

Redução de custos no processo produtivo com a utilização do ABC e Ferramentas *Lean*: estudo de caso em uma indústria de componentes de refrigeração

Cost reduction in the production process using the ABC and Lean tools: Case Study in the refrigeration components industry

Levi da Silva Guimarães (UMINHO – Guimarães/Portugal) - levisguimara@hotmail.com
• Depto de Produção e Sistemas – Campus Azurém, 4800-058, Guimarães-Portugal,
Hyggor Silva Medeiros (UMINHO – Guimarães/Portugal) - hyggor_medeiros@hotmail.com
Alex Fabiano Bertollo Santana (UMINHO – Guimarães/Portugal) - afbsantana@hotmail.com
Marcelo Silva Pereira (UMINHO – Guimarães/Portugal) - marcelo.silvapereira@gmail.com

RESUMO O presente artigo tem como enfoque a gestão da produção no que diz respeito aos custos operacionais que incidem diretamente no valor do produto. Como base para o estudo foi utilizado o sistema de custos baseado em atividades (*Activity Based Costing* – ABC), que fornece informações quanto a descoberta dos custos das atividades, e algumas ferramentas lean como o: mapa de fluxo de valor (VSM – *Value Stream Mapping*), *Single minute exchange die* (SMED), Kanban etc. O método adotado para essa pesquisa foi o estudo de caso. O estudo foi realizado em uma empresa de componentes de refrigeração no Polo industrial de Manaus, as análises e observações partiram inicialmente da aplicação do ABC em uma linha de produção, e do mapeamento do processo através do fluxo de valor, medindo o estado atual das atividades (Tempo de ciclo, *setup*, etc). Após mapeamento foi possível identificar os desperdícios em cada atividade e com base na metodologia Lean reduzir as perdas no processo. Os resultados obtidos depois deste estudo mostraram-se na redução de aproximadamente 20% dos custos relacionado ao processo produtivo.

Palavras-chave Sistema de custos baseado em atividades – ABC. Mapa de fluxo de valor. *Lean manufacturing*. Polo industrial de Manaus. Desperdícios.

ABSTRACT *This paper focuses on production management with respect to operating costs that relate directly to the value of the product. For this study, three methods were used, ABC - Activity Based Costing, which provides accurate information about the knowledge of the real costs, VSM - Value Stream Mapping and Lean Manufacturing. The method adopted for this research was the case study. The study was conducted at a refrigeration components company in the Industrial Center of Manaus. The analyses and observations initially went through the process of mapping the value stream, measuring the current state of activities (cycle time, setup, etc.). After analysis it was possible to map the cost for each activity and finally calculate the cost of the product before and after the improvements resulting from the lean methodology. The results obtained in this study showed a 20% reduction in product costs resulting from operational improvements. The activity-based cost led to a discovery of the real costs of waste. The steps for this study include process mapping through the value stream, measuring the current state of activities (cycle time, setup, etc.), establishing the cost driver for each activity, and finally calculating the cost of the product before and after the application of lean improvements. The paper was conducted through literature and descriptive review, and used a case study method. It describes the model that has been tested in a production line for a refrigeration components company from the Manaus Industrial Center, achieving a 20% reduction in product cost.*

Keywords *Activity-based cost. Value stream mapping. Lean manufacturing. Manaus Industrial Center. Waste.*

1. INTRODUÇÃO

O setor de refrigeração vem passando por um crescimento contante nos últimos anos (ABRAVA, 2014) e com isso as indústrias de componentes de refrigeração precisam adotar metodologias de gestão adequadas a este crescimento. Os investimentos nos sistemas de produção e qualidade não conseguem abordar de maneira eficaz um dos mais insistentes problemas encontrados nas empresas deste segmento – a apuração efetiva dos custos. De um modo geral, não se tem uma idéia do custo exato da produção, ou seja, existem produtos que vendem muito e não dão lucro e outros que tem uma margem elevada mas vendem pouco.

Com isso as empresas são levadas a analisar seus custos constantemente e ainda encontrar meios para reduzir seus desperdícios, essas reduções geralmente tem como foco os processos produtivos, tendo em vista ser a área que tem mais insumos ligados diretamente. Uma das formas de se identificar ou observar esses desperdícios é utilizar a metodologia do sistema Toyota de produção (STP), mais comumente conhecido como produção enxuta ou *Lean Manufacturing*. O STP ajuda as empresas a encontrar e eliminar os desperdícios, que acabam por onerar o processo de manufatura aumentando os custos do produto, por fim tornando-o crucial para o alcance de uma boa posição competitiva (OHNO, 1997).

Da mesma forma que é importante ver os desperdícios no processo produtivo utilizando de ferramentas para essas análises é preciso reavaliar o sistema contábil, reformulando os cálculos dos custos operacionais. Ao mesmo tempo, o sistema de cálculo de custos tradicional é inadequado em relação aos sistemas de produção enxuta. Muitas empresas que estão implementando estes princípios estão pesquisando qual deve ser o sistema de contabilidade mais adequado (COOPER; MASKELL, 2008).

A contabilidade tradicional baseia-se na produção em massa, na qual o mercado demanda de elevados volumes de produção e baixa personalização, que é uma antítese da produção enxuta. Tal princípio foi plenamente justificado pelas condições de mercado nesses anos. Mas agora estamos numa época de forte personalização de produtos e serviços, onde a pesquisa e desenvolvimento são mais dinâmicos, os recursos mais caros e, os clientes muitas vezes é que determinam o preço do produto (GOLEMAN *et al.*, 2001).

Os ganhos financeiros referentes a eliminação de desperdícios trazidas pela implementação do *lean manufacturing* são difíceis de serem visualizados pela contabilidade tradicional. Vários estudos demonstram que as informações são imprecisas e até mesmo prejudiciais para iniciativas de melhoria contínua. (ABDEL-MAKSOUUD *et al.*, 2005).

