

COMO A INDÚSTRIA 4.0 AUXILIA NA MELHORIA DE PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DE FERRAMENTAS DE SUPORTE À GESTÃO

GEAN FELIPE DOS SANTOS SILVA¹
ALESSANDRO MARQUES DE OLIVEIRA²
THIAGO CARDOSO PINTO³
DIARLES DAVI FERRAZ⁴

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo, em paralelo com os avanços da indústria 4.0, mostrar ferramentas tecnológicas que auxiliam no modelo de gestão, tendo em vista a problemática de indústrias que ainda não acompanham a onda percursora alemã da fabricação moderna. Assim, através de estudos feitos em uma das ferramentas abordadas, conhecida como *roadmapping*, pode-se fazer uma gestão direcionada ao ganho de produtividade, redução de custos a longo prazo, fabricação inteligente e moldar o plano estratégico, através de uma visão de futuro apoiada em indicadores embasados nas informações disponibilizadas por ferramentas tecnológicas, capazes de projetarem vistas multidimensionais das organizações. Além de analisar os impactos e trazer inteligência competitiva para as empresas que adotam esse modelo de gestão e de estrutura organizacional, voltadas para a fabricação moderna. Conclui-se que existe uma exigência iminente de inovar, visto que o mercado competitivo é necessário, para as empresas que desejam se manter e ter diferencial no produto e na fabricação.

Palavras-chave: indústria 4.0; roadmapping; fabricação moderna e gestão.

¹ Bacharel em Administração pela FAEX (geanfssilva@gmail.com).

² Professor efetivo de Engenharia Econômica, Gestão Ambiental e Economia pela FAEX; Graduado em Ciências Econômicas pela UFSJ e Mestre em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente pela UNICAMP (vpaiol@yahoo.com.br).

³ Professor efetivo pela FAEX, especialista em recursos humanos (thiagocardoso.rh@gmail.com).

⁴ Aluno da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema. E-mail: diarles.ferraz@gmail.com

HOW INDUSTRY 4.0 HELPS YOU IN IMPROVING PRODUCTIVITY THROUGH MANAGEMENT SUPPORT TOOLS

ABSTRACT

This study aims, in parallel with the advances of industry 4.0, to show technological tools that help in the management model, considering the problem of industries that still do not follow the German precursor wave of modern manufacturing. Thus, through studies done in one of the approached tools, known as roadmapping, one can manage productivity gain, long term cost reduction, intelligent manufacturing and shape the strategic plan, through a supported future vision. indicators based on information provided by technological tools, capable of projecting multidimensional views of organizations. In addition to analyzing the impacts and bringing competitive intelligence to companies that adopt this management model and organizational structure, focused on modern manufacturing. It is concluded that there is an imminent requirement to innovate, as the competitive market is necessary for companies that wish to maintain and have differential in product and manufacture.

Keywords: industry 4.0; roadmapping; Modern manufacturing and management.

1. INTRODUÇÃO

Através de levantamentos do Fórum Econômico Mundial, foi constatado em análise mercadológica a importância de inovar, por conta dos avanços tecnológicos da chamada 4ª Revolução Industrial e como é importante para a gestão estratégica reconhecer o potencial de mudança, para que possa criar valor e redução de custos nos processos, assim, planejando a preparação para as frequentes mudanças de ambiente, bem como utilizando dos métodos de inovações tecnológicas, o gestor terá uma colaboração maior em sua tomada de decisão, tornando-a mais assertiva.

Quando aborda-se um gerenciamento do futuro da tecnologia e de prover informação, a fim de decidir o melhor investimento a ser realizado, considera-se o ápice da estratégia, pois ter ferramentas que ajudem a enxergar causas, já que o mundo físico está cada vez mais se tornando um sistema de informação, faz-se necessário ter habilidades de projeção. Com isso, certamente o fim tende a ser conforme o planejamento inicial, daí a importância de ter uma ferramenta que auxilie o gestor e a organização a trabalharem com o que há de novo, porque as diferenças entre informações e materiais estão deixando de existir, pelo fato de os produtos estarem vinculados a suas informações.

Uma problemática, ou talvez uma oportunidade, que provém da evolução da tecnologia, em especial a “internet das coisas”, está na demanda por analistas e matemáticos, pois esses talentos estão cada vez mais escassos no mercado e para manter um sistema de dados estável e reproduzível é necessário o suporte de algoritmos.

