

REPRESENTAÇÃO VISUAL DE CUSTOS NO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA CALÇADISTA DE PORTUGAL

VISUAL REPRESENTATION OF COSTS IN THE PRODUCTIVE PROCESS: A CASE STUDY ON A FOOTWEAR INDUSTRY IN PORTUGAL

Levi da Silva Guimarães* E-mail: levisquimara@hotmail.com
Alex Fabiano Bertollo Santana* E-mail: afbsantana@hotmail.com
Hygggor da Silva Medeiros* E-mail: hygggor_medeiros@hotmail.com
Jair Antonio Fagundes** E-mail: jair_fagundes@hotmail.com

* Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

**SIM Contabilidade, Santa Rosa, RS

Resumo: Ao longo das últimas décadas, os sistemas convencionais de produção passaram por mudanças diante da intensificação da competitividade entre empresas. As ocorrências dessas mudanças impulsionaram o desenvolvimento de ferramentas de auxílio à tomada de decisão para sistemas produtivos, no entanto, a maioria destes instrumentos não permite a visualização dos custos envolvidos ao longo das operações industriais. O presente estudo realiza a integração do *Waste Identification Diagrams* (WID), atual ferramenta para visualização e análise de processos produtivos, em conjunto com *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC), ferramenta de gestão estratégica de custos, e procura criar um modelo que visualmente demonstre os desperdícios e relacione-os aos custos operacionais. Para chegar ao desenvolvimento deste modelo, a pesquisa adotou uma abordagem exploratório-descritiva, baseado em um estudo de caso realizado em uma indústria calçadista. As análises mostraram que a integração das ferramentas proporcionou a apresentação dos custos a partir das equações de tempo provenientes do TDABC associado à visualização do processo produtivo pelo WID. O estudo conclui que o WID pode ser integrado com a ferramenta TDABC, dando origem a um modelo gerencial para a tomada de decisões baseado nos custos operacionais do processo produtivo.

Palavras-chave: TDABC. WID. Gestão de Custos. Gestão de Produção.

Abstract: Over the last decades, conventional production systems have gone through changes in the face of intensified competition among companies. The occurrence of these changes has boosted the development of decision-making assistance tools for the production systems. However, most of these instruments do not allow the visualization of the costs involved throughout industrial operations. This study comprises the integration of the "Waste Identification Diagrams" (WID), current tool for visualization and analysis of production processes, along with "Time-Driven Activity-Based Costing" (TDABC), strategic management cost tool, seeking to create a model that visually demonstrates waste and relate its occurrence to operating costs. For that, the research adopted a descriptive-exploratory approach, based on a case study carried out in a footwear industry. The analysis showed that the integration of tools allowed for the representation of costs based on the time equations from the TDABC, associated with the visualization of the production process by the WID. The study concludes that the WID can be integrated to the TDABC tool, creating a management model for making decisions based on the operating costs of the production process.

Keywords: TDABC. WID. Cost Management. Production Management.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, os sistemas convencionais de produção sofreram mudanças devido às novas abordagens focadas no aumento da concorrência global e da intensificação da competitividade entre empresas (FARHANNA; AMIR, 2009). A globalização mundial demandou que as organizações remodelassem suas formas de operação, em busca da satisfação dos acionistas e principalmente dos clientes.

Diante desse cenário, as organizações são levadas a analisar seus custos de forma constante e encontrar meios para reduzir desperdícios em seus processos produtivos. Uma das maneiras de identificar e reduzir estes desperdícios é através da utilização da metodologia do Sistema Toyota de Produção (STP), conhecido também como produção enxuta ou *Lean Manufacturing*. De acordo com Ohno (1988), o STP ajuda as empresas a encontrar e eliminar os desperdícios, que oneram o processo de manufatura, aumentando os custos dos produtos.

Neste contexto, o *Lean Manufacturing* possibilitou o surgimento de novas ferramentas, sendo o *Value Stream Mapping* (VSM) a mais difundida na atualidade. Esta ferramenta baseia-se no “diagrama de fluxo de materiais e informações”, originário da filosofia Toyota pelas mãos de Taiichi Ohno. Naquele momento, o objetivo era alinhar a visão dos fornecedores com os interesses da Toyota, tentando obter melhorias. De acordo com Rother e Shook (2003), o VSM é uma ferramenta utilizada para identificar 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 melhorias e desperdícios.

Atualmente, visando à melhoria das ferramentas existentes, o Departamento de Produção e Sistemas (DPS) da Universidade do Minho, em Portugal, vem desenvolvendo uma metodologia chamada *Waste Identification Diagram* (WID), que permite a identificação clara e de fácil interpretação das atividades que não acrescentam valor (desperdícios), similar ao VSM, no entanto, acrescenta mais informações para a tomada de decisão.

Da mesma maneira que é importante identificar e reduzir os desperdícios no processo produtivo, é importante também medir os custos destes desperdícios para que possam ser tomadas decisões corretas. A redução ou eliminação destes tipos de desperdícios resulta em melhorias significantes em todo o sistema produtivo e na surpreendente diminuição de custos (RAPOSO, 2011). Segundo Abdel-Maksoud *et al.*, (2005) os ganhos relacionados à eliminação de desperdícios obtidos pela implementação de ferramentas do *Lean Manufacturing* são difíceis de serem visualizados pela contabilidade tradicional, pois demonstram informações imprecisas e prejudiciais às iniciativas de melhoria contínua.

Uma das mais importantes informações para a tomada de decisão é a visualização dos custos dentro do processo produtivo. Atualmente, o modelo mais recente do controle dos custos é a metodologia *Time-Driven Activity Based Costing* (TDABC), que é uma variação do sistema *Activity Based Costing* (ABC), mas com o funcionamento mais simples e voltado para os tempos de execução das atividades necessárias para a elaboração do produto ou prestação do serviço (DALCI, TANIS e KOSAN, 2010). O TDABC é apresentado sob a forma de equações de tempo que representam os custos dos diferentes objetos de custo atendendo às particularidades do consumo que estes fazem das várias atividades que caracterizam os processos de produção ou de negócio em análise.

