

MANUFATURA DE LUZES APAGADAS (LOM): UMA REVISÃO DE LITERATURA

Aubert Sayler Moura da silva (UNIVERSO RECIFE) aubert.sayler@yahoo.com.br
Victor Henrique Oliveira Macaiba (UNIVERSO RECIFE) victormacaiba@gmail.com
Antonio Machado de Souza Neto (UNIVERSO RECIFE) machado-axe@hotmail.com
Hélder Henrique Lima Diniz (UNIVERSO RECIFE) helderhld@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar revisão de literatura do modelo de produção *Light's out manufacturing (LOM)*, que tem como proposta desenvolver a produção ou algumas linhas produtivas totalmente automatizadas, podendo assim reduzir os gastos com iluminação, ar-condicionado e aquecimento. As informações foram coletadas, tendo como base pesquisas em fontes secundárias e terciárias. Os dados foram estratificados e reunidos de forma qualitativa. Por fim apresentou-se, através de exemplos, a aplicação em indústrias de diferentes setores, algumas das vantagens e desvantagens desse novo modelo de produção, características de funcionamento das várias formas que esse modelo pode ser aplicado, seus resultados com base no ponto de vista dos adeptos e os seus efeitos na sociedade, analisando também como a indústria nacional está aos poucos aderindo a esse modelo.

Palavras-chave: Revisão de literatura. Manufatura de luzes apagadas (LOM). redução de custos e riscos. Indústria 4.0.

1 Introdução

Devido a evolução da tecnologia e suas aplicações, os diversos modos de processos manufatureiros vêm se modificando. Desde a primeira revolução industrial, quando seu foco eram as máquinas movidas a vapor e a velocidade de transporte dos produtos nas ferrovias, passando pela segunda revolução, focada no aço e na produtividade humana, até a terceira revolução industrial, quando a tecnologia e a automação teve seu foco ampliado e a produtividade não significava apenas quantidade e sim qualidade, tempo e segurança, os seres humanos procuram ampliar sua capacidade produtiva, com a maximização da eficiência e a redução de custos e riscos (ACATECH, 2013).

Ao longo das últimas décadas, com o surgimento e democratização das tecnologias mais recentes de forma rápida, as indústrias conseguiram adaptar processos de forma a acelerar sua produção reduzindo os custos e riscos.

Baseados nesses processos de evolução e renovação industrial, no ano de 2013 foi introduzido na Alemanha, mais especificamente na feira de *Hannover* por *Robert Bosch GmbH* em associação com a ACATECH, um novo modelo de indústria, no qual, ficou popularmente conhecida no meio acadêmico e empresarial como indústria 4.0, em que sua proposta é a revolução da comunicação (ACATECH, 2013). Pode-se dizer que esse novo método produtivo é fruto de alguns conceitos recentes, como a Internet das coisas e a inteligência artificial. Dentro da indústria 4.0 surge um submodelo de manufatura, denominado de *Light's out Manufacturing*, traduzindo, Manufatura de luzes apagadas (INDRAMAT, 2018).

Esse modelo industrial derivado da indústria 4.0, busca de forma objetiva e inteligente a união de inovações tecnológicas na área de automação e comunicação entre as células produtivas para alcançar um resultado mais eficiente e seguro. O *Light's out manufacturing* procura, dentro deste conceito, o processo no qual as máquinas operam de maneira autônoma, com parcial ou nenhuma intervenção humana direta. Conceito esse que já havia sido abordado pelo CEO da GM, Roger B. Smith, em 1982.

Diante do exposto, define-se como objetivo deste estudo, apresentar uma revisão de literatura, tipos de aplicações, vantagens e desvantagens, tanto produtivas quanto sociais, exemplos de indústrias que já utilizam esse método com sucesso e as que fracassaram, como também, o que é necessário para a implantação desse método revolucionário, o papel do engenheiro de produção e se a indústria nacional pode acomodar esse modelo que, no mínimo, reduz boa parte dos custos com *HVAC*, além da redução exponencial de riscos de acidentes e passivos trabalhistas.

2 Referencial teórico

2.1 Manufatura

Manufatura é uma palavra que vem do latim *manu*, mão e *factura*, feito, descreve o processo de transformação de matérias primas em produtos acabados ou semiacabados (PACIEVITCH, 2008). Pode ser utilizado desde atividades 100% automatizadas até artesanatos regionais.