2. METODOLOGIA

Em prol do objetivo foram necessários estudos bibliográficos e revisões teóricas que fossem identificadas causas, importâncias e as formas de aplicação, baseando-se em obras, pesquisas descritivas, relatórios, publicações e jornais que permitissem conclusões exatas por meio dos dados coletados. Através dos dados foi possível organizar o conteúdo de modo que ficasse explicativo e informativo, para que o leitor

tenha uma gama maior de absorção do conteúdo.

Foram realizadas tabulações, traduções de gráficos, ferramentas aplicadas em empresas, escolha seletiva de conteúdo a trazer um vasto conhecimento sobre a indústria 4.0 e a forma de liderar com as novas tendências.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 História e evolução da indústria 4.0

Segundo Schwab (2016) a revolução industrial é dividida em quatro etapas, sendo elas: Primeira Etapa: entre o período de 1760 e 1840, pelo advento das construções de ferrovias e a máquina a vapor, iniciando assim a produção mecânica, com isso houve a redução da força muscular no trabalho. Conforme consulta na obra de Stearns (2013), essa revolução aproveitava o potencial energético do carvão. Com isso, o motor a vapor de James Watt foi eficiente para bombear água, facilitando assim as escavações nas minas de carvão.

Segundo Hirsch Jr. (2018) logo surgem locomotivas a vapor levando pessoas e bens em transporte ágil por maiores distâncias, tornando a Grã-Bretanha pioneira na revolução em transportes, rodovias e ferrovias.

Nessa primeira fase também houve uma revolução têxtil, quando Eli Whitney inventou o descaroçador de algodão, então as famílias passaram a se deslocar dos vilareijos para as cidades fabris que iam surgindo, embora desordenadas em questões sociais nessas localidades, crianças e mulheres trabalhavam com baixos salários em vulnerabilidade a doenças geradas nas cidades industriais. Conforme consulta na obra de Espinasse (1874), também ocorreu a invenção de James Hargreaves, nomeada como "*spinning jenny*", uma máquina de fiar hidráulica, que desenvolveria a manufatura do algodão.

Ainda Schwab (2016): Segunda Etapa: iniciada no século XIX, prosseguida no século XX, essa revolução tem seus fatores principais como a eletricidade e linha de montagem (produção em massa). Segundo Hobsbawm (1968) o conhecimento científico surge como base para a indústria elétrica e química, aperfeiçoamentos do

motor de combustão interno para refinação e processamento de petróleo e borracha, que em estado bruto não eram aproveitáveis. Então, a mão-de-obra com qualificação científica promoveu avanços do progresso tecnológico.

Equipamentos e investimentos em projetos de pesquisas sistemáticas tornaram a Alemanha avançada na indústria química.

Outra mudança foi a expansão do sistema fabril e a divisão da produção de manufatura em processos simplificados, realizados por máquinas especializadas, movidas a energia mecânica, para criar bens de consumo duráveis. Essa evolução técnica organizacional foi chamada de produção em massa, objetivando a aplicação reduzida do trabalho humano ao ponto imperceptível (automação). Um exemplo dessa automação foi aplicado na indústria química, com o controle automático de temperatura, patenteado em 1831 como “termostato”, eliminando assim manipulações diretas.

Ainda em Hobsbawm (1968) devido à mecanização do processo de produção nos Estados Unidos, houve um forte desenvolvimento industrial que também contou com uma elevação do consumo (procura), dessa forma o processo sofreu uma padronização, isso abriu espaço para a produção de armamentos, em seguida os norte-americanos adotaram a produção em massa de veículos automotores, ainda que o automóvel fosse invenção europeia. Mas as transformações realmente importantes foram o torno-revólver, fresa universal e torno automático. Pouco depois surgiu o desenvolvimento das ligas de aço em alta velocidade mecânica, que aliadas à indústria química possibilitaram a fabricação de armamentos mais destrutivos, substâncias como tungstênio, manganês, cromo, níquel, entre outros, tornaram-se componentes primordiais da metalúrgica pós 1870.

Surgem termos como “administração científica do trabalho”, por meio da organização do sistema de produção em massa, através de um fluxo planejado de processos, decomposições de tarefas humanas e mecânicas tomam força, um exemplo dessa aplicação foi a fábrica de veículos de Henry Ford.

