Derivando l' como uma função de c ,

$$\frac{dl'}{dc} = -\frac{m}{(c+v)^2} \quad (7)$$

⁸ Isto não acontece quando consideramos os valores sob a forma Preço de Produção. A relação entre os dois poderia ser intermediada por uma função qualquer do tipo $l = f(J, H)$, onde o lucro é uma função tanto da mais-valia produzida pela sociedade (J) quanto do investimento de todo capital social (H).

Observa-se que a taxa de lucro é inversamente proporcional à quantidade de capital constante que é empregada na produção.

Isto é perfeitamente compreensível, na medida em que c não cria valor algum para o produto, apenas tem seu valor transferido, pela Ft , para a mercadoria. Por si só, c não aumenta a quantidade de m .

2.1.3 Mantendo m e c constante, variando v

Vejamos o que acontece a l' quando a derivamos por v :

$$\frac{d l'}{d v} = -\frac{m}{(c+v)^2} \quad (8)$$

Tal como acontece com o capital constante, a taxa de lucro se comporta de forma inversa em relação ao capital variável.

Como não existe uma relação determinada entre o valor pago à força de trabalho (v) e o valor que ela cria ($v + m$), se houver um aumento no capital variável empregue na produção, com a manutenção da mais-valia produzida (seja pelo aumento da taxa de mais-valia ou da quantidade de trabalhadores empregados), o lucro será o mesmo e a taxa de lucro, conseqüentemente, irá cair.

Vejamos o investimento em seu conjunto.

2.1.4 Mantendo m constante, variando C como um todo

Ao derivar (1) por C , temos a seguinte expressão:

$$\frac{d l'}{d C} = -\frac{m}{C^2} \quad (9)$$

Portanto, vemos que, mantendo-se a quantidade de mais-valia produzida constante, a taxa de lucro será inversamente proporcional ao capital adiantado. Quanto maior o investimento, dada a quantidade de mais-valia, menor será a taxa de lucro. Note

também que ao alterar $c + v$ e manter m constante, significa que estamos considerando uma possível mudança na taxa de mais-valia (caso a variação de C venha por causa da mudança em v).

Porém, é visível que, quanto maior o investimento, menor será a redução da taxa de lucro causada pela adição desse capital (dado C no denominador e elevado à segunda potência). Isto pode ser associado à chamada economia em escala de produção. Podendo variar a quantidade de lucro obtido com o investimento, a equação (9), como proxy, pode ser uma forma de exprimir os ganhos advindos com a economia de escala.

2.1.5 Mantendo C constante, variando m'

A partir de (4) podemos analisar qual a relação entre a taxa de lucro e a taxa de mais-valia:

$$l' = m' \frac{v}{C} = m' \frac{v}{c + v} \quad (4)$$

Derivando:

$$\frac{dl'}{dm'} = \frac{v}{C} = \frac{v}{c + v} \quad (10)$$

Observe que o aumento da taxa de mais-valia é ponderado, não só de forma inversa pelo investimento, mas também pela quantidade de capital variável empregue na produção. Conforme expresso em (3), quanto maior a taxa de mais-valia sobre o capital variável, maior será a magnitude da mais-valia. Assim, maior será o lucro e, também, a taxa de lucro.

Sob as hipóteses inicialmente citadas, a forma mais eficiente de se aumentar a taxa de lucro é através do aumento da taxa de mais-valia. Isto é alcançado por três vias: aumentando a jornada de trabalho, aumentando a intensidade do trabalho ou reduzindo o salário. Mas tais medidas causam grande descontentamento por parte da força de trabalho.

Por outro lado, implícito nos pressupostos iniciais, o número de vezes que o capital variável é comprado, consumido e repostado durante um ano, sendo este o ciclo de sua rotação, é igual a um. Assim, anualmente, o valor que é destinado à compra da força de trabalho circula uma só vez e, conseqüentemente, se valoriza só uma vez.

No entanto, na realidade, este número é superior a 1. Ora, com o aumento do número de rotações do capital no período de um ano, ou seja, c e v sendo comprados e consumidos mais de uma vez por ano, a quantidade de mais-valia obtida crescerá no mesmo ritmo desse aumento na exploração de v . Sendo assim, o montante anual de lucro aumentará e , como consequência, a taxa de lucro. Isto nos obriga a direcionar nosso estudo para este elemento importante na determinação desta taxa, a saber, o tempo de rotação do capital.

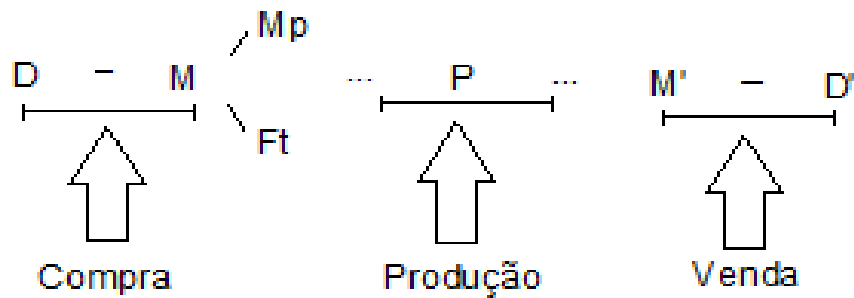
A análise desta variável que, por simplificação, não consideramos até agora torna-se, portanto, necessária, pois constatamos que ela se constitui numa outra via através da qual o capitalista pode aumentar sua taxa de lucro.

2.2 O CICLO E A ROTAÇÃO DO CAPITAL

Segundo Marx (2006a), o valor, para se tornar capital, deve percorrer constantemente duas fases opostas, mas necessárias: a fase de circulação e a de produção. Nestas o capital assume três formas distintas, as quais determinarão sua função. Enquanto dinheiro (D), o capital só poderá comprar determinada mercadoria, ao passo que esta última, ao se tornar uma forma particular do capital (M), só poderá ser vendida. Assim, as formas D e M só permitem ao capital estar na esfera da circulação. Mas, para que o conteúdo possa se desenvolver, se faz necessária a mudança de forma, ou seja, para se valorizar, o capital precisa abandonar as características que o mantêm na circulação e assumir seu papel na produção da mais-valia, tornado-se P, ou capital-produtivo.

Em seu processo de valorização, "*o capital movimenta-se na esfera da produção e nas duas fases da esfera da circulação*" (MARX, 2006b), formando assim o ciclo do capital industrial, representado na figura 1 a seguir:

Figura 1 - Ciclo do Capital Industrial



Quando assume pela primeira vez a forma D, além de iniciar o ciclo, o capital inicia o período de uma rotação, o qual mede o tempo que ele leva para abandonar uma forma e assumi-la novamente:

O tempo em que determinado capital faz uma circulação completa é igual à soma de seu tempo de circulação propriamente dito e de seu tempo de produção. É o período em que o valor-capital se move, a partir do momento em que é adiantado sob determinada forma até o momento em que volta à mesma forma (MARX, 2006b, p.173)

Este é um movimento que não pode ser interrompido:

Quando todo o valor-capital empregado por um capitalista individual num ramo de produção qualquer conclui o movimento cíclico, volta a encontrar-se em sua forma inicial e pode repetir o mesmo processo. Tem de repeti-lo, se o propósito é perpetuar e expandir o valor como valor-capital. Cada ciclo constitui na vida do capital apenas uma etapa que se renova constantemente, um período, portanto (MARX, 2006b, p.175).

Aqui é mister fazer uma distinção entre as duas formas de abordar o mesmo fenômeno: sob o ponto de vista do ciclo, o capital percorre as fases de circulação e de produção; sob a ótica da rotação, o capital passa pelo tempo de circulação e pelo tempo de produção:

Chama-se rotação do capital o seu ciclo definido como processo periódico e não como acontecimento isolado. Sua duração é determinada pela soma do tempo de produção e do tempo de circulação do capital. Esta soma constitui o tempo de rotação do capital. Mede, portanto, o tempo que dura o período cíclico do valor-capital total até poder passar ao período seguinte (MARX, 2006b, p.175).

2.3 OS TEMPOS DE ROTAÇÃO DO CAPITAL

2.3.1 Tempo de Produção

O capital, quando destinado à compra dos meios de produção, assume a forma de capital constante. Por outro lado, quando destinado à compra da força de trabalho, se torna capital variável. É da união desses dois elementos opostos que surge o capital sob a forma produtiva, P.

No período em que estão na esfera da produção, as edificações, as máquinas, os instrumentos, as matérias-primas, os materiais auxiliares, etc., ou seja, o capital constante propriamente dito, enfrentam três situações:

a) o tempo durante o qual funcionam como meios de produção, servem ao processo de produção; b) os intervalos em que se interrompe o processo de produção e em consequência o funcionamento dos meios de produção que a ele se incorporam; c) o tempo em que estão disponíveis como condições do processo, representando já capital produtivo, embora não tenham ainda entrado no processo de produção (MARX, 2006b,137).

O caso 'a' ocorre quando, no processo de produção, está sendo executado o processo de trabalho. Este último representa o funcionamento da força de trabalho, o consumo do seu valor de uso. É quando o trabalho está sendo realizado de fato. Dentro do tempo de produção, este período corresponde ao tempo de trabalho.

No caso 'b' temos as situações nas quais o processo de produção é interrompido por algum motivo programado. É o que acontece nas fábricas onde há menos de três turnos, pois no máximo 16 horas, das 24 do dia, serão destinadas ao processo de produção. Outro exemplo é a pausa que ocorre nos intervalos para as refeições. Existem também as interrupções casuais, porém, por não serem a regra geral, devem ser consideradas como ocorrências especiais.

Por último temos a situação 'c', onde os meios de produção estão prontos para o funcionamento, mas ainda não foram utilizados, pois são capital produtivo latente. Como afirma o próprio Marx (2006b):

O capitalista precisa ter determinado estoque de matérias-primas e substâncias auxiliares, a fim de poder realizar o processo de produção em escala previamente estabelecida durante períodos mais ou menos longos, sem depender das flutuações cotidianas do mercado (p.137).

Contida no caso 'a' está outra situação onde parte dos meios de produção permanece sem funcionar. É quando estes cumprirão apenas a função de objetos de trabalho, sendo a função de meios de trabalho interrompida.

Isto acontece porque cada trabalho, que utiliza meios e objetos de trabalho específicos e cria um valor de uso particular (MARX, 2006a), deve se submeter às técnicas e tecnologias disponíveis e às limitações impostas pela característica do processo de trabalho. Existem produtos que, para serem criados, precisam passar por processos físicos que não necessitam de interferência humana. Um exemplo disso é a fotossíntese, ação pela qual a maioria dos vegetais, através do dióxido de carbono, da água e dos minerais dissolvidos em compostos orgânicos, transforma energia luminosa em energia química. A função de fornecer energia para as plantas não cabe à ação do trabalhador, mas sim às condições naturais (o trabalhador pode melhorar essas condições, mas não fornecer energia diretamente).

Este é um exemplo onde o objeto está em fase de transformação, porém, sem a ação da força de trabalho e, conseqüentemente, dos meios de trabalho. Neste período o processo de produção continua, porém o processo de trabalho não se realiza.

Disto podemos inferir que:

O tempo de produção é maior que o tempo de trabalho. A diferença entre ambos é o excesso do tempo de produção sobre o tempo de trabalho. Esse excesso decorre de o capital produtivo encontrar-se em estado latente na esfera da produção, sem funcionar no processo de produção, ou em virtude de funcionar no processo de produção, sem estar no processo de trabalho (MARX, 2006b, p.138).

A conseqüência disto é a interrupção do processo de criação da mais-valia.

Qualquer que seja a razão por que o tempo de produção excede o tempo de trabalho [...], em nenhum desses casos os meios de produção absorvem trabalho, nem trabalho excedente, portanto. Não há, por isso, acréscimo de valor capital produtivo, enquanto se encontra na parte de seu tempo de produção que excede seu tempo de trabalho, por mais necessárias que sejam essas pausas para a consecução do processo de produzir mais-valia (MARX, 2006b, p.139).

Por outro lado:

Evidentemente, a produtividade e o acréscimo de valor de dado capital produtivo em dado espaço de tempo serão tanto maiores quanto mais condicionam o tempo de produção e o tempo de trabalho. Daí a tendência da produção capitalista de reduzir ao máximo possível o excesso do tempo de produção sobre o tempo de trabalho (MARX, 2006b, p.139)

Assim temos que:

O tempo de produção é, portanto, o tempo em que o capital produz valores de uso e acresce seu próprio valor, funcionando como capital produtivo, embora inclua tempo em que se encontra em estado latente ou produz sem gerar mais-valia (MARX, 2006b, p.140)

Com estes elementos, podemos afirmar que a gestão que vise organizar o processo (tempo) de trabalho de tal forma que coincida ao máximo com o processo (tempo) de produção ganhará com uma maior valorização do capital numa mesma jornada de trabalho. Além disso, quanto menor for o tempo de produção, menor será o tempo de rotação global, o que resulta em uma maior massa de lucro e em uma redução do volume de investimentos.

2.3.2 Tempo de Circulação

O capital aparece na esfera da circulação como capital-mercadoria e capital-dinheiro. Seus dois processos de circulação consistem em passar ele da forma mercadoria para a forma dinheiro e da forma dinheiro para a forma mercadoria (MARX, 2006b, p.140).

Ao assumir as formas M e D, o capital repele completamente a possibilidade de se valorizar. A função exercida por estas formas são estritamente de circulação. Como tais, elas condenam o capital a um momento estéril, não permitindo o crescimento do mesmo, pois apenas sob a forma P é que o capital pode gerar valor e valor de uso. Como diz Marx (2006b), *"Durante seu tempo de circulação, funciona o capital não como capital produtivo, e, por isso, não produz mercadoria nem mais-valia"* (p.140)

Como demonstra Marx em O Capital, Livro I – O processo de produção do capital, dinheiro não gera mais dinheiro. Este só pode ser trocado por coisa de mesmo valor (MARX, 2006a), só pode comprar algo. Já a mercadoria, por ser um não valor de uso para seu possuidor, não pode ser consumida, tendo que, obrigatoriamente, ser vendida. Por isso, enquanto estiver sob a forma D, o capital deve percorrer, necessariamente, uma fase de compra. E, enquanto M for a forma do capital, o mesmo deve enfrentar uma fase de venda. Assim, o tempo de circulação será dividido entre tempo de compra e tempo de venda.

Apesar de improdutivas, estas são fases necessárias, pois sem o capital-dinheiro, não seria possível a compra dos meios de produção e da força de trabalho (D – Mp e D

– Ft). Consequentemente, o surgimento de P estaria comprometido. Por outro lado, o produto acrescido de mais-valia assume a forma de capital-mercadoria, condicionando a materialização da mais-valia à venda da mesma (M' – D') (MARX, 2006b).

Num ciclo completo, o capital precisa interromper seu processo de valorização para que possa realizar o que foi criado e renovar o que foi gasto. Esta perniciosa consequência será tão maléfica quanto mais durar o tempo de circulação.

A expansão e a contração do tempo de circulação atuam como limites inversos da contração ou expansão do tempo de produção ou da capacidade em que um capital de grandeza dada funciona como capital produtivo. Quanto mais são ideais as metamorfoses da circulação do capital – isto é, quanto mais se torna o tempo de circulação = zero, ou mais se aproxima de zero –, tanto mais funciona o capital, tanto maiores se tornam sua produtividade e produção de mais-valia [...]

O tempo de circulação do capital limita, portanto, o tempo de produção e, portanto, o processo de produzir mais-valia (MARX, 2006b, p.140-141).

Tanto quanto menor for o tempo de circulação, menor será o tempo de rotação de todo o capital e, como no tempo de circulação não se cria nenhum valor, é do interesse do capital industrial reduzi-lo a zero.

2.4 O NÚMERO DE ROTAÇÕES

Como foi exposto, o ciclo de reprodução do capital não pode ser interrompido, sob o risco de deixar de existir. Sua contínua produção e reprodução é *condicio sine qua non*. Quanto à sua mensuração, Marx (2006b) explica que:

Se o dia de trabalho constitui a unidade natural de medida do funcionamento da força de trabalho, o ano representa a unidade natural de medida das rotações do capital em movimento (p.176).

Então, "se chamarmos R o ano, a unidade de medida do tempo de rotação, de r o tempo de rotação de determinado capital, de n o número de suas rotações, teremos

então $n = \frac{R}{r}$ " (MARX, 2006b, p.176).

Sabemos que o capital-produtivo é formado por elementos distintos e que cumprem funções diversas no processo de valorização. A diferença entre capital constante (Mp) e capital variável (Ft) é que o primeiro tem seu valor transferido para a

mercadoria por meio do segundo, o qual, neste processo, cria valor quantitativamente superior ao que lhe foi pago como salário (MARX, 2006a).

Porém, existe outra forma de classificar as forças produtivas, utilizando como critério a forma aparente de como os valores dos diversos elementos do capital produtivo se transferem para o produto.

Essa diversidade de rotação decorre da maneira diversa como se transporta para o produto o valor dos diferentes elementos do capital produtivo, e não da diversidade no papel que esses elementos desempenham na formação do valor dos produtos nem do procedimento que os caracteriza no processo de produzir mais-valia (MARX, 2006b, p.188).

2.4.1 O Capital Fixo

Chamaremos de capital fixo a parte do capital constante que leva mais de uma rotação anual para transferir completamente o seu valor à produção. São os meios de produção que assumem a forma de máquinas, edificações, plantas fabris em geral, etc.

Um elemento do valor do capital produtivo só adquire a forma de capital fixo se o meio de produção em que existe não é inteiramente consumido no espaço de tempo em que o produto é fabricado e expelido do processo de produção como mercadoria. É necessário que parte de seu valor perdure em sua antiga forma de uso (MARX, 2006b, p.189).

Por essa característica, é necessário ao empresário desembolsar todo o valor do capital fixo no ato do investimento.

A parte do valor do capital produtivo empregada em capital fixo é adiantada toda de uma vez, por todo o tempo em que funcionam aqueles meios de produção que compõem o capital fixo. Esse valor é lançado de uma vez na circulação pelo capitalista; mas só é retirado da circulação pouco a pouco, progressivamente, com a realização das partes do valor as quais o capital fixo, gradualmente, acrescenta às mercadorias (MARX, 2006b, p.189).

Se por um lado o capital fixo exige um investimento imediato, por outro ele não precisa ter seus elementos materiais repostos constantemente.

Durante esse tempo, não precisam ser repostos por novos exemplares da mesma espécie, nem ser reproduzidos. Por tempo mais ou menos longo, continuam a concorrer para produzir as mercadorias lançadas à circulação, sem desta tirarem os elementos físicos da própria renovação. Durante esse tempo, não exigem, portanto, que o capitalista volte a fazer adiantamento para renová-los (MARX, 2006b, p.189).

2.4.2 O Capital Circulante

Chamaremos de capital circulante a parte do capital produtivo que se transporta por completo, como valor, para a mercadoria em, no máximo, uma rotação anual.

Uma parte das matérias auxiliares, combustível, gás de iluminação etc., se consome no processo de trabalho, sem entrar materialmente no produto, enquanto outra se incorpora fisicamente no produto e constitui material de sua substância. Todas essas diferenças, entretanto, em nada alteram a circulação nem, portanto, o modo de rotação. Ao serem totalmente consumidas na formação do produto, as matérias auxiliares e as matérias-primas transferem seu valor por inteiro ao produto (MARX, 2006b, p.186).

Diferentemente do capital fixo, o capital circulante não parcela a rotação do seu valor. Na verdade ela flui, de um ciclo para o outro, sem cessar, de tal modo que "*esses elementos do capital produtivo se renovam fisicamente de maneira contínua*" (MARX, 2006b, p.186).

À parte do capital circulante que se constitui de matérias-primas, materiais auxiliares, combustível, etc., ou seja, de meios de produção, chama-se capital circulante constante (CCC).

Outro elemento que precisa de constante renovação e *aparentemente* transfere completamente seu valor ao produto é a força de trabalho. Se vendesse toda sua capacidade, o trabalhador estaria vendendo a si mesmo, já que não há como dissociá-lo dela. Então, para que não seja interrompida a produção, é necessário que o trabalhador receba periodicamente seu salário.

A parte do valor do capital produtivo desembolsada em força de trabalho, passa [é recriada] integralmente, portanto, para o produto [...], realiza com ela as duas metamorfoses pertencentes à esfera da circulação e, com essa renovação constante, permanece sempre incorporada ao processo de produção. Quaisquer que sejam, do ponto de vista da formação do valor, as diferenças entre a força de trabalho e os elementos do capital constante que não constituem capital fixo, tem ela em comum com esses elementos e em oposição ao capital fixo essa espécie de rotação de seu valor. Esses elementos do capital produtivo [...], em virtude do caráter comum de sua rotação, se opõem, como capital circulante ou de giro, ao capital fixo (MARX, 2006b, p.186-187, colchete nosso).

Quando o capital circulante é destinado à compra da força de trabalho, dizemos que este foi adiantado sob a forma de capital circulante variável (CCV).

Movimentando-se de forma distinta do capital fixo,

O valor do capital circulante em força de trabalho e em meios de produção é adiantado pelo tempo necessário para fabricar o produto, segundo a escala de produção, dada pela magnitude do capital fixo. Esse valor entra no produto inteiro, e, com a venda do produto, volta da circulação em sua totalidade, podendo ser novamente adiantado

[...]

A força de trabalho e os meios de produção em que existe o capital circulante, são retirados da circulação na medida necessária à fabricação e à venda do produto acabado; é necessário substituí-los e renová-los continuamente com novas aquisições em que, deixando a forma dinheiro, voltam eles a converter-se elementos de produção. A magnitude deles cada vez mais retirada do mercado é menor que a das secções do capital fixo, mas eles são retirados com mais frequência, renovando-se em períodos mais curtos o adiantamento do capital neles empregado. Essa renovação contínua se efetua em virtude a venda contínua do produto. Em seu valor e em sua forma material, realizam incessantemente todo ciclo das metamorfoses; executam uma reversão ininterrupta, como mercadoria que se torna os elementos de produção de si mesma (MARX, 2006b, p.188).