Neste contexto, surgiu o *Activity Based Costing* (ABC) ou custeio baseado nas atividades que permite uma análise detalhada dos custos de um produto, dando atenção às atividades e aos processos que caracterizam o negócio da organização (SWENSON, 1995). O ABC é uma metodologia particularmente adequada para lidar com sistemas de fabricação complexos e diversificados, que permite suportar a tomada de decisão estratégica ao nível de três áreas distintas: a definição do preço dos produtos, o mix de produção e o desenvolvimento e concepção de novos produtos (INNES; MITCHELL, 1998).

Com isso, o problema a ser tratado neste trabalho é avaliar a aplicabilidade da utilização do sistema de custo baseado em atividades (ABC) em uma linha de produção de componentes de refrigeração e os respectivos ganhos financeiros após a implementação das ferramentas *Lean*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Gestão de custos

As atividades de gestão, controle e redução de custos são fundamentais não só para assegurar as margens de lucro, mas cada vez mais enquanto elemento de competitividade das empresas, as quais tendem a operar no mercado global sob forte competição. Os sistemas de custeio permitem calcular o custo dos diferentes objetos de custo relevantes para uma empresa através da alocação e imputação de custos diretos e indiretos. O peso destes últimos no custo dos produtos tem vindo a aumentar sendo que o tratamento dos custos indiretos é particularmente exigente. Os sistemas de custeio ditos tradicionais não prestavam particular atenção aos custos indiretos incidindo sobretudo sobre os custos diretos (materiais e mão de obra direta).

Deste modo, os sistemas de custeio tradicionais tornaram-se obsoletos ou inadequados. Em Kaplan (1990) apresentam-se diversas razões para a obsolescência dos sistemas de custeio tradicionais: o custo dos produtos é mal calculado, levando a más decisões; a informação não é analisada em tempo útil para a tomada de decisão; a informação gerada não é a mais pertinente em termos de controle; os resultados gerados são tipicamente dados financeiros e não de gestão. Ou seja, os sistemas de custeio e de gestão de custos tradicionais deixaram de contribuir de forma decisiva para a gestão das empresas.

Aderobal (1997) argumenta que a Contabilidade de Custos utilizada na maioria das organizações, fornece informações finais para apurar os custos, enquanto o custo estimado é geralmente realizado por engenheiros experientes e técnicos especialistas que empregam seus conhecimentos e experiência de tecnologia de produção, análise de métodos e engenharia econômica para prever o custo provável de um produto. Isto resulta a necessidade da empresa empregar bons procedimentos de estimativas de custos que irá fornecer uma informação mais próxima possível do custo real.

2.2. Sistemas de custeio baseado em atividades (ABC)

O sistema de custeio baseado em atividades ou *Activity Based Costing* (ABC) foi sistematizado por Kaplan e Cooper (1998) nos Estados Unidos, por meio de suas experiências trazidas de estudos de casos desenvolvidos nas empresas Schrader Bellows e John Deere. (MAJOR; HOPPER, 2005; JONES; DUGDALE, 2002; INNES; MITCHELL, 1998). O método do ABC assume como pressuposto que os produtos e serviços demandam atividades e estas, por sua vez, consomem recursos. Para atender a demanda de recursos por parte das atividades, gastos devem ser realizados para disponibilizar estes recursos. Consequentemente, os recursos de uma empresa são consumidos por suas atividades e não pelos produtos que ela fabrica. Os produtos surgem como consequência das atividades, consideradas estritamente necessárias para fabricá-los e/ou comercializá-los, e como forma de atender a necessidades, expectativas e anseios dos clientes.

Segundo Martins (2003), o Custeio Baseado em Atividades “é uma metodologia de custeio que procura reduzir sensivelmente as distorções provocadas pelo rateio arbitrário dos custos indiretos”. O ABC tem evoluído a partir de um sistema de custeio de alocação de custos, só que com mais precisão, calculando melhor assim os custos unitários de uma análise que enfatiza a contribuição marginal e gestão de atividades e custos (JONES; DUGDALE, 2002).

De acordo com a abordagem de Kaplan e Cooper (1998), o ABC pode ser desenvolvido em quatro etapas, como segue:

- Etapa 1 – desenvolver o dicionário próprio de atividades;
- Etapa 2 – determinar quanto a organização está gastando em cada uma de suas atividades;
- Etapa 3 – identificar produtos, serviços e clientes da organização;
- Etapa 4 – selecionar geradores de custo da atividade que associam os custos da atividade aos produtos, serviços e clientes da organização.

Estas etapas principais resumem o modelo de implantação do Custeio Baseado em Atividades (KAPLAN; COOPER, 1998). Constituem uma referência para empresas que desejam implantar o sistema desde que julguem que este atenderá a demanda por informações de acordo com o ramo de atividade.

Segundo Canha (2007), para implementar um sistema ABC é indispensável obter o apoio explícito da administração e dos responsáveis máximos das diversas áreas da empresa, para discussão do assunto, sensibilização e formação. Deverão ser feitas posteriormente reuniões com os colaboradores dos diversos setores, para poder identificar as atividades realizadas. Num setor uma atividade pode ser realizada por várias pessoas e uma pessoa pode realizar várias atividades. Depois de identificadas as atividades, é elaborado um mapa onde consta o nome de cada atividade e uma pequena descrição do que a compõe.

2.3. O Sistema Toyota de produção (*Lean manufacturing*)

Ao longo das últimas décadas os sistemas convencionais de produção sofreram mudanças devido as novas abordagens focadas no aumento da concorrência global e da intensificação da competitividade entre empresas (FARHANNA; AMIR, 2009).

Após a segunda guerra mundial, o Japão, destruído pelo conflito, começou a produzir carros de passeio, que até então eram produzidos somente nos Estados Unidos e na Europa. Certas restrições no mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda, estas restrições serviram como um critério para avaliar se os fabricantes de automóveis japoneses poderiam se estabelecer e sobreviver competindo com os sistemas de produção já estabelecidos na Europa e Estados Unidos.

Assim nasceu o sistema Toyota de produção (STP) em meados da década de 50, desenvolvido por Taiichi Ohno, engenheiro e ex vice-presidente da Toyota Motors, hoje também conhecido como sistema de manufatura enxuta, tradução para a palavra inglesa *lean manufacturing*.

Segundo Shah e Ward (2003), o *lean manufacturing* é um modelo organizacional divulgado na literatura de forma bastante ampla, como um modelo que traz inúmeros benefícios para as empresas que o implementam, através da redução dos custos pela eliminação dos desperdícios.