Para Landes (1969) a eletricidade surge como fonte móvel de energia, possibilitando novos produtos (bens de consumo), máquinas, iluminação elétrica, aparelhos elétricos e demandas associadas à ferrovia.

Ainda Schwab (2016) a Terceira Etapa iniciou-se na década de 1960, era chamada de Revolução Digital, ou do computador, foi impulsionada pelo desenvolvimento de semicondutores da computação em *mainframe*, que eram supercomputadores com alta capacidade de processamento (década de 1960), computador pessoal (década de 1970 e 1980) e da internet (década de 1990).

Conforme consulta em introbooks (2018), com o auxílio do computador digital, o uso da internet passou a ser potencializado, assim foram introduzidas novas formas e meios de interação ou comunicação. O nível global de alcance da internet permitiu a expansão de empresas e negócios. Tecnologias antes analógicas e mecânicas transformaram-se em digitais, plataformas disponíveis para uso pessoal ou negócios, empresas importando e exportando produtos para todas as partes do mundo em nível global, compras e entregas de forma rápida, dando base para a criação de um novo setor: o e-commerce.

Essa revolução percorreu uma longa jornada. Anteriormente os telefones portáteis eram usados apenas para ligações e mensagens de texto, com a introdução dos telefones celulares as pessoas passaram a se interessar, porém o custo era alto, poucas pessoas podiam ter, mas com o passar do tempo e a comunicação em progresso o cenário mudou, os celulares tornaram-se comuns e importantes na vida das pessoas.

Para Charlesworth (2011) a revolução digital trouxe aproximação entre clientes e a marca. Gerentes do século XXI precisam adaptar-se para obter sucesso, pois as ferramentas digitais dão visão revolucionária ao novo meio, que através de mídias digitais nos negócios permitem estratégias e táticas on-line, já que o site da organização é o ponto central do marketing digital, tornando assim a comunicação com o cliente mais eficiente.

Ainda em Schwab (2016) por fim, estamos no início da Quarta Etapa, que surgiu na virada do século, baseada na revolução digital, suas características são a internet ubíqua (onipresente), móvel, sensores menores (nanotecnologia) e poderosos, tornando-se mais baratos, inteligência artificial e aprendizagem automática (aprendizado de máquina) envolvendo a tecnologia robótica.

Para Schwab (2016) bilhões de conexões, dispositivos móveis com alto poder

de processamento e armazenamento, acessibilidade ao conhecimento, inovações tecnológicas emergentes (de potencial para criar ou transformar o ambiente de negócio alcançando influência econômica) em diversos campos. Uma gama de tecnologia que permite fusão entre mundo físico, digital e biológico fazendo com que reestruturemos nosso sistema governamental, educacional, de saúde, instituições, transporte etc.

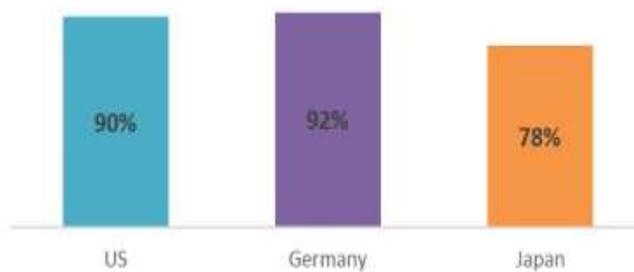
O fato do mundo estar multifacetado (múltiplas características e atributos) e cada vez mais há tecnologia gerando tecnologia, melhor e mais avançada, permite uma evolução em ritmo exponencial transformando todo o sistema, países, empresas, indústria e sociedade.

4. IMPORTÂNCIA ATUAL E SEUS BENEFÍCIOS

Segundo Skilton e Hovsepien (2018) em 2016, o governo alemão, visando à sua liderança na economia por meio de inovação e tecnologia, financiou o valor de 200 milhões de euros em iniciativas de pesquisa com o seu programa “High-Tech Strategy 2020 for Germany”, conforme consulta na obra de Schavan (2010) essa estratégia visava inovação em primeiro plano do governo, com isso incentivava o país a colocar as ideias em prática a fim de pôr a Alemanha no topo dos mercados mais importantes, atraindo investidores e pesquisadores transformando o país na nação mais favorável em pesquisas do mundo até 2020. Pesquisas envolvendo soluções de sistemas, novas ideias, produtos, tecnologias e aplicações. Transformando-os na sociedade do conhecimento.

