



Produto & Produção, vol. 16 n. 3, p. 01-10, set. 2015

RECEBIDO EM 25/08/2015. ACEITO EM 25/08/2015.

A utilização do Diagrama de Identificação de Desperdícios em substituição ao Mapa de Fluxo de Valor: Estudo de caso em uma fábrica de concentrados de refrigerantes

Levi Silva Guimarães

Universidade do Minho - UMINHO

levisguimara@hotmail.com

José Araújo Dinis-Carvalho

Universidade do Minho - UMINHO

dinis@dps.uminho.pt

Hyggor da Silva Medeiros

Universidade do Minho - UMINHO

hyggor_medeiros@hotmail.com

Alex Fabiano Bertollo Santana

Universidade do Minho - UMINHO

afbsantana@hotmail.com

Cintya Barreiros Colares

Universidade do Minho - UMINHO

cintyac@gmail.com

RESUMO

O *Waste Identification Diagram* (WID) é uma ferramenta visual para análise e diagnóstico dos desperdícios mencionados pelo *Lean manufacturing*. E o *Value Stream Mapping* (VSM) é uma técnica do *Lean* que realiza um diagnóstico no chão de fábrica, ou seja, um Mapeamento do Fluxo de Valor. Portanto, o presente estudo tem como objetivo principal realizar uma aplicação do WID e o VSM em uma linha de produção de concentrados de refrigerante do Polo Industrial de Manaus. A metodologia aplicada classifica-se como exploratório-descritivo, tendo como procedimento técnico o estudo de caso. A partir dos resultados obtidos nesse trabalho pode-se concluir que o WID ultrapassa algumas das limitações do VSM e representa diversos aspectos de um sistema de produção que não poderia ser representado pelo VSM. Além de muitas das vantagens do WID em termos de informação quantitativa, outra vantagem importante do WID é a eficácia na informação visual que pode ser rapidamente percebida pelo pessoal de produção.

Palavras-chave: Lean; WID; VSM.

ABSTRACT

The Waste Identification Diagram (WID) is a visual tool for analysis and diagnosis of waste mentioned by Lean manufacturing. And the Value Stream Mapping (VSM) is a Lean technique that performs a diagnosis on the shop floor, that is, a Value Stream Mapping. Therefore, the present study is aimed at providing an application of the WID and the VSM in a production line of beverages concentrates of the Manaus Industrial Pole. The methodology used is classified exploratory and descriptive, and technical procedure as the case study. From the present results it can be concluded that the WID overcomes some of the limitations of the VSM and represents several aspects of a production system that could not be represented by VSM. In many of the WID advantages in terms of quantitative information, another important advantage is the effectiveness of WID the visual information that can be readily perceived by production personnel.

Keywords: Lean; WID; VSM.

1. Introdução

Atualmente o mercado exige entregas rápidas e reduzidos *lead times*, mais personalização dos produtos e serviços, melhor qualidade e baixos preços (PINTO, 2008). Com isso as organizações industriais precisam de sistemas de produção mais eficazes e eficientes para lidar com estas características de mercado. De acordo com Farhanna e Amir (2009) nas 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.

O Sistema Toyota de Produção (STP) aparece como uma forma de alcançar estas necessidades, e teve sua origem no Japão na fábrica de automóvel Toyota, imediatamente após a Segunda Guerra Mundial. O sistema objetiva elevar a eficiência da produção pela extinção contínua dos desperdícios (WOMACK *et al.*, 2004 e WOMACK e JONES, 2007). O STP tornou-se conhecido tornou-se conhecido com a terminologia *Lean Manufacturing* apresentado 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 questão de sobrevivência para algumas empresas.

Uma técnica que tem recebido o reconhecimento considerável entre os praticantes do *Lean* para fazer diagnósticos no chão de fábrica é o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) (JONES e WOMACK, 2002). De acordo com Rother e Shook (1999) 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 melhoria e os desperdícios.

