

A CONTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO VISUAL

Wellington S. Silva, José Tomadon Júnior, Amanda S. Musambani, Renato A. C. Turone

Resumo: As empresas hoje necessitam de processos enxutos. Uma ferramenta empregada para melhorar a gestão é a Gestão Visual. Com ela é possível tornar o processo transparente e apresentar seu estado global e metas a serem atingidas. Hoje as empresas se encontram na era da Indústria 4.0, a qual traz um arsenal de ferramentas como a internet das coisas, sistemas ciber-físicos, *big data* entre outros, que elevam os processos do nível físico para o digital e assim um controle em tempo real dos processos e uma flexibilidade nunca antes vista. Toda essa informação gerada pelas ferramentas da Indústria 4.0, se direcionada a Gestão Visual, potencializa seus resultados trazendo maiores eficiências e produtividade. Para desenvolver essa discussão esta pesquisa lança mão de publicações nas áreas de gestão visual e Indústria 4.0 para identificar as possibilidades que a última pode trazer para a primeira. Observou-se a possibilidade de construção de quadros de produção e de qualidade que apresentam informações tanto em nível macro como micro do processo permitindo, através de reuniões em torno dos mesmos, rápida tomada de decisões, visualização simplificada e clara dos processos e operações e seu estado atual e histórico. Ferramentas de realidade aumentada também são empregadas para auxiliar os colaboradores em suas atividades e proporcionam interação homem-processo-produto. Conclui-se que máquinas e apontadores, interconectados, geram muitas informações que, tratadas de maneira sistemática, podem ser apresentadas visualmente para melhorar a eficiência dos processos e abrir um diferencial para se posicionar de maneira mais competitiva no mercado em que atua.

Palavras chave: Produção Enxuta; Gestão Visual, Indústria 4.0.

THE CONTRIBUTION OF INDUSTRY 4.0 IN VISUAL MANAGEMENT

Abstract: Nowadays companies need lean processes. A tool used to improve these processes is the Visual Management. With this tool is possible to make the process transparent and show its global state and the goals to be achieved. Nowadays, the companies are in the Industry 4.0's age, which brings an arsenal of tools such as the Internet of Things, Cyber-Physical Systems, Big Data and others that upgrade the processes from the physical to the digital level, therefore a real-time process control and flexibility never seen before. All this information created by these tools, if directed to Visual Management, enhances its results bringing greater efficiencies and productivity. To develop this discussion, this research uses publications in the areas of Visual Management and Industry 4.0 to identify the possibilities to improve each other. It was noticed the possibility of building production and quality boards that present the information of both macro and micro levels of the process, through meetings about them, quick decision making, simplified and clear visualization of processes and operations and their current state and its history. Augmented reality tools have been employed to assist the workers in their activities and provide man-process-product interaction. It is concluded that machines and indexes, interconnected, generate a lot of information that, treated systematically, can be presented visually to improve process efficiency and put the company in a more competitive position in the market branch where it operates.

Key-words: Lean Production, Visual Management, Industry 4.0.

1. Introdução

Novos fatores de desenvolvimento tecnológico e globalização são disseminados todos os dias e em todos os aspectos do cotidiano atual. Na indústria não é diferente, a cada momento surgem novas demandas, novas ferramentas de gestão, novos padrões de qualidade e cabe às empresas se manterem competitivas no mercado e acompanhar esse crescimento exponencial de informações e necessidades.

Em diversas ocasiões grandes problemas podem ser resolvidos à partir de princípios bastante simples. O conceito de produção enxuta é um bom exemplo, o desenvolvimento dos estudos e métodos de aplicação podem ser bem mais complexos porém é uma ferramenta extremamente eficiente que começou a ser disseminada a bastante tempo com o simples objetivo de aprimorar o manejo de recursos.

Com o foco em sua competitividade, principalmente as empresas alemãs e americanas estão adaptando ou até mesmo reconstruindo seus processos seguindo princípios e tecnologias da nova revolução industrial, a Indústria 4.0.