A aplicação da manufatura se estende a vários setores, mas é focada na produção de bens, como automobilística, mecânica, eletrônica, química, confecções e etc. Está presente em todos os sistemas econômicos, visto que é um processo básico de toda sociedade. A produção artesanal está presente na vida dos homens desde a idade média, e foi declarada “moderna” a partir da primeira revolução industrial (PACIEVITCH, 2008).

Após a segunda guerra mundial, surgiu no Japão o termo Manufatura Enxuta. Criado pelo engenheiro Taiichi Ohno, a filosofia Enxuta procura ter uma produção flexível, com máxima eficiência e redução de desperdícios comuns aos estilos de manufatura adotado pelo Fordismo (SANTOS, 2016).

2.2 Revolução industrial

A revolução industrial pode ser considerada uma série de mudanças nos sistemas produtivos das indústrias e negócios. Ver quadro 1.

Quadro 1 – Fases e características da Revolução Industrial

Fase	Características
1 ^a	A primeira revolução industrial teve início na Inglaterra e depois se expandiu pela Europa entre os anos de 1760 a 1860. Foi considerada a revolução das máquinas a vapor e das linhas férreas, além do enriquecimento das indústrias de tecido com o surgimento do tear mecânico.
2 ^a	A segunda revolução industrial ocorreu entre 1860 e 1900, conhecida como revolução do aço e da energia elétrica, as siderúrgicas e usinas ganharam espaço. A invenção dos motores a explosão e o desenvolvimento da química foram primordiais nesse período.
3 ^a	Na terceira revolução industrial, iniciada no século XX e se estendendo pelo XXI, os computadores, internet, engenharia genética e o início da automação industrial foram as inovações desse período, no qual, considera-se que está a ser encerrado em breve.
4 ^a	A quarta revolução industrial revela-se como a revolução da comunicação, surgida em 2012 na Alemanha, sendo a mesma uma abertura de infinitas possibilidades de estilos manufatureiros como o Light's out Manufacturing. Automação em alto nível, IIoT e inteligência artificial, engenharia genética e neurotecnologias fazem parte deste contexto.

Segundo Schwab em entrevista para BBC (2016), diretor executivo do Fórum Econômico Mundial, "A quarta revolução industrial não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas a transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital (Terceira revolução)"(PERACIO, 2016).

2.3 Análise de modos de falhas e efeitos (FMEA)

FMEA é o processo que tem como objetivo identificar, delimitar e descrever as falhas que ocorrem em um processo ou produto e seus efeitos. Assim é possível elaborar um plano de ação para prevenir e, em alguns casos, eliminar de vez o risco de falhas (RODRIGUES, 2004)

O FMEA pode ser dividido em duas classes, as de produto e as de processo, onde a primeira relaciona as falhas que poderão ocorrer no produto, dentro das especificações do projeto, já a de processo, relaciona as falhas que poderão ocorrer no planejamento do processo (RODRIGUES, 2004).