Embora o VSM seja uma ferramenta fundamental na implementação da filosofia *Lean* pelas vantagens que proporciona, esta apresenta igualmente algumas limitações. Para tentar resolver ou minimizar algumas das limitações do VSM o Departamento de Produção e Sistemas (DPS) da Universidade do Minho em Portugal vem desenvolvendo uma metodologia chamada *Waste Identification Diagram* (WID) (Dinis-Carvalho *et al.*, 2014), que permite a identificação clara e de fácil interpretação das informações do processo produtivo e dos desperdícios.

O objetivo deste artigo é aplicar o WID e o VSM numa linha de produção de concentrados de refrigerante do Polo Industrial de Manaus e realizar uma análise comparativa mostrando as vantagens do WID com relação ao VSM no que diz respeito a: representação de todos os fluxos de produção, mostrar e avaliar os desperdícios de forma visual e intuitiva, fornecer informações sobre desempenho através de indicadores e representação do *layout*.

2. Referencial Teórico

2.1. Sistema Toyota de Produção (Lean Manufacturing)

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. Produzindo em grande variedade com pequenas quantidades e recursos restritos, como uma forma de responder as restrições do mercado japonês após a guerra, 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*.

O conceito de desperdícios no chão-de-fábrica (muda em japonês) é definido como qualquer atividade que não acrescenta valor aos produtos (OHNO, 1988; WOMACK e JONES, 2004). Todas as formas de desperdícios estão intrinsecamente relacionadas com o conceito de valor, logo, a fim de reconhecer a ocorrência de desperdícios é fundamental identificar e separar as atividades que acrescentam valor daquelas que não acrescentam. Ohno (1988) identificou sete principais tipos de desperdícios: excesso de produção, inventário, espera, defeitos, processos, movimentação e transporte.

2.2. Mapa de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping-VSM)

O VSM é uma ferramenta utilizada para identificar todos os processos, analisando todas as atividades que acrescentam e que não acrescentam valor, permitindo identificar o tempo de produção e verificar as oportunidades de melhoria e os desperdícios. E com isso, estabelecer as melhorias necessárias para que o tempo de produção seja reduzido, ou seja, ajuda as pessoas a visualizar o que realmente está a acontecer no processo produtivo através da observação direta (ROTHER e SHOOK, 1999).

Apesar do VSM ser uma ferramenta fundamental na implementação da filosofia *Lean* pelas vantagens que proporciona, este apresenta algumas limitações. Para Sá (2010) e Nogueira (2010), o VSM 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. Outros autores também descreveram em suas publicações as limitações do VSM (LIAN e VAN LANDEGHEN, 2007; IRANI e ZHOU, 1999; TEICHGRAEBER e BUCOURT, 2012).

2.2. Diagrama de Identificação de Desperdícios (Waste Identification Diagrams –WID)

Para tentar resolver ou minimizar algumas das limitações do VSM, o Diagrama de Identificação de desperdícios (WID) está sendo desenvolvido pelo Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho e Segundo Dinis-Carvalho *et al*, (2014) este modelo tem como objetivo:

- 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

O 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

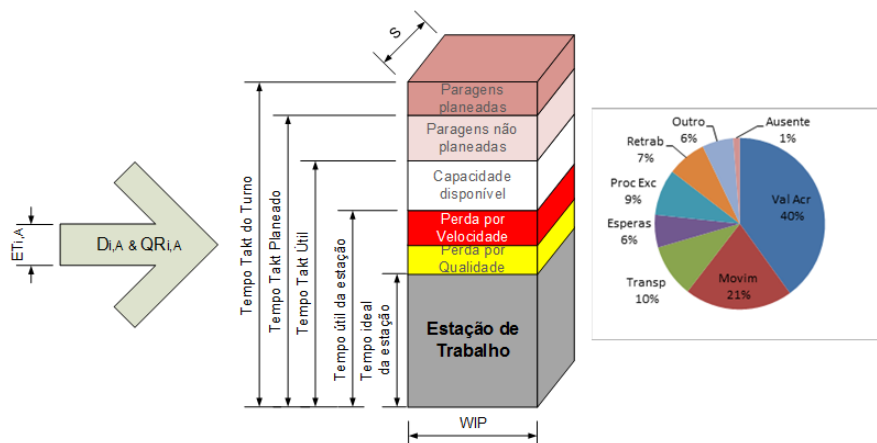


Figura 1- WID e seus componentes (DINIS-CARVALHO *et al*, 2014)