A indústria 4.0 digitaliza o sistema de produção, onde as máquinas e equipamentos estarão conectados com a internet, sendo assim, as máquinas têm autonomia. Essa interconectividade oferece uma imensa quantidade de dados, antes inacessíveis, os quais podem ser empregados para melhoria no processo de tomada de decisão e sua gestão.

As ferramentas de gestão visual foram criadas no intuito de seguir a demanda do mercado por agilidade na tomada de decisões. A mão-de-obra executora numa empresa deve estar totalmente alinhada aos acontecimentos além de suas atribuições específicas para que todas as atividades possam ser desenvolvidas almejando a excelência e confiabilidade.

Dessa forma, esse artigo tem como objetivo realizar uma análise qualitativa do impacto da indústria 4.0 nas ferramentas da gestão visual e mostrar como essas ferramentas podem ser aplicadas.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Produção Enxuta

A produção Enxuta, desenvolvida dentro da Toyota, tem seus princípios baseados na melhoria contínua dos processos e operações através do constante ataque aos desperdícios. De acordo com Ohno (1997) estes desperdícios poderiam ser categorizados da seguinte maneira:

- Superprodução;
- Espera;
- Transporte;
- Processamento desnecessário;
- Estoque;
- Deslocamento desnecessário, e;
- Defeitos.

Os itens listados são vistos como desperdícios pois não contribuem ao processo de agregar valor ao produto. Dessa forma, quando identificados no processo/operação se faz necessária a aplicação de ferramentas enxutas para alcançar níveis mais elevados de produtividade Ohno (1997).

Pode-se citar como ferramenta enxuta: Kanban, Kaizen, Manutenção Preventiva Total, 5S,

Troca Rápida de Ferramenta, Gestão Visual, Mapa de Fluxo de Valor, entre outras.

2.1.1 Gestão Visual

A gestão visual (GV) pode ser definida de diferentes maneiras: como uma estratégia de comunicação sensorial para aumentar a transparência dos processos (TEZEL et al., 2015); uma abordagem de comunicação simples e atrativa com algumas ferramentas e sistemas visuais diferenciados (HO, 1993); uma abordagem gerencial que cria centros de informação e comunicação para todos os colaboradores (TOMPKINS e SMITH, 1998); uma visão de compartilhamento de informações que facilite a melhoria contínua (IMAI, 1997).

Desta forma a gestão visual parte do princípio de um extensivo compartilhamento de informações no chão de fábrica e remoção de artefatos que podem bloquear a informação nos pontos onde esta deve ser apresentada (TEZEL e AZIS, 2017). Uma comunicação e coordenação efetiva induzida por transparência em processos se mostra primordial para redução de desperdícios operacionais, execução de projetos no prazo e segurança para os operários (TEZEL e AZIS, 2017).

Com a gestão visual os gerentes podem simplesmente ir até estes centros de informação e avaliar o que está acontecendo e antecipar problemas futuros. A GV provê informação quando ela é necessária de modo simples e de fácil compreensão, a qual, em contrapartida, cria transparência, e garante que todos trabalhem com a mesma informação (TEZEL e AZIS, 2017).

De acordo com Galsworth (1997) existem três características que diferenciam a informação apresentada pelos sistemas visuais em relação aquelas apresentadas de maneira verbal ou escrita:

- A informação apresentada na GV é inteiramente determinada à frente do tempo (preventiva);
- Ela se baseia muito pouco em comunicação escrita;
- A informação é demonstrada abertamente para todos os colaboradores.

O objetivo principal da GV é aumentar a habilidade de comunicação dos elementos do processo e capacidade de auto-gerenciamento dos colaboradores (TEZEL e AZIS, 2017). Outro fator importante é que esta maneira de apresentar a informação proporciona uma visão em grupo (oferece informações sobre o processo e os níveis de estoque), ação em grupo (todos com um consenso dos objetivos e envolvimento nas melhorias das atividades) e conhecimento em grupo (compromissos de entrega, programações e regras de gestão).