Sabendo quanto tempo dura a rotação do capital circulante, é possível para o capitalista saber qual o investimento necessário neste elemento do processo produtivo. Se, por exemplo, o capital circulante demora 6 meses para completar sua rotação, ou seja, para ser comprado, transferir todo o seu valor e ressurgir como capital-dinheiro, será necessário que o empresário tenha em mãos um investimento que garanta o suprimento de capital circulante durante os 6 meses. Caso o capital circulante complete sua rotação em 3 meses, será suficiente uma quantidade de capital circulante referente a esse tempo, 3 meses. Neste caso será preciso um investimento menor. Por outro lado,

O valor-capital que roda durante o ano pode ser maior que o valor global do capital adiantado, em virtude das rotações repetidas, no mesmo período, do capital circulante.

[...]

A *rotação do valor* do capital adiantado separa-se, portanto, do tempo real que os seus componentes levam para reproduzir-se, ou seja, do tempo real da rotação deles. Suponhamos que um capital de 4.000 libras esterlinas faça cinco rotações por ano. O capital rodado é então de $5 \times 4.000 = 20.000$ libras esterlinas. Mas o que volta ao fim de cada rotação, para ser novamente adiantado é o capital originalmente adiantado de 4.000 libras esterlinas. Sua magnitude não é alterada pelo número dos períodos de rotação em que volta a funcionar como capital (MARX, 2006b, p.208, ênfase do autor).

Além das diferenças quanto à circulação do valor e, conseqüentemente, à rotação de cada parte do capital produtivo, existem diferenças quantitativas que fazem com que elementos do próprio capital fixo e circulante tenham períodos de rotação distintos. "*O capital fixo e o capital circulante se subdividem, por sua vez em elementos com tempos de rotação diferentes*" (RIBEIRO, 2009, p.77).

Assim, o desgaste do capital fixo é longo e durará até que o valor do mesmo seja exaurido pelo consumo do valor de uso que o encarnou. Já o capital circulante terá todo o seu valor e valor de uso imediatamente consumido e repostado a cada rotação. É exatamente este valor de uso que determinará a maneira de transferência do valor do capital-produtivo à mercadoria, pois dentro de cada categoria haverá também meios de produção com tempos de vida diferentes. Por exemplo, o valor de uso de uma máquina, dadas as suas características e a forma de utilização, tem uma duração média. Já um edifício terá outra duração, também determinada por suas formas e matéria. Máquinas e edifícios têm características distintas e, por conseguinte, dentre eles próprios (capital fixo), haverá durações também distintas.

Sabendo do número de rotações de cada parte do capital-produtivo e seu respectivo valor, podemos, a partir de uma média ponderada, encontrar o número médio de rotações de todo o capital adiantado.

$$n = \frac{n_1 \cdot x_1 + n_2 \cdot x_2 + \dots + n_h \cdot x_h}{x_1 + x_2 + \dots + x_h} = \frac{\sum_{i=1}^h n_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^h x_i} = \frac{P}{C} \quad (11)$$

Onde n é a média de rotações do capital global, n_i é o número de rotações do capital i , x_i é o valor do capital i , P é a diferença entre o produto anual e a mais-valia (valor desembolsado anualmente) e C é o capital total adiantado.

"A rotação global do capital adiantado é a rotação média de suas partes componentes" (MARX, 2006b, p.207).

Note que $C = \frac{P}{n}$, ou seja, quanto maior o número de rotações, dado o gasto anual com a produção, menor será o investimento necessário para iniciá-la.

Por outro lado, a força de trabalho, como única fonte do valor, ao circular como capital variável, produz e faz circular também a mais-valia.

Além do próprio valor, a força de trabalho acrescenta incessantemente ao produto mais-valia, encarnação de trabalho não pago. A mais-valia, portanto, é posta também em circulação pelo produto acabado e convertida em dinheiro como os demais elementos do valor do produto (MARX, 2006b, p.188).

Vejam os como a rotação desse capital influencia a quantidade de mais-valia produzida.

2.5 A ROTAÇÃO DO CAPITAL VARIÁVEL

Além de recriar valor quantitativamente igual ao gasto com o capital circulante variável, a força de trabalho, nas suas sucessivas rotações, cria também a mais-valia. Com isso, num ano (ou numa rotação do capital global), a quantidade de valor excedente criado será tão grande quanto maior for o número de rotações do CCV. Este é o conceito de massa anual de mais-valia (M).

$$M = n \cdot m \quad (12)$$

Onde n é o número de rotações do capital variável em um ano e m é a mais-valia produzida em cada rotação. Além disso,

$$V = n \cdot v \quad (13)$$

V é a quantidade total de capital variável (v) gasta em um ano, dado o número de rotações do mesmo (n).

Com essas duas variáveis podemos redefinir a taxa de mais-valia (2):

$$m' = \frac{m}{v} = \frac{m \cdot n}{v \cdot n} = \frac{M}{V} \quad (14)$$

Esta é a taxa efetiva de mais-valia (RIBEIRO, 2009). Porém, para o capitalista interessa qual é a quantidade anual de mais-valia (M) apropriada por ele, dado o seu investimento inicial em capital variável (v). Temos, com esta relação, a taxa anual de mais-valia (M').

$$M' = \frac{M}{v} = \frac{m \cdot n}{v} \quad (15)$$

Esta mostra a rentabilidade do investimento em capital variável ao longo de uma rotação do capital global (um ano).

Diante do exposto é necessário reescrevermos a fórmula da taxa de lucro (1):

$$l' = \frac{L}{C} = \frac{M}{C} = \frac{m \cdot n}{c + v} = \frac{l \cdot n}{c + v} \quad (16)$$

Onde L é a massa anual de mais-valia (M) sob a forma de lucro.

A partir de (15) encontramos a seguinte expressão:

$$m = \frac{M' \cdot v}{n} \quad (17)$$

A quantidade de mais-valia obtida em uma rotação do CCV é igual ao produto da taxa anual de mais-valia pela quantidade de capital variável investido, dividido pelo número de rotações deste capital.

Substituindo em (16),

$$l' = \frac{M' \cdot v}{n} \cdot \frac{n}{c + v} = \frac{M' \cdot v}{c + v} \quad (18)$$

Derivando em função da taxa anual de mais-valia (M') obtemos a seguinte expressão:

$$\frac{d l'}{d M'} = \frac{v}{c + v} \quad (19)$$

Análogo ao que aconteceu com a taxa de mais-valia (10), a taxa anual de mais-valia (M') é ponderada, não só de forma inversa pelo investimento (c + v), mas também, de forma direta, pela quantidade de capital variável desembolsado inicialmente (v). Quanto maior a taxa anual de mais-valia sobre o capital variável adiantado, maior será a taxa de lucro.

Mas essa ainda não é a melhor forma de aumentar a taxa de lucro, pois também provoca descontentamento por parte dos trabalhadores. Vejamos.

Derivando (16) em função do número de rotações do capital circulante variável temos:

$$\frac{d l'}{d n} = \frac{m}{C} = \frac{m}{c + v} \quad (20)$$

Com isso vemos que, variando o número de rotações CCV (n), a taxa de lucro será tão grande quanto maior for a quantidade de mais-valia obtida em uma rotação do CCV (m) e menor for o investimento inicial ($c + v$). Como vimos, o investimento se relaciona de maneira inversa com o número de rotações, evidenciando a dupla influência de n sobre l' .

2.6 RELAÇÃO ENTRE ROTAÇÃO E TAXA DE LUCRO

Para fins de ilustração, utilizaremos inicialmente os seguintes dados nos exemplos que se seguem neste tópico: investimento em capital constante fixo (CCF) = 100.000 unidades monetárias; investimento em capital circulante constante (CCC) = 4.000 unidades monetárias; investimento em capital circulante variável (CCV) = 1.000 unidades monetárias; taxa efetiva de mais-valia (m') = 100%; sendo os respectivos tempos de rotação determinados ao longo do texto.

Cientes de que o número de rotações determina um múltiplo da quantidade do valor do capital produtivo transferido para a produção anual, vejamos os casos a seguir.

2.6.1 O Capital Constante Fixo

Se considerarmos que, trabalhando num turno de 8 horas diárias, 10 anos é o tempo de duração de um capital fixo que vale 100.000 unidades monetárias (ou seja, uma rotação do capital fixo, período em que transfere todo o seu valor, equivale a 10 rotações anuais), afirmamos, então, que a transferência anual do valor deste capital para a produção é de 10.000 unidades monetárias (1/10 de sua rotação). Se a fábrica quiser aumentar a produção, pode mudar o regime de trabalho para 2 turnos, ou seja, ela funcionará 16 horas/dia. Isto faz com que o desgaste da máquina duplique em relação ao regime anterior. Conseqüentemente, a quantidade de valor transferido da máquina para o produto anual também duplicará, diminuindo, desta forma, o tempo de vida da máquina e, por conseguinte, seu tempo de rotação. Agora, com 2 turnos de 8 horas cada, em 5 anos a máquina terá todo seu valor transferido às mercadorias por ela produzidas,

ou seja, terá completado sua rotação. Anualmente isto representa 20.000 unidades monetárias ou 1/5 do seu valor.

Como já afirmamos, a quantidade de capital circulante necessário para a produção de uma mercadoria é, em essência, uma determinação técnica imposta pelo capital fixo. Então, na medida em que, numa jornada, aumenta o funcionamento dos meios de produção sob a forma de capital fixo, maior será a necessidade de consumir capital produtivo circulante. Então, como iremos dobrar a produção, é necessário dobrar o investimento em capital circulante. Veja a tabela a seguir.

Tabela 1 - A rotação do CCF

Situação I			
	Investimento	Nº de rotações anuais	Valor circulado no ano
CCF	100.000	0,1	10.000
CCC	4.000	5	20.000
CCV	1.000	12	12.000
Total	105.000	-	42.000
Média	-	0,4	-
	Massa anual de Mais-valia	Investimento	Taxa de lucro
	12.000	105.000	11,4%

Situação II			
	Investimento	Nº de rotações anuais	Valor circulado no ano
CCF	100.000	0,2	20.000
CCC	8.000	5	40.000
CCV	2.000	12	24.000
Total	110.000	-	84.000
Média	-	0,8	-
	Massa anual de Mais-valia	Investimento	Taxa de lucro
	24.000	110.000	21,8%

Fonte: elaboração própria

2.6.2 O Capital Circulante

Suponhamos que, para produzir em um ano certa quantidade de mercadorias, um capitalista necessite de 20.000 unidades monetárias de capital circulante. De acordo com o exemplo dado, neste período, o capital cumpre 5 rotações. Por isso o investimento inicial é de 4.000. Se, por algum motivo, o número de rotações desse mesmo capital circulante aumentar para 10 num ano, o valor necessário para a compra inicial de capital circulante será o gasto anual dividido pelo número de rotações, $20.000 \div 10 \text{ rotações} = 2.000$ unidades monetárias de investimento. Inversamente, se o número de rotações cair para 2, será necessário um adiantamento de 10.000 unidades monetárias.

Tabela 2 - A rotação do CCC

Situação I			
	Investimento	Nº de rotações anuais	Valor circulado no ano
CCF	100.000	0,1	10.000
CCC	4.000	5	20.000
CCV	1.000	12	12.000
Total	105.000	-	42.000
Média	-	0,4	-
	Massa anual de Mais-valia	Investimento	Taxa de lucro
	12.000	105.000	11,4%

Situação II			
	Investimento	Nº de rotações anuais	Valor circulado no ano
CCF	100.000	0,1	10.000
CCC	2.000	10	20.000
CCV	1.000	12	12.000
Total	103.000	-	42.000
Média	-	0,4	-
	Massa anual de Mais-valia	Investimento	Taxa de lucro
	12.000	103.000	11,7%

Fonte: elaboração própria

Este mesmo raciocínio pode ser aplicado ao capital circulante variável. Pois, mantendo-se constante o valor total de capital variável gasto num ano (contratação da mesma quantidade de mão de obra), é possível diminuir esse investimento através do aumento do número de rotações. Por exemplo, pagando os salários mensalmente, o capitalista necessita de ter em mãos 1.000 unidades monetárias. Mas, quando começa a pagar os salários quinzenalmente, ele só precisa de 500 unidades monetárias de investimento em CCV.

Tabela 3 - A rotação do CCV

Situação I			
	Investimento	Nº de rotações anuais	Valor circulado no ano
CCF	100.000	0,1	10.000
CCC	4.000	5	20.000
CCV	1.000	12	12.000
Total	105.000	-	42.000
Média	-	0,4	-
	Massa anual de Mais-valia	Investimento	Taxa de lucro
	12.000	105.000	11,4%

Situação II			
	Investimento	Nº de rotações anuais	Valor circulado no ano
CCF	100.000	0,1	10.000
CCC	4.000	5	20.000
CCV	500	24	12.000
Total	104.500	-	42.000
Média	-	0,4	-
	Massa anual de Mais-valia	Investimento	Taxa de lucro
	12.000	104.500	11,5%

Fonte: elaboração própria

Já tínhamos visto, pela equação (16), que o aumento do número de rotações do capital circulante irá alterar a magnitude de $c + v$, na medida em que a quantidade de investimento em CCC e CCV necessário ao início da produção será menor.

$$l' = \frac{L}{C} = \frac{M}{C} = \frac{m.n}{c+v} = \frac{l.n}{c+v} \quad (16)$$

Além de poder aumentar a quantidade de mais-valia produzida em um ano (M), o aumento do número de rotações do capital circulante reduz o montante de capital necessário para iniciar a produção (c + v). Por duas vias a rotação do capital circulante altera a taxa de lucro.

Vimos também que, quanto maior for a coincidência do tempo de trabalho e do tempo de produção, maior será quantidade de valor criado pela força de trabalho numa jornada. Isto contribui para aumentar m , o numerador de l' . Por outro lado, quanto menos tempo os meios de produção ficarem parados numa jornada, mais eles transferirão seu valor para as mercadorias. Numa jornada, quanto menor for o tempo ocioso, maior será a quantidade de valor transferido e criado por um trabalhador. Isto, ao mesmo tempo, aumenta a velocidade de valorização e de rotação do capital como um todo.

É, pois, o aumento do número de rotações o meio mais eficiente de se aumentar a taxa de lucro, na medida em que aumenta a massa anual de mais-valia e reduz o investimento.

2.7 VALOR E PREÇO DE PRODUÇÃO

Em toda obra "O Capital", Marx demonstra, aos mais diversos níveis, a inversão da relação sujeito-objeto no processo de acumulação capitalista. No tocante à sociedade capitalista, ele mostra como o capitalista comporta-se como um personificador do capital. É ele (sujeito) que dá à coisa (capital) cérebro, pernas, braços, voz, consciência, etc.

Uma vez tendo sido criado pelo homem, o capital só pode existir através dele. É o capitalista o personificador das vontades do capital e é através de suas decisões que o capital se reproduzirá. Mas, para manter sua vida, o valor-capital precisa de eterna produção de mais-valia.

A circulação de dinheiro como capital [...] tem sua finalidade em si mesma, pois a expansão do valor só existe nesse movimento continuamente renovado. Por isso, o movimento do capital não têm limites.

Como representante consciente desse movimento, o possuidor do dinheiro torna-se capitalista. Sua pessoa, ou melhor, seu bolso, é donde sai e para onde volta o dinheiro. O conteúdo objetivo da circulação em causa – a expansão do valor – é sua finalidade subjetiva. Enquanto a apropriação crescente da riqueza abstrata for o único motivo que determina suas operações, funcionará ele como capitalista, ou como capital personificado, dotado de vontade e consciência. Nunca se deve considerar o valor-de-uso objetivo imediato do capitalista. Tampouco o lucro isolado, mas o interminável processo de obter lucros (MARX, 2006a, pp.183-184).

No entanto, a busca pelo cumprimento desta lei de valorização individual permanente faz surgir outras que regem o sistema como um todo. Estas, tanto quanto todas as leis econômicas, independem da vontade individual do homem, mas são impostas pelos anseios de sua criatura, o capital.

Destacamos aqui a lei que rege a determinação da taxa de lucro médio. Procurando nos manter dentro dos limites do presente trabalho, não nos alongaremos com a sua exposição, mas, estudaremos apenas sua consequência direta sobre a forma preço do valor.

2.7.1 Valor Individual e Valor de Mercado

Segundo Marx (2006a), o valor de uma mercadoria é dado pela quantidade de trabalho necessário à sua produção. Esta quantidade, dada a intensidade do trabalho, é medida pelo tempo de trabalho.

Um valor-de-uso ou um bem só possui, portanto, valor, porque nele está corporificado, materializado, trabalho humano abstrato⁹. Como medir a grandeza do seu valor? Por meio da quantidade da "substância criadora de valor" nele contida, o trabalho. A quantidade de trabalho, por sua vez, mede-se pelo tempo de sua duração, e o tempo de trabalho, por frações do tempo, como hora, dia, etc. (MARX, 2006a, p.60).

Além disso, outro fator que determina a quantidade de trabalho contido numa mercadoria é a intensidade do trabalho realizado. Quanto mais intenso for o trabalho, mais energia o produtor gasta para criar uma mercadoria, então, mais valor ela terá.

Mercadorias que contêm iguais quantidade de trabalho, possuem conseqüentemente, valor da mesma magnitude. O valor de uma mercadoria está para o valor de qualquer outra, assim como o tempo de trabalho necessário à produção de uma está para o tempo de trabalho necessário à produção de outra. (MARX, 2006a, p.61).

Vejamos o exemplo da tabela 4, onde 5 produtores criam o mesmo valor de uso executando um trabalho de mesma intensidade, mas em tempos de trabalho diferentes:

⁹ Caráter do trabalho despido de todas as suas características particulares, ou seja, de seu aspecto útil, concreto.

Tabela 4 - Tempos de produção individuais

	Tempo de trabalho em horas	n° de mercadorias produzidas
Produtor A	2	1
Produtor B	3	1
Produtor C	4	1
Produtor D	5	1
Produtor E	6	1

Fonte: elaboração própria

O produtor C tem uma mercadoria que vale 4 horas, a de B equivale a 3 horas e a mercadoria de A vale 2 horas. Ou seja, para A ter o mesmo valor sob a forma de mercadoria que B, é necessário ele produzir 1,5 mercadorias. Já para ter o mesmo valor que C, são necessárias 2 de suas mercadorias. Para E ter o mesmo valor que A é necessário apenas 1/3 de sua mercadoria.

Isto quer dizer que, quanto menos eficiente for um produtor, mais valor ele produzirá. E, inversamente, quanto mais capaz for um produtor, menor será a quantidade de valor produzida por ele.

Se o valor de uma mercadoria é determinado pela quantidade de trabalho gasta durante sua produção, poderia parecer que, quanto mais preguiçoso ou inábil um ser humano, tanto maior o valor de sua mercadoria, pois ele precisa de mais tempo para acabá-la (MARX, 2006a, p.60).

Porém, não é o valor individual (VI) das mercadorias que a sociedade reconhece, mas sim o valor de mercado (VM) de cada produto, o qual é determinado pela média dos tempos de trabalho individuais necessários à sua produção, a saber, pelo tempo de trabalho socialmente necessário (ttsn).

Tempo de trabalho socialmente necessário é o tempo de trabalho requerido para produzir-se um valor-de-uso qualquer, nas condições de produção socialmente normais existentes e com grau social médio de destreza e intensidade do trabalho (MARX, 2006a, p.60).

O que determina a grandeza do valor, portanto, é a quantidade de trabalho socialmente necessária ou tempo de trabalho socialmente necessário a produção de um valor-de-uso (MARX, 2006a, p.61)

Como média, existirão valores individuais acima e abaixo do valor de mercado e *"Só em conjunturas excepcionais, as mercadorias produzidas nas piores condições ou as produzidas nas condições mais favoráveis regulam o valor de mercado"* (MARX, 2008, p.235). Dentre estas "conjunturas excepcionais", Marx inclui as variações entre

oferta e procura, ou seja, as alterações de preços provocadas pelos desequilíbrios decorrentes da "lei da oferta e da procura".

Assim, alguns produtores obterão, com a troca, mais ou menos valor do que produziram. Vejamos a tabela 5, baseada na tabela 4:

Tabela 5 - Tempos de produção individual e social

	Tempo de trabalho em horas	n° de mercadorias produzidas	Desvios do Valor de Mercado
Produtor A	2	1	2
Produtor B	3	1	1
Produtor C	4	1	0
Produtor D	5	1	-1
Produtor E	6	1	-2
Total	20	5	0
Média (TTSN)	4	1	0

Fonte: elaboração própria

Os produtores A e B, por serem os mais eficientes, obterão mais valor do que produziram, pois o valor individual de suas mercadorias (2 e 3 horas, respectivamente) estão abaixo do valor de mercado (4 horas). Este valor extra tem sua origem nos produtores D e E, menos produtivos, com seus valores individuais acima do valor de mercado (5 e 6 horas, respectivamente). O produtor C, como produziu no tempo médio, terá um valor referente à quantidade de trabalho por ele gasta.

Este é um mecanismo espontâneo, criado pela sociedade mercantil, de premiação do produtor mais eficiente, ou que gasta menos trabalho (A e B). É, ao mesmo tempo, disciplinador dos menos produtivos, ou que gastam mais trabalho (D e E), na medida em que estes perdem para outrem certa quantidade de valor criado. Veremos mais adiante que este é o conteúdo por trás da mais-valia extraordinária.

Mas, "*O valor de uma mercadoria não é determinado apenas pela quantidade de trabalho que lhe dá a última forma, mas também pela quantidade de trabalho contida em seus meios de produção*" (MARX, 2006a, p.366). Além da parte criada pelo trabalho vivo, ou valor novo, numa mercadoria existe também o trabalho morto, ou valor pretérito. Este se constitui do valor transferido pelos meios e objetos de trabalho utilizados no processo de produção. Então, o valor total de uma mercadoria é dado pela quantidade de trabalho pretérito mais a quantidade de trabalho vivo materializado, pois

"Como valores, as mercadorias são apenas dimensões definidas do tempo de trabalho que nelas se cristaliza" (MARX, 2006a, p.61).