Segundo Slusarczy B. (2018) empresas que consideram a importância da indústria 4.0 em suas operações tem a percepção de aplicação e desenvolvimento da tecnologia como uma oportunidade, conforme pesquisa de abordagem nos Estados Unidos, Alemanha e Japão.

Figura 1 - Indústria 4.0 como oportunidade e não risco.



Fonte: Slusarczy B. (2018)

Para Schwab (2016) a indústria 4.0 tem por definição gerar um modelo de fábricas inteligentes com sistemas virtuais, digital, biológico e físico de manufatura que cooperem entre si de forma flexível. Personalizando produtos e criando novos modelos de operação que unam tecnologias possibilitando interação com o mundo.

Segundo Slusarczy B. (2018) não é por menos, pois os benefícios são vastos, veja a seguir:

Tabela 1 - Benefícios permitidos pela indústria 4.0

Benefícios da Indústria 4.0	
Quesito	Benefício adquirido
Identificação eletrônica	Coleta de dados em relação ao ciclo de vida
Padrão de consumo melhorado	Dados através de requisitos dos usuários
Compartilhamento de Informação	Auxilia as etapas de manutenção e critérios de exigência (normas)
Monitoramento	Controle de desempenho das linhas de montagem
Logística	Rastreamento de entregas e melhoramento de rotas

Fonte: Slusarczy B. (2018)

4.1 Tecnologia

Dentre as inúmeras tecnologias que surgiram, as mais comuns quando relacionamos à indústria 4.0 são segundo Schwab (2016):

Robótica: que em indústrias automobilísticas são responsáveis por 80% da fabricação de um carro, os robôs permitem simplificar a cadeia de suprimentos. Conforme consulta na obra de Cooper (2019) são definidas como máquinas

reprogramáveis para trabalharem automaticamente, cada vez mais alimentadas por AI (inteligência artificial), substituem atividades físicas de produção ao processar, montar, desmontar, pintar, inspecionar, embalar etc.

Inteligência Artificial (AI - Artificial intelligence): Segundo Tutorial point (2015) inteligência artificial é a engenharia de fabricação de máquinas inteligentes ou ciência da computação que tem por objetivo criar computadores, ou máquinas, tão inteligentes quanto o ser humano, sua maneira de criação envolve robôs controlados por software para pensarem da mesma forma que humanos inteligentes pensam, aprendem, decidem e trabalham, enquanto tentam resolver um problema, assim usam os resultados desses estudos como parâmetro. Para Schwab (2016) o advento da inteligência artificial permite dirigir carros, possui em sua estrutura uma rede de dados baseadas em situações passadas que permitem conclusões rápidas, automatizando processos complexos de decisões futuras.

Internet das Coisas (IOT – Internet of things): Para o Congressional research service (2019) IOT é um sistema inter-relacionado de dispositivos que se conectam por rede sem precisar de interação humana compartilhando informações entre si. Exemplo: dispositivos médicos de monitoramento, rastreadores fitness entre outros, esses dispositivos inteligentes possuem sensores e programas de alta complexidade de análise de dados, podendo assim coletar esses dados através de seus sensores oferecendo serviços aos usuários conforme seus parâmetros e baseados nas análises. Exemplificando ainda, há refrigeradores que utilizam sensores para fazer reconhecimento de imagem, assim possibilita a construção de inventários dos itens podendo avisar ao usuário quando é necessário fazer a reposição dos itens. Já na indústria as máquinas se comunicam e compartilham informações, assim visam a melhorar a eficiência do processo, produtividade, desempenho, além de fornecer dados de produção em tempo real.

Em um balanço de com dados de 2018, os dispositivos domésticos inteligentes geraram 16% da receita global (mais de US \$ 14 bilhões), veículos inteligentes geraram 5% (US \$ 4,5 bilhões).

Impressão 3D: Prosseguindo com Congressional research service (2019), a impressão 3D é um processo de fabricação usado para a criação de peças por meio

de design digital de arquivos tridimensionais, seu método de manufatura é aditiva: construção da peça final através de adições de camadas consecutivas de material em uma placa de construção, em paralelo há o processo subtrativo que corta uma peça final do primeiro bloco fazendo a remoção de materiais indesejados, todo o processo controlado por um computador. Abrangem variados recursos, diversos tipos de materiais e criam em variedade de escalas. Suas propriedades baseiam-se em redução de desperdício, capacidade de criação de peças de alta complexidade, economia de execução de produção e facilidade de mudanças no projeto.