Hoje, existem ferramentas de gestão que possibilitam a tomada de decisão em parcial, ou seja, ferramentas distintas que analisam os processos produtivos ou que analisam somente os custos. Diante do exposto, parte-se da seguinte questão problema de pesquisa: é possível criar um modelo para representação visual dos custos do processo produtivo definido a partir do TDABC? Para responder ao problema, o objetivo principal é aplicar a metodologia *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC) e o *Waste Identification Diagram* (WID) em uma indústria calçadista de Portugal, representando visualmente os processos, desperdícios e os custos de cada um deles.

É importante ressaltar, que nas pesquisas realizadas por Siguenza-Guzman *et al.*, (2013) e Santana e Afonso (2014), confirmam que existem outras pesquisas que implementaram o TDABC em conjunto com outras teorias ou ferramentas, como por exemplo: Teoria das Restrições (TOC), *Balanced*

Scorecard (BSC), *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Lógica Fuzzy*. Não foram, entretanto, encontradas pesquisas que utilizaram o TDABC e WID, sendo este estudo uma contribuição relevante aos profissionais da área acadêmica e empresarial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Lean Manufacturing e Value Stream Mapping

A produção *Lean* ou Sistema Toyota de produção (STP) tornou-se conhecida com a terminologia *Lean Manufacturing* apresentada por Womack, Jones e Roos (1990) no livro “*The Machine that Changed the World*”. Com o passar dos anos, o pensamento *lean* tornou-se não só uma questão de conceito, mas uma sobrevivência para algumas empresas. Womack *et al.*, (2004) definiu cinco princípios que sustentam o conceito de *Lean Manufacturing*: criação de valor, a identificação do fluxo de valor, fluxo contínuo de produção, implementação de um sistema de produção puxado e a perfeição. Todos esses princípios conduzem à necessidade fundamental de eliminação de desperdícios e melhoria contínua.

O conceito de desperdício no chão-de-fábrica (*muda* em japonês) é definido como qualquer atividade que não acrescenta valor aos produtos, e por isso é muito improvável que o cliente esteja disposto a pagar por isso (OHNO, 1988; SHINGO; DILLON, 1989 e WOMACK *et al.*, 2004). Todas as formas de desperdício estão intrinsecamente relacionadas com o conceito de valor, portanto, para reconhecer a ocorrência de desperdícios é fundamental identificar e separar as atividades que acrescentam valor daquelas que não acrescentam valor (CARVALHO, 2008).

Os profissionais da área do *Lean Manufacturing* utilizam frequentemente uma ferramenta de diagnóstico, para identificação dos desperdícios e priorização das ações, com o claro objetivo de reduzir/eliminar situações que não acrescentam valor ao produto e que naturalmente o cliente não se encontra disposto a pagar (ROTHER; SHOOK, 2003). Essa ferramenta, *Value Stream Mapping* (VSM) auxilia e sistematiza a identificação visual dos recursos produtivos, sua utilização e desperdícios (TAPPING *et al.*, 2002). Rother e Shook (2003) apontam as principais

vantagens que a metodologia oferece: ajuda a visualizar mais do que os processos individuais; possibilita visualizar o fluxo; auxilia 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); possibilita as decisões sobre os fluxos visíveis e passíveis de discussão; junta conceitos e técnicas *lean*, propiciando a sua implementação de forma estruturada e integrada e não de forma isolada; forma uma base para o plano de implantação da mentalidade *lean*, 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.

Embora o VSM seja uma ferramenta fundamental na implementação da filosofia *Lean* pelas vantagens que proporciona, esta apresenta igualmente algumas limitações. De acordo com Sá (2010) e Nogueira (2010), o VSM apresenta as seguintes limitações: não permite representar produtos com fluxos produtivos diferentes; dificuldades em transmitir a utilização do VSM a pessoas que não estão familiarizadas com a ferramenta; falta de indicadores gráficos para os problemas de transporte; filas de espera e de distâncias devido ao *layout*; não possui indicadores econômicos; não permite visualizar o *layout*; não reflete a lista de materiais de um produto. Demais autores também descreveram em suas publicações as limitações do VSM (LIAN; VAN LANDEGHEM, 2007; SERRANO *et al.*, 2008; XINYU; JIAN, 2009; KEMPER *et al.*, 2010; SINGH *et al.*, 2011; TEICHGRAEBER; BUCOURT, 2012). Atualmente, entretanto, o VSM é sem dúvida o método mais utilizado para representar o fluxo de materiais num sistema produtivo.

2.2 Waste Identification Diagrams

O WID é uma ferramenta inovadora, que está sendo desenvolvida pelo Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. O WID pretende preencher as lacunas e algumas limitações apontadas por vários autores ao VSM. Segundo Dinis-Carvalho *et al.*, (2014), o desafio inicial proposto foi desenvolver uma ferramenta de diagrama capaz de:

- Representar as unidades inteiras de produção, não apenas um fluxo de uma família de produtos em particular.
- Representar todos os fluxos de produção na unidade de produção.
- Mostrar e avaliar todos os tipos de desperdícios de forma visual e intuitiva
- Fornecer informação visual efetiva.
- Fornecer informações sobre o desempenho.
- Ser uma ferramenta de referência para a melhoria contínua.

A metodologia WID baseia-se na construção de blocos, setas e um gráfico circular. Os blocos representam postos de trabalho (bancadas, máquinas, equipamentos ou ainda, setores), as setas o transporte de produtos, e o gráfico circular os desperdícios relacionados com a utilização de mão-de-obra. Resumidamente, os eixos dos blocos tridimensionais apresentam os seguintes significados de acordo com a Figura 1 (SÁ *et al.*, 2011):

- Eixo X – *Work in process* (WIP). Refere-se à quantidade de produtos que estão à espera para serem processados na estação de trabalho em causa. A quantidade de produtos em curso associados a uma determinada estação de trabalho não é apenas referente aos produtos parados na entrada dessa estação mas todos os que, embora podendo estar parados em outros locais, terão a próxima operação nessa estação de trabalho. Deve ser usado um valor de WIP que represente o estado mais comum, podendo ser obtido pela média de várias observações em períodos de normalidade da produção.
- Eixo Y – *Takt Time* (T_T) e o Tempo da estação (S_T). O tempo *takt* é ditado pelos “clientes” e é definido como o tempo médio entre duas unidades sucessivas de produto requerido pelos “clientes” durante o período diário disponível para produção. Para a determinação do valor do tempo *takt* é necessário conhecer a quantidade planejada a ser produzida para satisfazer a procura, (quantidade requerida para um dia, ou Q_r), e o tempo disponível da estação de trabalho para produzir durante um dia normal (tempo disponível para produção, T_{dp}). De acordo com Chen e Christy (1998) pode-se determinar o valor do tempo *takt* da seguinte forma:

$$T_T = \frac{T_{dp}}{Q_r} \quad (1)$$

Sendo:

T_T – Tempo *Takt*.