Tabela 6 – Valores vivo, morto e total 1

	Tempo de trabalho novo em horas	Tempo de trabalho pretérito em horas	Valor total das mercadorias em horas	Desvio do Valor de Mercado
Produtor A	2	5	7	2
Produtor B	3	5	8	1
Produtor C	4	5	9	0
Produtor D	5	5	10	-1
Produtor E	6	5	11	-2
Total	20	25	45	0
Média (TTSN)	4	5	9	0

Fonte: elaboração própria

Como componente do valor total individual da mercadoria, o valor pretérito individual (5 horas para todos) influencia o valor de mercado (9 horas). Neste caso, como são todos iguais, a diferença está apenas no valor novo criado. Isto quer dizer que os desvios dos valores individuais são resultados dos diferentes tempos de trabalho novo individuais, visto que os tempos de trabalho morto de todos são iguais, e, conseqüentemente, iguais ao que podemos chamar de tempo de trabalho pretérito médio, ou valor morto médio (5 horas). Como o produtor C trabalhou na média (4 horas), não há desvios do seu valor individual em relação ao valor de mercado.

Vejamos o que acontece quando o valor morto é diferente para cada produtor, sendo os tempos de trabalho vivo iguais:

Tabela 7 - Valores vivo, morto e total 2

	Tempo de trabalho novo em horas	Tempo de trabalho pretérito em horas	Valor total da mercadoria em horas	Desvio do Valor de Mercado
Produtor A	5	7	12	-1
Produtor B	5	5	10	1
Produtor C	5	4	9	2
Produtor D	5	8	13	-2
Produtor E	5	6	11	0
Total	25	30	55	0
Média (TTSN)	5	6	11	0

Fonte: elaboração própria

Com o tempo de trabalho vivo individual igual para todos (5 horas) temos que todos serão, portanto, iguais ao que chamaremos de tempo de trabalho vivo médio, ou valor novo médio (5 horas). Assim, os desvios dos valores totais individuais em relação ao valor de mercado (11 horas, na tabela 7) serão causados pelas diferentes quantidades de trabalho morto contidos nas mercadorias. Note que, como aconteceu com o produtor C no caso anterior, o produtor E tem em mãos um valor morto médio, por isso não há desvio qualquer do valor individual de sua mercadoria para com o valor de mercado.

Observemos o que acontece quando o tempo de trabalho vivo e morto de nenhum produtor coincide:

Tabela 8 - Valores vivo, morto e total 3

	Tempo de trabalho novo em horas	Tempo de trabalho pretérito em horas	Valor total da mercadoria em horas	Desvio do Valor de Mercado
Produtor A	2	7	9	1
Produtor B	3	5	8	2
Produtor C	4	4	8	2
Produtor D	5	8	13	-3
Produtor E	6	6	12	-2
Total	20	30	50	0
Média (TTSN)	4	6	10	0

Fonte: elaboração própria

O valor de mercado é dado por 10 horas de trabalho, sendo que 3 produtores criam a mercadoria abaixo dessa média (A, B e C), se apropriando, assim, de um valor extra, e 2 produzem acima do tempo de trabalho socialmente necessário (D e E), os quais cedem parte do valor que criaram aos outros produtores. Note que é possível haver uma mesma quantidade de trabalho numa mercadoria, mesmo quando são gastas quantidades de trabalho vivo/morto distintas (B e C).

É notável que existam duas vias pelas quais um produtor pode obter mais valor do que gastou para produzir uma mercadoria, ou seja, produzir um valor individual abaixo do valor de mercado e se apropriar de um valor extra: 1) reduzindo a quantidade de trabalho novo inserido numa mercadoria; e/ou 2) diminuindo o gasto de valor pretérito por produto. De qualquer forma, em relação à média, quanto menor o tempo de trabalho novo/pretérito (valor vivo/morto) gasto na produção individual, maior a premiação, pela eficiência, sob a forma de valor adicional.

2.7.2 O Preço de Produção

Para analisarmos a sociedade capitalista, as considerações que fizemos até agora devem ser adaptadas às formas que aparecem neste modo de produção.

A primeira coisa que devemos fazer é dividir o tempo de trabalho vivo entre tempo de trabalho necessário e tempo de trabalho excedente, pois, agora, o trabalho vivo será executado pelos trabalhadores assalariados, já que antes considerávamos que o próprio produtor o executava. Trataremos o primeiro (ttn) como se fosse, também, uma transferência de valor feita para a mercadoria, tal como um valor pretérito¹⁰. Desta forma, chamaremos o valor realmente transferido para a mercadoria (trabalho morto) mais o valor referente aos salários (uma parte do valor novo criado) de preço de custo, na medida em que, antes da produção começar, já custou ao capitalista. À outra parte do valor novo criado, referente ao tempo de trabalho excedente, já definimos como substância da mais-valia.

Com isso, o valor individual de uma mercadoria será dado pelo preço de custo + mais-valia. Apesar dessa mudança de formal, continuam sendo válidas as afirmações anteriormente destacadas: os valores das mercadorias individuais são regulados pelo tempo de trabalho socialmente necessário à sua produção, ou pelo valor de mercado, podendo aqueles se desviarem deste. Quando isto acontecer, chamaremos a parte da mais-valia (parte do valor novo criado) apropriada pelos melhores produtores de mais-valia extraordinária. Isto quer dizer que os desvios positivos representam a quantidade de mais-valia extraordinária absorvida pelos produtores mais eficientes e, conseqüentemente, liberada pelos menos eficientes.

Dividindo o tempo de trabalho vivo em duas partes iguais (tte = ttn), ou, com a taxa de mais-valia = 100%, vamos ver, a partir da tabela 8, como fica o conteúdo sob uma nova forma:

¹⁰ Esta é uma mera diferença formal, mas que gera grandes confusões por parte dos economistas. Marx a dissecou genialmente no volume 4 do livro III de O Capital.

Tabela 9 - Mais-valia, preço de custo e mais-valia extraordinária

	Mais-valia	Preço de custo	Valor total da mercadoria	Mais-valia extraordinária
Produtor A	1	8	9	1
Produtor B	1,5	6,5	8	2
Produtor C	2	6	8	2
Produtor D	2,5	10,5	13	-3
Produtor E	3	9	12	-2
Total	10	40	50	0
Média (TTSN)	2	8	10	0

Fonte: elaboração própria

Note que, apesar da mudança aparente, a essência da lei do valor se mantém a mesma. A diferença é que, ao invés de um valor novo médio de 4 horas (total de 20), teremos uma mais-valia referente a 2 horas (total de 10), e, ao invés de 6 horas valor morto médio (total de 30), teremos um custo de produção médio de 8 horas (total de 40). Por outro lado, a quantidade total de valor criado e transferido não se alterou, tal como os valores individuais, o valor de mercado e, conseqüentemente, os respectivos desvios.

Entretanto, todas as mercadorias, mais cedo ou mais tarde, terão que ser vendidas por um determinado preço de mercado¹¹. Mas nas sociedades capitalistas os preços de mercado não podem ser estabelecidos com base nos valores de mercado. Aqueles terão como conteúdo os preços de produção de mercado. Este tipo de valor de troca deve representar o custo necessário à produção da mercadoria (preço de custo) somado a um montante de mais-valia que remunere o investimento pela taxa de lucro médio. Este é o chamado preço de produção:

Os preços que obtemos, acrescentando a média das diferentes taxas de lucro dos diferentes ramos aos preços de custo dos diferentes ramos, são os *preços de produção*. Requerem a existência da taxa geral de lucro, e esta, por sua vez, supõe que as taxas de lucro consideradas de per si em cada ramo particular de produção já estejam reduzidas a outras tantas taxas médias (MARX, 2008, p.210, ênfase do autor).

Estas taxas particulares de lucro são em cada ramo de produção $= \frac{m}{C}$, e devem ser inferidas [...] do valor da mercadorias. Sem essa inferência, esvazia-se de sentido e conteúdo a noção de taxa geral de lucro e, por conseguinte, a de preço de produção da mercadoria (MARX, 2008, p.210).

¹¹ Preço pelo qual a mercadoria é vendida. Em outras palavras, é a materialização do valor no corpo do dinheiro.

O lucro médio representa um sistema de redistribuição da mais-valia criada pelo Modo de Produção Capitalista para tornar viável a sua reprodução. Nesse sistema, a produção de produtos está subordinada à produção de lucro, o que condiciona o início de qualquer atividade produtiva a uma prévia garantia de remuneração. Esta garantia, por sua vez, é determinada pela taxa de lucro médio, um regulador que foi espontaneamente criado através da concorrência dentro de cada ramo e entre os diferentes ramos de produção.

O contínuo deslocamento dos capitais à procura de maior lucratividade provoca sucessivos desequilíbrios entre oferta e procura. As conseqüentes variações de preço fez com que fosse criada uma "taxa de lucro médio", considerada pelos capitalistas como "normal". Esta taxa, na verdade, representa o rateio de toda a mais-valia produzida, entre todos os capitalistas, usando como critério o montante de cada investimento¹².

É esta taxa de lucro médio a explicação teórica para o acréscimo que os empresários adicionam aos custos de produção a fim de chegarem aos preços de produção, pelos quais esperam vender os seus produtos e que constituem, portanto, as tabelas de preços que os fabricantes calculam.

"O lucro que, de acordo com essa taxa geral, corresponde a capital de grandeza dada, qualquer que seja a composição orgânica, chama-se lucro médio" (MARX, 2008, p.211).

O preço de produção da mercadoria é, portanto, igual ao preço de custo mais o lucro que percentualmente se lhe acrescenta correspondente à taxa geral de lucro, ou igual ao preço de custo mais o lucro médio (MARX, 2008, p.210).

Este preço de produção da mercadoria é, assim, uma forma transmutada da quantidade de trabalho nela contida, a saber, seu valor¹³ (MARX, 2008).

Sabendo que a mais-valia assume a forma de lucro médio, a mais-valia extraordinária agora se manifestará como superlucro.

¹²Como dito anteriormente, para cumprir os objetivos do presente trabalho, limitar-nos-emos apenas a estas considerações. Marx trata deste assunto na parte segunda – Conversão do lucro em lucro médio – do Livro III de O Capital.

¹³ Não entraremos na discussão sobre o "problema" da transformação dos valores em preços de produção, na medida em que não faz parte dos nossos objetivos. Além disso, para nós, isto não é um problema.

Ao construir a tabela a seguir, consideramos que o valor total adiantado para a produção de cada mercadoria é dado pela quantidade de trabalho pago nela contida. É como se todo o investimento fosse transferido para a mercadoria de uma só vez. Esta é outra forma de se ver as tabelas 8 e 9:

Tabela 10 - Lucro médio, preço de custo e superlucro

	Lucro médio	Preço de custo	Preço de produção	Superlucro
Produtor A	2	8	10	0
Produtor B	1,6	6,5	8,1	1,9
Produtor C	1,5	6	7,5	2,5
Produtor D	2,6	10,5	13,1	-3,1
Produtor E	2,3	9	11,3	-1,3
Total	10	40	50	0
Média (Mercado)	2	8	10	0

Fonte: elaboração própria

Como o investimento de cada produtor é igual ao preço de custo de sua respectiva mercadoria, veja que pela tabela 9 a taxa de lucro médio (mais-valia total dividida pelo investimento total, ou, neste caso, soma dos preços de custo de todas as mercadorias) é igual a 25%. Multiplicando cada um dos investimentos por essa taxa, encontramos o lucro médio, uma nova forma de manifestação de uma parte do trabalho novo necessário à produção da mercadoria. Note que, como essa taxa é a mesma para todos, quanto menor for o lucro médio atribuído a uma mercadoria, menor será o investimento feito para produzi-la. Além disso, não houve alteração quantitativa após a mais-valia assumir aquela forma. O total se manteve o mesmo, 10 horas de trabalho. Aconteceu apenas uma distribuição diferente da anterior (enquanto era simplesmente mais-valia). Já o trabalho morto, após ter se transformado em preço de custo (trabalho morto mais valor referente ao capital variável), manteve sua magnitude total em 40 horas, sem alterações em sua distribuição.

Por sua vez, demonstrando a afirmação de que são os valores que regem os preços de produção, vimos como aqueles se transformam nesses. É visível que, apesar da mudança de forma do valor individual para preço de produção individual, o valor de mercado, ao assumir a forma preço de produção de mercado, não se alterou. Seu conteúdo é o mesmo, a saber, a quantidade média de trabalho contida numa mercadoria (10 horas totais de trabalho).

O produtor que a cria tem em mãos um valor individual sob a forma de preço de produção individual. Mas, assim como o preço de produção individual está para o valor individual, o preço de produção de mercado está para o valor de mercado. Isto quer dizer que, sendo o preço de produção de mercado uma média social, é possível que haja preços de produção individuais abaixo, acima ou iguais à ele. Mesmo assim,

Os capitalistas dos diferentes ramos, ao venderem as mercadorias, recobram os valores de capital consumidos para produzi-las, mas a mais-valia (ou lucro) que colhem não é gerada no próprio ramo com a respectiva produção de mercadorias, e sim a que cabe a cada parte alíquota do capital global, numa repartição uniforme da mais-valia (ou lucro) global produzida, em dado espaço de tempo, pelo capital global da sociedade em todos os ramos (MARX, 2008, p.211).

O lucro acrescentado ao preço de custo, não se regula pela quantidade de lucro que determinado capital produz em determinado ramo em dado tempo, e sim pela quantidade de lucro que corresponde em média, em dado período, a cada capital aplicado como parte alíquota do capital global da sociedade empregado em toda a produção.

[...] O acréscimo do lucro ao preço de custo não depende do ramo particular de produção; é simples média percentual do capital adiantado (MARX, 2008, p.212).

Diante disso, sabendo que a mais-valia contida no preço de produção assume a forma de lucro médio, ou seja, todos os seus esforços em aumentar o lucro individual são, no fim das contas, para redistribuí-lo com todos os outros capitalistas, como é possível ao empresário individual obter uma quantidade extra de mais-valia?

Analisemos o preço de custo.

2.7.3 O Preço de Custo

Para reiniciar a produção, ao menos na mesma escala, é necessário que o capitalista tenha reembolsado o valor inicialmente gasto para produzir. "*A realização da mais-valia já pressupõe a reposição do capital adiantado*" (MARX, 2006a, p.371). Mas, ao contrário do lucro médio, o outro componente do preço de produção,

Regula-se inteiramente pelo dispêndio feito dentro do respectivo ramo o preço de custo, isto é, a parte do preço das mercadoria a qual substitui as frações de valor do capital consumidas na produção e, por isso, necessariamente serve para comprá-las de volta (MARX, 2008, p.212).

É evidente que o gasto de trabalho dentro de um processo de produção não tem qualquer correlação com o capital adiantado (não é porque se investe R\$100.000 que se

é obrigado a gastar R\$72.000, por exemplo). Cada processo depende não do valor do capital, mas sim do valor de uso no qual este está corporificado. Ou seja, o preço de custo nada tem a ver com o investimento, este tem relação com as necessidades de cada ramo de produção. Por outro lado, à partida, o capitalista sabe qual será o valor da outra parte do preço da mercadoria. Isto ele calcula multiplicando a taxa de lucro médio pelo valor do capital total adiantado. Tem-se, assim, o lucro médio, grandeza determinada e sagrada, é por causa dela que o empresário se aventura na produção.

Tanto quanto todas as outras formas do valor, o preço de custo tem que se manifestar no mercado. Terá ele, por isso, uma média social, a qual representa os gastos com capital constante e capital variável que, em média, todos os produtores incorrem no processo de produção. Isto quer dizer que também haverá preços acima e abaixo dele. No exemplo dado na tabela 10, o que podemos chamar de preço de custo médio foi igual à 8 horas, sendo o preço de custo dos produtores D e E acima dele, B e C abaixo e A igual à média. Além da diferença entre a quantidade de lucro médio apropriada por cada produtor e o lucro médio que, em média, todos ganham (2 horas na tabela 10), o preço de custo pode contribuir com, ou corroer, a magnitude do superlucro absorvido. No caso do produtor A, como seu preço de custo e seu lucro médio são iguais à média, seu superlucro zero. Já B e C, além de obter superlucro por conta do lucro médio, obtêm um adicional por ter um preço de custo abaixo da média. O inverso ocorre com D e E, os quais cedem valor aos outros pelas duas vias. Sendo C o mais eficiente, ou seja, gasta menos trabalho para produzir uma mercadoria, maior será a mais-valia extraordinária por ele apropriada sob a forma de lucro.

O preço de custo médio, ao passo que representa/mostra qual o desperdício médio tolerável em cada ramo, pode ser dividido em duas partes: valor transferido como capital constante e valor criado pelo capital variável.

O valor referente aos gastos com salários entra no preço de custo como se fosse o valor pago por toda a jornada¹⁴ (MARX, 2006a). Assim, ao calcular preço de custo diário da mercadoria, o capitalista inclui todo valor gasto numa jornada de trabalho.

Mas já vimos que nem toda jornada é composta por tempo de trabalho. Pode o processo prosseguir mesmo enquanto o trabalhador não trabalha. Então, além de tentar

¹⁴ Sobre o assunto, ver parte sexta, denominada "O salário", do livro I de O capital.

fazer coincidir o tempo de produção e o tempo de trabalho, afim de coincidir a quantidade de valor que deve ser repostado e a quantidade de valor criado (pois será transferido o valor correspondente à toda jornada, mas só conterà na mercadoria, de fato, a quantidade de valor criado no processo de trabalho), o capitalista pode contratar o trabalhador apenas para os momentos nos quais funcionarão como trabalho vivo, ou seja, eles podem flexibilizar a jornada de trabalho. Quanto menos se "desperdiçar" o tempo de trabalho, maior será a quantidade de mercadorias criadas, conseqüentemente, maior o denominador para o cálculo do custo com CCV por produto, já que este valor tem que entrar, de qualquer forma, no preço (funcionando ou não). Numa jornada de 8 horas, onde o trabalhador só funciona, de fato, 6, é preferível que ele seja contratado só pelas seis, sendo, desta forma, o valor transferido para o preço de custo igual a 6. Com isto, o valor transferido para a o preço de custo como valor da jornada de trabalho será menor. Caso seja pago o salário referente à jornada de 8 horas, mesmo trabalhando 6, o valor "transferido" para mercadoria será de 8 horas.

Este é o conteúdo econômico da luta, por parte dos capitalistas, a favor da flexibilização da jornada de trabalho.

No caso do capital circulante constante, temos uma situação semelhante. É necessária certa quantia de matérias-primas e materiais auxiliares para iniciar a produção. Mas o valor gasto com estes elementos pode, ou não, estar realmente contido na mercadoria. É comum um processo de produção enfrentar algum tipo de desperdício. Mas, estando dentro da média, esta perda de material fará parte do preço de custo da mercadoria. Por exemplo, é necessário, em média, 1 tonelada de cana de açúcar para se fazer 80 litros de etanol, ou seja, no preço de custo de cada litro estará contido um valor referente à 0,0125 tonelada. Supondo que, dessa 1 tonelada, 20% seja de desperdício, poderíamos conseguir uma produção 20% maior de litros de etanol, caso pudéssemos reduzir a perda de capital circulante constante em 0,2 tonelada. Teríamos a mesma quantidade de valor transferido para, agora, uma quantidade maior de mercadorias, reduzindo, portanto, o preço de custo individual delas.

O preço de custo, deste modo, pode diferir do valor que realmente foi transferido para a mercadoria. Foi gasto, mas não quer dizer que está contido nela (pode ter havido desperdício).

Já foi visto também que cada meio de produção tem, dado o seu valor de uso, um tempo de vida, ou, um período de rotação. Determinado pelas características das máquinas, as quais são dadas por seu produtor, este tempo de vida útil irá variar, também, de acordo com o zelo do seu consumidor (outro capitalista). Se ele for zeloso e seguir as regras do fabricante, seus meios e objetos de trabalho irão funcionar bem. Caso contrário haverá desperdício tanto de valores de uso, quanto de valor.

Por exemplo, uma máquina que tenha uma duração de 10 anos, se for mal utilizada, pode se desgastar em 8 anos. Isto quer dizer que o valor transferido para cada mercadoria, para que a máquina possa ser repostada, tem que ser referente ao seu desgaste real, ou seja, 8 anos. Então, ao funcionar menos tempo, deve-se dividir o valor da máquina por esse tempo menor de duração, com isso ele estará transferindo anualmente mais valor do que deveria à cada mercadoria (ao invés de ser dividido por 10 anos, o valor será dividido por 8 anos de funcionamento). Conseqüentemente, seu preço de custo estará supervalorizado. Os produtores que conseguirem utilizar esta máquina durante 12 anos, por exemplo, terão um denominador maior na hora do cálculo da depreciação. Assim, o valor referente à transferência anual desse capital constante para o preço de custo será sub-valorizado.

Nos três casos apresentados vemos que a redução do preço de custo advém de uma produção maior de valores de uso, dada a quantidade de trabalho empregue no processo, ou seja, do aumento da produtividade.

2.8 A PRODUTIVIDADE

Vamos definir, a partir de Marx (2006a), produtividade como sendo a razão entre a quantidade de mercadorias produzidas (valores de uso) e a quantidade de trabalho gasta para produzi-las (medida pelo tempo da jornada e pela intensidade do trabalho e pelo valor dos Mp transferidos para a mercadoria – $M = c + v + m$). Então,

Entendemos aqui por elevação da produtividade do trabalho em geral uma modificação no processo de trabalho por meio da qual se encurta o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção de uma mercadoria,

conseguindo-se produzir, com a mesma quantidade de trabalho¹⁵, quantidade maior de valor-de-uso (MARX, 2006a, p.365).

A grandeza do valor de uma mercadoria permaneceria, portanto, invariável, se fosse constante o tempo do trabalho requerido para sua produção. Mas este muda com qualquer variação na produtividade (força produtiva) do trabalho. A produtividade do trabalho é determinada pelas mais diversas circunstâncias, dentre elas a destreza média dos trabalhadores, o grau de desenvolvimento da ciência e sua aplicação tecnológica, a organização social do processo de produção, o volume e a eficácia dos meios de produção e as condições naturais [...]