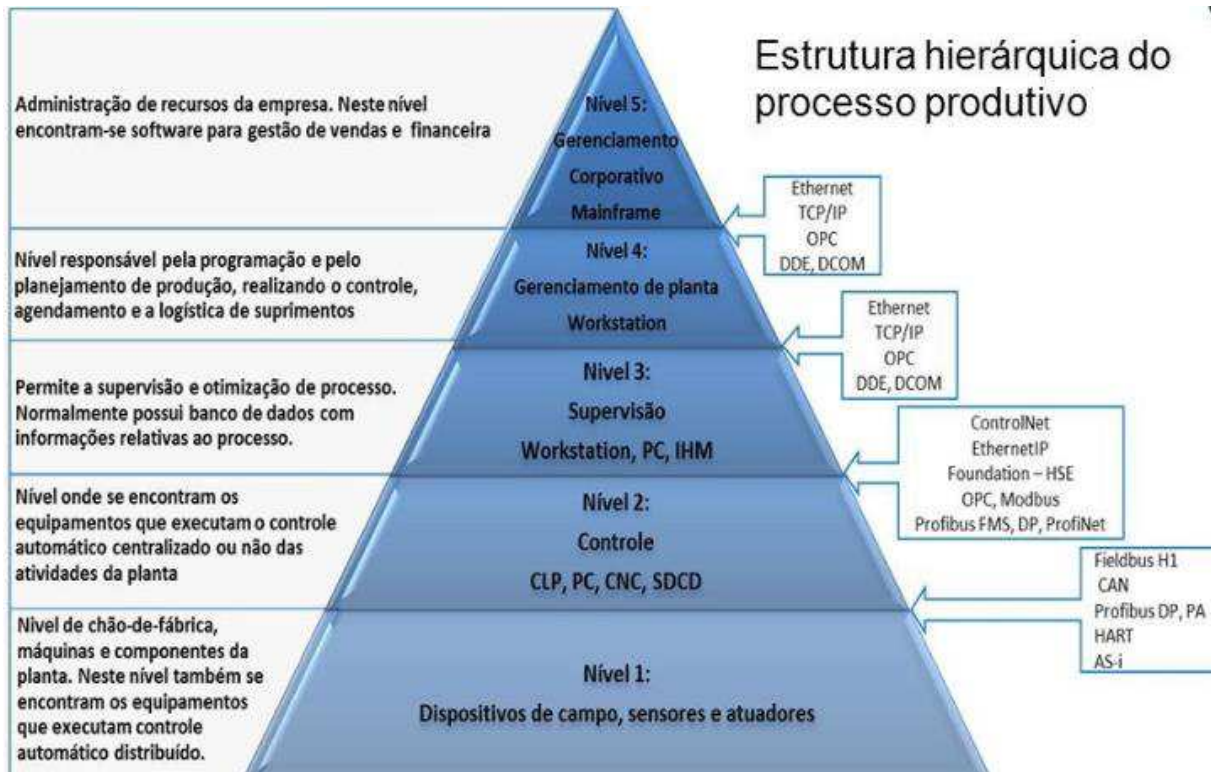
2.4 Automação industrial

A automação industrial é um dos pilares da indústria 4.0, como visto no tópico 2.2 deste trabalho, a automação está presente nas indústrias desde a terceira revolução, e evolui constantemente a cada dia.

Para melhor entendimento sobre a automação, um sistema pode ser considerado automatizado quando os esforços humanos são substituídos por um conjunto de tecnologias proporcionando a execução da atividade com qualidade e segurança com nenhuma ou quase nenhuma interação humana (SILVEIRA, 2018).

O nível de automação em indústrias segue uma pirâmide como a representada na figura 1.

Figura 1 – Pirâmide do nível da automação em empresas



Fonte: BOJORGE, Ninoska. <<https://www.automacaoindustrial.info/a-piramide-da-automacao-industrial>> (2017)

2.5 Índices de capacidade e performance

Para que fosse medido a capacidade e confiabilidade das empresas, unido ao conceito de produção enxuta. Criou-se alguns métodos para se calcular o C_p e C_{pk} , no qual, o C_p compara a tolerância especificada com a variação do processo, O C_{pk} caracteriza a localização da variação do processo (MULLER, 2017).

2.6 HVAC

O sistema de *HVAC* (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*), é o conjunto de tecnologias aplicado ao aquecimento, ventilação e ar condicionado que formam o ambiente para qualidade da manufatura, tanto dos produtos quanto dos colaboradores envolvidos (PORTAL EDUCAÇÃO, 2013).

O controle do sistema de *HVAC* ficou mais fácil com a automação industrial, visto que, os sensores e controladores podem atuar sozinhos quando se apresenta alguma anomalia de temperatura ou ventilação no ambiente (NASCIMENTO, 2018).

2.7 IoT, IIoT e Big Data

IoT, *Internet of Things*, traduzido como, Internet das coisas, é descrito como um conjunto de dispositivos conectados e que se comunicam através de uma rede. O IoT é composto por dispositivos inteligentes e sensores (HPE, 2017).

Uma variação do IoT é o IIoT, *Industry Internet of Things*, ou internet industrial das coisas, no qual sua aplicação em conjunto com um *Big Data*, que é um poderoso servidor que armazena grande quantidade de dados lógicos, é a captação de dados operacionais de sensores, processadores e robôs que estão em funcionamento tanto dentro da fábrica como fora (HPE, 2018).

Seus usos incluem sensores remotos em plataformas de petróleo, a coleta de dados climáticos e o controle de termostatos inteligentes para reatores.