T_{dp} – Tempo disponível para produção num turno ou num dia.

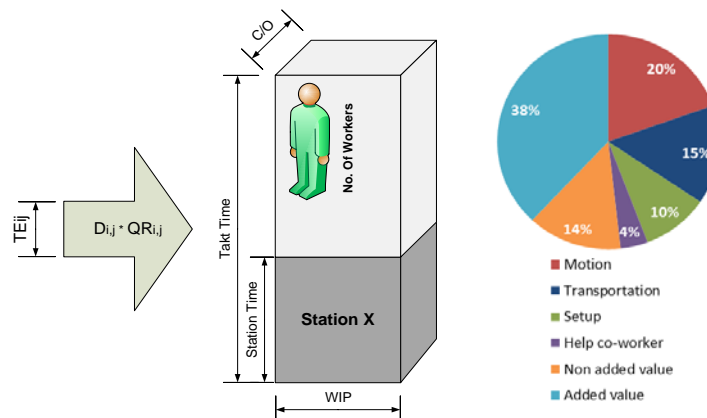
Q_r – Quantidade requerida para um turno ou para um dia.

Já o tempo da estação de trabalho (ou apenas tempo da estação) está relacionado com a capacidade do processo ou seja, com a velocidade com que a máquina ou estação de trabalho é capaz de elaborar os produtos.

- Eixo Z – *Setup*. O tempo de preparação, de “*Setup*” ou de “*Change Over*” (C/O) é o tempo de mudança de ferramentas da máquina (estação de trabalho) que terá de ser gasto quando se muda de produto.

As dimensões do bloco devem ser desenhadas em escala para dar informação visual importante sobre a ordem de grandeza do que se pretende representar.

Figura 1 - Waste Identification Diagrams - WID



Fonte: Dinis-Carvalho *et al.* (2014)

As setas representam o conceito de esforço de transporte, que surge da necessidade de se avaliar com a melhor eficácia possível os desperdícios com transportes. O esforço de transporte é determinado aqui da seguinte forma:

$$ET_{i,j} = QR_{i,j} * D_{i,j} \quad (2)$$

Sendo:

- $ET_{i,j}$ = o esforço diário de transporte entre o fornecedor i para o cliente j .
- $QR_{i,j}$ = a quantidade a transportar diariamente entre o fornecedor i para o cliente j .
- $D_{i,j}$ = distância a percorrer pelos produtos entre o fornecedor i para o cliente j .

A quantidade de produtos pode ser medida em kg, em paletes, em caixas ou em qualquer unidade que melhor se adeque a cada caso. A distância é frequentemente medida em metros.

O gráfico de pizza representa os desperdícios referentes à mão-de-obra e são obtidos através da amostragem do trabalho. A amostragem do trabalho foi desenvolvida na Inglaterra por L.Tippet em 1927 e pode ser definida como sendo uma técnica estatística para determinar a proporção de tempo gasto pelos trabalhadores nas diversas categorias de atividades (GROOVER, 2007). Exemplos de categorias de atividades são: transporte, montagem, embalagem, espera, etc. A amostragem do trabalho parte do princípio de que a percentagem de tempo gasto por um operário num determinado tipo de operação pode ser determinada fazendo um grande número de observações instantâneas e em momentos aleatórios ao longo de um período de tempo.

2.3 Do ABC ao TDABC

O custeio baseado nas atividades ou ABC é um método que permite medir o custo e o desempenho das atividades e dos objetos de custo. Nesse sentido, baseia-se em três premissas básicas: os produtos requerem atividades, as atividades consomem recursos e os recursos custam dinheiro (AFONSO, 2002). Kaplan (1984) resume estas premissas como: as diversas atividades consomem recursos e os produtos, por sua vez, consomem atividades.

Segundo Swenson (1995), o ABC permite uma análise detalhada dos custos de um produto, dando atenção às atividades e aos processos que caracteriza o negócio da organização. Deste modo, o conceito básico do ABC é que, ao invés das empresas fazerem cortes nos recursos de maneira indiscriminada e ocasional, elas passem a aplicar esforços e energia para identificar quais são as atividades que

geram valor para os clientes e quais atividades devem ser reduzidas ou eliminadas por não estarem focadas na gestão de valor, porém, influenciam nos fatores geradores dos custos (SANTOS, *et al.*, 2010).

O ABC, entretanto, é visto na maioria das vezes como um sistema de alto custo de desenvolvimento, complexo e de difícil modificação ou adaptação, o que leva muitas vezes à sua não utilização (STOUTHUYSEN, *et al.*, 2010).

Com o objetivo de eliminar as deficiências do ABC, surgiu o *Time-Driven Activity Based Costing* (TDABC), que é uma variação do ABC voltada para os tempos de execução das atividades necessárias para a elaboração do produto ou prestação do serviço (DALCI *et al.*, 2010). O sistema TDABC apresenta-se sob a forma de equações de tempo as quais refletem os custos dos diferentes objetos de custo atendendo às particularidades do consumo que estes fazem das várias atividades que caracterizam os processos de produção ou de negócio em análise.