Para Womack e Jones (2007), o alvo da produção enxuta é a redução do desperdício, ou seja, qualquer atividade que utiliza recursos e não cria valor. Segundo Shingo (2000), Diaz e Ardalan (2009) os 8 desperdícios que o STP busca eliminar são: Excesso de produção; espera; Transportes; Excesso de processos ou processos incoerentes; Inventário; Movimentos; Defeitos; Não utilização da criatividade dos funcionários.

O foco principal do sistema Toyota de produção é a redução desperdícios no processo produtivo seus pilares estão baseados no *Just in time* (JIT) e no Jidoka (automação) que é a automação com um toque humano. Segundo Ohno (1997) o *Just in time* significa que, em um processo produtivo as partes necessárias para a montagem de um produto alcançam a linha de montagem no momento em que são realmente necessárias e somente nas quantidades necessárias. De fato seria o ideal para a produção obter estas partes no tempo exato e nas quantidades necessárias, todavia existem produtos feitos com inúmeras partes, além de inúmeros processos que obviamente tornaria a aplicação do *Just in time* ao plano de produção uma verdadeira tarefa árdua.

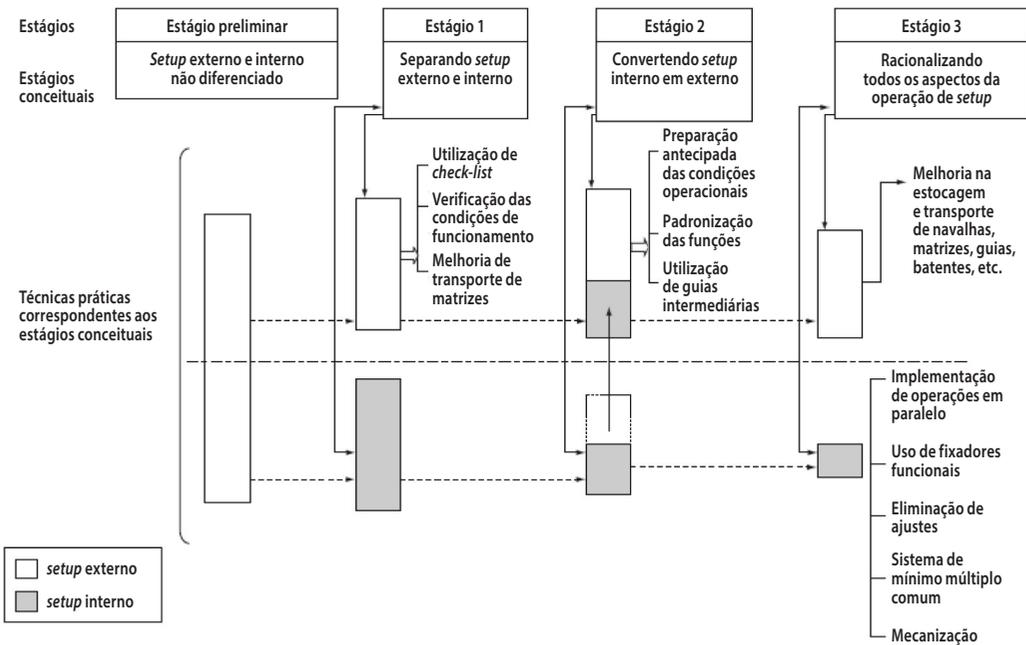
2.3.1. Single Minute Exchange of Die (SMED)

O objetivo do SMED é obter tempos de mudança de ferramentas (*setup*) na ordem de um dígito de minutos, foi criado por Shigeo Shingo e é caracterizado como sendo o método mais eficaz para a melhoria dos processos de *setup*. A partir da observação do que era realizado durante o tempo em que as grandes prensas na unidade de produção da Mazda estavam paradas, chegou-se à conclusão que muitas atividades que eram realizadas durante este tempo poderiam ser realizadas previamente, com a máquina em funcionamento, e eventualmente pelo próprio operador da máquina (SHINGO, 2000).

Convencionou-se a partir daí que as operações de *setup* poderiam ser classificadas em dois tipos distintos: *setup* interno ou operações internas de preparação, que representa todas as atividades que são realizadas quando a máquina estiver parada, e *setup* externo ou operações externas de preparação, que representa todas as atividades que podem ser preparadas e realizadas antecipadamente, durante o funcionamento da máquina. (SHINGO, 2000).

Na figura 1, apresenta-se a representação do SMED contendo os estágios conceituais e suas respectivas técnicas.

Figura 1 – Estágios da técnica SMED.



Fonte: Shingo (2000).

2.3.2. Kanban

A palavra kanban vem do Japonês e significa: marcador, cartão, sinal ou placa. É um modelo de produção e movimentação de materiais do sistema JIT. O kanban é um dispositivo que serve para controlar a ordem das atividades em um processo sequencial. Seu objetivo é indicar a necessidade de mais material e garantir que ele seja entregue a tempo de dar continuidade a execução da atividade. (CHIAVENATO, 2005).

O sistema funciona da seguinte maneira: a linha de montagem final recebe o programa de trabalho que deve ser o mesmo diariamente. Todos os demais operadores de máquinas e fornecedores recebem as ordens de fabricação, por meio de cartões kanban, dos postos de trabalho subsequentes. Quando a produção é parada por algum motivo, por certo tempo, o posto parado não envia cartão de kanban para o posto que o precede, e este também pára até que complete o contêiner que estava enchendo, e assim sucessivamente (GUIMARÃES, 2012).