2.8 Indústria 4.0

A indústria 4.0 é um dos principais frutos da revolução que o *IoT* proporcionou, nesse tipo de indústria é aplicada uma alta carga de tecnologias e automação em alto nível, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir os custos e eliminar a maior parte dos riscos (GOVERNO FEDERAL, 2018).

A base desse modelo de indústria é o *Big Data*, inteligência artificial, robótica e o IOT. Vários modelos de manufatura são derivados desse estilo de indústria, um deles é o *Light's out Manufacturing*.

2.9 Light Out Manufacturing

Light out manufacturing, traduzindo, manufatura de luzes apagadas, é um submodelo de indústria derivado da indústria 4.0, no qual, sua principal característica é a possibilidade de operação com nenhuma interação humana direta nas máquinas, salvo em momentos que será necessário a realização de manutenção (SCHWEDER, 2017).

A não necessidade da presença humana na fábrica tira a obrigatoriedade de ter-se um sistema de *HVAC* funcionando todo o tempo, ou no período em que o turno está rodando. Deve-se lembrar que os humanos ainda são necessários para a programação das máquinas e manutenções mais específicas em alguns equipamentos (HENNESSEY, 2017).

3 Metodologia

O estudo apresentado define-se como exploratório e explicativo, pois segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória busca a familiarização com determinado assunto e a explicativa procura identificar os fatores que contribuíram para a ocorrência de determinados fenômenos.

Com a utilização da técnica bibliográfica que, segundo Gil (2008), é desenvolvida com base em materiais já elaborados, busca-se estudar de forma exploratória a definição das características, tipos, de aplicação, vantagens e desvantagens do modelo *Light's Out*, e explicar assim, o motivo pelo qual algumas empresas não obtiveram sucesso e outras conseguem empregar esse modelo com sucesso, como também o que foi necessário para implantação do mesmo, impactos sociais mais detalhados, o papel de um engenheiro de produção e como a indústria nacional pode reagir.

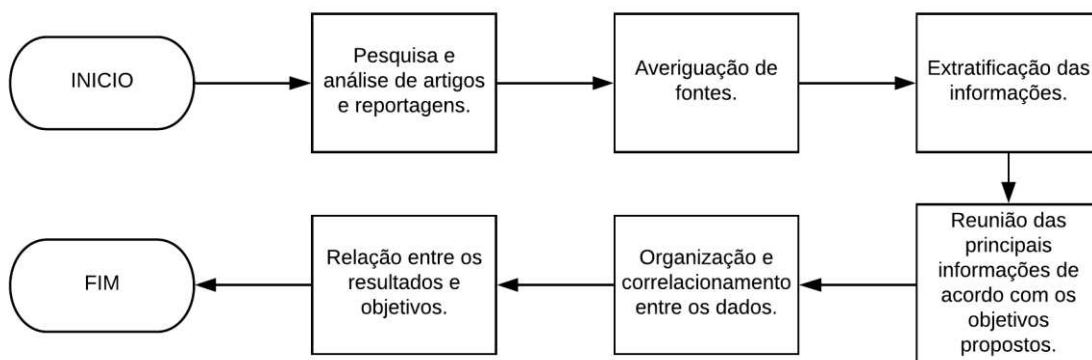
Para que os objetivos fossem atingidos, analisou-se 3 artigos, 20 reportagens e 5 entrevistas, coletados através de pesquisas na internet no período de 01/03/2019 a 24/04/2019, classificando-se assim os dados como secundários e terciários, pois segundo Kitchenham (2007), as fontes de pesquisas secundárias consistem em avaliações de fontes primárias, e as fontes terciárias são aquelas que apresentam uma sintetização das informações apresentadas em fontes primárias e secundárias.

Após as análises realizadas, chegou-se aos resultados e de acordo Kitchenham (2007), pode-se definir um resultado como qualitativo quando expõem conceitos e ideias através de análises

e quantitativo quando são expressos em números, gráficos e tabelas. Tendo em vista os tipos de métodos explicados, pode-se definir os resultados deste estudo como quali-quant, pois ainda segundo Kitchenham (2007), o método quali-quant define-se como uma abordagem combinatória entre qualitativa e quantitativa.

Para que os resultados fossem alcançados, seguiu-se um fluxograma de atividades baseados nas seguintes fases demonstradas na figura 2.