Generalizando: quanto maior a produtividade do trabalho, tanto menor o tempo de trabalho requerido para produzir uma mercadoria, e, quanto menor a quantidade de trabalho que nela se cristaliza, tanto menor seu valor. Inversamente, quanto menor a produtividade do trabalho, tanto maior o tempo de trabalho necessário para produzir um artigo e tanto maior seu valor. A grandeza do valor de uma mercadoria varia na razão direta da quantidade e na inversa da produtividade do trabalho que nela se aplica (MARX, 2006a, p.62).

Temos, pois, que quanto mais eficiente (produtivo) for um produtor individual, menor será a quantidade de trabalho (vivo ou morto) contida numa mercadoria. Conseqüentemente, maior será a diferença entre valor individual e valor de mercado, ou preço de produção individual e de mercado, e, conseqüentemente o superlucro (mais-valia extraordinária sob a forma lucro).

Diante da concorrência, cada produtor individual deve valorizar seu capital ao máximo, ou seja, elevar ao maior nível possível a diferença entre D e D'. Marx (2006a) aponta três formas de se obter maior quantidade de mais-valia: a forma absoluta, a forma relativa e a forma extraordinária. No ponto 2.1 vimos que a forma absoluta de se obter mais mais-valia não é eficiente. Por outro lado, a obtenção da mais-valia relativa¹⁶ não depende do produtor individual, na medida em que sozinho é incapaz de reduzir o valor da Ft.

Dentro da lógica da acumulação, a maneira mais eficiente do capitalista individual fortalecer seu capital é através da obtenção da mais-valia extraordinária. Como vimos, ela surge da diferença entre o valor individual e o valor de mercado. Para obter isto o produtor precisa encontrar uma maneira de produzir mais mercadorias com a utilização de menos trabalho, ou seja, aumentar sua produtividade. Para isso ele

¹⁵ Neste caso, Marx está falando da quantidade de trabalho vivo.

¹⁶ Ocorre quando, mantendo-se o tempo e a intensidade do trabalho numa jornada constante, há uma redução relativa no tempo de trabalho necessário à recriação do salário e um conseqüente aumento no tempo de trabalho excedente (Marx, 2006a).

precisa empregar meios de produção mais avançados, que diminuam o tempo de produção individual. Assim, a mais-valia extraordinária depende da descoberta e da utilização, por parte do capitalista, de novas técnicas e tecnologias de produção. Além destas, entram também as técnicas de gestão da produção, as quais permitem aumentar a produtividade através de melhorias na logística e no layout da fábrica.

Vejamos, a partir dos exemplos das tabelas passadas (5 a 10), como ficam os valores e os preços quando dobramos a produtividade do produtor D, ou seja, ele produz o dobro com a mesma quantidade de tempo ou produz a mesma mercadoria na metade do tempo anterior:

Tabela 11 - Valores e quantidades de mercadorias

	Tempo de trabalho total	n° de mercadorias produzidas	Desvio do Valor de Mercado
Produtor A	2	1	1,5
Produtor B	3	1	0,5
Produtor C	4	1	-0,5
Produtor D	2,5	1	1,0
Produtor E	6	1	-2,5
Total	17,5	5	0
Média	3,5	1,0	0

Fonte: elaboração própria

Adicionando o valor pretérito ao valor novo, temos:

Tabela 12 - Valores vivo, morto e total

	Tempo de trabalho novo em horas	Tempo de trabalho pretérito em horas	Valor total da mercadoria	Desvio do Valor de Mercado
Produtor A	2	7	9	-0,3
Produtor B	3	5	8	0,7
Produtor C	4	4	8	0,7
Produtor D	2,5	4	6,5	2,2
Produtor E	6	6	12	-3,3
Total	17,5	26	43,5	0
Média	3,5	5,2	8,7	0

Fonte: elaboração própria

Sob as formas capitalistas, considerando a taxa de mais-valia = 100% temos:

Tabela 13 - Mais-valia, preço de custo e mais-valia extraordinária

	Mais-valia	Preço de custo	Valor total da mercadoria	Mais-valia extraordinária
Produtor A	1	8	9	-0,3
Produtor B	1,5	6,5	8	0,7
Produtor C	2	6	8	0,7
Produtor D	1,3	5,3	6,5	2,2
Produtor E	3	9	12	-3,3
Total	8,8	34,8	43,5	0
Média	1,8	6,95	8,7	0

Fonte: elaboração própria

Ao surgirem como preços de produção, sob uma taxa de lucro médio de 25,2%, estes valores serão:

Tabela 14 - Lucro médio, preço de custo e superlucro

	Lucro médio	Preço de custo	Preço de produção	Superlucro
Produtor A	2	8	10	-1,3
Produtor B	1,6	6,5	8,1	0,6
Produtor C	1,5	6	7,5	1,2
Produtor D	1,3	5,3	6,6	2,1
Produtor E	2,3	9	11,3	-2,6
Total	8,8	34,8	43,5	0
Média	1,8	6,95	8,7	0

Fonte: elaboração própria

Note que agora, por ser o mais produtivo, o produtor D tem a maior quantidade de valor extra sob a forma de mais-valia extraordinária ou superlucro. Esta tem sua origem, tanto por ser seu preço de custo abaixo do preço de custo individual, quanto por seu investimento ser o menor, o que se manifesta no lucro médio de menor magnitude.

Disto podemos concluir que, quanto menor o investimento e o preço de custo individuais, menor será o preço de produção individual em relação ao preço de produção de mercado e, conseqüentemente, maior será a apropriação de lucro extra (além daquele que remunera o investimento pelo lucro médio) por parte de um capitalista.

Com estas considerações temos constituída a base teórica que nos permitirá entender e explicar os métodos e ferramentas que o Sistema Toyota de Produção e seu

lean manufacturing utiliza para aumentar a eficiência na obtenção de lucro. Passemos então à análise deste sistema.

3 A MANUFATURA ENXUTA

Por causa da diferente realidade enfrentada pelos japoneses, o modelo norte-americano de produção em larga escala não pôde ser adotado em suas fábricas. Porém, foi a partir deste que aqueles criaram a chamada produção flexível:

Imitar os Estados Unidos não é sempre ruim. Aprendemos muito com o império americano de automóveis. Os Estado Unidos geravam maravilhosas técnicas gerenciais tais como o controle de qualidade (CQ) e controle de qualidade total (CQT), e métodos de engenharia industrial (EI). O Japão importou estas idéias e as colocou em prática. Os japoneses nunca deveriam esquecer que estas técnicas nasceram nos Estados Unidos e foram geradas por esforços americanos (OHNO, 1997, p.25).

Por outro lado, ciente do diferencial de produtividade da força de trabalho americana em relação à japonesa, Ohno (1997) se fez a seguinte pergunta: *"Mas será que um americano podia realmente exercer dez vezes mais esforço físico?"* (p.25). Para ele ficou patente que o problema não era esse.

Por certo os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa. Se pudéssemos eliminar o desperdício, a produtividade deveria decuplicar. Foi esta idéia que marcou o início do atual Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997, p.25).

Todo processo de produção enfrenta, inevitavelmente, algum tipo de desperdício resultado da utilização do capital fixo e do capital circulante. Cada ramo tem uma "margem" considerada normal, que é dada pela média de todos os produtores do setor em questão. Existem os produtores mais eficientes e os menos eficientes. Sairá ganhando aquele que, dado o preço, conseguir produzir com o menor desperdício possível, na medida em que, com custos menores, o lucro será maior.

Então, a essência da manufatura enxuta deve ser a eliminação de qualquer tipo de atividade que gere perda¹⁷ para a produção. Isto deve ser feito através da análise de cada parte, e do todo, que constitui a cadeia produtiva:

A redução dos custos através da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor¹⁸, isto é, a seqüência de processos pela qual passa o material, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em

¹⁷ *"Na linguagem da engenharia industrial consagrada pela Toyota, perdas (MUDA em japonês) são atividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas"* (GHINATO, 2000, p.3).

¹⁸ *"Uma cadeia de valor representa o conjunto de actividades [sic] desempenhadas por uma organização desde as relações com os fornecedores e ciclos de produção e de venda até à fase da distribuição final"* (CADEIA DE VALOR, 2010). Este conceito de valor difere do conceito marxiano de valor.

produto acabado. O processo sistemático de identificação e eliminação das perdas passa ainda pela análise das operações, focando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor (GHINATO, 2000, p. 2).

3.1 AS FORMAS DE DESPERDÍCIO

Ohno (1997) propôs os seguintes tipos de desperdícios (perdas) que, em geral, estão presentes em qualquer produção:

1. Desperdício por superprodução;
2. Desperdício por espera;
3. Desperdício por transporte;
4. Desperdício no próprio processamento;
5. Desperdício por estoque;
6. Desperdício por movimentação;
7. Desperdício por fabricação de produtos defeituosos.

3.1.1 Desperdício por superprodução

Esta é considerada a pior forma de desperdício, pois oculta os outros tipos de perda e é de extrema dificuldade sua eliminação. Podemos classificar a superprodução de acordo com sua causa.

Quando a superprodução ocorre por excesso de produtos fabricados, chamamo-la de superprodução por quantidade. Por outro lado, quando os produtos chegam ao processo subsequente antes da hora programada, é necessário que se formem estoques. Isso interrompe sua finalização e aumenta o gasto com estocagem. Esta é a superprodução por antecipação.

Este é considerado o pior desperdício porque, diferentemente dos outros, este é causado pelo excesso de tempo de trabalho dentro do processo de produção. Isso

evidência gastos em demasia com forças produtivas e, com isso, também fica evidente o investimento desnecessário e um preço de produção majorado.

3.1.2 Desperdício por espera

Surge quando, num intervalo de tempo, nenhuma atividade de produção, transporte ou inspeção é executada. O produto fica à espera de algum procedimento.

Podemos ver isso quando um processo aguarda o fim das atividades anteriores para iniciar as suas. A espera também permeia o processamento completo de um lote, na medida em que nem todas as peças podem ficar prontas ao mesmo tempo. Os produtos finalizados devem esperar os outros do mesmo lote. Além disso, à espera de algum defeito, o próprio operador pode ser forçado a permanecer junto à máquina, pois é seu dever monitorar o bom funcionamento da mesma.

Este é um desperdício causado diretamente pela improdutiva diferença entre o tempo de trabalho e o tempo de produção. Esta diferença se torna uma perda quando é vista como uma atividade inútil, desnecessária à produção do valor de uso.

3.1.3 Desperdício por transporte

Dentro de uma fábrica, o transporte não acrescenta valor¹⁹ ao produto. O ideal, então, é sua completa eliminação. *Layouts* de produção mal organizados são os principais geradores deste tipo de perda, pois podem exigir, desnecessariamente, grande circulação de material e dispêndio de força de trabalho.

Neste caso o problema não é o transporte em si, mas sim o custo de se transportar aliado à perda de tempo transportando.

¹⁹ Vide nota de página anterior. Para a teoria marxiana, o transporte agrega/mantém valor/valor de uso ao produto, pois esta é uma atividade necessária à produção/consumo.

3.1.4 Desperdício no próprio processamento

Ocorre quando existem atividades que poderiam ser excluídas do processo sem que houvesse prejuízo à qualidade do produto. São causadas também pela subutilização dos equipamentos disponíveis.

Aqui vemos que o problema é a incapacidade de, no processo de trabalho, se explorar ao máximo os meios de produção.

3.1.5 Desperdício por estoque

Os estoques estão presentes em todo o processo produtivo, desde a matéria-prima, passando pelas fases intermediárias, até o produto final. Estes servem para dirimir as dificuldades de sincronização da produção. Porém exigem transporte, local de armazenagem, pessoal especializado, climatização, etc.

Tudo isso é custo sem agregação de valor, na medida em que o processo de trabalho é interrompido e os meios de produção ficam em estado de latência. Por sua vez, quando se trata de produtos finais, o estoque é sinal de perda de tempo na venda, ou seja, excesso de tempo de circulação.

3.1.6 Desperdício por movimentação

É proveniente da movimentação desnecessária dos operadores durante a execução de suas atividades. Também é causada pela má organização do *layout* de produção.

3.1.7 Desperdício por fabricação de produto defeituoso

Por si só, a produção de mercadorias fora do padrão é um desperdício de matéria-prima, tempo e trabalho. Além disso, a este é somado o tempo de espera para a

descoberta do problema e sua possível resolução. Veremos mais adiante como o *jidoka*, um dos pilares do STP, age na eliminação desse desperdício.

Sob esta forma de perda, o empresário deverá repassar o valor do capital constante e variável consumidos como preço de custo, mas este, na realidade, não estará contido na mercadoria. O custo de sua produção será "inflado", pois o preço de custo real será menor do que o de fato cobrado.

Desta forma, são esses o 7 tipos de desperdícios citados por Ohno (1997). Todos estão relacionados com o tempo inutilmente gasto dentro do processo de produção, ou seja, procedimentos que incompatibilizam o tempo de trabalho e o tempo de produção. Como consequência, temos que: o valor transferido (preço de custo) para cada mercadoria será maior do que o valor real contido nela e o montante de investimento será maior do que o necessário. Por duas vias o capitalista deixa de aumentar sua taxa de lucro.

Para eliminar tais problemas, Ohno criou um sistema baseado nos dois pilares apresentados a seguir, a saber: o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jidoka*.

3.2 JUST-IN-TIME

A manutenção dos estoques sempre foi essencial para a produção, pois sem eles se torna difícil a consecução das sucessivas atividades. Caso haja algum problema numa das fases, o estoque está pronto para suprir as fases seguintes.

Mas o JIT é um princípio que prega a eliminação total deles, na medida em que cada fase da linha de produção deve receber apenas o que precisa, no momento certo e na quantidade exata.

Normalmente, numa empresa o QUÊ, o QUANDO e o QUANTO são estabelecidos pela seção de planejamento de produção na forma de um plano de início de trabalho, plano de transferência, ordem de produção, ou pedido de entrega que é passado por toda a fábrica. Quando esse sistema é usado, o QUANDO é determinado arbitrariamente e as pessoas pensam que estará tudo bem se as peças chegarem a tempo ou antes. O gerenciamento das peças feitas com muita antecedência significa, contudo, o envolvimento de muitos trabalhadores intermediários. A palavra "*just*" (apenas) no *just-in-time* (apenas a tempo) significa exatamente isso. Se as peças chegarem antes de que sejam necessárias – e não no momento exato em que são necessárias – o desperdício não pode ser eliminado (OHNO, 1997, p.47).

Tradicionalmente, as fases da produção eram alimentadas de forma ininterrupta, de acordo com a fase antecessora. Cada operador produzia tanto quanto de material fosse disponível pelo setor anterior. Assim, numa linha, as fases iniciais do processo ditavam a produção final. Desta forma os estoques, tanto os de produtos acabados como os intermediários (entre as fases), poderiam sofrer de excesso ou escassez, por não haver o controle imediato de quanto e quando se deveria produzir.

No sistema convencional, um processo inicial enviava continuamente produtos para um processo final, independentemente das exigências da produção naquele dado processo. Montanhas de peças, portanto, podiam se amontoar nos processos finais. Naquele ponto, os trabalhadores gastavam seu tempo procurando espaço para estocagem e catando peças, ao invés de fazer progresso na parte mais importante do seu trabalho – a produção.

De alguma forma, este desperdício tinha que ser eliminado e isso significava parar imediatamente o avanço automático de peças provenientes dos processos iniciais (OHNO, 1997, p.34)

Este é o sistema de *produção empurrado*.

Para inverter esta lógica foi criado o modelo de *produção puxado*. Segundo este, regressivamente, da provisão final ao início da produção, cada estoque mostra ao setor imediatamente anterior qual é necessidade de produtos. Só será produzido o que for necessário ao processo posterior, quando e na quantidade que este solicitar. Os processos puxam uns aos outros, sucessivamente, do produto final à matéria-prima. Para que isto seja possível, a reorganização do *layout* fabril é essencial, pois se deve reduzir para o mínimo o gasto de tempo e recurso com atividades de movimentação e transporte (OHNO, 1997). O objetivo, com isso, é criar um fluxo contínuo de produção, seja por um fluxo unitário de produto (através de esteiras, por exemplo, se a sequência das atividades forem num mesmo local), ou por um fluxo de lotes (caso os processos estejam separados no espaço).

A fim de tornar a produção um fluxo contínuo e evitar falhas na execução desta difícil atividade, adotou-se o sistema de quadros de sinalização utilizados nos supermercados americanos, o chamado *kanban*. Este foi implementado em todos os estoques do processo produtivo, sendo possível visualizar de forma rápida e prática quais as necessidades de cada uma deles. Seu papel é fornecer três tipos de informação: a) informação sobre coleta; b) informação sobre transferência; e c) informação sobre produção.

Fixado nos lotes armazenados, ele serve como sinalizador do nível de estoque, sendo colocado de tal forma que, ao olhar para ele, os operadores saibam quantos produtos foram retirados e que, conseqüentemente, precisam ser repostos. Por isso ele também é conhecido como um meio de gestão visual da produção.

Ohno (1997) aponta para 6 funções do *kanban* e suas respectivas regras para utilização:

1. Fornecer informações sobre apanhar e transportar: o processo subsequente vai buscar o número de itens indicados pelo *kanban* no processo precedente;
2. Fornecer informações sobre a produção: o processo precedente produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo *kanban*;
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo: nenhum item é produzido ou transportado sem um *kanban*;
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias: o *kanban* deve estar afixado nos produtos e se mover junto com estes;
5. Impedir a propagação de produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz: produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte;
6. Revelar problemas existentes e manter o controle dos estoques: caso chegue produto defeituoso, o processo subsequente deve paralisar todas as suas operações e devolvê-lo ao processo anterior.

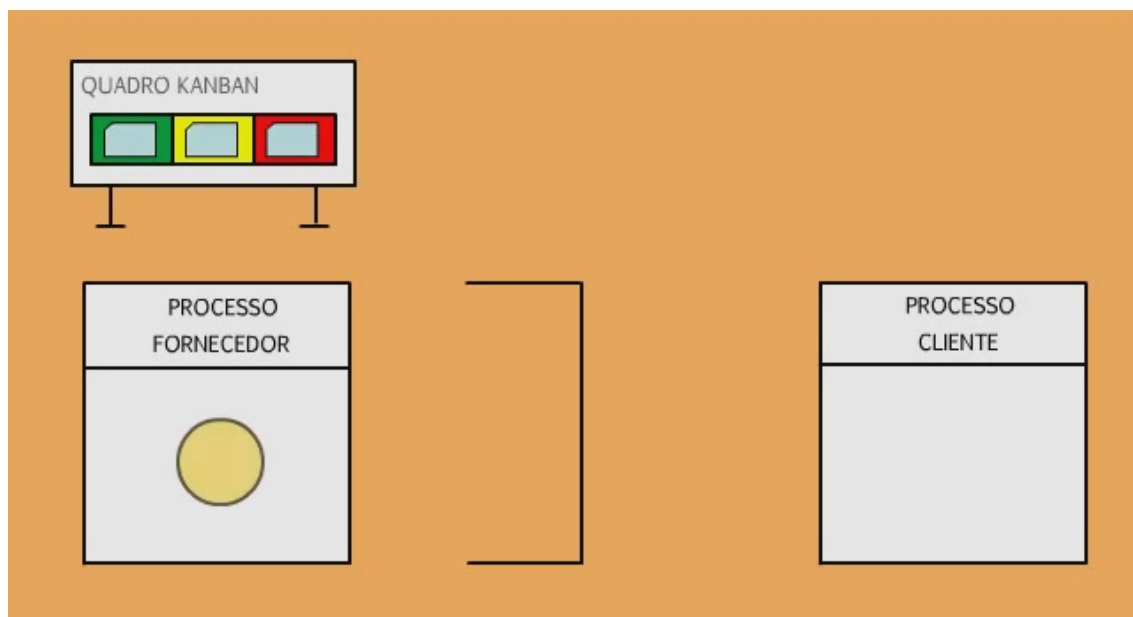
Existem infinitas formas de se aplicar o *kanban*, sendo uma das mais intuitivas o quadro das cores vermelha, amarela e verde.

3.2.1 Dinâmica do *Kanban* de Produção²⁰

Chamaremos de processo-fornecedor uma fase qualquer dentro da produção e de processo-cliente chamaremos a fase imediatamente posterior ao processo-fornecedor. O quadro *kanban* é o sinalizador do nível de estoque que medeia os dois processos e é composto por 3 quadros coloridos de sinalização, sendo um verde, um amarelo e outro vermelho e 3 cartões *kanban* de identificação de um lote (retângulos cinzas dentro dos coloridos). As três cores significam que: vermelho, o estoque está quase vazio; amarelo, o estoque está quase cheio; e verde, o estoque está cheio²¹.

A figura 2 mostra o início da produção, onde a matéria-prima está sendo beneficiada no processo-fornecedor. Observe que o estoque entre as duas etapas está vazio e os quadros de sinalização estão todos preenchidos. Veremos como este último fato é consequência do primeiro.