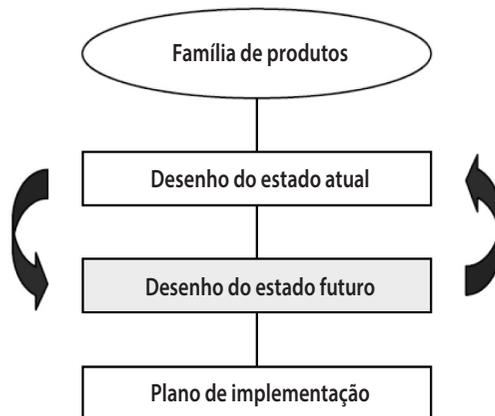
2.3.3. Mapa de fluxo de valor (MFV)

O mapeamento de fluxo de valor ou VSM (*Value Stream Mapping*) é uma adaptação de uma técnica originária na Toyota chamada de “diagrama de fluxo de materiais e informação”, pelas mãos de Taiichi Ohno. Naquele momento, o objetivo era alinhar a visão dos fornecedores com os interesses da Toyota, tentando obter melhoria dentro da cadeia de suprimento e escoamento da produção. De acordo com Rother e Shook (2003) o *Value Stream Mapping* é uma ferramenta utilizada para mapear todos os processos, analisando todas as atividades que agregam e que não agregam valor, permitindo identificar o tempo de produção e verificar as oportunidades de melhoria e os desperdícios. A utilização do VSM pelas indústrias está condicionado a busca de melhorias necessárias para que o tempo de produção seja reduzido, ou seja, que possa com sua implantação ajudar as pessoas a enxergar o que realmente está acontecendo no processo produtivo através da observação direta. Segundo Cudney (2009), o mapeamento da cadeia de valor ou *Value Stream Mapping* (VSM) tem o objetivo de descrever os fluxos na cadeia de valor, identificar algumas fontes de desperdício e projetar uma cadeia de valor futura com menos desperdício. Diversos autores destacam em suas publicações a importância do MFV/VSM na aplicação dos princípios do *lean manufacturing* (WOMACK; JONES, 2004; ABDULMALEK; RAJGOPBAL 2007; RAHANI; MUHAMMAD 2012; TEICHGRABER; BUCOURT 2012; SÁ *et al.*, 2011).

Rother e Shook (2003) apontam as principais vantagens que a metodologia oferece: Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais. Possibilita enxergar o fluxo; Ajuda a identificar os desperdícios e suas fontes dentro do fluxo; Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura, sendo entendido por todos (utiliza ícones padronizados de fácil compreensão); Torna as decisões no processo mais fáceis e ainda pode ser melhor visualizado de forma a ser discutido de posse das informações do início ao fim do processo. O VSM junta conceitos e técnicas enxutas, propiciando a sua implementação de forma estruturada e integrada e não de forma isolada; Forma uma base para o plano de implantação da mentalidade enxuta, sendo comparado a uma planta no processo de construção de uma casa; Evidencia a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material; É uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

O mapeamento de fluxo de valor pode ser uma ferramenta informal de comunicação, uma ferramenta de planejamento de negócios e uma ferramenta para gerenciar o processo de mudança. De acordo com Rother e Shook (2003), a aplicação prática do VSM deve seguir as etapas mostradas na figura 2.

Figura 2 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor.



Fonte: Rother e Shook (2003).

Primeira etapa: selecionar uma família de produtos, composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos similares em seus processos.

Segunda etapa: desenhar o estado atual e o futuro, o que é feito a partir de coletas de informações no chão de fábrica; as setas mostradas na figura 2, estão em ambos sentidos, indicando que o desenvolvimento do estado atual e futuro são esforços superpostos. As ideias sobre o estado futuro virão à tona durante o mapeamento do estado atual, do mesmo modo, ao desenhar o estado futuro mostrará frequentemente importantes informações sobre o estado atual que passaram despercebidas anteriormente.

Terceira etapa: preparar um plano de implementação que descreva, em uma página, como se planeja essa transição do estado atual para o estado futuro; e tão breve possível, colocá-lo em prática. Então assim que o estado futuro tornar-se realidade, o processo de mapeamento repete-se. Que nada mais é que a melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração da presente pesquisa, serão analisados os dados atuais dos custos emitidos pela indústria de componentes de refrigeração localizada no Polo Industrial de Manaus e comparar com a aplicação da metodologia ABC e as Ferramentas *Lean*.

O presente artigo é um estudo de caso e caracteriza-se como exploratório-descritivo, utilizando como procedimentos técnicos a entrevista não estruturada e pesquisa bibliográfica. Con-

forme Yin (1994) o estudo de caso, tal como a expressão indica, examina o “caso” ou um pequeno número de “casos” em detalhe, em profundidade, no seu contexto natural, reconhecendo-se a sua complexidade e recorrendo-se a todos os métodos que se revelem apropriados.

Utilizou-se a pesquisa documental nos relatórios financeiros da empresa no sentido de verificar os custos reais na aplicação do produto e a observação direta para verificar o funcionamento da organização, os sistemas integrados existentes e os facilitadores ou complicadores que pudessem ocorrer no desenvolvimento dos trabalhos da pesquisa. Marconi e Lakatos (1996, p. 57) “A característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados esta restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que as denomina de fontes primárias”.

Quanto à limitação do trabalho, o estudo foi direcionado apenas a uma linha de produção, e em um único produto no qual representa a maior contribuição em termos de vendas.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Com o objetivo de verificar a adaptação das metodologia ABC e *Lean*, foi escolhida uma linha de produção referente à família de produtos do condicionador de ar de 7000 btu's modelo janela, na qual a demanda diária era de 1200 peças. O período considerado para o estudo foi de 1 mês (20 dias). A coleta de dados foi feita in loco respeitando os conceitos da observação do estudo de caso.

A linha de produção em estudo tem custos mensais de aproximadamente R\$ 20.000,00 (dados baseados em informações do setor financeiro). Sendo assim o custo unitário médio médio de cada produto é de: $(R\$ 20.000 / 20 \text{ dias}) / 1200 \text{ peças} = R\$ 0,83 / \text{peça}$.

Em atendimento ao objetivo deste trabalho, buscou-se estudar a empresa e formatar o sistema de custeio ABC de acordo com a realidade da empresa. Apesar da empresa escolhida utilizar o método do custeio por absorção, foram trabalhados todos os dados e informações da empresa no sentido de implantar o sistema de custeio ABC como forma de mensuração dos resultados na linha de produção em estudo.