- O eixo X refere-se à quantidade de produtos que estão à espera para serem processados na estação de trabalho em causa (WIP);
- O eixo Y representa os parâmetros da eficácia global do equipamento (OEE) definidos por Nakajima (1988), são eles: paradas planeadas, paradas não planeadas, perdas por velocidade e perdas por qualidade. Também são representados a capacidade disponível, o tempo útil da estação e o tempo ideal da estação e as várias vertentes do takt time (takt do turno, takt planeado, takt útil);
- O eixo Z representa 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.

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 da seguinte forma:

$$ET_{i,A} = Q_{Ri,A} * D_{i,A} \quad (1)$$

Sendo:

- $ET_{i,A}$ o esforço diário de transporte entre o fornecedor i para o cliente A ;
- $Q_{Ri,A}$ a quantidade a transportar diariamente entre o fornecedor i para o cliente A ;
- $D_{i,A}$ a distância a percorrer pelos produtos entre o fornecedor i para o cliente A .

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

O gráfico de pizza representa os desperdícios da mão-de-obra e são obtidos através da amostragem do trabalho (BARNES, 1968).

3. Metodologia

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. O estudo foi realizado em uma fábrica de concentrados de refrigerante localizada no Polo Industrial de Manuas, na qual foi aplicado o WID e o VSM e feita uma análise comparativa mostrando as vantagens do WID.

Conforme 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.

Utilizou-se a pesquisa documental nos relatórios da organização no sentido de verificar os as informações referente aos processos da linha de produção e a observação direta para fazer a amostragem do trabalho referente a mão-de-obra. Quanto à limitação do trabalho, o estudo foi direcionado apenas a um produto (concentrado em pó), pois, este representa a maior contribuição em termos de volumes de produção e vendas.

4. Aplicação do Diagrama de Identificação de Desperdícios e do Mapa de fluxo de Valor

A linha de produção selecionada para aplicar o WID é referente a uma linha de produção de concentrados de refrigerante. Nesta linha é produzido o concentrado em pó Benzoato. Esta linha de produção é dividida em 4 processos que serão descritos a seguir:

Mistura - o Benzoato vem do Armazém e é colocado no misturador (400Kg) junto com uma quantidade pequena de um outro produto chamado de Thigoxun (1kg). Este processo de mistura leva em torno de uma hora.

Ensacadeira – após o finalizar o processo de mistura o Benzoato é ensacado em embalagens de 10kg.

Peso – os sacos de Benzoato são pesados em uma balança de precisão, este processo funciona como um duplo *check*, pois a ensacadeira não garante 100% do peso correto.

Seladeira – neste processo os sacos são lacrados e identificados de acordo com a especificação do produto, após isso os sacos são arrumados em paletes e levados até o armazém de produto acabado.

O Diagrama de Identificação de desperdício desta linha de produção é apresentado na Figura 2:

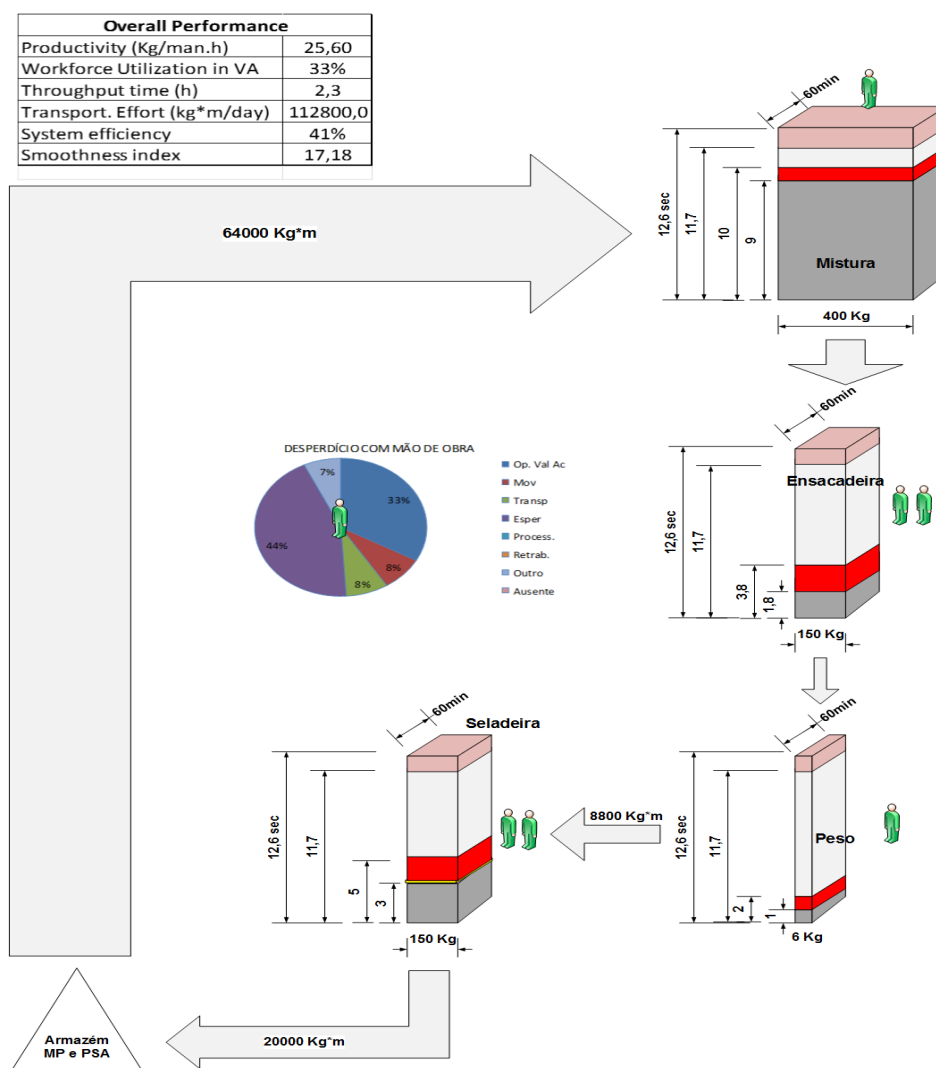


Figura 2 – WID da linha de concentrado de refrigerantes

Na Figura 2, é possível observar uma variedade de informações visuais relevantes relacionadas com a linha de produção. Alguns exemplos de tais informações são:

- As rotas de produção e o *layout* – as setas indicam as rotas de material, o processo inicia na mistura, passando pela ensacadeira, peso e finalizado na seladeira. A forma como diagrama está representado é de acordo com *layout* da linha de produção;
- O número de operadores e em que processos estão alocados – o processo de mistura e peso tem um operador e os processos de ensacadeira e seladeira tem dois operadores;
- A distribuição do WIP – o WIP é medido em Kg, o processo com maior WIP é a mistura (bloco com largura maior);
- O esforço de transporte – onde existe mais esforço de transporte (seta mais larga) é entre o armazém de matéria-prima e o processo de mistura;
- Os tempos de *setup* – os tempos de setup são iguais em todos os processos (60min);
- O gargalo - O processo da mistura é o gargalo e os restantes dos processos operam com capacidade disponível;
- O peso dos parâmetros do OEE - as paradas planejadas são semelhantes em todos os processos. Não foram identificadas paradas não planejadas durante a realização deste estudo. As perdas de velocidade são observadas em todos os processos, com os maiores

valores concentrados na ensacadeira e na seladeira. Com relação as perdas de qualidade somente o processo de seladeira tem esta perda;