Segundo Kaplan e Anderson, (2008) o TDABC simplifica o processo de custeio ao eliminar a necessidade de pesquisas e entrevistas com os empregados, para a alocação dos custos dos recursos as atividades, antes de direcioná-los para os objetos de custo. Os autores complementam que somente dois parâmetros precisam ser estimados: a taxa do custo da capacidade para o setor/departamento e o uso da capacidade por cada transação processada. A taxa do custo da capacidade é definida pela equação abaixo:

$$\text{Taxa do custo da capacidade} = \frac{\text{Custo da cap. fornecida}}{\text{Cap.prática dos recursos fornecidos}} \quad (3)$$

Conforme Everaert e Bruggeman (2007), são seis os passos para a implantação do TDABC em uma empresa: 1) identificação dos recursos fornecidos às atividades, segregando-os em grupos; 2) estimativa dos custos de cada recurso; 3) mensuração da capacidade prática das atividades; 4) cálculo da unidade de custo de cada recurso – divide-se o valor encontrado para cada grupo de recursos pela capacidade prática da atividade; 5) determinação do tempo requerido por cada evento de uma atividade, baseado em diferentes direcionadores de custos; e, 6) multiplicação do custo unitário (obtido no passo 4), pelo tempo requerido por cada objeto de custo (obtido no passo 5).

Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n. 4, p. 1377-1398, out./dez. 2015.

Kaplan e Anderson (2007) ressaltam que o TDABC incorpora as variações de tempo demandadas para cada tipo de transação. Isso é possível, devido à utilização das equações de tempo (*time equations*). Estas equações refletem as diferentes circunstâncias sob as quais uma determinada atividade pode ser desempenhada, devido ao uso de diferentes direcionadores e de suas interações. Essas equações, geralmente, são desenvolvidas da seguinte forma: $\beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \dots + \beta_nX_n$. Onde β_0 representa o tempo padrão da atividade e o $\beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3$ representam o tempo estimado para a atividade incremental, isto é, a tarefa que irá somar com a atividade padrão.

Segundo Barret (2005), nessa etapa do processo de implantação do TDABC, são utilizadas as equações de tempo, que resultam da identificação das atividades relativas ao processo produtivo que se pretende mensurar os recursos (gastos). Um dos pontos-chave do TDABC é que permite avaliar o tempo ocioso, ou seja, o tempo disponível e não gasto com a execução de atividades (KAPLAN; ANDERSON, 2007).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa é um estudo de caso e caracteriza-se como exploratório-descritivo, utilizando como procedimentos técnicos a entrevista não estruturada e fontes secundárias. O estudo foi realizado em uma empresa calçadista localizada no norte de Portugal, aplicando-se as ferramentas TDABC e WID. De acordo com 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 para isso todos os métodos que se revelem apropriados. Quanto à limitação do trabalho, o estudo foi direcionado apenas em um produto (sapato clássico), pois, este representa a maior contribuição em termos de vendas.

Para coleta de dados no estudo de caso utiliza-se:

- Reuniões com o gestor da organização, a fim de se obter informações sobre os processos de desenvolvimento dos produtos atualmente utilizado na empresa;

Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n. 4, p. 1377-1398, out./dez. 2015.

- Pesquisa documental: relatórios da organização no sentido de verificar os custos reais na aplicação dos produtos;
- 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.

4 ANÁLISE DOS DADOS

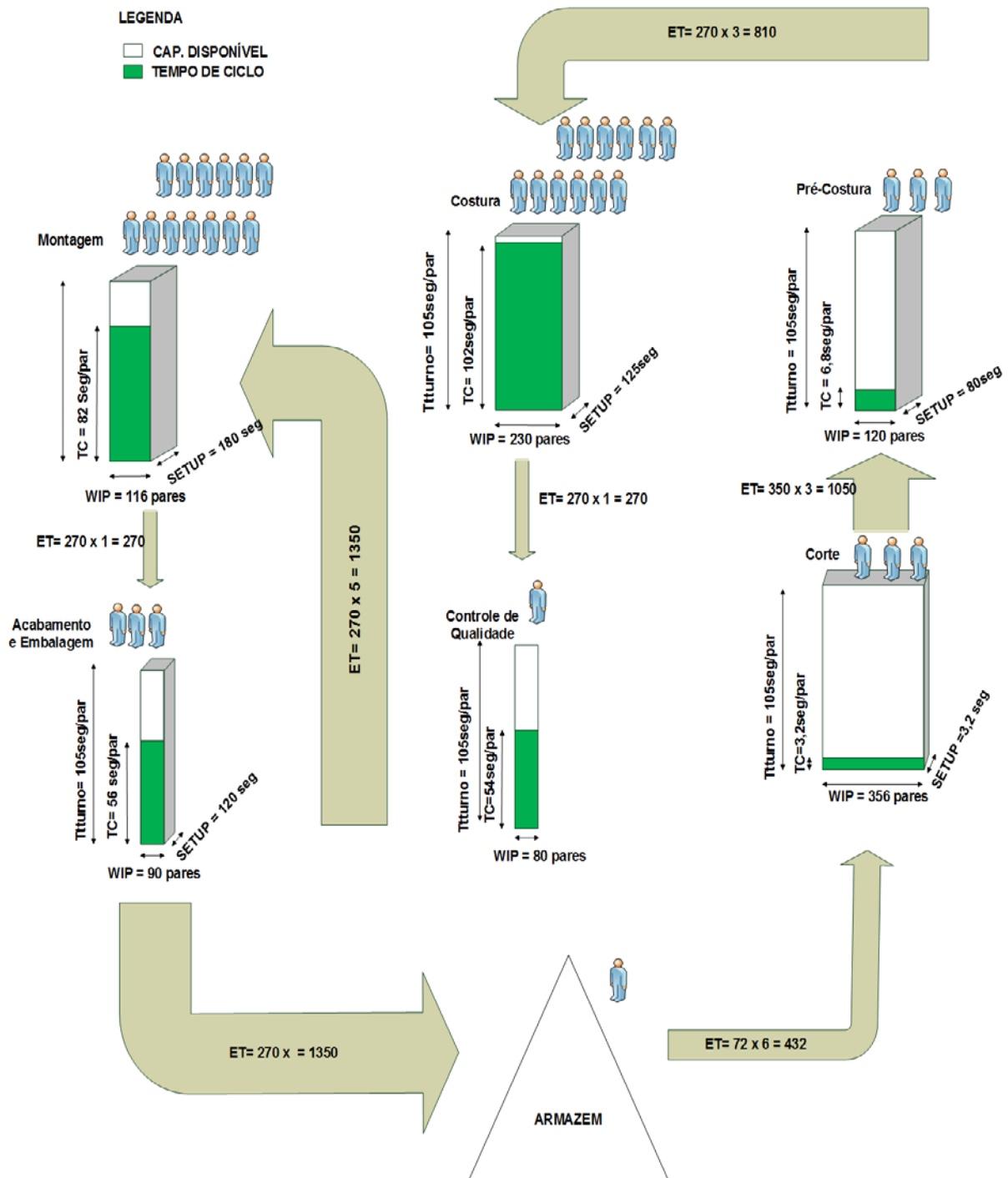
Foi utilizado o departamento de produção de uma indústria calçadista do norte de Portugal, que está dividido em seis atividades: corte, pré-costura, costura, controle de qualidade, montagem e embalagem/acabamento. O WIP da figura 2 representa o processo em estudo. Durante o mês analisado foram produzidos 6.000 pares de calçados clássicos. Este departamento possui 35 funcionários. Além disso, 97.020,00€ (Euros) entre custos diretos e indiretos são alocados neste departamento. A jornada de trabalho é de 8 horas por dia, 22 dias por mês, sendo que 40 minutos são para o almoço e 20 minutos de intervalo.