Figura 2 – Fluxograma de atividades para desenvolvimento de pesquisa



Fonte: Do autor (2017)

4 Resultados e discussões

Quando se menciona *Light out manufacturing*, não se refere apenas a uma indústria inteira funcionando sobre este modelo, pois pode-se aplicar esta estrutura em linhas ou células produtivas específicas.

Como exemplo pode-se citar a Philips, sua fábrica que fica localizada em Drachten, Holanda, adotou nas linhas de produção dos barbeadores o modelo de luzes apagadas, no qual, seu maior desafio foi conseguir produzir a grande variedade de modelos de barbeadores, que gira em torno de 600, sem perder sua produtividade com *set-up*. A solução veio da empresa BWM, que escolheu os robôs SCARA, com seis eixos de movimentação, sistemas de visão e reconhecimento, alimentador de peças e controles (SPROVIERI, 2012).

Dentro desta mesma linha, pode-se encontrar um outro tipo de aplicação, que é a de células de produções autônomas, no caso da Philips, como os barbeadores são diferentes entre si, cada modelo é composto por cinco a oito células, no qual, elas operam autonomamente, podendo se conectarem e desconectarem via *plug-and-play*, independentemente da linha, maximizando assim a flexibilidade do Sistema (SPROVIERI, 2012).

Ao total, a linha contém mais de 120 robôs e 40 alimentadores flexíveis, que garantem a alimentação dos componentes necessários para a montagem dos barbeadores. No fim de tudo, desligam-se as luzes das linhas, que, é a principal característica do modelo *light out* (SPROVIERI, 2012).

A única presença humana neste processo é no final da linha, no qual, existe uma equipe de 9 pessoas do controle de qualidade por amostragem (AMBYINT, 2018).

Já aplicando a uma indústria inteira, pode-se observar a FANUC, empresa japonesa que trabalha em sua totalidade sobre o modelo *light's out manufacturing* desde 2001. A fábrica da FANUC foi remodelada para poder acomodar esse modelo completamente, e consegue produzir 50 robôs por dia, trabalhando 24 horas por dia e 30 dias por mês sem interferência humana. (WHEELER, 2015).

Em direção oposta ao sucesso da aplicação do modelo pela FANUC e Philips tem-se a GM, que em 1982 tentou aplicar esse modelo como pioneira e fracassou, pois a tecnologia necessária para a implantação ainda não existia. Sob a direção do CEO Roger B. Smith, foi inaugurada a fábrica do futuro em Saginaw, Michigan e em 1988, os resultados deste investimento ainda não estavam satisfatórios, pois além do consumo de energia, as máquinas consumiam muita água em seus processos (LEVIN, 1988). Em 1992 a fábrica foi fechada e o projeto abandonado pela GM (BRYANT, 1992).

Ao avaliar os casos citados até este momento, observa-se que é necessário estudar as vantagens e desvantagens da aplicação deste modelo, inclusive, seu efeito diante a sociedade, visto que, a ausência da necessidade de presença humana em fábricas, aumenta o índice de desemprego. Ao longo dos anos, observa-se que com o aumento da tecnologia e automação, existe uma queda no número de vagas nas indústrias como pode ser observado na figura 3.

Figura 3 – Quantidade de vagas por ano



Fonte: BIGGINS, Matthew <<https://hackernoon.com/manufacturing-the-end-of-labor-automation-unemployment-and-society-f772c74f0558>> (2017). Acesso em 21/04/2019

Além dos impactos sociais, pode-se citar que o alto investimento inicial para aplicação deste modelo é uma barreira a ser superada. A FANUC em 2015, investiu aproximadamente \$ 1 bilhão de dólares para expandir seus negócios e funcionar com totalidade sob o modelo *Light out manufacturing* (TRACY, 2016).

Uma outra barreira visível da aplicação do modelo, é o alto investimento e constante manutenção da segurança da informação, visto que, tudo neste modelo roda através do conceito da internet das coisas, investir em segurança é essencial para o sucesso do modelo.

Oposto a isso, tem-se as inúmeras vantagens que esse modelo pode proporcionar, como por exemplo, a ergonomia. De acordo com a BVS (2009), um dos maiores problemas que acomete um trabalhador é a LER, lesão por esforço repetitivo. Qualquer atividade repetitiva pode ser substituída por um equipamento automatizado, visto que, não há variação de movimentos. Ainda de acordo com a BVS, para se evitar a LER, deve-se parar a cada 25 minutos a atividade que está sendo realizada para um alongamento dos músculos e relaxamento dos mesmos. Se calcularmos os 25 minutos por turno de trabalho e por trabalhador, temos uma grande perda de produtividade.