Figura 2 - Dinâmica do Kanban de produção 1

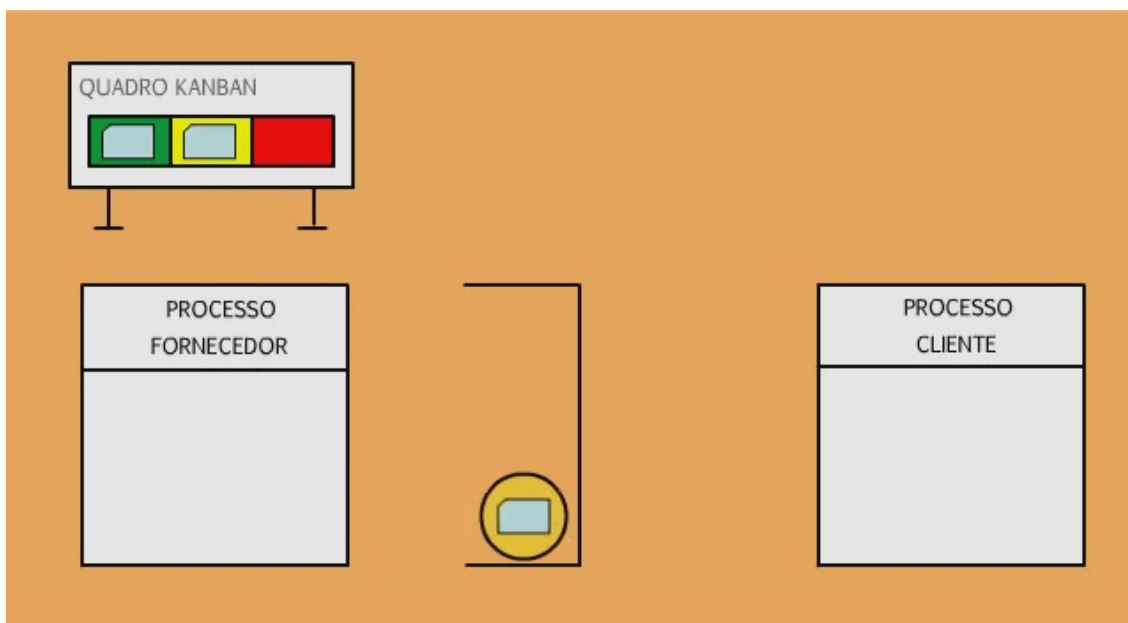


Na medida em que cada lote de produto do processo-fornecedor fica pronto, ele recebe um cartão do quadro e, depois, é levado ao estoque (figura 3).

²⁰ Aqui veremos uma forma simples de execução do sistema *kanban*. As figuras utilizadas a seguir foram retiradas do vídeo "Dinâmica do Kanban de Produção", de autoria da Aliada Consultoria, disponível em: <<http://www.aliadaconsultoria.com.br/kanban.html>>. Acesso em: 09 ago. 2010.

²¹ As diversas técnicas de cálculo para a determinação das quantidades ótimas do estoque não serão discutidas no presente trabalho, já que dependem das peculiaridades de cada processo.

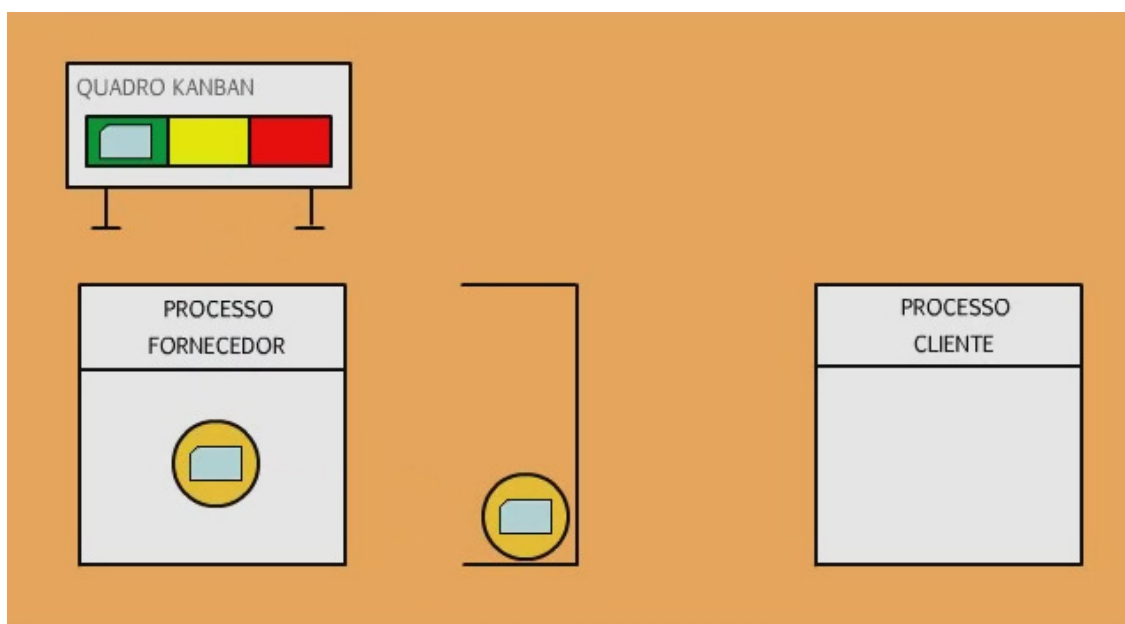
Figura 3 - Dinâmica do Kanban de produção 2



Veja que ele recebeu o cartão do quadro vermelho. Este à mostra indica que o estoque está com apenas um lote do produto. Com isso os trabalhadores do processo-fornecedor saberão que a estocagem é baixa e que, conseqüentemente, deverão produzir.

Assim, o processo-fornecedor prossegue suas atividades, trabalhando sobre um novo produto (figura 4).

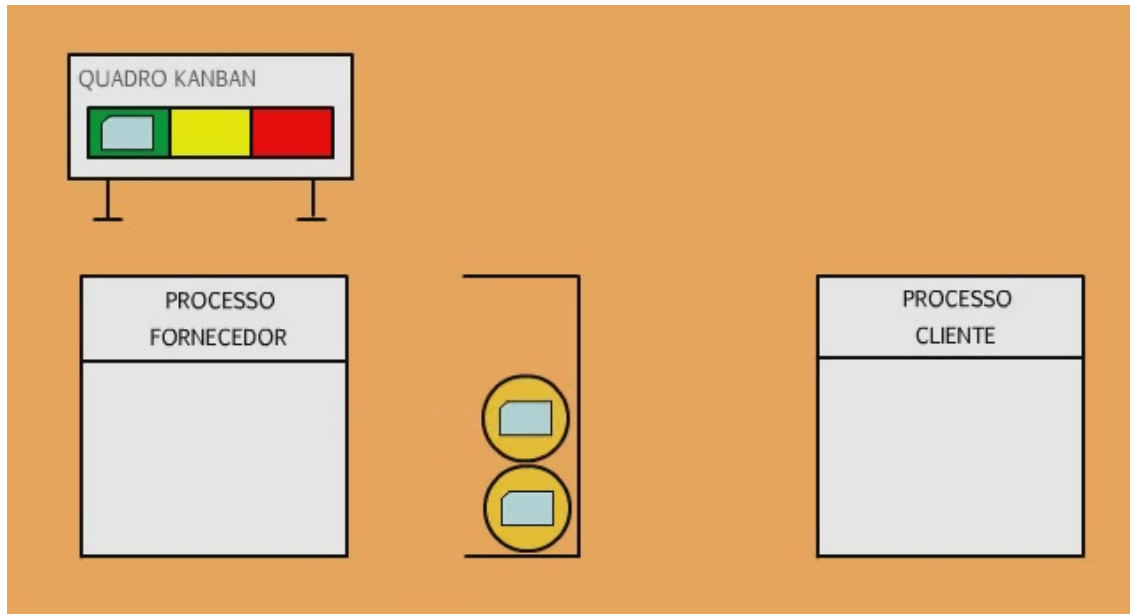
Figura 4 - Dinâmica do Kanban de produção 3



Ao ficar pronto, o novo lote recebe outro cartão do quadro e também é levado ao estoque. Desta vez o cartão sai do quadro amarelo, denotando um aumento do nível de

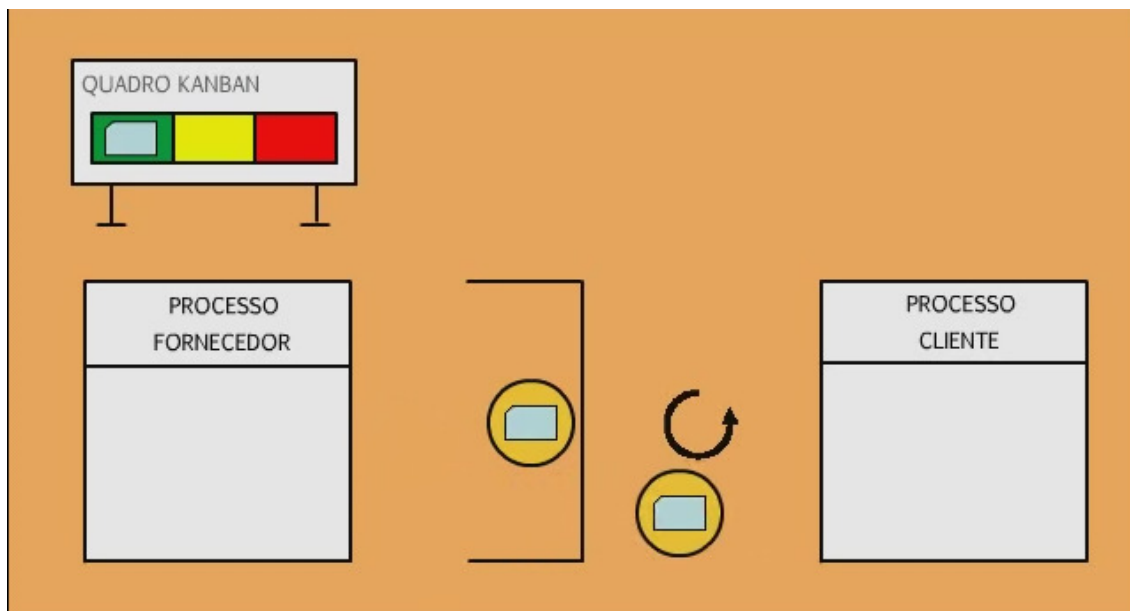
estocagem (figura 5). Neste ponto os trabalhadores do processo-fornecedor ainda devem permanecer atentos, mas com o sinal de nível médio de estoque.

Figura 5 - Dinâmica do Kanban de produção 4



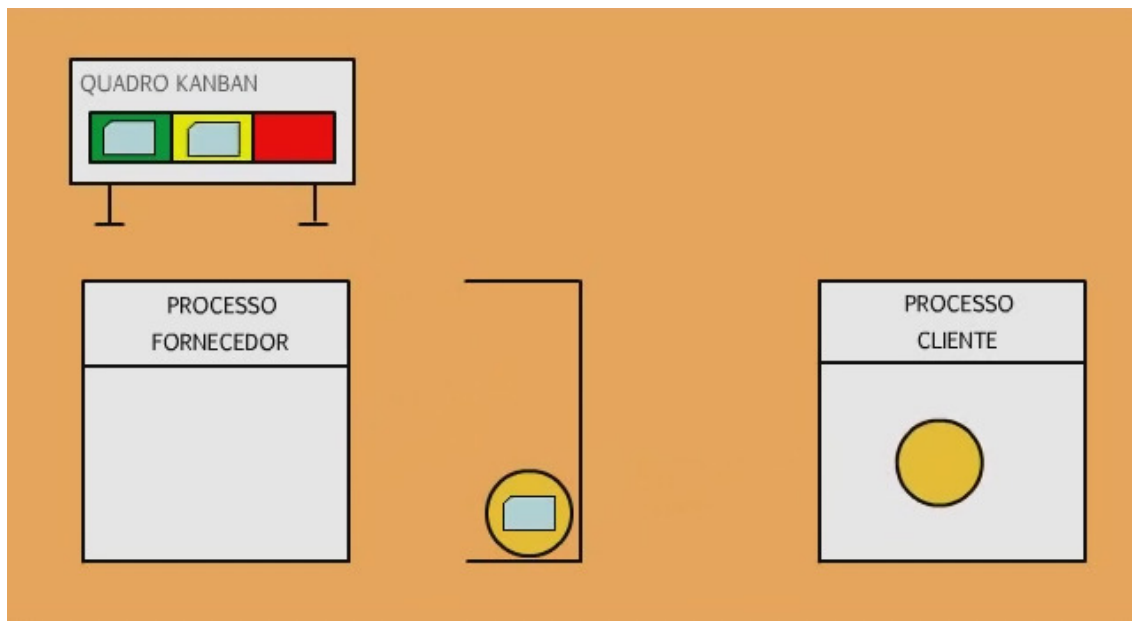
Assim que sai do processo-fornecedor, o produto pode ser destinado ao processo-cliente, para que ocorra a fase subsequente da produção.

Figura 6 - Dinâmica do Kanban de produção 5



Ao retirar o produto do estoque, o processo-cliente retira também o cartão *kanban* do lote e o devolve ao quadro *kanban* de sinalização.

Figura 7 - Dinâmica do Kanban de produção 6



Observe que ao retornar ao quadro de sinalização, o cartão automaticamente mostra qual é o nível do estoque. O preenchimento do quadro amarelo, ficando à mostra apenas o quadro vermelho, denota uma estocagem baixa e que, portanto, precisa aumentar. Por isso o processo-fornecedor permanece em atividade (figura 8).

Figura 8 - Dinâmica do Kanban de produção 7

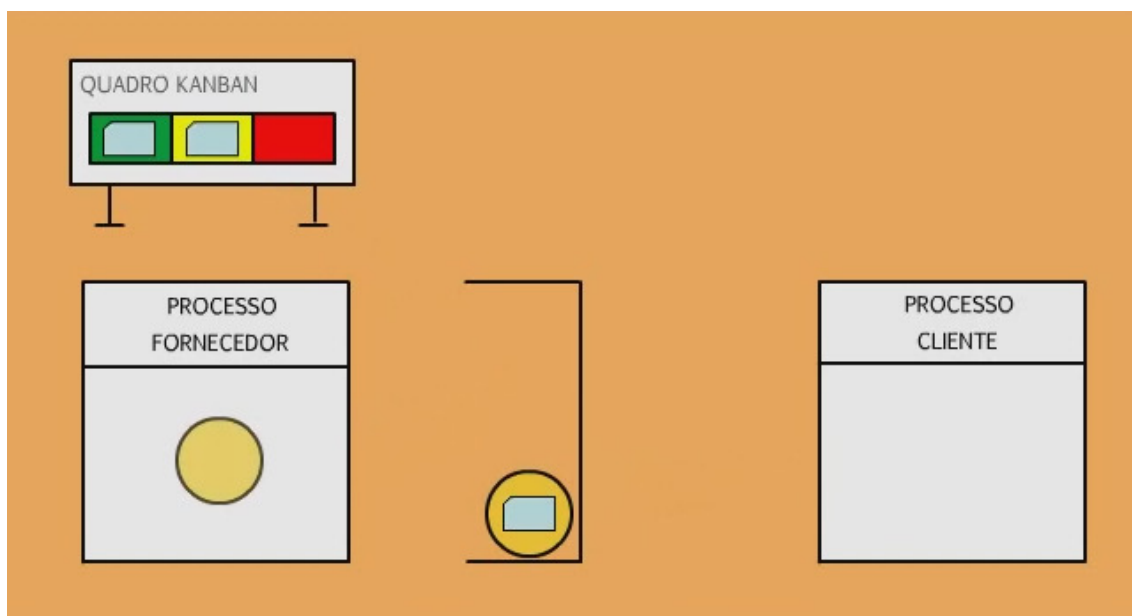


Figura 9 - Dinâmica do Kanban de produção 8

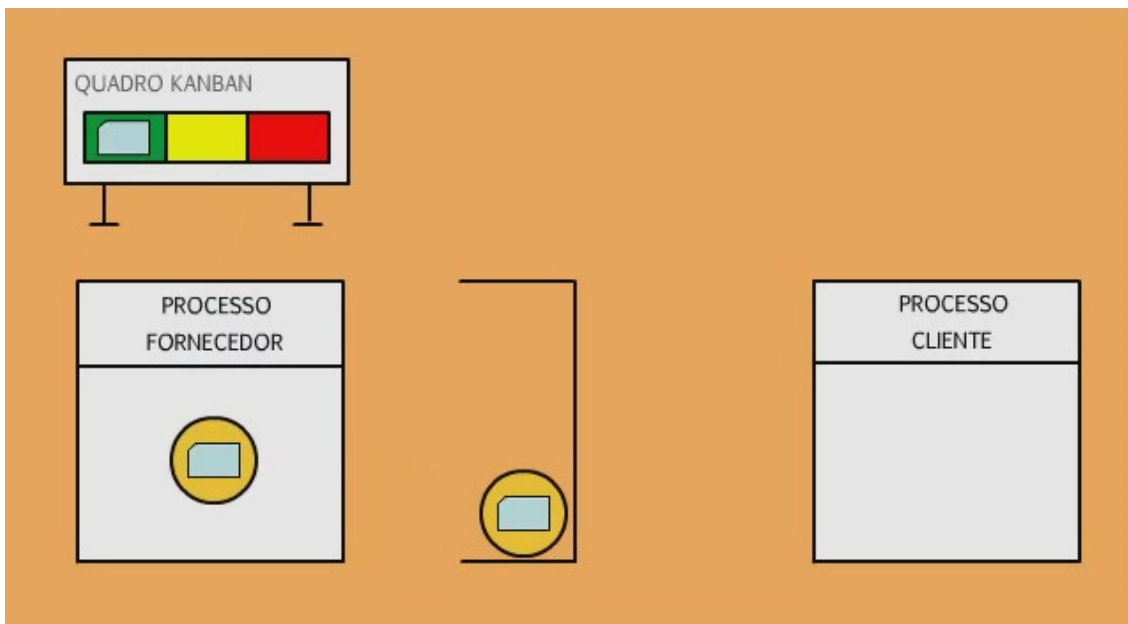
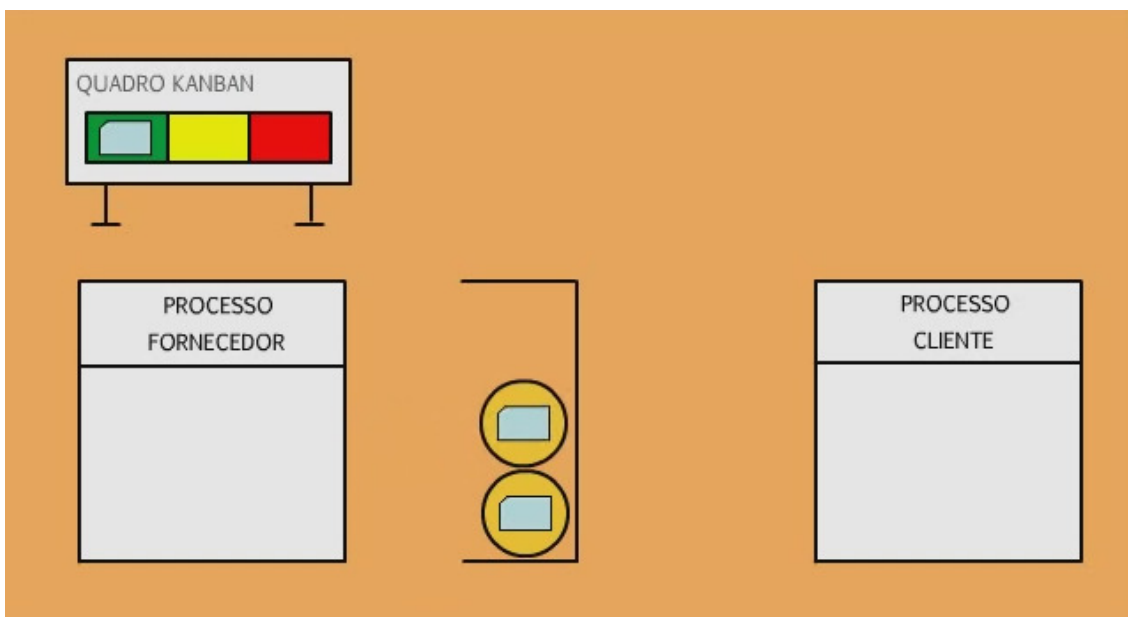


Figura 10 - Dinâmica do Kanban de produção 9



Caso o processo-cliente não precise do produto no momento, o processo-fornecedor precisa parar suas atividades. Porém, isto só ocorrerá quando os estoques, através do *kanban*, sinalizarem sua lotação.

Vejamos a continuidade da produção no processo-fornecedor (figuras 11, 12 e 13).