Galsworth (1997) propõe uma classificação geral para as ferramentas básicas que são utilizadas para realizar a GV:

- Provedores de informação (quadros);
- Sinalizadores (quadros de qualidade andon);
- Limitadores / guias de resposta (cartões de controle de produção kanban);
- Sistemas de garantia (poka-yoke). São sistemas a prova de erros que permitem somente a saída de produtos dentro do padrão, caso contrário o sistema barra produtos não conformes de maneira física ou eletromecanicamente ou através de sistemas de aviso.

Estes sistemas sempre trabalham conectados entre si e assumem papéis em diferentes práticas gerenciais como: gerenciamento de performance, gerenciamento logístico, gerenciamento de produção, gerenciamento de qualidade (TEZEL e AZIS, 2017).

Na prática, o primeiro passo para se desenvolver uma estratégia de GV é desenvolver uma organização do espaço de forma visual ou aplicar o programa 5S (TEZEL e AZIS, 2017). O principal benefício de aplicar o 5S no ambiente de trabalho é a redução de atividades que não agregam valor; redução de estoque; e aumento de espaço útil, além de melhores condições de saúde e segurança dos colaboradores e confiabilidade das máquinas e equipamentos.

Outro aspecto da GV é a possibilidade de apresentar especificações e indicadores de maneira visual usados para comunicar práticas operacionais padronizadas, planejar tarefas futuras e especificações gerenciais (TEZEL e AZIS, 2017). Estes sistemas de GV atuam como ferramentas de coordenação para equipes de trabalho para que entendam o escopo de seu trabalho atual e futuro (TEZEL e AZIS, 2017).

Dentro da estratégia da GV, dados de performances das equipes de trabalho são apresentadas abertamente nos quadros de performance e encontros das equipes são organizados regularmente entorno desses quadros para garantir o entendimento da performance atual pela equipe, instigar discussões em grupo e facilitar a melhoria contínua (TEZEL e AZIS, 2017).

O aumento da transparência nos processos induzido pela GV pode levar aos seguintes benefícios (TEZEL e AZIS, 2017):

- Simplificação e maior coerência no processo de tomada de decisão e controle de produção;
- Estimulação de contato informal através diferentes níveis hierárquicos;
- Contribuição para introdução de políticas de descentralização;
- Ampliar o engajamento dos colaboradores e autonomia na gestão;
- Aumentar coordenação no local e compreensão dos processos;
- Rápida compreensão e resposta aos problemas.

2.2 Indústria 4.0

À medida que a tecnologia da informação (TI) e a tecnologia operacional (OT) convergem, as empresas estão começando a encontrar novas formas de se conectar. Os dados coletados de fornecedores, clientes e empresa podem ser alinhados com informações de produção detalhadas, o que significa que os processos podem ser ajustados em tempo real. Os mundos digital e físico tornaram-se irrevogavelmente ligados com máquinas, sistemas e pessoas capazes de trocar informações e se ajustar automaticamente. A Indústria 4.0 não está apenas revolucionando os processos de fabricação, mas também tem um impacto poderoso no modelo da globalização, alterando a força de trabalho e aumentando a facilidade de acesso aos serviços.

Nesta transformação industrial, sensores, máquinas, peças de trabalho e sistemas de TI estarão conectados ao longo da cadeia de valor em uma única empresa. Estes sistemas conectados (também conhecidos como sistemas ciberfísicos) interagem entre si e analisam dados para prever falha, se configuram e se adaptam às mudanças. A indústria 4.0 permitirá

coletar e analisar dados entre máquinas, permitindo resposta mais rápida e eficiente nos processos de produção o que resulta em bens de qualidade superior a custos reduzidos. Isso, por sua vez, aumentará produtividade, ira fomentar o crescimento industrial e modificara o perfil da força de trabalho industrial – em última instancia, a implantação da quarta revolução industrial trará uma mudança da competitividade das empresas e regiões (Rüßmann, 2015).