- Desperdícios com mão-de-obra - somente 33% do tempo dos trabalhadores é gasto na agregação de valor, 67% restantes são desperdícios, sendo que destes, 44% está concentrado no desperdício de espera ($6 \times 0,44 = 2,64$ trabalhadores);

Com relação aos indicadores os mesmos estão representados em uma tabela no canto superior esquerdo do diagrama. O analista decide que indicadores devem ser mostrados no diagrama, para esta linha de produção os indicadores escolhidos foram:

- Produtividade (*Productivity*): expresso em Kg/man.h, valor esperado que será alcançado para um tempo de takt de 12,6 segundos ao se usar 6 trabalhadores.
- Utilização da mão-de-obra em atividades de valor acrescentado (*Workforce utilization in VA*): é diretamente dado pelo gráfico de pizza.
- Tempo total de atravessamento (*Throughput time*): é dada pela multiplicação da quantidade total de Kg que esperam para ser produzido nas estações pelo tempo takt.
- Esforço de transporte global (*Transport effort*): soma de todos os esforços de transporte individuais expressos no diagrama.
- Eficiência do sistema (*System efficiency*): segue a mesma lógica que a eficiência da linha (Bedworth e Bailey 1987) medindo quanto de capacidade das estações são utilizados em média.
- Índice de suavidade (*Smoothness Index*): apresentado por Scholl (1995) mede a igualdade da distribuição de trabalho entre as estações.

Muitos outros indicadores podem ser utilizados de acordo com o que é mais importante para medir.

Com o objetivo de fazer uma comparação entre as ferramentas o VSM também foi aplicado nesta linha de produção conforme representado na Figura 3.