Além da ergonomia, verifica-se também o fator segurança, pois, de acordo com o engenheiro sênior da MWES Peter Gratschmayr, empresa que produz robôs para indústrias, “Algumas das vantagens da implementação do modelo de luzes apagadas são a redução e estabilização

dos custos e riscos com segurança e ergonomia.” Ainda segundo Gratschmayar, qualquer serviço repetitivo em alta temperatura, pressão, gases tóxicos ou qualquer outro trabalho perigoso deve ser realizado por um robô e não um humano (WHEELER, 2015).

Com relação ao meio ambiente, além da economia da utilização de recursos como água e energia, pode-se relacionar outros fatores, como por exemplo, emissão de gás carbônico por veículos, que de acordo com uma pesquisa realizada pela *Global carbon Project*, em 2018 os níveis de emissão de CO₂ atingiram os maiores da história. Ao relacionar isso, com o fato de que, de acordo com o IEMA em pesquisa publicada pela revista EPOCA (2016), 72% das emissões de gases são de responsabilidade dos veículos automotores, pode-se deduzir que ao reduzir-se a quantidade de pessoas transitando em ônibus e carros nas cidades, os níveis de emissão de CO₂ irão cair.

Como já mencionado, o consumo de energia elétrica e água nas indústrias são reduzidas com a implantação do modelo *light out manufacturing*. De acordo com um estudo realizado pela Philips, a iluminação pode representar até 80% dos gastos de um galpão, e o modelo *light out* pode atribuir uma economia substancial tanto em relação aos custos, quanto em relação ao consumo destes dois recursos, já que, não teremos pessoas para consumir água ou HVAC (WHEELER, 2015).

Ao referir os custos com energia, pode-se fazer uma relação direta com o *layout* da produção, pois os dois são diretamente proporcionais. Segundo John Kowal (2006) que é o gerente de marketing e especialista no setor de *packaging*, pode-se usar o chão de fábrica como uma medida para o consumo de energia, pois quanto maior seu espaço, maior o a área para iluminação, resfriamento e aquecimento. Quanto menor o espaço, menor será o custo com energia, e o uso do *light out* unido a tecnologias de robôs compactos e com alta eficiência energética impulsiona essa economia (BRUMSON, 2006).

Chris Anderson (2006) diz que “Robôs são muito eficientes. O custo com a energia de um robô rodando pode ser menor que um dólar ao dia, dependendo da aplicação” (BRUMSON, 2006).

Além de proporcionar a redução do espaço físico necessário para produção, o modelo contribui de forma notável para a produtividade e redução dos custos com retrabalho. O engenheiro sênior da MWES, Peter Gratschmayr (2015) diz que além da redução de custo com *HVAC* e mão de obra confiável, qualidade e confiabilidade são atribuídos ao processo, pois os retrabalhos e falhas críticas em produtos são reduzidas (WHEELER, 2015).

Para que fosse testada a capacidade de operação contínua de algumas das aplicações do *light out manufacturing*, a MWES mediu a robustez do processo através do índice Cpk, que se aproximou do índice de 99,99999 % de peças aceitas, ou seja, sem falhas, por milhão. Esses números significam uma classificação seis sigma a indústria (WHEELER, 2015)

Juntamente com a capacidade de operação, a MWES também mediu a performance do FMEA para avaliar o valor potencial de falhas, e segundo eles, o modelo se saiu bem tanto na entrada como no produto de saída (WHEELER, 2015)

Ao falar-se de capacidade produtiva, FMEA e índice de confiabilidade de uma linha de produção ou indústria, deve-se avaliar se o modelo estudado se adapta ao seu processo. Os três itens citados acima, devem ser avaliados antes de uma possível implantação, métodos como VPL e *Payback* devem ser utilizados para avaliar-se o ganho do investimento. Quando um cliente solicita a MWES algum projeto específico de automação ou até mesmo, uma modelagem para o *light out*, é feito a análise dos três itens mencionados através de algum software de simulação e é relacionado se o custo do equipamento é coerente com o retorno de investimento. Uma das maneiras para se avaliar se o investimento é plausível, é avaliando os processos manuais da produção, se a substituição destes por uma máquina gera qualidade e segurança, pode-se fazer um aprofundamento nos estudos de investimento, pois uma máquina poderá substituir o operador. Além de tudo, é importante notar que toda operação no modelo *light out*, requer grande confidencialidade no processo de manufatura (WHEELER, 2015).