No sistema de custos ABC é necessário realizar um mapeamento detalhado, dividindo os processos em atividades e para cada atividade é necessário identificar o direcionador de custo e seu valor unitário padrão. Durante algumas reuniões com gestores ficou definido que as atividades para o processo de produção da peça em questão são: alimentação da linha de produção, corte/cnc, *setup* da máquina de corte/cnc, rebaixo/expansão, *setup* rebaixo/expansão, montagem manual, *setup* montagem manual, solda/embalagem, movimentação para expedição e expedição. E os direcionadores para cada atividade são respectivamente: quantidade de carréteis alimentados, peças processadas no corte/cnc, número de funcionários x tempo *setup* corte/cnc, peças processadas no rebaixo/expansão, número de funcionários x tempo de *setup* rebaixo/expansão, peças processadas na montagem manual, número de funcionários x tempo de *setup* na montagem manual, peças processadas na solda/embalagem, quantidade de caixas movimentadas da solda/embalagem para expedição e quantidade de caixas faturadas na expedição.

Uma vez levantada todas as atividades e seus direcionadores, foram calculados os custos das mesmas. Este levantamento foi efetuado levando-se em conta a análise das operações específicas da linha de produção, além de apontamentos durante o funcionamento da linha e entrevistas com os responsáveis pelos setores, assim como suporte do setor financeiro.

O quadro 1 é uma representação do que foi observado nos documentos de produção e no setor financeiro e tem como finalidade expor os direcionadores de custo e o valor unitário para cada atividade. Vale ressaltar que estes números são fonte de cálculos internos e confidenciais da empresa, motivo pelo qual deixou de se apresentar a metodologia dos cálculos dos custos da empresa.

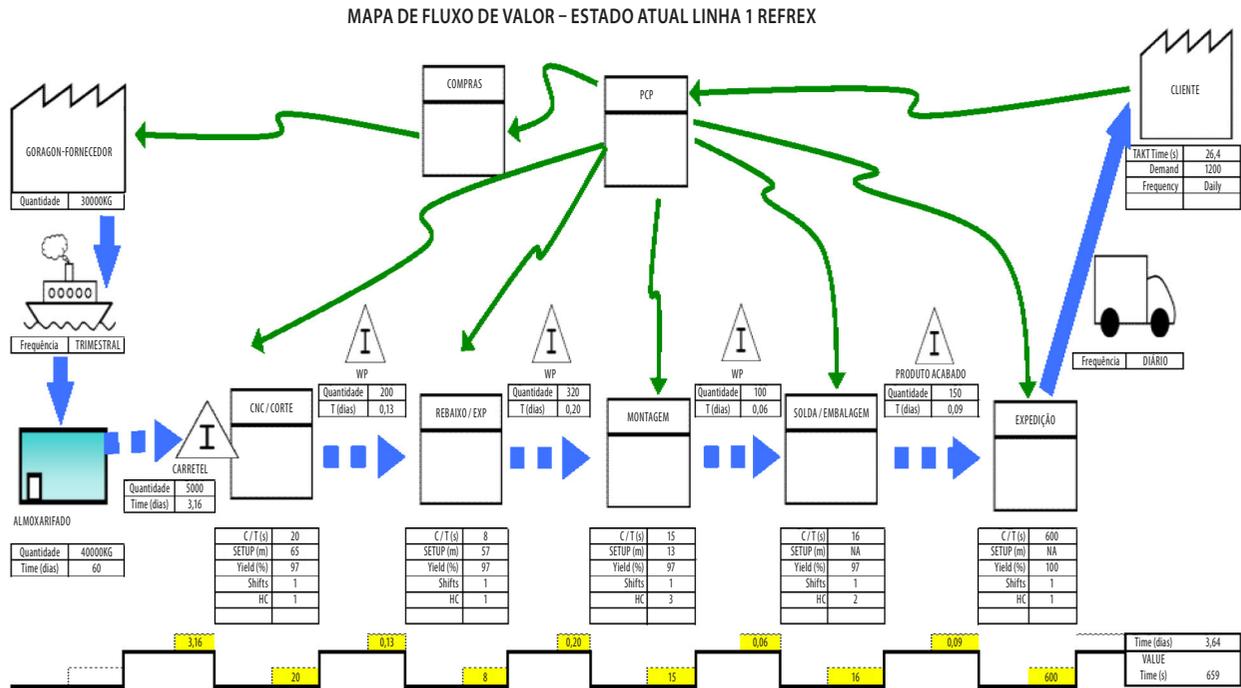
Quadro 1 – Atividades x Direcionador de custo x Valor unitário.

ATIVIDADE	DIRECIONADOR DE CUSTO	VALOR UNITÁRIO (R\$)
Alimentação da linha de produção	Quantidade de carretéis alimentados	0,06
Corte / CNC	Peças processadas	0,04
Setup da máquina de corte / CNC	Head count*tempo de setup	0,06
Rebaixo / expansão	Peças processadas	0,03
Setup rebaixo / expansão	Head count*tempo de setup	0,06
Montagem manual	Peças processadas	0,20
Setup montagem manual	Head count * tempo setup	0,06
Solda/Embalagem	Peças processadas	0,30
Movimentação para expedição	Quantidade de caixas movimentadas	0,06
Expedição	Quantidade de caixas faturadas	0,12

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

Após a aplicação do sistema ABC na linha de produção em estudo foi realizado o mapeamento do fluxo de valor, apresentado na figura 3, com o objetivo de identificar os desperdícios na linha de produção e reduzi-los com a utilização das devidas ferramentas *lean*.

Figura 3 – Mapa de estado atual – Linha 1.



Fonte: Elaborada pelos autores (2013).

A seguir são apresentados os *kaizens* identificados no mapa de estado atual:

- Kaizen I – Excesso de estoque no posto CNC/Corte
- Kaizen II - Tempo de *setup* da CNC / Corte
- Kaizen III- Tempo de *setup* das máquinas de rebaixo e expansão
- Kaizen IV - Tempo de *setup* da montagem manual
- Kaizen V - Fluxo de processos dos materiais que é empurrado para expedição

5. RESULTADOS

Para os *kaizens* identificados durante o mapeamento de fluxo de valor, foram utilizadas as ferramentas *lean* conforme descrito a seguir:

Kaizens I e V – O fluxo de materiais na linha de produção em estudo era empurrado de um posto para o outro, causando assim um aumento nos estoques intermediários (WIP). Foram usadas caixas, entre um posto e outro, com o intuito de funcionar como um *kanban*, ou seja, quando a caixa chegar ao número de peças definido, o posto anterior interrompe a produção, até que o posto seguinte comece a desocupar, sustentando assim o fluxo contínuo sem altos estoques intermediários (Figura 4).