Para Brettel et al. (2014), a Indústria 4.0 concentra-se no estabelecimento de produtos e processos de produção. Neste novo processo de fabricação, ocorrerá a necessidade de desenvolvimento rápido de produtos, produção flexível e ambientes complexos. Dentro da fábrica do futuro, também considerada uma fábrica inteligente, os sistemas ciber-físicos permitirão a comunicação entre humanos, máquinas e produtos. Como maquinas e produtos serão capazes de adquirir e processar dados, eles podem controlar certas tarefas e interagir com humanos por meio de interfaces. No ambiente de fabricação inteligente, produtos inteligentes e personalizados compreendem o conhecimento de seu processo de fabricação e aplicação ao consumidor e independentemente liderar o seu caminho através da cadeia de abastecimento. As tecnologias consideradas como pilares desta transformação tecnológica da indústria inteligente são: A internet das coisas e serviços; sistemas ciber físicos; Big-Data.

Segundo Coelho (2016), a indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente no retorno do investimento.

O impacto da indústria 4.0 vai para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, com pensam no desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição. É preciso perceber que as alterações se irão verificar em ambos os lados da cadeia de abastecimento, tanto a nível das exigências dos clientes como dos parceiros de negócio. De acordo com Klaus Schwab no seu Livro “the fourth Industrial Revolution” são quatro as principais alterações esperadas na Indústria em geral:

- Alterações nas expetativas dos clientes.
- Produtos mais inteligentes e mais produtivos.
- Novas formas de colaboração e parcerias.
- A transformação do modelo operacional e conversão em modelo digital.

3. Metodologia

Esta pesquisa é classificada quanto aos seus objetivos como exploratória pois se caracteriza como uma pesquisa preliminar a respeito de como as ferramentas da Industria 4.0 podem melhorar e transformar a Gestão Visual dentro dos processos de produção.

Quanto a coleta de informações, esta pesquisa é bibliográfica. Para seu desenvolvimento foram realizadas pesquisas em grandes bases de dados de publicações sobre as informações aqui pertinentes: Manufatura Enxuta; Gestão Visual; Industria 4.0. As seguintes bases de dados foram acessadas:

- Periodicos Capes;

- Google Acadêmico;
- Science Direct;
- Scielo.

Os trabalhos encontrados durante o levantamento bibliográfico foram lidos, discutidos e analisados quanto ao conteúdo em comum com os objetivos desta pesquisa e de que maneira poderia se compreender as possíveis transformações que as tecnologias da Indústria 4.0 pode trazer para a Gestão Visual.

4. Discussão e Resultados

As grandes potências industriais da atualidade apresentam uma posição similar aos seus concorrentes. Possuem elevados padrões tecnológicos, elevados conhecimentos de engenharia e um elevado desempenho em termos da qualidade global de seus produtos e serviços. Os desafios para estas empresas consistem em permanecerem neste patamar de excelência e em simultâneo responderem a um mercado cada vez mais exigente em termos de complexidade dos produtos, de tempos de entrega cada vez mais curtos e de uma permanente e crescente preocupação ambiental, baseada na minimização de desperdícios (WEF, 2016; Henriques, Peças, 2012; Henriques, Peças, 2003). Ainda, estas empresas precisam conviver com uma permanente pressão de fabricantes asiáticos, obrigando a uma permanente vigília dos custos de produção e logísticos. Assim resulta uma necessidade de redução de desperdícios e de tempo sem valor acrescentado, onde a maximização da eficiência de utilização dos recursos de elevado nível tecnológico é um fator chave e diferenciador (WEF, 2016; Henriques, Peças, 2012; Wongwiwat et al., 2013).

Em um contexto de indústria 4.0 as máquinas passam a contar com captadores de informações, tais como sensores, e sistemas informatizados (software de identificação de componentes) que registram as operações e os tempos de processamento, além de estarem conectadas a uma rede virtual, conhecida como Internet das Coisas.

Com toda essa tecnologia embarcada espera-se melhorar a eficácia da comunicação, tentando obter um processamento da informação mais rápido, claro e eficiente.

Dessa forma o gestor poderá desenvolver um planejamento de maneira informada, consciente e flexível, uma vez que dispõe de informação atualizada sobre cada componente e cada produto que está em produção.