Ao verificar o diagrama apresentado na figura 2, é possível observar a variedade de informações visuais com grande relevância relacionada com a unidade de produção representada. Alguns exemplos de tais informações são:

- A ideia geral sobre o processo e suas rotas de produção – a matéria prima sai do armazém e passa pelos processos de corte, pré- costura, costura, controle de qualidade, montagem, acabamento/embalagem e por fim, o produto acabado vai para o armazém.
- O número de trabalhadores e quais as estações que são atribuídas - o corte, a pré-costura e a embalagem/acabamento requerem três trabalhadores cada, enquanto a costura doze trabalhadores, a montagem treze e o controle de qualidade só exige um trabalhador apenas.
- Como WIP é distribuído no chão de fábrica - as estações com mais WIP são o corte e a costura (blocos com largura maior). Qualquer esforço para reduzir o WIP deve ser focado nessas estações.

Figura 2 - WID Produção de calçados clássicos

WID – LINHA DE CALÇADOS CLASSICOS



Fonte: Os autores

- O esforço de transporte (mais relevante ou menos relevante) - o caso mais relevante (largura da seta) corresponde ao maior transporte existente, ou seja, Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n. 4, p. 1377-1398, out./dez. 2015.

do controle de qualidade para a montagem, e da embalagem/acabamento para o armazém. Ações devem ser feitas à fim de encontrar soluções para reduzir essa distância.

- Uma ideia sobre o posto gargalo e o posto com maior capacidade disponível - o diagrama mostra claramente que a estação com maior tempo de ocupação (gargalo) é a costura, e a estação com maior capacidade disponível é o corte.
- A importância relativa dos tempos de troca - a estação da montagem tem o maior tempo de *setup*.

Com base nos dados apresentados no WID da figura 2, foram efetuados os cálculos de acordo com TDABC. Para cálculo da capacidade prática, utiliza-se das horas efetivamente disponíveis por dia de trabalho, multiplicado pela quantidade de dias utilizados. Após determinadas as horas de capacidade prática, a definição da taxa de custo da capacidade é obtida através do cálculo matemático resultante da divisão dos custos alocados no departamento de produção pela capacidade prática.

$$\text{Capacidade prática} = 8\text{h} \times 22 \text{ dias} = 176\text{horas} = 10560 \text{ min} = 633600 \text{ seg}$$

$$\text{Taxa de custo de capacidade} = 97020 / 633600 = 0,15\text{€/seg}$$

Os custos são divididos por processo de acordo com a tabela 1. A taxa de custo por atividade é definida pela divisão do custo de cada atividade pela capacidade prática de cada recurso.

Tabela 1- Taxa de custo por atividade

ATIVIDADE	CUSTO DA ATIVIDADE (€)	CAP. PRÁTICA DO RECURSO (Seg)	TAXA CUSTO (€/Seg)
Corte	31560	633600	0,050
Pré-costura	9840	633600	0,016
Costura	10620	633600	0,017
Qualidade	8220	633600	0,013
Montagem	28860	633600	0,046
Embalagem/Acabamento	7920	633600	0,013

Fonte: Dados da Pesquisa

A partir dos valores da taxa de custo por atividade é possível definir o custo unitário para cada atividade, multiplicando o valor do custo por minuto do processo pelo tempo de ciclo do posto de trabalho. E para obter o custo total alocado para cada atividade, basta multiplicar o custo unitário de cada atividade pelo número de direcionadores (Tabela 2).

Tabela 2 - Cálculo de Custos TDABC

ATIVIDADE	[A] TAXA CUSTO (€/Seg)	[B] TEMPO DA ATIVIDADE-TC (Seg)	[A/B] CUSTO UNITÁRIO (€)	[C] DIRECIONADORES (Pares)	[AxBxC] CUSTO TOTAL
Corte	0,050	3,2	0,16	6000	956,40 €
Pré-costura	0,016	6,8	0,11	6000	633,60 €
Costura	0,017	102	1,71	6000	10.258,00 €
Qualidade	0,013	54	0,70	6000	4.203,40 €
Montagem	0,046	82	3,74	6000	22.410,20 €
Embalagem	0,013	56	0,70	6000	4.200,00 €

Fonte: Dados da Pesquisa

A partir destes dados, é possível comparar os valores de custos que são alocados para cada atividade e os valores de custos por atividades calculados pelo TDABC e com isso saber o valor de capacidade ociosa em cada atividade (Tabela 3).