Figura 4 – *Kanban*.



Fonte: Elaborada pelos autores (2013).

Kaizens II, III e IV – Para estes *kaizens* utilizou-se a técnica *single minute exchange of die* (SMED), que tem como finalidade alcançar tempos de troca de ferramentas na ordem de um dígito de minutos, e é caracterizado como sendo a maneira mais eficaz para a melhoria dos processos de troca (*setup*).

Após acompanhar o *setup* de um produto, foi possível aplicar os estágios do SMED referentes à identificação de operações internas e externas, e a conversão das operações internas em externas (tabela 1).

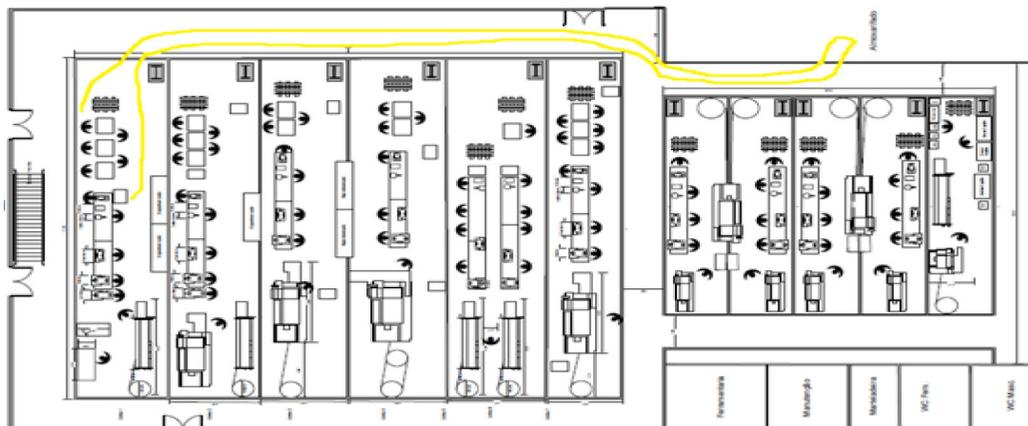
Tabela 1 – Registro de operações internas e externas.

REGISTRO DE ATIVIDADES <i>SETUP</i>						
LINHA: 1	SETUP DE: 65400699 PARA: 60200363					
ATIVIDADE	OPERAÇÃO (ANTES)			OPERAÇÃO (DEPOIS)		
	INT	EXT	TEMPO (Min)	INT	EXT	TEMPO (Min)
Alimentação do Tubo de Cobre	X		30		X	30
Procurar Roldanas da CNC	X		6		X	6
Trocar Roldanas da CNC	X		59	X		59
Procurar/Pegar Ferramentas de Rebaixo	X		7		X	7
Trocar Ferramenta de Rebaixo	X		50	X		
Procurar/Pegar Ferramenta de Expansão	X		8		X	8
Trocar Ferramenta de Expansão	X		49	X		49
Procurar e pegar os dispositivos de dobra	X		8		X	8
Desinstalação Dispositivos de Dobra	X		1	X		1
Instalação de Dispositivos de Dobra	X		1	X		1
Ajustar Dispositivos de Dobra	X		3	X		3
Trocar Instrução de Trabalho	X		5	X		5

Fonte: Elaborada pelos autores (2013).

Com relação às operações externas durante a troca de ferramentas na máquina de rebaixo ou expansão, os colaboradores tinham que se deslocar a um armário situado a 10 metros da linha, para procurar e pegar as ferramentas, e assim realizar a troca, ou seja, com um tempo elevadíssimo de operação externa. A mesma coisa para a troca de dispositivos de dobra manual na montagem, na qual os colaboradores percorriam cerca de 70 metros para procurar e pegar os mesmos no almoxarifado (figura 5).

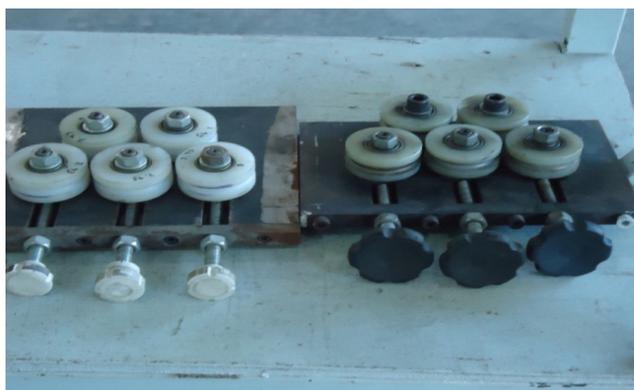
Figura 5 – *Setup* dispositivo de dobra.



Fonte: Elaborada pelos autores (2013).

Nas operações internas durante o *setup* das máquinas de corte, era necessário fazer a troca de 12 roldanas, uma por uma originando um tempo elevado nesta operação. Como melhoria foi feita a confecção de conjuntos de roldanas fixas, para todos os tipos de bitolas de tubos de cobre (figura 6).

Figura 6 – Roldanas fixas.



Fonte: Elaborada pelos autores (2013).

Outras melhorias como identificação de dispositivos de dobra manual, ferramentas de rebaixo e expansão e a compra de uma mala de ferramentas também foram feitas para diminuir os tempos de operação interna. No âmbito geral foi criado o procedimento de *setup*, *check list* de *setup* e identificações padronizadas para itens do almoxarifado.

Chega-se o momento de analisar os ganhos financeiros obtidos com relação as melhorias feitas através da aplicação das ferramentas *lean*.