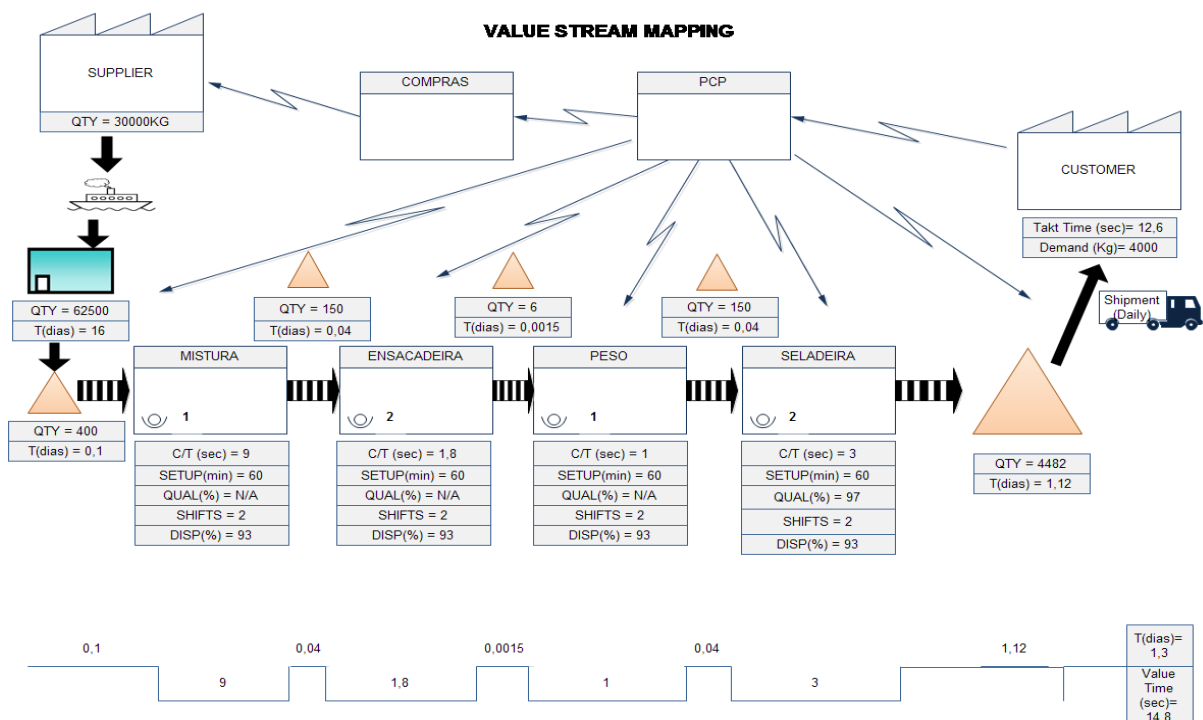


Figura 3 - VSM da linha de concentrado de refrigerante

Ao comparar o WID com VSM, é possível verificar várias diferenças. O primeiro impacto causado pelo WID é sua capacidade visual, pois permite uma identificação fácil e intuitiva das principais fontes de desperdícios. Os Fluxos de produção são bem definidos e a informações de cada estação de trabalho são bem claras permitindo assim uma rápida percepção do número de operadores e outros indicadores importantes, como os tempos de *takt* (*takt* do turno, *takt* planejado e *takt* útil), os tempos da estação de trabalho (tempo útil e tempo ideal da estação, tempo de *setup* e os parâmetros do OEE (paradas planejadas e não planejadas, perdas de velocidade e de qualidade). No caso VSM da Figura 3, para visualizar este tipo de informação, é necessário mais tempo e precisa analisar em detalhe a caixa de dados de cada estação de trabalho. Por exemplo, no VSM, para identificar a quantidade de WIP em cada estação de trabalho é necessário verificar as informações escritas no triângulo; enquanto que no WID, esta informação além de ser numericamente indicada ela também é representada visualmente (pela largura do bloco). O conjunto de informações no VSM é mais confusa e a utilização de vários símbolos pode levar a uma falta de compreensão por pessoas não familiarizadas com a ferramenta. Em contraste, WID utiliza um conjunto mais reduzido e mais claro de símbolos, facilitando o processo de compreensão e identificação de desperdícios.

O tipo de informação que é dada sobre os diversos desperdícios tem diferentes impactos no VSM e no WID. Em termos de desperdício de inventário, ambas as alternativas são capazes de mostra-lo, mas como explicado anteriormente, o WID consegue mostrar de uma forma mais eficaz devido à sua capacidade visual.

No que diz respeito ao desperdício excesso de produção, acredita-se que nem o VSM e nem o WID conseguem identificar claramente este tipo de desperdício, pois pode ser difícil julgar se o inventário existente entre as estações de trabalho é mais do que o mínimo necessário para satisfazer a procura dos clientes.

No VSM, o desperdício associado com o transporte só é representado por uma seta e não é quantificada. No entanto, no WID, o esforço de transporte não está somente representado por uma seta, mas também tem um valor associado (expresso em kg x m). Esta diferença ajuda os gestores no processo de tomada de decisões. Outra vantagem importante no WID é a informação visual, quanto maior é o esforço de transporte maior é a seta correspondente. Uma vez que uma parte do transporte é frequentemente realizado por pessoas, este tipo de desperdício é também considerado na utilização da mão-de-obra e expresso no gráfico de pizza.

Alguns tipos de processos em excesso são muito difíceis de identificar, a não ser quando uma análise mais delicada é realizada em todas as operações existentes. No entanto, alguns são fáceis de identificar como retrabalho, teste e inspeção. As operações como inspeção e testes podem ser representadas no VSM embora não sejam avaliadas. No WID, este tipo de desperdício é apresentado e avaliado tanto nos fluxos de materiais quanto no gráfico de pizza.

A movimentação e a espera são desperdícios que estão associados as pessoas, no WID é claramente considerado na utilização da mão-de-obra e expressas no gráfico de pizza. Enquanto que no VSM não é representado.

E por fim o desperdício de defeito que pode ser representado no VSM na caixa de dados, enquanto que no WID além de ser representado numericamente no bloco é possível também visualizar pelo tamanho da parte do bloco referente a perda de qualidade.