Exemplo de aplicações: Lâminas de turbina aeroespacial, calçados, desenhos geométricos, brinquedos, estatuetas, implantes médicos, próteses etc.

Big Data: Segundo Mitchell, Locke, Wilson (2012) o Big Data utiliza variações de fonte de dados novas e emergentes, dados de mídia social, localização geradas por *smartphones* e informações públicas, inclusive dados de sensores interligados em carros, prédios, entre outros. Em uma definição mais objetiva, utiliza o modelo 3V (volume, velocidade e variedade). Volume: análise comparativa de alta quantidade de informação. Velocidade: velocidade absoluta dos dados gerados, que por muitas vezes são na velocidade da informação, exemplo das *hashtags* no Twitter. Variedade: fontes diversas em formatos e estruturas, como o exemplo: sites de mídia social e redes sensoriais, que geram fluxo de dados em mudança constante, que vincula referências cruzadas a várias partes de informações, flexibilizando o armazenamento de dados não estruturado. Um pouco mais abrangente pode-se definir um quarto “V” que seria o valor comercial, ou formas de gerar valor. O sistema analítico tradicional operava com dados históricos desatualizados, já na solução de dados a análise é em tempo real, assim as respostas as mudanças de mercado se tornam mais ágeis, permitindo então concentrar-se no valor agregado entendendo os sentimentos dos clientes com o produto, possibilitando uma análise semântica.

Em resumo, o Big Data oferece uma combinação de dados para a extração de valor adicional como *insights* de negócios que permite a tomada de decisão informada e dados como um ativo de poder de negociação e vendas.

Para Skilton e Hovsepián (2018) o ritmo é tão intenso que a cada ano surgem mais tecnologias, como as entregas comerciais via drones, cartão de memória

terabyte SD, transistores de nanotubos de carbono, microssores equipados ao tamanho de uma poeira, podendo ser implantados no corpo humano, postos reaproveitáveis de foguetes etc.

4.2 Globalização

Para Leurent e Boer (2019) segundo o Fórum Econômico Mundial, os “faróis” (modelos de fabricantes que lideram o caminho da indústria 4.0) dão o pontapé inicial na jornada de aprendizado, trazem benefícios ao ambiente de produção e aumentam sua eficiência, pois adotar tecnologia em escala por meio de esforços combinados de empresas e governos, aumentam a produção global e riqueza, beneficiando a sociedade.

O centro da revolução em andamento são as fábricas, representando 16% do PIB (produto interno bruto) global, logo, essas fábricas (faróis) têm potencial para gerar valor econômico, melhorando fatores como a produtividade, a eficiência de recursos, a agilidade, a capacidade de resposta devido à velocidade de mercado e a personalização atendendo às necessidades dos clientes.

A natureza global dos faróis inclui as fábricas de propriedade alemã atuando na China, site irlandês de propriedade americana, tudo indo além do contexto geográfico, envolvendo toda a cadeia, desde materiais básicos até fabricantes e processos industriais avançados. Chips globais de empresas com menos de 100 funcionários alcançando inovações radicais em seus processos.

Ainda em Leurent e Boer (2019) os faróis se abrem à colaboração, pois os benefícios dessa cultura ultrapassam ameaças competitivas em potencial, impulsionando o motor de crescimento econômico de forma inclusiva possibilitando oportunidades como terceirização de alguns processos em que empresas menores possam contribuir às demandas de processo das empresas maiores.