O quadro 2 representa os custos antes e depois da aplicação das ferramentas *lean*. O método do custeio baseado em atividade teve como função principal direcionar todos os custos em relação as suas devidas atividades a fim de que fosse possível calcular o custo total de cada atividade na fabricação do produto. Além das informações relacionadas aos custos no quadro 2 é importante ressaltar que as áreas em amarelo foram as áreas que sofreram intervenção direta do processo de melhoria por meio das modificações oriundas das análises do mapeamento do fluxo de valor.

Quadro 2 – Custos detalhados com utilização do ABC.

ATIVIDADE	DIRECIONADOR DE CUSTO	VALOR UNITÁRIO(R\$)	CUSTO ANTES (R\$)	CUSTO DEPOIS (R\$)
Alimentação da linha de produção	Quantidade de carretéis alimentados	0,06	0,06 (X4)=0,24	0,06 (x1)=0,06
Corte / CNC	Peças processadas	0,04	0,04 (X5000)= 200	0,04 (X1200)= 48
Setup da maquina de corte / CNC	Head count*tempo de setup	0,06	0,06 (X2X65)= 7,8	0,06 (X1X32)= 1,92
Rebaixo/ expansão	Peças processadas	0,03	0,03 (X 1200)=36	0,03 (X 1200)=36
Setup rebaixo/ expansão	Head count*tempo de setup	0,06	0,06 (X2X57)= 6,84	0,06 (X1X26)= 1,56
Montagem manual	Peças processadas	0,20	0,20(X1200)= 240	0,20(X1200)= 240
Setup montagem manual	Head count * tempo setup	0,06	0,06 (X3X13)=2,34	0,06 (X1X10)=0,6
Solda/embalagem	Peças processadas	0,30	0,30 (X1200)=360	0,30 (X1200)=360
Movimentação para expedição	Quantidade de movimentações	0,06	0,06 (X4)=0,24	0,06 (X1)=0,06
Expedição	Quantidade de caixas faturadas	0,12	0,12 (x24)= 2,88	0,12 (x24)= 2,88
Custo Total Lote			856,34	691,08
Custo Unitário			0,71	0,57

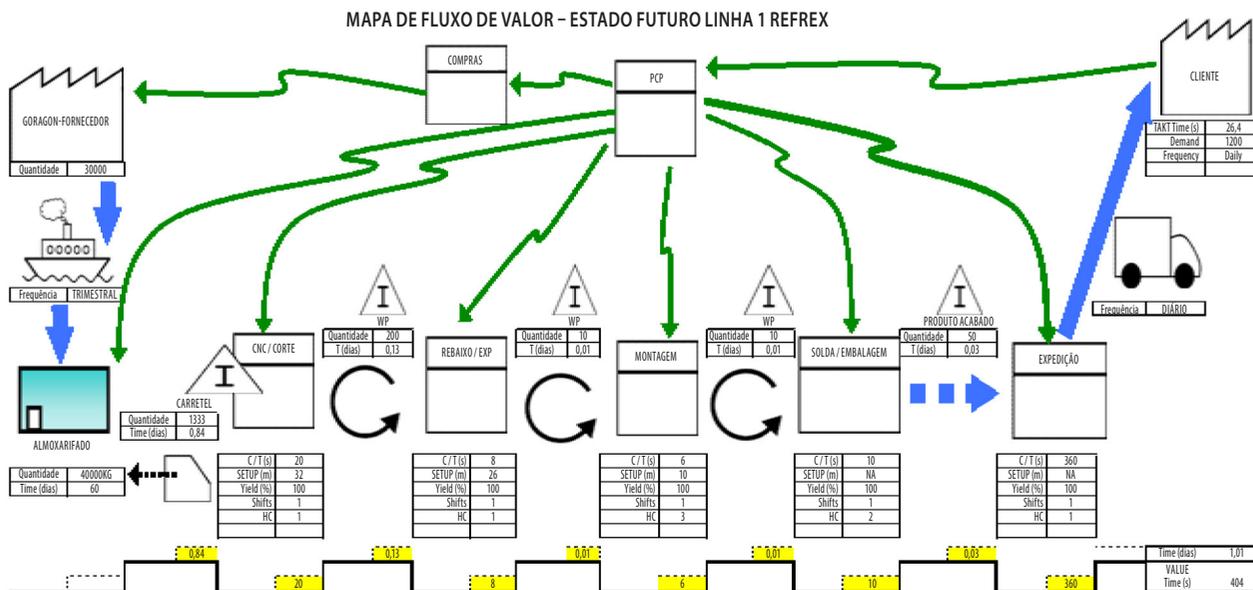
Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

A empresa obteve redução nos seus custos operacionais produtivos, e os resultados obtidos por este estudo de caso levou em consideração as análises do processo produtivo e análises documentais por parte do setor financeiro. Ao se calcular os valores destas melhorias foi possível observar uma redução de R\$ 165,26 no custo do lote, ou seja, de R\$ 0,14 no custo por produto. As principais atividades que impactaram para esta redução foram:

- Alimentação da linha de produção: Antes eram feitas 4 alimentações/lote na linha de produção, após a melhoria foi possível realizar somente 1 alimentação/lote.
- Corte/CNC: Antes todas as peças que eram alimentadas e processadas e a realização deste processo gerava um total de aproximadamente de 5000 peças que superava em 3800 peças ao tamanho do lote padrão de 1200 peças. Portanto houve uma adequação desse valor, para suprir somente a demanda por lote.
- Setup Corte/CNC: Antes o *setup* era feito por 2 operadores e durava 65 minutos, atualmente é feito por 1 operador e tem a duração de 32min.
- Setup Rebaixo/Expansão: Antes o *setup* era feito por 2 operadores e durava 57 minutos, atualmente é feito por 1 operador e tem a duração de 26 minutos.
- Setup Montagem manual: Antes o *setup* era feito por 3 operadores e durava 13 minutos, atualmente o *setup* é feito por 1 operador e tem duração de 10 minutos.
- Movimentação para expedição: Antes eram feitas 4 movimentações do lote para a expedição, atualmente o lote só é movimentado uma vez, quando é finalizado.

Após a aplicação das ferramentas *lean* dentro da linha de produção foi realizado uma nova observação do processo, bem como um novo mapeamento do fluxo do valor (Figura 7).

Figura 7 – MFV estado futuro.