Figura 11 - Dinâmica do Kanban de produção 10

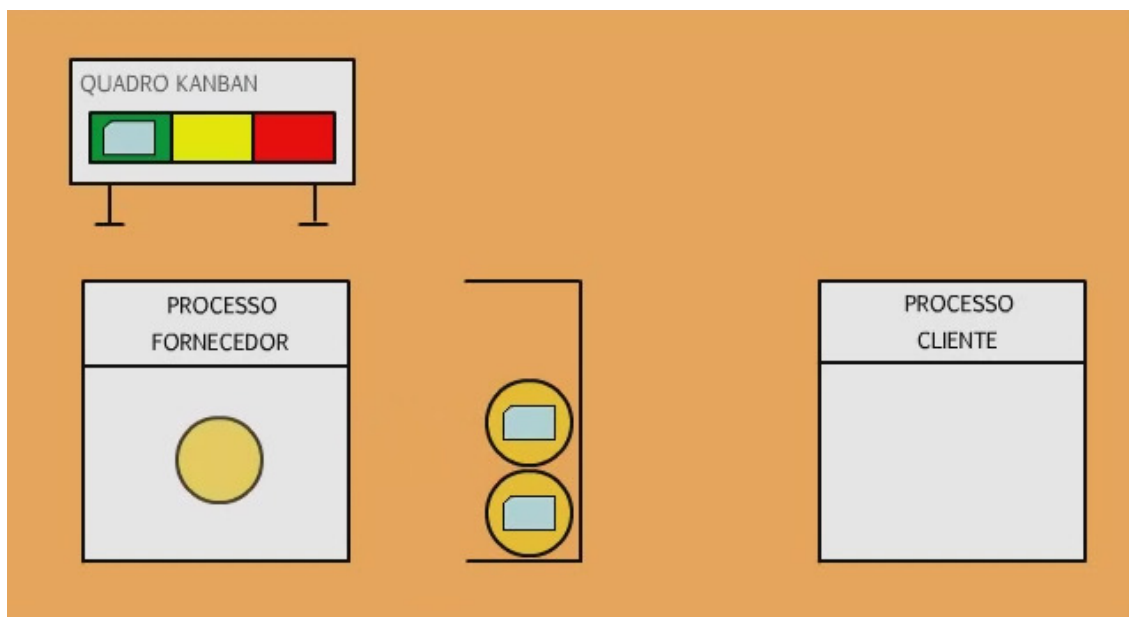


Figura 12 - Dinâmica do Kanban de produção 11

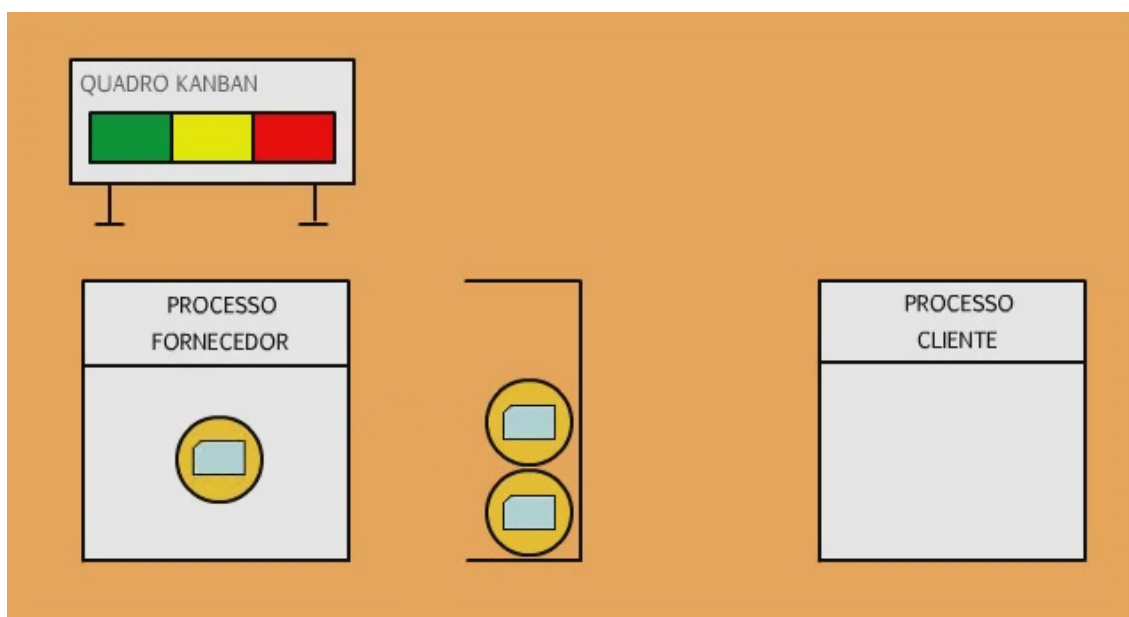
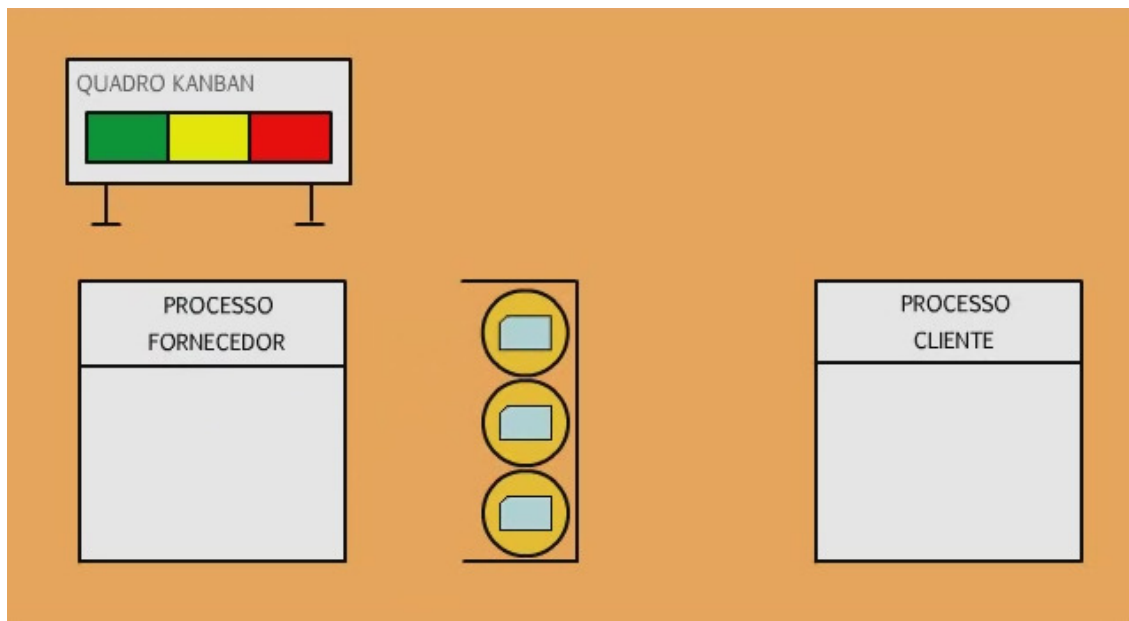


Figura 13 - Dinâmica do Kanban de produção 12



Nesta situação, o processo-fornecedor tem o sinal indicativo de que o estoque está cheio, visto que o quadro verde está exposto. Este é um momento crítico para o processo, pois eles devem parar imediatamente a sua produção. Caso contrário, serão produzidos lotes a mais, havendo, conseqüentemente, superprodução.

É necessário que o processo-cliente prossiga com suas atividades, retirando os lotes do estoque. Quando isso acontece o cartão é novamente retirado do produto e levado ao quadro colorido.

Figura 14 - Dinâmica do Kanban de produção 13

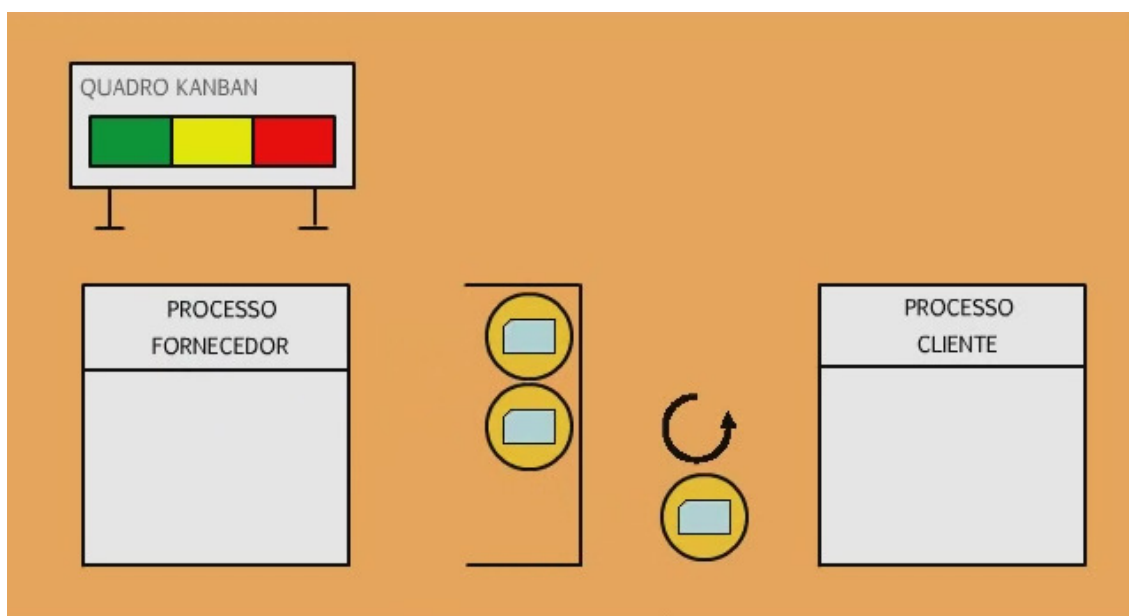


Figura 15 - Dinâmica do Kanban de produção 14

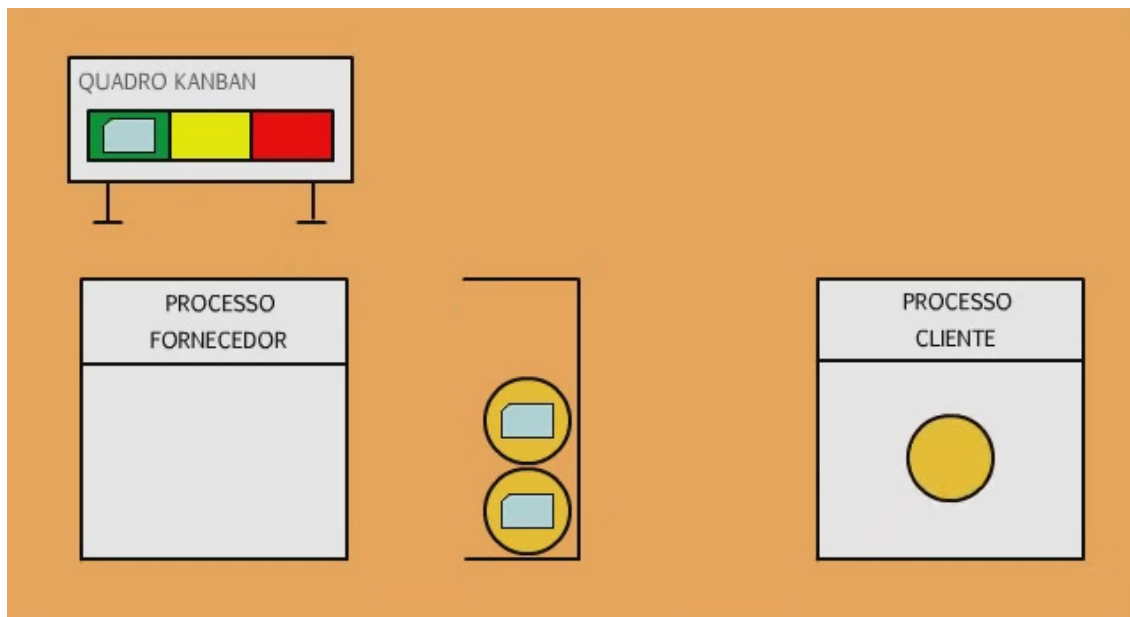
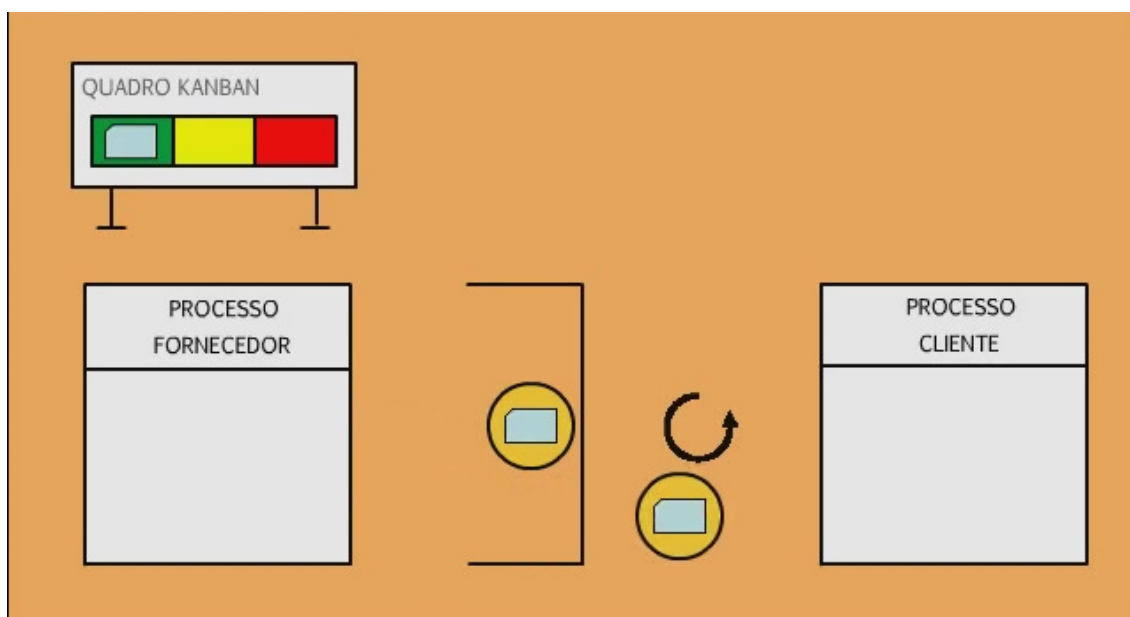
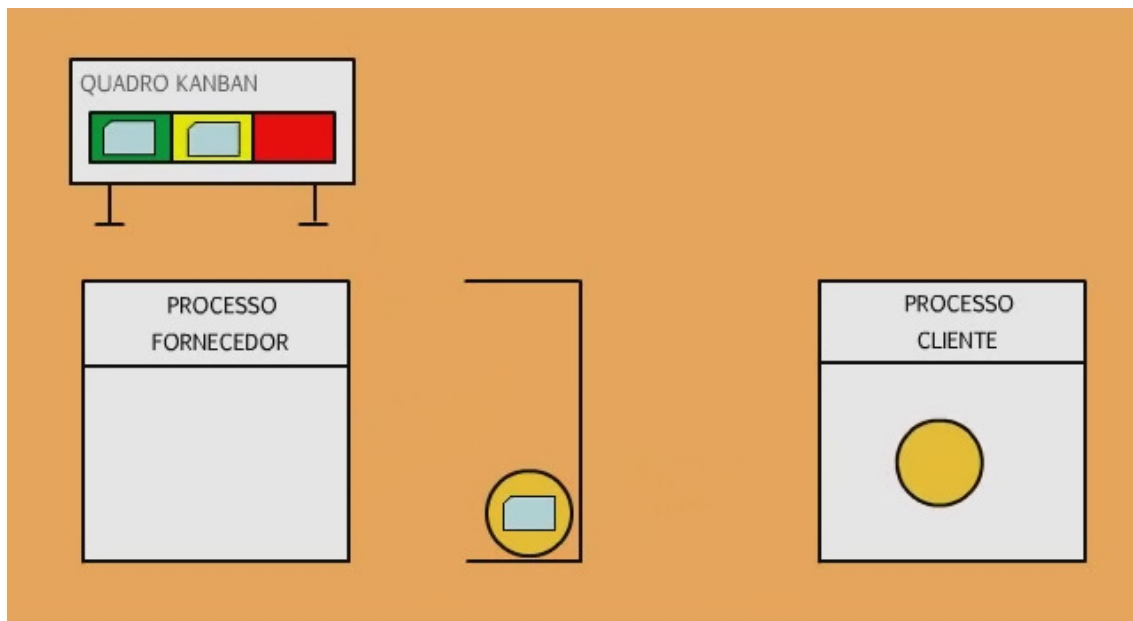


Figura 16 - Dinâmica do Kanban de produção 15



Com os quadros amarelo e/ou vermelho à mostra, o processo-fornecedor já tem o sinal de que devem reiniciar a produção, pois os estoques foram esvaziados pelo processo-cliente.

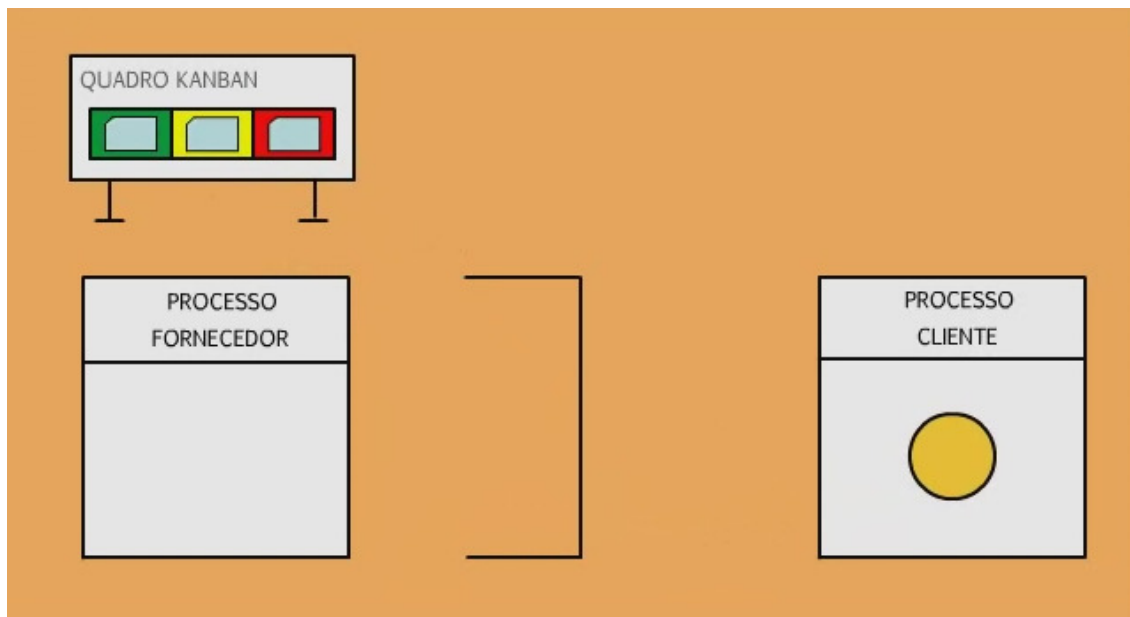
Figura 17 - Dinâmica do Kanban de produção 16



Note que a sequência de retirada é de extrema importância. Neste caso é da direita para a esquerda, na medida em que as cores estão dispostas com o verde à esquerda, o amarelo ao centro e o vermelho à direita. Por outro lado, o preenchimento deve ser feito em sentido oposto, da esquerda para a direita.

Se as três cores estiverem à mostra, temos uma situação crítica, pois adverte que o estoque está cheio. Ao retirar um lote, o processo-cliente repõe o cartão no quadro verde, deixando visíveis os quadros amarelo e vermelho, dando sinal de estocagem média. Ao retirar outro lote, o processo-cliente cobre a parte amarela do quadro, ficando apenas a vermelha descoberta. Este é um sinal de que o estoque está se acabando. Caso o processo-fornecedor não produza imediatamente um lote, ao prosseguir sua atividade, o processo-cliente esvazia completamente o estoque, levando, com isso, o cartão ao quadro vermelho. Este fato evidencia aos operários uma situação de emergência, pois não há produtos para o prosseguimento da produção (figura 18).

Figura 18 - Dinâmica do Kanban de produção 17



É visível o fato de que o kanban transfere a responsabilidade da decisão de produção para a unidade produtiva. O planejamento se torna uma atividade simples e do próprio operador. Não é mais necessário um encarregado para cumprir esta função. A consequência disso é a redução drástica do número de gestores. Além disso:

No Sistema Toyota de Produção, o *kanban* impede totalmente a superprodução. Como resultado, não há necessidade de estoque extra e, conseqüentemente, não há necessidade de depósito e do seu gerente. A produção de inumeráveis controles em papel também se torna desnecessária (OHNO, 1997, p.47)

Ao garantir o sistema de produção puxado, o *kanban* elimina a necessidade de se investir em capital fixo, pois elimina os espaços físicos destinados ao estoque, e em capital circulante, na medida em que materiais auxiliares e mão-de-obra não são mais utilizados no planejamento e controle dos estoques. Ao reduzir o investimento, este instrumento contribui para o aumento da taxa de lucro individual.

Por outro lado, para que esta dinâmica seja perfeita, é essencial que haja a sincronização no *lead time*²² de cada processo.

O sistema não funcionaria a menos que estabelecêssemos uma sincronia da produção que pudesse dar conta do sistema *Kanban* voltando processo por processo.

²² *Lead time* "é o período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término" (LEAD TIME, 2010).

O *Kanban* é uma ferramenta para conseguir o *just-in-time*. Para que esta ferramenta funcione perfeitamente bem, os processos de produção devem ser administrados de forma a fluírem tanto quanto possível. Esta é realmente uma condição básica. Outras condições importantes são nivelar a produção tanto quanto possível, e trabalhar sempre de acordo com métodos padronizados (OHNO, 1997, p.51, grifo do autor).

A padronização e o nivelamento das atividades são essenciais para a construção deste pilar. O estabelecimento de rotinas-padrão eleva a capacidade de um operador, na medida em que evita a execução aleatória das atividades e o direciona às suas funções. Já a existência de estoques-padrão, que são os estoques mínimos necessários antes de cada processo, de forma que este possa funcionar normalmente, permite o fluxo ininterrupto.

Juntos, estes possibilitam a padronização das operações de cada trabalhador, de tal maneira que todos serão conduzidos, sob um só plano, através dos conceitos de *takt time* e *heijunka*.

Como afirmam Liker & Meier (2007):

Os três aspectos a serem nivelados são:

1. Volume do produto, o que é simplesmente a quantidade de um dado produto que deve ser produzida em um período específico de tempo (o *pitch*²³).
2. *Mix* de produtos, que é a proporção dos vários modelos que são produzidos durante o incremento do *pitch*, a quantidade de A, B, C, etc.
3. Sequência do produto, que é a ordem em que o volume e o *mix* de produtos são produzidos. Pode ser modelo por modelo, tais como A, A, A, B, B, B, C, C, C, ou peça por peça, como A, C, A, B, A, C (p.151, grifo do autor).

3.2.2 *Takt Time*

A dificuldade do sincronismo reside na retirada aleatória, no tocante ao tempo e à quantidade, dos produtos por parte do processo-cliente. Isto torna o trabalho do processo-fornecedor vulnerável a flutuações, exigindo, em momentos diferentes, cargas de trabalho mais ou menos pesadas.

²³ "Quantidade de tempo necessária em uma área de produção para completar um contêiner de produtos. A fórmula para o *pitch* é: Tempo *takt* [ou *takt time*] x quantidade na embalagem = *pitch*" (PITCH, 2010, colchete nosso).

Para evitar a ocorrência de tais ciclos negativos, o grande produtor de chassis, especificamente a linha de montagem automotiva final da Toyota (o "primeiro processo"), deve rebaixar os picos e elevar os vales na produção tanto quanto possível, de forma que a superfície do fluxo seja suave. No Sistema Toyota de Produção isso é chamado de nivelamento da produção, ou suavização de carga (OHNO, 1997, p.54)

O objetivo é, então, nivelar a carga de trabalho e o fluxo de produção.