Além das vantagens já mencionadas relacionadas com a identificação de desperdícios, há outros aspectos a considerar. No WID, ao contrário do que acontece no VSM, é possível representar várias famílias de produto e suas rotas de produção. No VSM, apenas o fluxo principal é responsável pela análise do *lead time* e do tempo de valor acrescentado. Para analisar tudo em detalhe, seria necessário criar um VSM para cada rota de produção. Esta questão não se coloca no WID, já que é possível representar as rotas principais e secundárias.

Outras limitações do VSM apresentados por Irani e Zhou (1999) são a sua incapacidade de fornecer a visualização do *layout*. O WID permite a visualização do *layout* desde que os ícones que representam as estações sejam posicionados como o *layout*, como representado na Figura 2.

O WID tem algumas limitações e desvantagens quando comparados com VSM. Um primeiro exemplo são as informações referentes ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) presentes no VSM que não aparecem no WID. Na mesma linha de desvantagens o VSM também representa a ligação para fornecedores e clientes tanto em termos de fluxo de material quanto em fluxo de informações que não existe no WID.

5. Conclusões

Este artigo apresentou uma ferramenta como alternativa do VSM para a representação dos sistemas de produção. É uma ferramenta visual e intuitiva que representa a situação atual ou um estado futuro de um sistema de produção, principalmente os seus fluxos de materiais, medidas quantitativas para cada estação (paradas planejadas, paradas não planejadas, perdas de velocidade, perdas de qualidade, tempos de takt, tempos da estação, tempo de *setup* e WIP), utilização da mão-de-obra em atividades de valor acrescentado e valor não acrescentado, indicadores de desempenho do sistema, tais como a produtividade, a utilização de recursos e tempo de atravessamento. Uma aplicação em uma linha de produção de concentrados de refrigerante foi apresentada, a fim de mostrar as capacidades do WID em expor diferentes tipos de desperdícios. O VSM e o WID foram comparadas e suas vantagens e desvantagens também foram discutidas de acordo com uma variedade de critérios. Em geral, pode-se afirmar que o WID ultrapassa algumas das limitações do VSM e representa diversos aspectos de um sistema de produção que não poderia ser representada pelo VSM. Além de muitas das vantagens do WID em termos de informação quantitativa, outra vantagem importante do WID é a eficácia na informação visual que pode ser rapidamente percebida pelo pessoal de produção.

Referências

BEDWORTH, D. D., J. J. BAILEY. **Integrated Production Control Systems**. New York: Wiley. 1987.

BARNES, R. M. **Motion and Time Study: Design and Measurement of Work**. 6th edition, John Wiley & Sons, Inc. 1968.

DINIS-CARVALHO J., MOREIRA, F., BRAGANÇA, S., COSTA E., ALVES, A., SOUSA, R. Waste Identification Diagrams, **Production Planning and Control**, Accepted for publication. 2014.

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** , 32-36. 2009.

IRANI, S. A., ZHOU, J. **Value Stream Mapping of a Complete Product**. MS thesis, The Ohio State University, Columbus, OH. 1999.

JONES, D., J. WOMACK.. **Seeing the Whole: Mapping Extended the Value Stream**. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, ISBN 0-9667843-5-9. 2002.

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**, 45(13), 3037-3058. 2007.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA: Productivity. 1998.

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.

PINTO, J. P. **Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro**. Comunidade Lean Thinking. 2008.

ROTHER, M., SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**: Productivity Press. 1999.

SÁ, J. C., CARVALHO, J. D., SOUSA, R. M. Waste Identification Diagrams. **6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia**. Maputo, Aug 29-Sept 2. 2011.

SÁ, J. C. **Modelo de Análise e Diagnostico de uma Unidade Produtiva**, Dissertação de Mestrado em Qualidade, Segurança e Manutenção/ Engenharia Industrial, Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2010.

SCHOLL, A. **Balancing and Sequencing of Assembly Lines**. Heidelberg: Physica-Verlag. 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**. 2012.

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.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROSS, D., **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

YIN, ROBERT K. **Case Study Research: Design and Methods**. London, Sage, 1994