O resultado almejado da interação da Indústria 4.0 com a Gestão Visual é a possibilidade de garantir um espaço fabril auto-regulado, auto-melhorado, auto-organizado e auto-explicativo (Galsworth, 2013; Wrye, 2016). Para isso se vê a grande necessidade de, antes de mais nada, este espaço tenha o programa 5S rodando de maneira eficiente.

Com um quadro de produção recebendo informações dos sensores presentes nas máquinas é possível disponibilizar uma informação completa sobre o progresso da produção para que o gestor possa, de forma intuitiva e ágil, conhecer o status da produção em tempo real. Indicadores também podem ser determinados, tal como calcular o desvio potencial de dias em relação ao prazo final definido com o cliente (JORGE e PEÇAS, 2018).

Esses mapas de produção proporcionam maior facilidade em adicionar novas programações no planejamento atual, permite identificar prioridades previamente.

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de quadro de produção interligado com o processo de fabricação de moldes. Neste estudo foram desenvolvidos quadros de produção para oferecer uma análise detalhada por componente, passando pelo progresso geral dos moldes e terminando com um plano anual de produção da empresa (JORGE e PEÇAS, 2018).

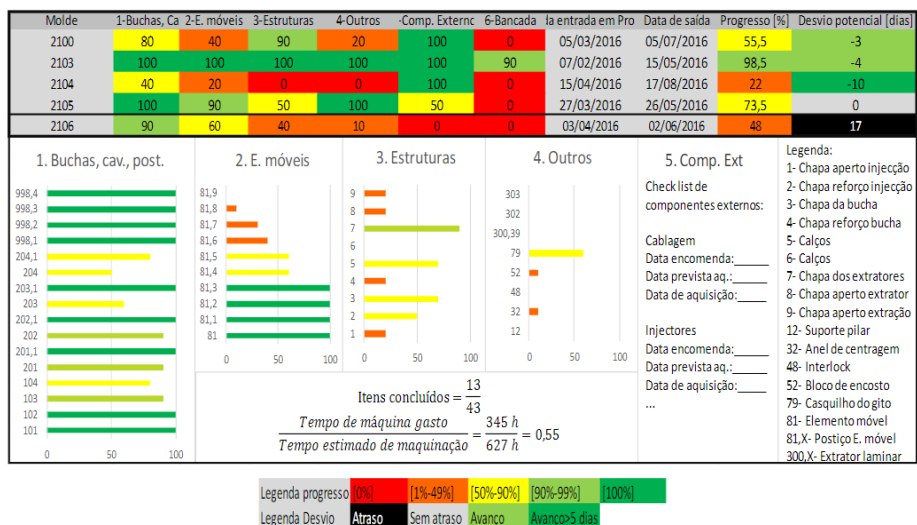


Figura 1. Quadro de produção detalhado dos moldes.

Fonte: (JORGE e PEÇAS, 2018)

No primeiro quadro é apresentado um mapa do progresso dos moldes, nele há toda informação referente à sua produção. Este quadro apresenta o progresso de fabricação das dezenas de componentes que constituem o molde (JORGE e PEÇAS, 2018).

O retângulo superior do quadro é apresentado de forma macro o progresso de todos os moldes atualmente em produção (JORGE e PEÇAS, 2018).

Caso os gestores tenham interesse em saber qual a razão do progresso de determinado molde, basta que o selecionem e a informação do progresso das dezenas de componentes desse molde é apresentada (retângulo inferior da Figura 1). O progresso de cada etapa é detalhado sob a forma de gráficos barras, numa escala de 0 a 100%, com o correspondente alertas de criticidade coloridos (JORGE e PEÇAS, 2018).

Na parte inferior do quadro é apresentado a razão entre o tempo de máquina realmente gasto e o tempo total de operação estimado na fase de planejamento. Com esta informação os responsáveis pela produção, planejamento e orçamentação podem comparar o valor estimado com o número de horas de máquina real consumidos e refletirem sobre essa informação para planejamentos e controles futuros (JORGE e PEÇAS, 2018).

Além do quadro detalhado de progresso da produção, um quadro de produção anual também foi desenvolvido, apresentado na Figura 2.