Submetido ao regime de produção empurrada, o trabalhador deveria produzir tanto quanto fosse possível dentro de sua jornada de trabalho. A relação entre a jornada e a produção obtida era a seguinte:

$$\textit{Produtividade} = \textit{produção/unidade de tempo}$$

Partindo da produção puxada, como é o processo-cliente que determina a produção no processo-fornecedor, e não o contrário, o operador precisa inverter também sua lógica de trabalho. Dada a sua jornada e a demanda do cliente (que, em última instância, é o consumidor final), ele precisa saber quanto tempo tem para produzir cada peça. Este é o *takt time*.

$$\textit{Takt time} = \textit{tempo disponível/demanda do cliente}$$

Esta relação nos mostra qual o tempo necessário para a execução de um processo, baseado na demanda do cliente. Por exemplo:

Vamos supor que, após o horário de almoço, um processo-cliente retira do estoque um lote contendo 288 peças. O *kanban* afixado no lote é devolvido ao quadro e este sinaliza a retirada do mesmo. Vendo isso, o processo-fornecedor terá que repor as peças utilizadas. Mas, faltando meia jornada de trabalho, como planejar a produção? O tempo total disponível deles é de 4 horas, ou 14.400 segundos. A demanda é de 288 peças. Então, o *takt time* deve ser de $14.400 \text{ segundos} \div 288 \text{ peças} = 50 \text{ segundos/peça}$.

Para que a sincronia seja alcançada no sistema puxado, é necessário que o tempo no qual cada operador executa suas funções seja igual ao *takt time* de cada processo²⁴.

²⁴ Perceba que com essa forma de organizar a produção o trabalhador fica ainda mais sujeito ao rigoroso ritmo da máquina, tendo que manter constante a intensidade e a produtividade do seu trabalho.

3.2.3 *Heijunka*

Já vimos quanto os estoques são indesejáveis para a produção. Vimos também como o *kanban*, aliado ao *takt time*, elimina parte deste problema. Pois bem, a outra parte, que está ligada à instabilidade da demanda do cliente final, será eliminada através do *heijunka*.

O significado deste conceito é nivelar, equiparar ou tornar uniforme, o que é de extrema importância para um modelo de gestão que pretende se adaptar às peculiaridades de cada mercado.

O STP é flexível porque consegue produzir o produto que o mercado quer, numa quantidade limitada. Para isso é necessário que, mantendo-se a escala de produção constante, uma mesma planta produza várias mercadorias diferentes e em lotes reduzidos. Mas como vimos, os processos produtores de valores de uso distintos exigem objetos de trabalho, meios de trabalho e qualificações da força de trabalho diferentes. Isto exigiria grande disponibilidade de forças produtivas, sendo que a aquisição delas elevaria consideravelmente o investimento inicial e reduziria a taxa de lucro. O desafio que se põe diante da fábrica é produzir a máxima diversidade possível de produtos, utilizando o mínimo das forças produtivas disponíveis.

Vejamos o exemplo.

Suponhamos que o setor de uma fábrica receba uma demanda total de 400 chassis de 4 carros diferentes numa jornada diária de 8 horas (ou 480 minutos). Como o carro modelo A é mais popular, é necessária, em média, uma produção diária de 200 chassis para suprir a demanda final. Já o chassi para o carro modelo B precisa ser produzido numa quantidade de 100. Para o modelo C, precisa-se de 50 unidades e, para o modelo D, também são necessárias 50 unidades.

Observe na tabela a seguir como se distribuem os dados:

Tabela 15 – Demanda diária de chassis

Modelo	Demanda diária (480 minutos)
A	200
B	100
C	50
D	50

Fonte: elaboração própria

Existem duas possibilidades de suprir esta demanda: 1) a criação de quatro plantas diferentes que produzirão cada uma delas um único modelo de chassis; ou 2) a existência de uma única planta que produzirá todos os chassis.

No caso 1 será necessária a compra de quatro tipos de meios de produção e de mão de obra diferentes. Isto quer dizer que serão quatro investimentos para que a demanda seja toda suprida, sendo que cada planta apresentará o seguinte *takt time*:

Tabela 16 - *Takt time* no caso 1

Plantas	Produção diária (480 minutos)	<i>Takt time</i> (minutos)
A	200	2,4
B	100	4,8
C	50	9,6
D	50	9,6

Fonte: elaboração própria

Do ponto de vista da taxa de lucro, vimos que isto não é eficiente, na medida em que o aumento do capital adiantado para iniciar a produção a faz cair.

Por outro lado, a estrutura de funcionamento de uma máquina se baseia, essencialmente, em três partes: uma responsável pela força motriz, outra pela transmissão e uma terceira pela máquina-ferramenta.

A força motriz é a parte que faz mover a máquina, que produz o movimento. Isto acontece através de um mecanismo que transforma outras formas de energia em energia mecânica (num carro, por exemplo, ocorre a transformação da energia térmica em mecânica). Esta, por sua vez, movimentará uma máquina-ferramenta, a qual executará uma tarefa específica, sendo que, para isso, é necessário que haja uma transmissão da energia de um ponto a outro.

Assim, sabendo que numa máquina a parte responsável pela confecção do valor de uso é a máquina-ferramenta, torna-se possível, nos casos de processos semelhantes, a

substituição desta parte, a fim de criar produtos com características diferentes. Isto torna possível a aplicação do caso 2. Soma-se a isso a eliminação da necessidade de investir uma quantidade maior de capital na produção dos quatro modelos, na medida em que só será necessário adaptar a transmissão da energia mecânica às novas máquinas-ferramenta. Desta forma é possível produzir maior variedade de mercadorias com menor gasto de capital constante.

Entretanto, a compra dos meios de produção, independente de quais forem seus valores de uso, seja para um produto de cor preta ou azul, seja para produzir telhas de barro ou amianto, seja para produzir caixas ou empilhadeiras, será sempre uma necessidade. Alguns em maior e outros em menor quantidade, dependendo do que será produzido. Porém, cada meio de produção comprado só pode produzir aquilo que lhe é tecnicamente viável. Não é possível com máquinas de tear se produzir tratores, ou da soja se obter óleo de girassol. Estes são, pois, a parte rígida das forças produtivas que estão sob a propriedade do empresário.

A explicação para a existência da produção flexível está no acúmulo de funções por parte da força de trabalho. Esta não deve ser mais operadora de uma única atividade, como ocorre no modelo Fordista de gestão. Dada sua jornada, ela deve estar apta a cumprir múltiplos papéis no processo de produção. Por exemplo, ao invés de produzir apenas o chassi do carro modelo A, o operador de uma montadora teria que produzir também o chassi do modelo B, do modelo C e do D.

Como vimos, para que isso seja possível, além da maior qualificação e exploração da força de trabalho (o que não necessariamente representa maior pagamento por isso), é necessária a troca das máquinas-ferramenta de cada fase do processo quando o processo-fornecedor enviar um produto diferente. Num primeiro momento, isto pode parecer uma contradição em termos de desperdício de tempo. Mas, com o intuito de manter um fluxo contínuo e enxuto de saída dos diversos produtos, este se torna um procedimento necessário, e viável.

Voltemos ao exemplo da tabela 15.

Sob a planta única, o *takt time*, que também será único, é exposto na tabela 17:

Tabela 17 - *Takt time* no caso 2

Planta	Produção diária (480 minutos)	<i>Takt time</i> (minutos)
Única	400	1,2

Fonte: elaboração própria

Note que agora os trabalhadores desta planta terão o mesmo tempo para produzir uma quantidade maior de chassis. Assim, dada a demanda de 400 carros, eles terão uma jornada de 480 minutos, ou oito horas, para satisfazê-la. Desta jornada, terão que gastar metade do tempo para produzir o chassi tipo A, 1/4 para o chassi tipo B e 2/8 para produzir os chassis tipo C e D.

Assim, sob esta planta, os mesmo trabalhadores deverão produzir uma quantidade maior de chassis no mesmo período de tempo. Isto significa que: 1) deve haver um aumento na produtividade do trabalho, dadas as alterações nos Mp; ou 2) deve haver um aumento na intensidade do trabalho, pois para produzir mais será necessário maior gasto de energia humana; ou 3) deve haver, simultaneamente, o aumento da produtividade e da intensidade do trabalho.

Partindo do cálculo da razão e proporção, temos a tabela 18 a seguir com os lotes de cada chassi:

Tabela 18 - Lotes dos chassis

Lotes	Quantidade de unidades
A	50
B	50
C	50
D	50

Fonte: elaboração própria

Sabendo que o cálculo do *pitch*, o tempo necessário para encher o lote, é de 60 minutos (1,2 min. de *takt time* multiplicado por 50, o número de unidades contidas no lote), a sequência de produção pode ser feita através dos seguintes ciclos:

lote A - lote A - lote A - lote A - lote B - lote B - lote C - lote D

Ao fim de uma jornada de 480 minutos, teremos um total de 400 chassis divididos em oito lotes de quatro produtos diferentes.

Mas note que, seguindo esta sequência de produção, o setor não fornecerá nenhum chassi do tipo B, C ou D pelo turno da manhã. Nas primeiras 4 horas do dia só

é produzido o chassi do modelo A. Caso as fases subsequentes demandem pela manhã, esta planta não será capaz de atender o processo-cliente na hora que ele quer. Ainda, nada garante que a demanda por chassi A aconteça toda pelo turno da manhã.

Esta "falta" de regra para o nivelamento da produção poderia ocasionar uma superprodução de determinados produtos e escassez de outros e, conseqüentemente, não seria possível o fluxo contínuo sem desperdícios.

Uma maneira possível, baseada no princípio *heijunka*, de se produzir os quatro modelos de chassis seria a seguinte:

lote A - lote B - lote A - lote C - lote A - lote B - lote A - lote D

Note que nos mesmos 480 minutos serão produzidos 400 chassis, porém sob uma ordem diferente, que possibilita a manutenção de um fluxo de produção baseado na demanda do cliente (seja um processo-cliente ou um cliente final) e o estabelecimento de "*um processo definido para reabastecimento de material*" (LIKER & MEIER, 2007, p.158).

Mas, se a troca das máquinas-ferramenta já parecia perda de tempo, o que dizer de várias trocas numa mesma jornada?

Comparando com a possibilidade de redução dos gastos com máquinas completas, com o aproveitamento da mão de obra já contratada e com a redução dos estoques, ou seja, com elementos que aumentam significativamente a taxa de lucro por meio da redução do investimento e diminuem o custo de produção individual, é melhor se submeter a este "mal" necessário.

Obviamente, para que seja possível a produção intercalada (ou lotes de tamanho unitário em um sistema altamente flexível), é necessário que o tempo de *setup*²⁵ seja cada vez menor, onde os ajustes sejam mínimos e rápidos. Para trocas excessivamente demoradas, o sistema perde sua flexibilidade e causa atrasos de produção e entrega (CANTIDIO, 2009)

Por conta disso desenvolveu-se uma atividade especializada na minimização do tempo de *setup*, o Sistema de Troca Rápida de Ferramenta – TRF (ou do inglês, *Single Minute Exchange of Die* – SMED).

²⁵ "**Tempo de setup** é o período em que a produção é interrompida para que os equipamentos fabris sejam ajustados" (TEMPO DE SETUP, 2010).

3.2.4 Sistema de Troca Rápida de Ferramenta ou *Single Minute Exchange of Die*

Este sistema foi criado por Shigeo Shingo e tem sua raiz na identificação de operações de preparo/ajuste que podem ser feitas durante o funcionamento da máquina, chamadas de *setup* externo (ou Tempo de Preparação Externo – TPE), e de operações que só podem ser executadas com a máquina parada, chamadas de *setup* interno (ou Tempo de Preparação Interno – TPI).

Para tornar o *setup* eficiente, Shingo (2000) aponta quatro técnicas de aplicação da TRF:

1. Etapa inicial: onde não é feita a distinção entre TPE e TPI, apenas se analisa as condições normais de *setup*. O importante aqui é saber qual o tempo que em média, antes da melhoria, se gasta com o *setup* tradicional.
2. Primeira etapa: sabendo qual o tempo de *setup* inicial, é chegada a vez de saber, do total, quanto é TPE e quanto é de TPI. Assim, uma lista de verificação é extremamente útil, pois serve para saber quais os materiais necessários e se estes estão em perfeitas condições de uso. Além disso, torna algumas atividades do *setup* externo, como o transporte de suprimentos para a máquina, mais eficiente.
3. Segunda etapa: nesta fase deve-se buscar a transformação do *setup* interno em externo. Isto é possível através da padronização das funções da máquina, de tal maneira que estas sofram o mínimo de substituição de peças. Além disso, é possível antecipar as condições operacionais das máquinas, tal como, por exemplo, aquecer previamente o molde que vai iniciar a fundição, a qual não está suficientemente quente imediatamente após o *setup*.
4. Terceira etapa: racionalizar todos os aspectos das operações de *setup* em conjunto.

O TRF visa minimizar a diferença, necessária para uma produção flexível de fluxo contínuo, entre o tempo no qual os meios de trabalho estão sendo preparados e o tempo no qual estão funcionando, ou seja, reduzir o tempo de latência dos Mp.

Mas estes procedimentos acima descritos não são apenas vistos dentro de uma fábrica, eles ocorrem também entre duas ou mais empresas. Por exemplo, o *Supply Chain Management* – SCM, é, atualmente, uma das formas mais avançadas de gestão integrada da logística (OLIVEIRA, R. 2006).

3.2.5 *Supply Chain Management*

Identificando que na cadeia completa do valor existem barreiras (conflitos de interesses) internas (interdepartamentais) e externas (inter-empresas) à integração dos processos de produção e de logística, o SCM age na eliminação destas:

Em linhas gerais, o *supply chain management* pode ser definido como uma metodologia desenvolvida para alinhar todas as atividades de produção de forma sincronizada, visando reduzir custos, minimizar ciclos e maximizar o valor percebido pelo cliente final por meio do rompimento das barreiras entre departamentos e áreas (WOOD Jr. & ZUFFO, 1998, p.61, grifo do autor).

Segundo Campos (2000), essa técnica de gestão está ligada a dois conceitos da administração: aliança estratégica e logística.

Mesmo com divergências, as abordagens apresentam em comum considerar que uma aliança estratégica é uma parceria entre duas ou mais empresas onde definem-se metas, obrigações e formato de distribuição de resultados (CAMPOS, 2000, p.21).

Este autor adota a definição de logística da Revista Supermix, de setembro de 1997:

Logística é o processo de planejamento, implementação e controle, eficiente e eficaz, do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às exigências do cliente (SUPERMIX *apud* CAMPOS, 2000, p.26)

Reis (2001) apresenta alguns dos procedimentos mais utilizados no SCM:

- a) Reestruturação e consolidação do número de fornecedores e clientes, com o intuito de estreitar as relações e firmar parcerias com empresas estratégicas;
- b) Divisão de informações e integração da infra-estrutura com clientes e fornecedores, principalmente através de instrumentos da Tecnologia da

Informação (TI), tal como o *Electronic Data Exchange* (EDI)²⁶. Isto facilita o planeamento das atividades que compõem a cadeia de valor;

- c) Desenvolvimento conjunto de produtos;
- d) Integração das estratégias competitivas na cadeia produtiva;
- e) *Outsourcing*²⁷ na cadeia de suprimentos.

Dentro do SCM, destaca-se o *Efficient Consumer Response* (ECR):

ECR é um movimento global, no qual empresas industriais e comerciais, juntamente com os demais integrantes da cadeia de abastecimento (operadores logísticos, bancos, fabricantes de equipamentos e veículos, empresas de informática, etc.) trabalham em conjunto na busca de padrões comuns e processos eficientes que permitam minimizar os custos e otimizar a produtividade em suas relações (ECR BRASIL, 2010).

Estas atividades, ligadas à esfera da circulação, têm, essencialmente, no STP, o objetivo de diminuir o lead time de produção. Ou seja, reduzir o tempo de rotação e aumentar a produtividade dos trabalhadores.

A utilização conjunta e coordenada das regras acima descritas eleva a padronização e a racionalização do processo a um nível tal que a gestão se qualifica como baseada por um dos pilares do STP, o *just-in-time* (OHNO, 1997). Com ele são eliminados cinco tipos de desperdício, na medida em que seu objetivo é adequar o tempo de trabalho ao tempo de produção: 1) Desperdício por superprodução; 2) Desperdício por espera; 3) Desperdício por transporte; 5) Desperdício por estoque; e 6) Desperdício por movimentação. A consequência direta do JIT é a redução do tempo de rotação do capital.

Vejamos agora o segundo pilar do *lean manufacturing*.

²⁶ "**Electronic Data Interchange** - EDI significa troca estruturada de dados através de uma rede de dados qualquer" (EDI, 2010).

²⁷ "Outsourcing refere-se à prática em que parte do conjunto de produtos e serviços utilizados por determinada empresa (na realização de uma cadeia produtiva) é executada por outra empresa externa, num relacionamento colaborativo e interdependente" (PIRES, 1998, p.8, grifo do autor).

3.3 JIDOKA

O outro pilar do STP é o princípio *Jidoka*, que foi empregado já nas máquinas têxteis da Toyota. Estas máquinas eram dotadas de dispositivos que podiam reconhecer condições normais e anormais de produção, tendo a capacidade de interromper o processo instantaneamente e sem a necessidade do homem. Desta forma, a máquina se tornara autônoma.

Na medida em que torna os problemas da produção visíveis, esse sistema permite a identificação imediata de suas causas, aumentando a eficiência e tornando os gastos com produtos e máquinas fora das especificações menores.

3.3.1 Poka-Yoke

O *jidoka* é o princípio da *autonomação*, automação inteligente ou automação com toque humano, que garante a qualidade do produto e a redução do desperdício. Seu fundamento está na introdução de um mecanismo de controle automático na máquina, chamado *poka-yoke*, que, quando há alguma anormalidade na fabricação do produto, emite um sinal de advertência (método de advertência) ou permite sua parada automática (método de controle).

O dispositivo "poka-yoke" é um mecanismo de detecção de anormalidades que, acoplado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade. Na verdade, o "poka-yoke" é mais do que apenas um mecanismo de detecção de erros ou defeitos; é um recurso utilizado com o principal objetivo de apontar ao operador (ou à máquina) a maneira adequada de realizar uma determinada operação. É, em resumo, uma forma de bloquear as principais interferências (normalmente erros humanos) na execução da operação (GHINATO, 2010, p.8-9).

Segundo Ghinato (2000), "*A idéia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processo e fluxo da produção*" (p. 11). Mas este conceito pode ser expandido às linhas operadas manualmente, sendo o próprio operador o responsável pela parada em caso de necessidade.

A ação imediata do supervisor ou dos engenheiros de produção, após a parada da linha ou da máquina, é obtida através de um sistema de informação visual conhecido como "*Andon*", que consiste, via de regra, em um painel luminoso fixado em posição de visibilidade total em cada linha. Neste painel, sinais luminosos (às vezes acompanhados de sinais sonoros) indicam a

condição da linha e, em caso de parada, apontam exatamente qual o posto que requer assistência (GHINATO, 2010, p.4, grifo nosso).

Assim, "*Na Toyota uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que está acoplada a um dispositivo de parada automática*" (OHNO, 1997, p.28).

Note que o *Jidoka* permite o manuseio, por parte do trabalhador, de diversas máquinas ao mesmo tempo, visto que, com a autonomização da máquina, na medida em que ela mesma "sabe" quando parar, é possível que os seus operadores sejam "liberados" para outras atividades.

A autonomação também muda o significado da gestão. Não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente. Apenas quando a máquina pára devido a uma situação anormal é que ela recebe atenção humana. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas, tornando possível reduzir o número de operadores e aumentar a eficiência da produção (OHNO, 1997, p.28)

3.3.2 Separação homem-máquina

Ghinato (2010) argumenta que, apesar da frequente associação, *jidoka* não é sinônimo de automação.

Em manufatura²⁸, um sistema é considerado plenamente automatizado quando é capaz de desempenhar as seguintes funções:

- executar a transformação desejada dos "inputs" em "outputs";
- manter o processamento em uma velocidade desejada;
- alimentar o processamento com matéria-prima e remover o produto após conclusão do processamento;
- detectar anormalidades e parar caso sejam encontradas;
- corrigir as anormalidades e retomar o processamento (GHINATO, 2010, p.4)

Partindo disso, podemos afirmar que o conceito *jidoka* tem mais semelhança à autonomia do que à automação. Mas em certa medida:

Parece óbvio o extraordinário benefício de ter-se máquinas “plenamente automatizadas”, habilitadas a desempenhar todas as funções, inclusive detecção e correção de anormalidades. No entanto, a implementação generalizada da “Plena Automação” esbarra em restrições técnicas e econômicas impostas pela dificuldade de capacitar a máquina para decidir sobre o método de correção e sua aplicação quando uma anormalidade é detectada. A alternativa racional é, então, a **separação entre a detecção da**

²⁸ Aqui Ghinato não está utilizando o conceito de manufatura elaborado por Marx (2006a). De acordo com este autor, o termo mais rigoroso seria maquinofatura.

anormalidade e a solução (correção) do problema. Assim, a detecção pode ser uma função da máquina, pois é técnica e economicamente viável, enquanto a correção do problema continua como responsabilidade do homem (GHINATO, 2010, p.5, grifo do autor).

A máquina não precisa mais de um operador, apenas de um reparador.

A partir do acionamento da primeira máquina, o operador pode dirigir-se a outros postos de trabalho, obviamente organizados de forma a exigir os menores deslocamentos, preparar e operar outras máquinas ou executar operações auxiliares durante o tempo de ciclo do processamento. O operador utiliza efetivamente o tempo disponível com operações essenciais ou auxiliares ao invés de “perder” tempo com a atividade de controle do processamento.

Com as máquinas habilitadas para se "auto-supervisionarem", ou seja, parar ao menor sinal de anormalidade no processamento, os trabalhadores podem ser treinados para operar outras máquinas durante o processamento do produto na primeira máquina.

A propósito, com relação ao treinamento para capacitar os trabalhadores para o exercício da multifuncionalidade, a Toyota desenvolveu e aplica o sistema de rotação do trabalho, através do qual procura-se habilitar o trabalhador para a operação de qualquer máquina em sua área de trabalho (GHINATO, 1999, p.5).