Tabela 3 - Custo da capacidade ociosa

ATIVIDADE	CUSTO ATIVIDADE	CUSTO CALCULADO TDABC	CUSTO CAPACIDADE OCIOSA
Corte	31.560,00 €	956,40 €	30.603,60 €
Pré-costura	9.840,00 €	633,60 €	9.206,40 €
Costura	10.620,00 €	10.258,00 €	362,00 €
Qualidade	8.220,00 €	4.203,40 €	4.016,60 €
Montagem	28.860,00 €	22.410,20 €	6.449,80 €
Embalagem/ acabamento	7.920,00 €	4.200,00 €	3.720,00 €
TOTAL	97.020,00 €	42.661,60 €	54.358,40 €

Fonte: Dados da Pesquisa

Para o WIP a forma de calculo é a seguinte: no primeiro posto de trabalho (corte), o WIP ainda é considerado matéria-prima, pois ainda não passou por nenhum processo de transformação, ou seja, o valor do WIP é o valor da quantidade de matéria-prima que tem acumulada neste posto de trabalho, neste exemplo considerou-se o valor de 1.516,56€ ou 4,26€ por peça. Após passar pelo primeiro posto de trabalho de corte o valor do WIP acrescentará 0,16€ equivalentes ao valor unitário da atividade de corte, e agora terá o valor de 4,42€ por peça, que será o valor do WIP no posto de pré-costura (posto seguinte), ou 530,4€ de valor total. Após passar pelo posto de pré-costura será acrescentado o valor de 0,11€, e o valor atual do WIP será agora de 4,53€ por peça, e assim sucessivamente para outros postos de trabalho. O WIP pode ser representado pela fórmula abaixo:

$$WIP_n = MP \times WIP_1 + WIP_2 \times \text{CustoOP}_1 + \dots + WIP_n \times \text{CustoOP}_{n-1} \quad (4)$$

Onde:

WIP_n = Valor do WIP em determinado posto de trabalho

MP = Valor da matéria prima no início do processo

WIP1 = Quantidade de WIP no posto 1 (Primeiro posto de trabalho)

CustoOP1 = Valor da operação no posto 1 (Primeiro posto de trabalho)

WIP2 = Quantidade do WIP no posto 2 (Segundo posto de trabalho)

Nas setas, o esforço de transporte é definido por $ET = Q \times D$ (Quantidade x distância), logo será utilizado o custo da peça após sair de determinado processo, multiplicado pela quantidade a ser levada e pela distância a ser percorrida de um posto para o outro. Ex: ET (Corte->pré-costura) = (4,42x270x3) = 3.580€. É importante observar que ao aplicar custos no esforço de transporte algumas setas aumentam a largura e outras diminuem com relação à representação inicial.

4.1 Resultados e Discussões

A partir dos cálculos de custos encontrados através do TDABC, foi possível representar o WID com os custos referentes ao processo conforme mostrado na fig. 3.

As *time equations* foram definidas da seguinte forma para cada posto de trabalho: no posto de pré-costura da empresa estudada existem calçados clássicos, calçados de segurança e tênis, e para cada tipo, o tempo de corte muda, sendo necessário a equação abaixo para absorver esta variação na demanda:

$$\beta_{precost0} + (\beta_{precost1} \times X1) + (\beta_{precosts} \times X2) \quad (5)$$

Onde:

$\beta_{precost0}$ = tempo de corte para calçados clássicos. (tempo padrão)

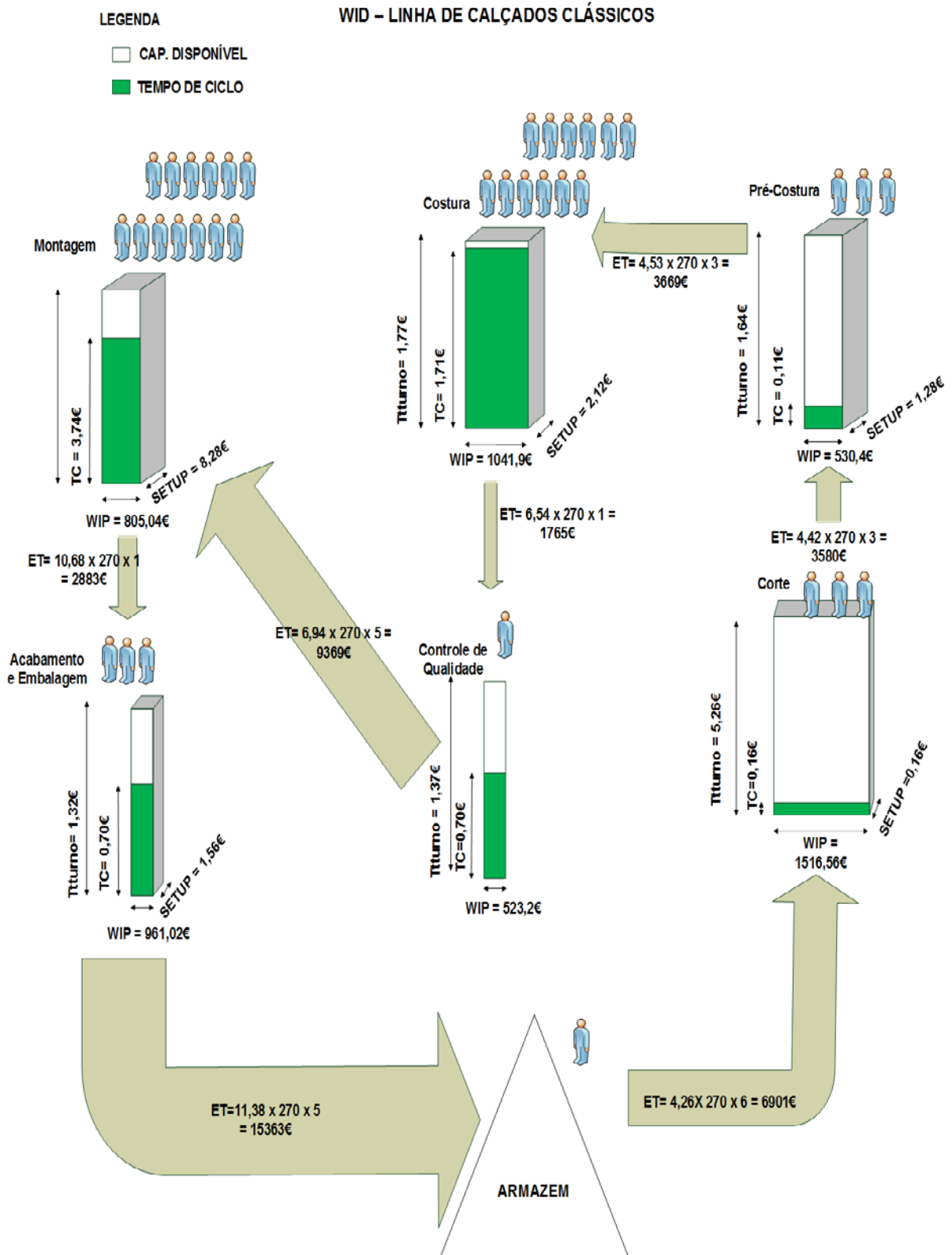
$\beta_{precost1}$ = tempo de corte a ser acrescentado para calçados de segurança