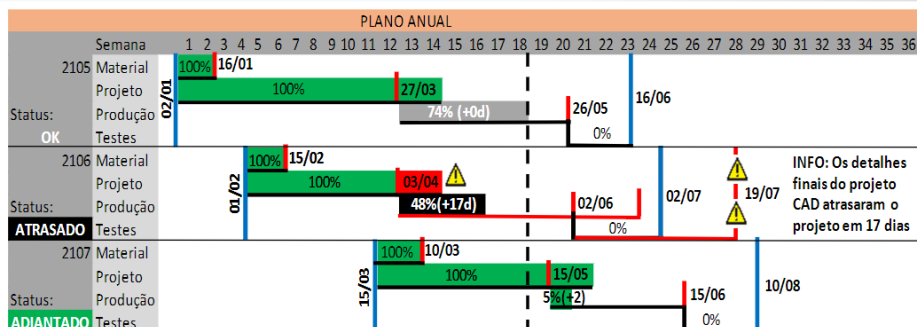


Figura 2. Quadro de produção anual.
 Fonte: (JORGE e PEÇAS, 2018)

Neste quadro há definição de metas de produção a atingir em datas estipuladas. Esta visualização minimizam a probabilidade de entregas em atraso, avanços na produção, muitas vezes indesejável pois poderia penalizar a produção de outro produto demandado (JORGE e PEÇAS, 2018).

Uma ferramenta que vem sendo utilizada pelas grandes empresas para aprimorar seus processos reduzindo tempo de operação, quantidade de papéis e gabaritos, aumentando eficiência e autonomia dos funcionários são óculos de realidade aumentada. Um exemplo desta tecnologia foi desenvolvida pela Mercedes e empregada na linha de montagem de cabinas de caminhões. Ele é empregado para auxiliar os operadores na qualidade e manutenção dos equipamentos. Sua função é ajudar os operários na atividade de conferencia de todos os sensores e equipamentos eletrônicos que precisam ser conferidos. Todo o processo de manutenção e itens a serem conferidos são mapeados e identificados. O óculos conta com câmeras digitais e sensores de rádio frequência que consegue identificar na peça todos os sensores e dispositivos elétricos. Ele consegue visualizar todos os resultados dos apontamentos dos sensores, saber quais são as próximas atividades e ainda pedir ajuda para um especialista via Skype e, através das câmeras, visualizar tudo o que o operador está enxergando. Dessa forma essa ferramenta, de maneira visual, intuitiva, melhora o desenvolvimento da atividade de conferência dos sensores, indica em tempo real seus resultados e aponta próximas atividades, o que torna a operação mais ágil e reduz erros de conferencia. A Figura X apresenta uma imagem de como o operador vê as imagem do óculos (MECÂNICA ON LINE).