Ao trazer tantos processos automatizados para o Brasil, pode-se prever o impacto na indústria nacional. Segundo Suria Barbosa (2018) a consultoria McKinsey em 2017 revelou que, até 2030, dezesseis milhões de trabalhadores serão afetados pela automação industrial no Brasil. Tem-se alguns exemplos nacionais de como a automação já está afetando diretamente pela automação, um deles é a fábrica da Scania, de acordo com o Carlos Dias Ferreira (2018), a

planta de São Bernardo do Campo em São Paulo, está entrando no novo padrão de indústrias mundiais. A fábrica conta com 75 robôs, produzindo anualmente 25 mil veículos, com uma grande variedade de modelos. Um dos exemplos dessa variedade, são as cabines, no qual, diferem em 72 tipos as laterais, além disso, a produção consegue ter um design mais preciso, ao ponto de chegar a 10% de redução de combustíveis.

5 Conclusão

De acordo com os objetivos propostos, apresentou-se uma visão geral do que é o modelo *light out manufacturing*, assim como exemplos de aplicações, vantagens, desvantagens e como o Brasil está reagindo a automação industrial em grande escala. Pode-se perceber que além das vantagens produtivas, o modelo se destaca também pela alta sustentabilidade.

Os exemplos apresentados durante o estudo, evidenciam a grande quantidade de processos fabris que se encaixam no modelo estudado, e como disse Will Aja, VP de operações da Panacea Technologies, em entrevista para Schweder (2017), “Temos uma gama de processos industriais onde a eliminação dos erros humanos por completo está chegando”.

Aplicando um alto gerenciamento de recursos, o *light out manufacturing*, traz uma proposta inovadora para o Brasil e o mundo, onde produtividade, qualidade, sustentabilidade e segurança caminham juntos.

O modelo *light out manufacturing*, força o desenvolvimento da sociedade, pois ao eliminar as vagas manuais, abrem-se novas possibilidades para o desenvolvimento, visto que, o humano terá mais tempo para pensar em melhorias do que apertar um parafuso.

REFERÊNCIAS

ACATECH, *National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Hannover, 2013. Disponível em:<<https://pt.slideshare.net/AlanLung/final-report-industrie40accessible-45987399>> Acesso em 13/03/2019.

AMBYINT. *‘Lights-Out’ Manufacturing: Taking Uncertainty Out of the Equation*. 2018. Disponível em:<<https://ambyint.com/resource-item/lights-out-manufacturing-taking-uncertainty-out-of-the-equation/>> Acesso em 22/04/2019.

BARBOSA, Suria. **Estudo da McKinsey investiga o impacto da automação no futuro do mercado de trabalho**. *Na prática*, 2018. Disponível em:< <https://www.napratika.org.br/pesquisa-mckinsey-automacao-do-trabalho/>> Acesso em: 22/04/2019.

BRUMSON, Bennett. **Robots and Energy Cost Reduction** Robotic Industries Association, 2006. Disponível em:< https://www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Industry-Insights/Robotics-and-Energy-Cost-Reduction/content_id/1047> Acesso em 24/04/2019.

BRYANT, Adam. **COMPANY NEWS; G.M. to Close High-Tech Parts Factory**. *The New York Times*. 1992. Disponível em:< <https://nyti.ms/29gNrOE>> Acesso em 22/04/2019.

BVS. **Lesões por Esforços Repetitivos**. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. 2009. Disponível em:< bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/174_ler.html> Acesso em 22/04/2019.

CREA-PE. **Engenheiro de Produção**. Conselho regional de engenharia e agronomia. 2017. Disponível em:< <http://www.creape.org.br/>> Acesso em 24/04/2019.

DUARTE, Jorge. **O que é o Estudo de Viabilidade Econômica Financeira?** Fluxo Consultoria, 2015. Disponível em:< <http://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/gestao-empresarial/estudo-viabilidade-economica-financeira/>> Acesso em 13/03/2019.