$X1$ = Número de direcionadores de calçados de segurança

$\beta_{precosts}$ = tempo de corte a ser acrescentado para tênis

$X2$ = Número de direcionadores para tênis

Figura 3 - WID com custos representados



Fonte: Os autores

As equações se repetem para os postos de costura e montagem como segue:

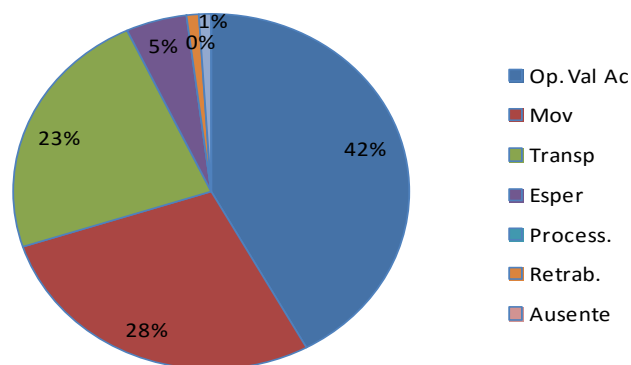
$$\beta_{cost0} + (\beta_{cost1} \times X1) + (\beta_{cost2} \times X2) \quad (6)$$

$$\beta_{mont0} + (\beta_{mont1} \times X1) + (\beta_{mont2} \times X2) \quad (7)$$

Os postos de corte, controle de qualidade e acabamento/embalagem não necessitam de *time equations*, pois o tempo das operações é o mesmo para os três tipos de calçados. É possível agora além de visualizar o processo produtivo, também visualizar os custos referentes a cada atividade, assim como os valores de WIP e do esforço de transporte.

Os cálculos dos custos com a mão-de-obra são realizados com a taxa de custo de capacidade multiplicada pela proporção do tempo que foi gasto em determinada tarefa. Por exemplo: 28% do tempo dos operadores são gastos com movimentação, ou seja, 28% de 480min de trabalho diário ou 134,4min = 8064seg. Este valor multiplicado pela taxa de custo da capacidade neste departamento é igual ao custo do operador com movimentações durante o turno, ou seja, 8064 x 0,15 = 1209,6€ (Figura 4).

Figura 4 - Gráfico do Desperdício com a Mão-de-Obra



Fonte: os autores

Em nível de ferramentas de representação visual de processos produtivos, ao se comparar o WID com o VSM (que é a ferramenta mais utilizada para este fim) é possível verificar diversas vantagens ao se utilizar o WID (Tabela 4):

Tabela 4 - Comparação WID e VSM

Critério de comparação	VSM	WID
Capacidade para representar múltiplas rotas de produção	1 ou 2 rotas	Sim
Capacidade para prover a visualização do layout	Não existe	Sim
Capacidade para refletir a lista de materiais	Não existe	Sim
Capacidade de associar custos aos desperdícios	Não existe	Sim
Facilidade para visualizar a capacidade disponível em cada posto de trabalho	Através de leitura	Sim
Capacidade para medir o desperdício	Somente inventário	Sim (praticamente todos)
Avaliação de desperdícios relacionados à mão-de-obra	Não existe	Sim

Fonte: Adaptado Dinis-Carvalho *et al.* (2014)

E com relação a ferramentas de custeio, o TDABC é uma metodologia de gestão e de boa acurácia na obtenção dos custos, além de ser mais simples mais barato e mais poderoso do que o modelo ABC, tanto nas questões de velocidade no resultado como na implementação, simplificação e manutenção desse modelo (KAPLAN e ANDERSON, 2007).

Com isso, através da integração entre TDABC e o WID é possível a visualização eficaz do processo produtivo e também a visualização dos custos referentes a cada atividade de maneira simples e acurada, assim como os valores de WIP e do esforço de transporte.

5 CONCLUSÕES

Este artigo buscou evidenciar resultados encontrados através da integração do TDABC com o WID, no qual foi possível visualizar o processo produtivo de uma indústria calçadista, os desperdícios neste processo e os custos na produção do produto em estudo. Uma contribuição muito importante para os gestores no sentido

de direcionar a tomada de decisão mais coerente e correta, podendo assim, gerir os problemas da melhor forma possível.

Este trabalho também apresentou os resultados referentes ao custo de fornecimento de capacidade de recurso para cada processo da empresa. E a capacidade de tempo dos recursos necessários para atender ao pedido do cliente. Estes resultados foram observados na tabela 3. E de acordo com os números apresentados, verificou-se que a empresa possui de capacidade ociosa o valor de 54358,4€, ou seja, 56% do tempo não são utilizados, e que pode ser aproveitado para produção de outros tipos de calçados. E com relação ao custo unitário do produto o valor alocado é de 16,17€/par e após os cálculos do TDABC encontrou-se 7,12€/par.

A representação visual destes custos através do WID permite que os gestores além de identificarem os desperdícios do processo também possam saber os custos que envolvem as atividades e o custo dos desperdícios. E através da utilização de ferramentas *lean* é possível reduzir estes desperdícios representados e consequentemente os seus custos.

Importante ressaltar que é possível realizar esta metodologia independente de quantos produtos a organização produz, basta adequar às fórmulas do TDABC para cada produto ou situação.

Portanto, verificou-se um ganho referente à gestão de custos e processos para a organização. Destaca-se que a dedicação de tempo, estudo, coleta de dados, mapeamento de atividades e recursos, e uma manutenção e atualização das informações são necessárias para que o modelo possa gerar resultados corretos.