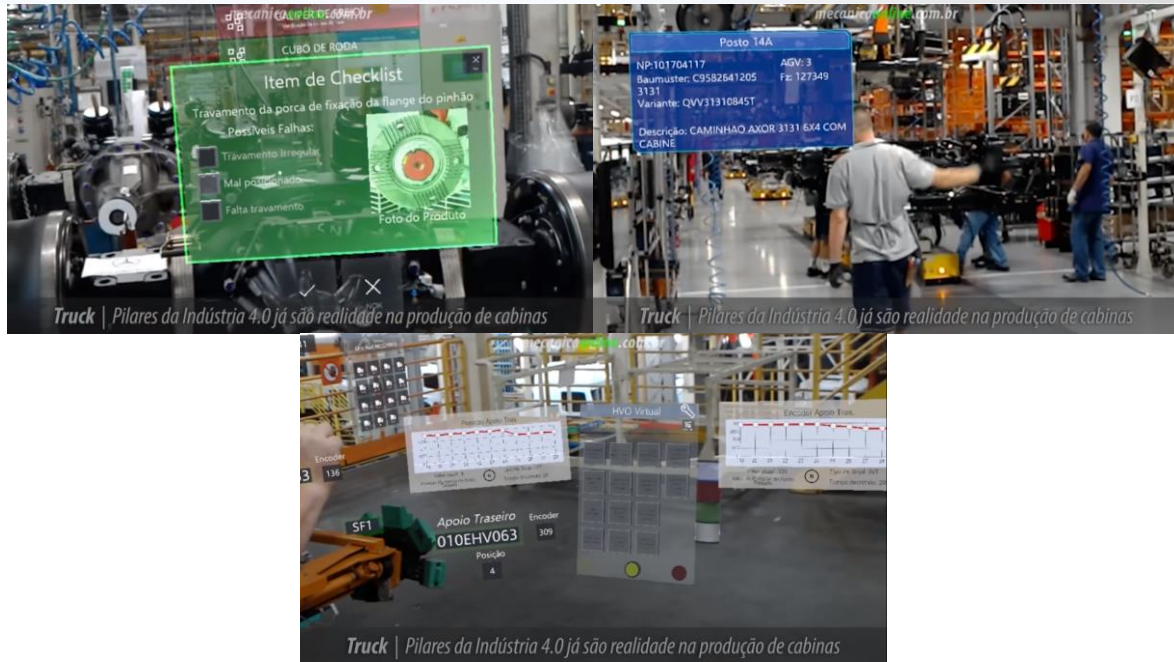


Figura 3. Imagens geradas pelo óculos de realidade aumentada.
Fonte: (MECÂNICA ON LINE).

Uma outra potencialidade que as ferramentas da Indústria 4.0 pode contribuir para a gestão dos processos através da gestão visual são os quadros de qualidade. Estes poderiam ser construídos com a interligação dos dispositivos *andon* e *poka yoke*. Estes dispositivos, ligados na em rede e emitindo seus apontamentos para a nuvem possibilitam a visualização em tempo real do desempenho do processo. Assim indicadores de produtividade e índice de erros podem ser monitorados e representados através de gráficos para visualização do estado do processo. Com reuniões diárias em volta destes quadros de qualidade, de maneira simples é possível apresentar um panorama da realidade o processo e medidas corretivas podem ser rapidamente implementadas.

A eficiência global do equipamento (OEE) também pode ser calculada com as informações emitidas pelo *andon* e *poka yoke*. Com estes dispositivos é possível identificar a frequência em que os dispositivos ficam disponíveis para operar, quão rápido estão produzindo e quantos produtos dentro do padrão foram produzidos. Assim esta informação de eficiência global também pode ser apresentada nos quadros de qualidade e auxiliar nas reuniões de melhoria contínua.

Outra ferramenta já utilizada dentro das empresas e que pode potencializar a gestão visual são os RFID (Radio-Frequency IDentification ou identificadores por rádio frequência). Esses dispositivos emitindo suas informações para a nuvem permitiriam a criação de, por exemplo, um quadro com a visualização de um Mapa de Fluxo de Valor do processo. Assim que uma matéria prima entra em estoque ela já é identificada e informações de data e horário são coletadas. Essas informações de entrada, espera e processamento são coletadas em cada etapa do processo até que esse material chegue até o final do processo. Dessa maneira informações como tempo de processamento, lead time, set-up poderão ser coletadas automaticamente e visualizadas no quadro para que, em reuniões em torno do mesmo sejam identificados pontos de Kaizen e medidas sejam tomadas.

4. Conclusão

Com o mercado globalizado e a grande pressão de mercado com preços de produção cada vez mais baixos, como no caso dos países asiáticos, as empresas precisam tornar seus processos mais enxutos. A Gestão Visual é um sistema que possibilita a rápida visualização do estado do processo de maneira rápida, transparente e abrangente, pois disponibiliza a informação para todos os interessados, sem burocracias nem barreiras.

Com o advento da Indústria 4.0 a interconexão dos equipamentos e apontadores tornou-se realidade. Toda essa informação, empregada na gestão visual, abre um potencial muito grande para as empresas tornarem seus processos mais eficientes.