FERREIRA, Carlos Dias. **Nova fábrica da Scania no Brasil é 100% automatizada**. Canal Tech. 2018. Disponível em:< <https://canaltech.com.br/robotica/nova-fabrica-da-scania-no-brasil-e-100-automatizada-123314/>> Acesso em 22/04/2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HENNESSEY, Meghan. **INDUSTRY 4.0 FUELS LIGHTS-OUT MANUFACTURING**. Otto Motors, 2017. Disponível em:<<https://ottomotors.com/blog/industry-4-0-fuels-lights-out-manufacturing>> Acesso em 31/03/2019.

HPE. **O que é internet das coisas?** HPE, 2017. Disponível em:< <https://www.hpe.com/br/pt/what-is/internet-of-things.html>> Acesso em 13/03/2019.

—. **O que é IIoT?** HPE, 2018. Disponível em:< <https://www.hpe.com/br/pt/what-is/industrial-iiot.html>> Acesso em 13/03/2019.

KITCHENHAM, B.A., CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Tech. Rep. EBSE-2007-01, KeeleUniversity, 2007.

LEVIN, P. Doron. **Smart Machines, Smart Workers**. *The New York Times*. 1988. Disponível em:< <https://nyti.ms/29mSVIz> > Acesso em 22/04/2019.

MULLER, Bruna Luise. **Capacidade e Performance**. *Harbor*, 2017. Disponível em:<<https://www.harbor.com.br/harbor-blog/2017/07/06/capacidade-performance-significado/>> Acesso em 26/04/2019.

NASCIMENTO, Felipe. **Saiba tudo sobre a Automação HVAC** – Horizonte Climatização. CREA-SC, 2018. Disponível em:< <http://ebgesc.com.br/blog/tudo-sobre-automacao-hvac-horizonte-climatizacao/>> Acesso em 31/03/2019.

PACIEVITCH, Thais. **O que é manufatura?** Infoescola, 2008. Disponível em:<<https://www.infoescola.com/industria/manufatura/>> Acesso em 13/03/2019.

PERACIO, Valeria. **O que é a 4ª revolução industrial** - e como ela deve afetar nossas vidas. BBC, 2016. Disponível em:<<https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>> Acesso em: 09/03/2019.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Sistema HVAC** - (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*). Portal Educação, 2013. Disponível em:< [https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/sistema-hvac-\(heating-ventilation-and-air-conditioning\)/26148](https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/sistema-hvac-(heating-ventilation-and-air-conditioning)/26148)> Acesso em 13/03/2019.

REVISTA EPOCA. **Emissão de CO2 de carros e motos cresce 192% no Brasil**. 2016. Disponível em:< <https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/09/emissao-de-co2-de-carros-e-motos-cresce-192-no-brasil-diz-pesquisa.html>> Acesso em 22/04/2019.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para a qualidade: GEIQ**, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

SANTOS, Vírgilio F.M. **Lean Manufacturing**: o que é e como funciona. FM2S, 2016. Disponível em:< <https://www.fm2s.com.br/o-que-e-lean-manufacturing/>> Acesso em: 09/03/2019.

SCHWEDER, Jeanne. **Turning Out the Lights on the Factory Floor**. *Automation World*, 2017. Disponível em:< <https://www.automationworld.com/article/technologies/robotics/turning-out-lights-factory-floor>> Acesso em 31/03/2019.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **O que é Automação industrial?** CitiSystems, 2018. Disponível em:< <https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/>> Acesso em: 09/03/2019.

SPROVIERI, John. **Automation Proles: Robots Help Philips Shave Assembly Costs**. *ASSEMBLY magazine*, 2012. Disponível em:< <https://www.assemblymag.com/articles/90173-automation-profiles--robots-help-philips-shave-assembly-costs->> Acesso em: 22/04/2019.

TRACY, Phillip. **Lights out manufacturing and its impact on Society**. RCR, 2016. Disponível em:< <https://www.rcrwireless.com/20160810/internet-of-things/lights-out-manufacturing-tag31-tag99>> Acesso em: 15/02/2019.

WHEELER, Andrew. **Light out Manufacturing: Future Fantasy or Good Business?** *Redshift*, 2015. Disponível em:< <https://www.autodesk.com/redshift/lights-out-manufacturing/>> Acesso em 21/04/2019.