Uma das consequências da implementação do jidoka é redução do gasto com capital variável, na medida em que a função de fiscalização da máquina (e dos trabalhadores que a opera) não é mais necessária. Isso permite ao capitalista produzir mais com menor quantidade de trabalho, o que aumenta a produtividade, reduz o preço de produção individual e, também, o gasto inicial com mão-de-obra.

Vimos que o sétimo tipo de desperdício apontado por Ohno (1997) foi a perda por fabricação de produção defeituosos. Na ocasião afirmamos que o *jidoka* era o principal responsável por sua eliminação. Então, vejamos como isso ocorre.

3.3.3 Controle de qualidade

Como afirma Ghinato (2010) *"O Jidoka está para a 'garantia da qualidade' assim como o JIT (e seus principais elementos associados: fluxo contínuo, takt time e produção puxada) está para a 'redução do lead time'"* (p.5)

Ele afirma também que a garantia da qualidade não é um meio, mas um fim alcançado pelos quatro fundamentos a seguir:

1. Utilização da inspeção na fonte. Este método de inspeção tem caráter preventivo, capaz de eliminar completamente a ocorrência de defeitos pois a função controle é aplicada na origem e não sobre os resultados.
2. Utilização de inspeção 100% ao invés de inspeção por amostragem.
3. Redução do tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da ação corretiva.
4. Reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis. Aplicação de dispositivos à prova-de-falhas ("Poka-Yoke") cumprindo a função controle junto à execução (GHINATO, 2010, p.5-6).

"Inspeção é o processo de medição, exame, teste ou qualquer outra comparação do produto/serviço com os requisitos aplicáveis. Qualquer divergência entre estes requisitos e o resultado da verificação pode ser considerada uma anormalidade" (GHINATO, 2010, p.6).

Defeito é "o distanciamento de uma característica de qualidade de seu nível ou estado desejado que ocorre com uma severidade suficiente para levar um produto ou serviço a não satisfazer requisitos de uso normalmente desejados ou razoavelmente previsíveis". Um defeito, portanto, é normalmente interpretado como um dano ocorrido ao objeto de produção (produto/serviço).

Um erro, por sua vez, pode ser definido como a execução imperfeita de alguma atividade, capaz de gerar dano ao objeto, aos fatores de produção ou ao planejamento do fluxo de atividades (GHINATO, 2010, p.7).

A lógica por trás da inspeção na fonte se baseia na relação causa e efeito do erro na operação e do defeito de fabricação. O defeito é uma consequência de um erro no processamento. O erro é a causa do defeito. Assim, para atingir o ideal "zero defeitos", antes de o defeito se manifestar, o *poka-yoke* tem que buscar todos os erros (ou potenciais defeitos) na fonte. *"A inspeção na fonte é aplicada sobre a operação, de forma a identificar e neutralizar erros de execução, impedindo que dêem origem a defeitos no produto"* (GHINATO, 2010, p.7).

Com isso se reduz a diferença entre o valor que foi transferido para a mercadoria e o que realmente está contido nela, na medida em que a transferência de valor desperdiçado é menor. Isto quer dizer que o controle de qualidade reduz ainda mais o preço de custo individual.

É sobre estes dois pilares que o STP é construído, um modelo de gestão enxuto, o qual prega o gasto mínimo de trabalho (valor) na produção de uma mercadoria. Entretanto, é necessário adequar a força de trabalho às novas características da gestão. Assim, a disseminação das filosofias do bom-senso e da melhoria contínua é essencial

para alcançar e manter a produção enxuta e eliminar o desperdício no próprio processamento.

3.4 O 5S E O KAIZEN

Denomina-se *kaizen* o processo de aprendizagem e melhoria contínua e gradual das operações de produção. É uma meta do *lean manufacturing*.

O método para a realização de *kaizens* nas empresas tem sido chamado de “*Gemba Kaizen*”. A palavra *gemba* é um termo japonês que significa “lugar verdadeiro”, ou seja, lugar onde ocorre o trabalho que agrega valor (IMAI, 1996). Para os processos de produção, o *gemba* seria considerado o chão de fábrica, local onde se trabalha para a transformação do produto.

Os métodos de *Gemba Kaizen* para melhoramento contínuo têm por finalidade desenvolver um trabalho em grupo para identificar os problemas e suas causas raízes utilizando ferramentas adequadas, propor soluções, aplicar as melhorias, padronizar os processos e acompanhar os resultados para garantir as metas estabelecidas (SILVA *et. al.*, 2008, p.3, grifo do autor, IMAI (1996) *apud.* SILVA, *et. al.*, 2008).

Seu sucesso depende dos próprios trabalhadores, pois

Kaizen / melhoria de atividades: são melhorias simples feitas pelos funcionários de linha de frente, orientadas para determinadas ocasiões onde existam perdas no processo. É possível atribuir aos trabalhadores pequenos reparos, controle da qualidade e, até mesmo, reservar horários para que a equipe possa sugerir medidas para melhorar o processo (MAJOR & CORADIN, 2009, p.9).

Ligados a esta filosofia estão os 5S:

1.º S - SEIRI - SENSO DE UTILIZAÇÃO

CONCEITO: "SEPARAR O ÚTIL DO INÚTIL, ELIMINANDO O DESNECESSÁRIO".

Também pode ser interpretado com Senso de Utilização, Arrumação, Organização, Seleção.

2.º S - SEITON - SENSO DE ARRUMAÇÃO

CONCEITO: "IDENTIFICAR E ARRUMAR TUDO, PARA QUE QUALQUER PESSOA POSSA LOCALIZAR FACILMENTE

Também pode ser definido como Senso de Ordenação, Sistematização, Classificação, Limpeza.

3.º S - SEISO - SENSO DE LIMPEZA

CONCEITO: "MANTER UM AMBIENTE SEMPRE LIMPO, ELIMINANDO AS CAUSAS DA SUJEIRA E APRENDENDO A NÃO SUJAR”

Também pode ser definido como Senso de Zelo.

4.º S - SEIKETSU - SENSO DE SAÚDE E HIGIENE

CONCEITO: "MANTER UM AMBIENTE DE TRABALHO SEMPRE FAVORÁVEL A SAÚDE E HIGIENE".

Também pode ser definido como Senso de Asseio e Integridade.

5.º S - SHITSUKE - SENSO DE AUTO-DISCIPLINA

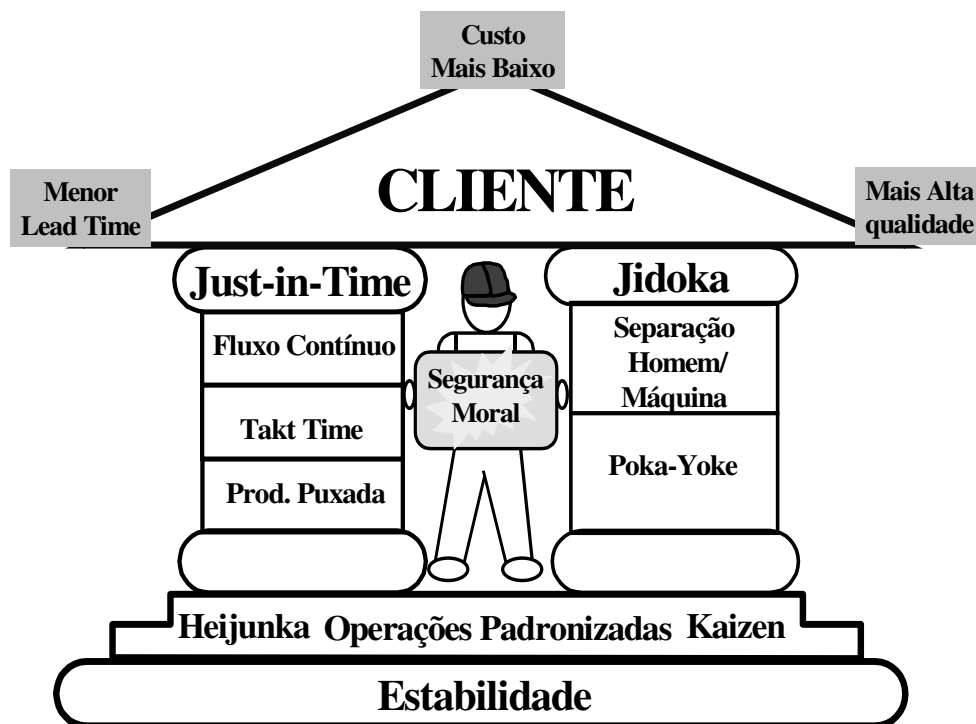
CONCEITO: "FAZER DESSAS ATITUDES UM HÁBITO, TRANSFORMANDO OS 5S'S NUM MODO DE VIDA" (SILVA, G. C. 2005, p.6-9).

Como afirmou Marx (2008):

Finalmente, é a experiência do trabalhador coletivo que descobre e mostra onde e como economizar, como pôr em prática, da maneira mais simples, as descobertas já feitas, quais as dificuldades práticas a vencer etc. na aplicação, no emprego da teoria ao processo de produção (p.139).

Temos abaixo um esquema representativo do STP:

Figura 19 - A Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: GHINATO, (2000)

O pilar da esquerda segura o vértice do "menor *lead time*", enquanto que o da direita dá base à "mais alta qualidade" ao produto. Juntos formam a manufatura enxuta,

a qual garante o "custo mais baixo" para o cliente e, para o empresário, o menor preço de produção individual.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na primeira parte da nossa investigação, chegamos à conclusão de que quanto maior for a coincidência do tempo de trabalho e do tempo de produção, maior será a quantidade de valor criado pela força de trabalho numa jornada. Isto contribui para aumentar a mais-valia, o numerador da taxa de lucro. Por outro lado, quanto menos tempo os meios de produção ficarem parados numa jornada, mais eles transferirão seu valor para as mercadorias. Numa jornada, quanto menor for o tempo ocioso, maior será a quantidade de valor transferido e criado por um trabalhador. Isto, ao mesmo tempo, aumenta a velocidade de valorização e de rotação do capital como um todo. Por sua vez, além de poder aumentar a quantidade de mais-valia produzida em um ano (M), o aumento do número de rotações do capital circulante reduz o montante de capital necessário para iniciar a produção ($c + v$). Por duas vias a rotação do capital altera a taxa de lucro.

Vimos também que o preço de custo pode diferir do valor que realmente foi transferido para a mercadoria. Foi gasto, mas não quer dizer que está contido nela. O resultado disto é que o preço de produção individual pode estar sendo inflado por um preço de custo acima da média. No tocante ao capital circulante variável, chegamos à conclusão que este é o conteúdo econômico da luta, por parte dos capitalistas, a favor da flexibilização da jornada de trabalho.

Temos, pois, que, dentro das formas capitalistas, quanto mais eficiente for um produtor individual, menor será a quantidade de trabalho contida numa mercadoria, seja trabalho vivo, derivado da taxa de lucro médio sobre um menor investimento, seja trabalho morto, derivado da maior compatibilização possível entre o valor efetivamente gasto na produção e o valor transferido para a mercadoria. Conseqüentemente, maior será a diferença entre valor individual e valor de mercado, ou preço de produção individual e preço de produção de mercado, e, conseqüentemente, maior o lucro extra.

Com a investigação do nosso objeto de estudo, podemos afirmar que, de fato, o *lean manufacturing* altera de forma substancial o modelo de produção em massa, já que a modificação do processo de trabalho comporta uma produção limitada, no momento necessário (quanto e quando produzir) e com baixo dispêndio de trabalho. Essa mudança na forma de gestão foi uma necessidade, diante da realidade adversa

enfrentada pelos japoneses no pós-guerra. A necessidade de produzir mais-valia nas condições de um mercado reduzido, fracionado e com limitações na constituição do capital produtivo, obrigou os capitalistas a alterar o processo de produção de valores de uso de tal forma a se adaptar a estas peculiaridades.

Ao identificar quais as principais perdas envolvidas no processo de produção, o criador do STP enumerou sete falhas que reduzem a eficiência de uma empresa. Mas, sem tomar ciência disto, ao sugerir suas correções, este modelo de gestão prega a implantação de medidas que visam reduzir a diferença entre o tempo de trabalho e o tempo de produção. Aliada a esta forma de reduzir o montante inicial de investimento, já que há a diminuição do tempo de rotação do capital, está a eliminação de gastos com as atividades de estocagem e planejamento da produção. Por sua vez, a busca por uma maior qualidade do produto leva um processo ao ideal "zero defeitos", que impede a produção de mercadorias imperfeitas que não são vendidas, mas, para efeito de reinício da produção numa mesma escala, seu valor deve ser computado dentro do custo de produção das mercadorias perfeitas. Estes dois fatos citados garantem ao produtor um preço de produção abaixo da média, proporcionando para ele uma mais-valia extraordinária sob a forma de superlucro.

É por meio do pilar *just-in-time* que o STP consegue eliminar grande parte dos procedimentos os quais não adicionam diretamente valor aos produtos, atividades estas ligadas, principalmente, à diferença existente entre o tempo de trabalho e o tempo de produção em cada fase do processo. Além disso, este instrumento possibilita a eliminação de atividades e funções, sendo também eliminados os respectivos gastos em capital constante e capital variável.

Dentro do JIT, vimos que a integração e sincronização da cadeia produtiva são de grande importância para a redução do *lead time*, o que tem como fundamento econômico a seguinte formulação: tanto quanto menor for o tempo que o capital passa na esfera da circulação e na esfera da produção, menor será o tempo de rotação de todo o capital, ou seja, mais vezes ele irá rodar em um ano, e, conseqüentemente, menor será a necessidade de investimento inicial em capital circulante. Além disso, como no tempo de circulação não se cria nenhum valor, é do interesse do capital industrial reduzi-lo a zero. Por isso o SCM também pode ser utilizado como um instrumento do STP.

Ao reduzir a quantidade de trabalhadores na produção e aumentar a quantidade de unidades produzidas, o JIT permite aumentar a produtividade do trabalho. Por outro lado, pela necessidade de ser uma produção flexível, o princípio *heijunka* obriga os trabalhadores a aumentar a intensidade e a qualificação do seu trabalho, visando a manutenção, via *takt time*, da rotina padrão de produção. Como resultado, temos um aumento na quantidade de mais-valia criada, pelos trabalhadores remanescentes, numa mesma jornada.

Além de reduzir consideravelmente o tempo em que os trabalhadores e as máquinas ficam ociosos, o outro pilar do *lean manufacturing*, o *jidoka*, permite também a criação de produtos de melhor qualidade, pois elimina a possibilidade de propagação de qualquer anormalidade para o resto do processo e, conseqüentemente, reduz a diferença entre o valor transferido como custo e o que realmente está contido na mercadoria. Com ele, uma parcela cada vez maior do tempo de produção vai sendo convertida em tempo de trabalho efetivo, durante o qual se adiciona mais valor às mercadorias. Mas é consequência direta para a produção a redução da necessidade de se contratar operários para as máquinas, na medida em que estas se tornam "autonomizadas". De fato há a separação homem-máquina, sendo esta a vencedora do duelo, pois não há comparação entre a capacidade produtiva de um homem (que cansa e tem lesões por esforço repetitivo) e de uma máquina.

Sem um senso de autodisciplina nada disso seria possível. Então, a adaptação do trabalhador ao novo regime de trabalho intensificado deve ser rigoroso, baseado em regras de conduta que contribua continuamente tanto para o desenvolvimento das capacidades criativas do trabalhador, quanto para a elaboração e aplicação das melhorias do processo de produção.

Juntos, os dois pilares formam a manufatura enxuta. Com a aplicação do sistema, uma empresa elimina de forma excepcional o desperdício com valor, novo ou pretérito, inutilmente gasto na produção. Além disso, por produzir mercadorias competitivas, com preço de custo baixo, ele possibilita a apropriação do superlucro por parte do capitalista individual.

Com o exposto até aqui, podemos afirmar que, em linhas gerais, a essência do STP está na redução do custo de produção individual, na medida em que os seus instrumentos de aplicação demandam maiores investimentos em capital constante,

apesar da redução do gasto com capital variável. Assim, aumentar a produção com a utilização de menos mão-de-obra, ou seja, aumentar a produtividade do trabalho é o que garante ao trabalhador japonês a competitividade com o americano.

Por certo os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa. Se pudéssemos eliminar o desperdício, a produtividade deveria decuplicar. Foi esta idéia que marcou o início do atual Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997, p.25).

Este é, pois, um modelo de gestão eficiente para o empresário, na medida em que aumenta a competitividade de uma fábrica, ao reduzir o gasto desnecessário com qualquer atividade que desperdice trabalho, ou seja, reduz ao máximo o preço de custo individual.

Por fim, mas não menos importante, ressaltamos que o conhecimento da Teoria Econômica Marxiana nos permite chegar à essência do fenômeno chamado Sistema Toyota de Produção e explicá-lo cientificamente. Com isto descobrimos a lógica que comanda a ação do capital, personificado pelos capitalistas, o qual, mesmo sem o conhecimento científico, por instinto, cumpre cegamente as determinações do fenômeno que ele encarna: o capital.

5 REFERÊNCIAS

APARÍCIO, I. C. S.; MELO, K. S.; CALVOSA, M. V. D. Relações de Trabalho: a Contribuição dos Modelos de Gestão. In: VI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2009, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro: AEDB, 2009. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos09/354_RELACOES_DE_TRABALHO_A_CONTRIBUICAO_DOS_MODELOS_DE_GESTAO.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2010.

BOTELHO, A. **Do Fordismo à Produção Flexível: o espaço da indústria num contexto de mudanças das estratégias de acumulação do capital**. São Paulo: Annablume, 2009.

CADEIA DE VALOR. In: **Wikipédia: a enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2010. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cadeia_de_valor>. Acesso em: 26 ago. 2010.

CAMPOS, L. H. R. **O Supply Chain Management e seus reflexos na concorrência**. 2000. 124 p. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.

CANTIDIO, S. Heijunka, o nivelamento da produção. In: **Administradores**, o portal da administração. Brasil: 2 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/heijunka-o-nivelamento-da-producao/30427/>>. Acesso em: 16 set. 2010.

DRAGUILEV, M. **A crise geral do capitalismo**. Varginha: Alba, 1961.

EDI. In: **Wikipédia: a enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2010. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/EDI>>. Acesso em: 17 set. 2010.

FORTUNE. **Global 500**. Disponível em: <<http://money.cnn.com/magazines/fortune/global500/2010/snapshots/6752.html>>. Acesso em: 13 ago. 2010.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2000. Cap. 2.

_____. **Jidoka: mais do que " pilar de qualidade"**. Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.leanway.com.br/jidoka.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2010.

_____. Autonomia e Multifuncionalidade no Trabalho: Elementos Fundamentais na Busca da Competitividade, In: **Série Monográfica Ergonomia: Ergonomia de Processo**. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 1999. Cap. 4.1, Vol. 2, 2ª ed.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão & Produção**. São Carlos, v.11, n.1, p.1-19, jan.-abr. 2004.

GOUNET, T. **Fordismo e Toyotismo na civilização da automóvel**. São Paulo: Boitempo Editorial, 1999.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. 6 ed. São Paulo: Loyola, 1996.

HISTÓRIA DA TOYOTA. **Toyota Motor Corporation Ltd**. Disponível em: <http://www.toyota.pt/about_03/toyotas_history/index.aspx>. Acesso em: 09 ago. 2010.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen**: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica. São Paulo: Instituto IMAM, 1996.

KULKA, M. R. **Estudos da aplicação do conceito lean em um sistema híbrido de planejamento e controle da produção (MRPII/JIT)**. 2009. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009.

MAJOR, M. C.; CORADIN, S. C. **As ferramentas do lean thinking no combate as perdas geradas nos processos produtivos**. Paraná: UTFPR, 2009. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/mansano/arquivos/art_cofop24_michelle.doc>. Acesso em: 18 set. 2010.

MARX, K. **O Capital**: Crítica da Economia Política. Livro I – O processo de produção do capital. 24 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006a.

_____. **O Capital**: Crítica da Economia Política. Livro II – O processo de circulação do capital. 24 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006b.

_____. **O Capital**: Crítica da Economia Política. Livro III – O processo global de produção capitalista. 24 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.

LANGE, O. **Moderna economia política**. São Paulo: Vértice, 1986.

LEAD TIME. In: **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2010. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Lead_time>. Acesso em: 23 ago. 2010.

LEAN MANUFACTURING. In: **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2010. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing>. Acesso em: 25 ago. 2010.

LÊNIN, V. I. **Imperialismo, fase superior do capitalismo**. Lisboa: Avante, 2000.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

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

OLIVEIRA, E. **Toyotismo no Brasil**: desencadeamento da fábrica, envolvimento e resistência. São Paulo: Expressão Popular, 2004.

OLIVEIRA, R. L. L. **Os impactos da utilização do Supply Chain Management no processo de trabalho e no emprego no setor de supermercados (1990 – 2004)**. 2006. 100 p. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

PIRES, S. R. I. Gestão da cadeia de suprimentos e modelo de consórcio modular. In: **Revista de Administração**. São Paulo, vol. 33, n° 3, p. 5-15, jul.-set. 1998.

PITCH. In: **Lean Institute Brasil**. Brasil: 2010. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/vocabulario.aspx?busca=P>>. Acesso em: 16 set. 2010.

REIS, S. V. **A gestão da cadeia de suprimentos na indústria automobilística brasileira 1957 – 1998**. 2001. 142 p. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2001.

RIBEIRO, N. R. **O capital em movimento**: ciclos, rotação, reprodução. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2009.

SILVA, G. G. M. P. *et. al.* Manufatura Enxuta, Gemba Kaizen e TRF: uma aplicação prática no setor têxtil. In: **Anais eletrônicos do XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11621.pdf>. Acesso em: 18 set. 2010.

SILVA, G. C. **O método 5 S**. Brasília: ANVISA, 2005. (Versão preliminar)

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

TEMPO DE SETUP. In: **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2010. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Tempo_de_setup>. Acesso em: 17 set. 2010.

WOOD Jr., T.; ZUFFO, P. K. Supply Chain Management. In: **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, vol. 38, n° 3, p. 55-63, jul.-set. 1998.