O emprego de quadros de produção, com demonstrativos de estado em tempo real, permite ações preventivas de erros e tomada de decisões ágeis dentro do processo, minimizando os erros e tempo de produção parada. Além de otimizar a atividade de sequenciamento de produção em produções em lotes, atividade que ainda hoje é desenvolvida de maneira intuitiva na grande maioria das empresas. Como apresentado no trabalho esses quadros podem ser apresentados tanto em nível macro como micro, com detalhamento da produção em termos de componentes. Assim como o demonstrativo de metas de produção anuais. Todas estas informações tornam a gestão de produção mais simples, permite uma melhoria contínua, reduções de custos e melhoria do posicionamento competitivo da empresa no mercado em que atua.

Os quadros de qualidade, assim como os de produção, permitem o acompanhamento em tempo real do processo, a identificação de gargalos, erros, cálculo de indicadores, criação de gráficos históricos para analisar tendências dentro do processo. Assim, com reuniões em torno destes quadros, os colaboradores terão uma visão mais clara e rápida da situação global do processo, estes quadros podem instigar o surgimento de novas ideias para melhorias e aumentar a motivação dos colaboradores.

Os equipamentos de realidade aumentada se mostram como ferramentas disruptivas dentro do processo, alterando a maneira de trabalho, criando uma interação visual com o processo e o produto. Além de permitir ajuda de especialista no exato momento para a solução de um problema, não postergando sua solução.

Dessa forma observa-se o grande potencial que as ferramentas da Indústria 4.0 traz para a Gestão Visual e por consequência para os ganhos dentro da empresa em termos de aumento de produtividade, tomada ágil de decisões, redução de erros, eliminação de gargalos, redução de *lead time*, rastreabilidade dentro do processo.

Referência Bibliográfica

BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering**, v.8, n.1, p. 37-44, 2014.

COELHO, PEDRO MIGUEL NOGUEIRA. **Rumo à indústria 4.0**. Coimbra, 65 p., 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade de Coimbra.

GALSWORTH, G. D.. **Visual Workplace - Visual Thinking**. Visual-Lean Enterprise Press: 2013.

Galsworth, G.D. *Visual Systems: Harnessing the Power of Visual Workplace*. AMACOM, New York, NY. 1997

HENRIQUES, E., PEÇAS, P. **New Business Models for the Tooling Industry. Advances in Business and Management**. New York: Nova Science Publishers, 2012.

HENRIQUES, E., PEÇAS, P. **The Need for Agile Manufacturing Implementation in Mould Making Business**. New York: Business Excellence, 2003.

Ho, S.K. Transplanting Japanese management techniques. **Long Range Planning**, v. 26, n. 4, p. 81-89, 1993.

Imai, M. **Gemba Kaizen: A Common-sense, Low-Cost Approach to Management**. McGraw-Hill, London, 1997.

JORGE, D. P.; PEÇAS, P. Mapeamento do Progresso de Moldes – Uma Ferramenta de Gestão Visual para A Indústria 4.0. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n.1, p.68 - 81, 2018.

MECÂNICA ON LINE. Pilares da Indústria 4.0 já são realidade na produção de cabinas na Mercedes-Benz. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kYLG5eXNh5I&list=PLUveRsoTgbDygiYeCasl6f4MmQNBGZuvG&index=7&t=0s>> Acesso em: 03 set. 2019.

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

RÜßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston Consulting Group, 14, 2015.

TEZEL, A.; AZIZ, Z. Benefits of visual management in construction: cases from the transportation sector in England. **Construction Inovation**. v. 17, n.2, p. 125-157, 2017.

Tezel, A.; Koskela, L.; Tzortzopoulos, P.; Formoso, C.T.; Alves, T. Visual management in Brazilian construction companies: taxonomy and guidelines for implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 6, p. 132-150, 2015

Tompkins, J.A.;Smith, J.D. **Warehouse Management Handbook**, Tompkins Press: Raleigh, 1998

WEF, J. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. **The World Economic Forum**. 2016.

WONGWIWAT, Asawin; BOHEZ, Erik LJ; PISUCHPEN, Roongrat. Production scheduling for injection molding manufacture using Petri Net model. **Assembly Automation**, v. 33, n. 3, p. 282-293, 2013.

WRYE, M. **Visual Management is Critical to Lean, Beyond Lean**. Disponível em: <<https://beyondlean.wordpress.com>> Acesso em: 12 jul. 2019.