Fonte: Elaborada pelos autores (2013).

6. CONCLUSÕES

No presente estudo foi considerado para efeitos de cálculo do custo do produto o método ABC que foi direcionado somente para as atividades referentes a uma única linha de produção. Sabendo-se ainda que em uma possível implantação de 100% da metodologia na fábrica, os demais custos relacionados às demais atividades devem ser considerados (Marketing, desenvolvimento, vendas e etc).

A aplicação prática do sistema de custeio ABC proporcionou uma nova ferramenta de apuração de custos para indústria de componente de refrigeração e a utilização das ferramentas *lean* resultaram na redução do custo do produto, corroborando o objetivo do trabalho.

A pesquisa deste artigo teve como destaque o levantamento de dados, através de entrevistas com gestores e funcionários, análise documental e levantamento bibliográfico, que possibilitaram o desenvolvimento do modelo, identificando as atividades principais da linha de produção.

Após concluirmos o custo do produto segundo o método de custeio ABC, que resultou num custo inferior ao custo utilizado anteriormente pela linha com o método absorção (de R\$0,83 para R\$0,71), pôde-se também observar uma redução após a utilização das ferramentas *lean*.

A melhoria observada corresponde a 19,71% de redução no custo do produto e 19,29% de redução no custo do lote (de R\$0,71 para R\$0,57 no custo unitário, e de R\$856,34 para R\$691,08 no custo do lote) e concluem que a utilização das ferramentas *lean* após a aplicação do ABC desenvolvem uma relação de causa e efeito que liga os custos a suas fontes. Além disso, a integração do ABC em uma fábrica com os princípios de produção *lean* já aplicados, ajuda na identificação da agregação de valor e não agregação de valor nas atividades, bem como desenvolver fatores de custo que possam atuar como indicadores que apoiem o desempenho da operação. Isso também sugere que os gestores fiquem mais motivados para continuarem aplicando os princípios *lean*.

A integração do custeio baseado em atividades com as ferramentas *lean* se mostrou útil não apenas para um melhor conhecimento dos custos de um produto envolvidos com uma determinada linha de produção, mas, e o que talvez seja ainda mais importante, para a negociação de preços com clientes e fornecedores tendo como base uma visão clara e comum dos processos e oportunidade de aumento nos resultados operacionais. Esta metodologia sendo aplicada e compartilhada de forma transparente ao longo de todo o processo produtivo e da cadeia de suprimentos, de forma dinâmica e alinhada com a estratégia da empresa, será uma importante etapa para se alcançar uma cadeia de valor enxuta e competitiva. Desta forma, tanto o sistema de produção *lean* quanto o sistema de custos ABC podem trabalhar juntos para uma melhor posição competitiva da empresa.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MAKSOUD, A.; DUGDALE, D.; LUTHER, R. Non-financial performance measurement in manufacturing companies, **The British Accounting Review**, v. 37, n. 3, p. 261-97, 2005.
- ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. **International Journal of Production Economics**, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.
- ABRAVA. **Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento**, 2014. Disponível em <http://www.abrava.com.br>. Acesso em 30 de out. 2014.
- ADEROBAL, A. A generalised cost-estimation model for job shops. **International Journal of Production Economics**, v. 53, n. 3, p. 257-263, 1997.
- CANHA, M. H. O método ABC como factor de competitividade da empresa. **Revista TOC**, n. 84, p. 52 – 58, 2007.
- CHIAVENATO, I. **Administração de produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- COOPER, R.; MASKELL, B. H. How to manage through worse-before-better. **MIT Sloan Management Review**, v. 49, n. 4, p. 58-65, 2008.
- CUDNEY, E. **Using Hoshin Kanri to Improve the Value Stream**. Flórida: Productivity Press, 2010.
- DIAZ, R.; ARDALAN, A. An Analysis of Dual-Kanban Just-In-Time Systems in a Non-Repetitive Environment. **Production and Operations Management**, v. 19, n. 2, p. 233-245, 2009.
- FARHANNA, F.; AMIR, A. Lean Production Practice: the Differences and Similarities in Performance between the Companies of Bangladesh and other Countries of the World. **Asian Journal of Business Management**, v. 1, n. 1, p. 32-36, 2009.
- GOLEMAN, D., BOYATZIS, R.; MCKEE, A. **Primal Leadership in Harvard Business Review on Breakthrough Leadership**. Boston: Harvard Business School Press, 2001.
- GUIMARÃES, L. S. **Implantação dos conceitos da manufatura enxuta numa empresa de componentes de refrigeração**. 2012. Tese (Dissertação de mestrado) – Universidade do Minho, Braga. 2012.
- INNES, J.; MITCHELL, F. **A Practical Guide to Activity-Based Costing**. London: Kogan Page, 1998.
- JONES, T.C.; DUGDALE, D. The ABC bandwagon and the juggernaut of modernity. **Accounting, Organizations and Society**, v. 27, n. 1 – 2, p. 121-163, 2002.

KAPLAN, R. S. The Four Stage Model of Cost Systems Design. **Management Accounting**, v. 71, n. 8, p. 22-26, 1990.

KAPLAN, R. S.; COOPER, R. **Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**. São Paulo: Futura, 1998.

MAJOR, M.; HOPPER, T. Managers divided: Implementing ABC in a Portuguese telecommunications company. **Management Accounting Research**, v. 16, n. 2, p. 205–229, 2005.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Productivity Press, 1997.

RAHANI, A.R.; MUHAMMAD, A. Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. **Procedia Engineering**, v. 41, p. 1727 – 1734, 2012.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para acrescentar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2003.

SÁ, J. C.; CARVALHO, J. D.; SOUSA, R. M. Waste Identification Diagrams. *In: 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia*, 6, 2011, Maputo. **Anais...** Maputo: 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2011.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129–149, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

SWENSON, D. The benefits of activity-based Cost Management to the manufacturing industry. **Journal of Management Accounting Research**, v. 7, p. 167-180, 1995.

TEICHGRABER, U.K.; BUCOURT, M. Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. **European Journal of Radiology**, v. 81, n. 1, p. 47–52, 2012.

YIN, R. **Case Study Research: Design and Methods**. 2th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

_____. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