Os resultados encontrados foram satisfatórios, pois, a partir das informações obtidas nesse trabalho pode-se concluir que a identificação de desperdícios através do WID, pode ser integrada com o sistema de custos TDABC. Importante destacar que, a contribuição deste estudo na realização da combinação destas ferramentas, possibilitam as empresas uma forma de poderem visualizar o processo produtivo juntamente com seus custos de processos e custos de desperdícios, sendo assim, possibilitando uma gestão mais eficiente e eficaz na tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MAKSOU, A., DUGDALE, D.; LUTHER, R. Non-financial performance measurement in manufacturing companies, **The British Accounting Review**, v. 37, n. 3, p. 261-97, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bar.2005.03.003>
- AFONSO, P. **Sistemas de custeio no âmbito da contabilidade de custos: o custeio baseado nas actividades, um modelo e uma metodologia de implementação**. Tese. (Mestrado) - Mestrado em Engenharia Industrial, Universidade do Minho, 2002.
- BARRET, R. Time-driven costing: the bottom line on the new abc. **Business Performance Management**, Mar., 2005.
- CARVALHO, D. Human limitations on waste detection: an experiment. waste detection approaches. **Business Sustainability**. 2008.
- DALCI, I.; TANIS, V.; KOSAN, L. Customer profitability analysis with time-driven activity-based costing: a case study in a hotel. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, v. 22, n. 5, p.609 – 637, 2010. <http://dx.doi.org/10.1108/09596111011053774>
- CHEN, J. C.; CHRISTY, B. D. TQM approach for designing and building dedicated machines and equipment in-house. **The international journal of advanced manufacturing technology**, v.14. n. 8, p. 563 -569, 1998.
- DINIS-CARVALHO, J., MOREIRA, F., BRAGANÇA, S., COSTA, E., ALVES, A.; SOUSA, R. Waste identification diagrams. **Production Planning & Control**, 2014.
- EVERAERT, P.; BRUGGEMAN, W. Time-driven activity-based costing: exploring the underlying model. **Journal of cost management**, v. 21, n. 2, p.16-20, 2007.
- 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**, p.32-36, 2009.
- GROOVER, M. P. **Work Systems and methods, measurement, and management of work**. Pearson Education International, 2007.
- KAPLAN, R. S. Yesterday's Accounting Undermines Production, **Harvard Business Review**, p. 133-139, July/August, 1984.
- KAPLAN, R. S.; ANDERSON, S. R. **Time-driven activity-based costing: a simpler and more powerful path to higher profits**, 2007.
- KAPLAN, R. S.; ANDERSON, S. R. **Costes basados en el tiempo invertido por actividad: una ruta hacia mayores beneficios**. Barcelona: Ediciones Deusto, 2008.
- KEMPER, B., DE MAST, J.; MANDJES, M. Modeling process flow using diagrams. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 26. n. 4, p. 341-349, 2010.

LIAN, Y. H.; VAN LANDEGHEM, H. Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 13, p.3037-3058, 2007. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540600791590>

XINYU, L.; JIAN, L. Research on the Integration of the Methods of Enterprise Value Stream and Material Flow. **Paper presented at the IEEE 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, Beijing, PEOPLES R CHINA. 2009.

NOGUEIRA, M. A. A. **Implementação da Gestão da Produção Lean: Estudo de Caso**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. 2010.

OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**: Productivity press. 1988.

RAPOSO, C. F. C. Overall equipment effectiveness: Aplicação em uma empresa do setor de Bebidas do Pólo Industrial De Manaus. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v.11, n. 3, p. 648-667, jul./set., 2011. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/25/19>>. Acesso em: 28 Set 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v11i3.529>

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. **Modelo de análise e diagnóstico de uma unidade produtiva**. Dissertação (Mestrado em Qualidade, Segurança e Manutenção/ Engenharia Industrial) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2010.

SÁ J C. CARVALHO J D; SOUSA R M. Waste Identification Diagrams. CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA, 6, 2001. Maputo. **Anais....** Aug 29-Sept 2, 2011.

SANTANA, A. F. B.; AFONSO, S. L. P. **Análise dos estudos realizados sobre time-driven activity based costing (TDABC)**. In: JORNADAS LUSO-ESPANHOLAS DE GESTÃO CIENTÍFICA, LEIRIA, 24, 2014. **Anais...** Portugal, p. 01-15, 2014.

SANTOS, J. L., FERNANDES, L. A., PINHEIRO, P. R., SCHMIDT, P.; LEAL, R. O time driven activity based costing (TDABC) dentro da gestão de lean thinking. **Revista de Negócios. Business Review**, 2010.

SERRANO, I., OCHOA, C.; DE CASTRO, R. Evaluation of value stream mapping in manufacturing system redesign. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 16, p. 4409- 4430, 2008. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540601182302>

SHINGO, S.; DILLON, A. P. **A study of the Toyota production system**: From an Industrial Engineering Viewpoint: Productivity Press. 1989. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-010-2860-7>

SIGUENZA-GUZMAN, L., VAN DEN ABEELE, A., VANDEWALLE, J., VERHAAREN, H.; CATTRYSSSE, D. Recent evolutions in costing systems: A literature review of Time-Driven Activity-Based Costing. **ReBEL - Review of Business and Economic Literature**, v. 58. n.1, p. 34-64, 2013.

SINGH, B., GARG, S. K.; SHARMA, S. K. Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 53, n. 5-8, p. 799-809, 2011.

STOUTHUYSEN, K., SWIGGERS, M., REHEUL, A.M.; ROODHOOFT, F. Time-driven activity-based costing for a library acquisition process: a case study in a Belgian University. **Library Collections, Acquisitions, and Technical Services**, 34, p. 83–91, 2010.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lcats.2010.05.003>

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

TAPPING, D., LUYSTER, T.; SHUKER, T. **Value stream management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements**. New York: Productivity Press. 2002.

TEICHGRAEBER, 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**, 81, p. e47– e52, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.12.045>

WOMACK, J. P., JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world: the story of lean production: how japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry**. New York, NY: Rawson Associates. 1990.

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

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. London, Sage, 1994.



Artigo recebido em 18/01/2015 e aceito para publicação em 16/09/2015
DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i4.1970>