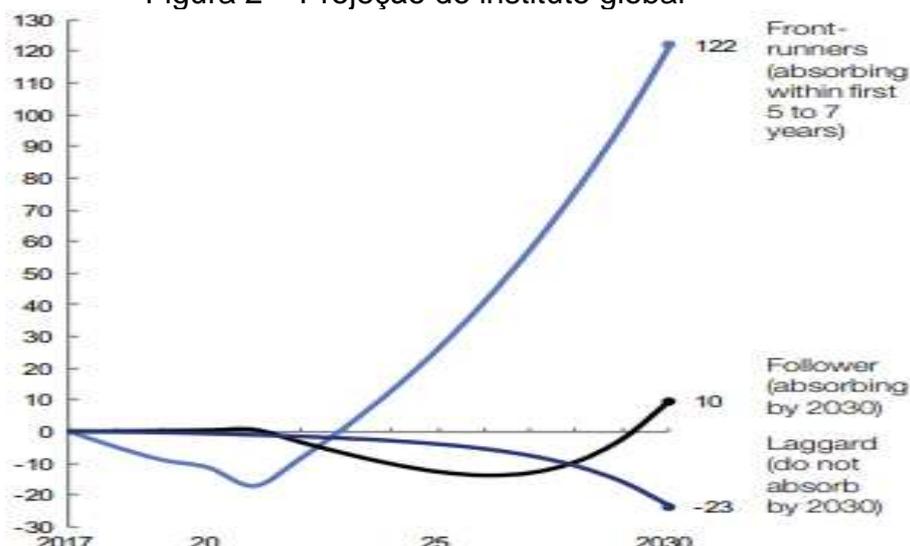
5. EMPRESAS QUE ADOTAM A 4ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Segundo Leurent e Boer (2019) Conforme especialistas e membros de organizações privadas foram selecionadas 16 empresas como parâmetro atual da indústria 4.0 são elas: Bayer (Garbagnate - Itália), BMW (Regensburg - Alemanha), Bosch (Wuxi - China), Danfoss (Tianjin - China), UPS (Chicago - Estados Unidos), Foxconn (Shenzhen - China), Haier (Qingdao - China), Johnson & Johnson (Cork - Irlanda), Phoenix Contact (Bad Pyrmont e Blomberg – Alemanha), Procter & Gamble (Rakona – República Tcheca), Rold (Cerro Maggiore - Itália), Sandvik Coromant (Gimo – Suécia), Saudi Aramco (Uthmaniya - Arábia Saudita), Schneider Electric (Le Vaudreuil - França), Siemens (Chengdu - China) e Tata Steel (IJmuiden - Países Baixos).

5.1 Informativo

Segundo Leurent e Boer (2019) projeções de análises do Instituto Global, entre as empresas que adotam inteligência artificial, comparando os primeiros 5 a 7 anos com aquelas que ficam para trás em adotar esse tipo de sistema, demonstram que os indicadores das empresas que aderem à inteligência artificial podem antecipar um fluxo de caixa acumulativo de 122%, enquanto para as que ficam para trás, o impacto é de 10%.

Figura 2 – Projeção do instituto global



Fonte: Helena Leurent e Enno de Boer (2019).

Ainda em Leurent e Boer (2019) A adoção antecipada de implementação traz benefícios em relação à vantagem competitiva, pois os custos e despesas de capital são menores nessa fase.

Somente são enquadradas como empresas “faróis”, aquelas que obtêm benefícios financeiros e operacionais significativos, também que se encaixem nas categorias de impacto significativo realizado; integração de casos bem-sucedidos; tecnologia de plataforma escalável; forte desempenho em facilitadores críticos como gerenciamento de mudança.

5.2 Resultado, caso P & G

Segundo Leurent e Boer (2019) algumas mudanças direcionadas à indústria 4.0 trouxeram resultados significativos para a P & G, sendo:

A) Ajuste da direção digital:

Essa ferramenta permitiu a exploração de dados em diferentes níveis através de KPIs (indicadores chaves de performance), implantados em telas no chão da fábrica, assim os esforços tornam-se alinhados com as estratégias da empresa. Os drivers de desempenho permitem uma visão geral para identificar a raiz e as causas

dos desvios, além de auxiliar no agendamento e rastreamento de tarefas.

B) Controle da qualidade em processos:

A problemática de amostragem manual não garantia 100% da qualidade aos lotes, isso gerava retrabalhos de lotes inteiros, se algum desvio fosse detectado após a produção, ocorria atrasos na liberação do produto. Agora o controle é feito por análises em tempo real, também a coleta de dados através de sensores que monitoram as características do produto, a linha é interrompida caso algum desvio seja detectado, relatórios indicam a qualidade dos lotes para liberação ou não do lote. Todo esse sistema foi desenvolvido por IT/OT (tecnologia da informação/tecnologia operacional).

Tabela 2 - Impacto nos processos da P & G

Quesito	Aumento	Redução
Produtividade	160%	
Satisfação dos clientes	116%	
Reclamações		63%
Custo total da planta		20%
Nível estoque		43%
Produtos de baixa qualidade		42%
Tempo de troca		36%
Tempo de produção		24h

Fonte: Helena Leurent e Enno de Boer (2019).

6. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS E SEUS FACILITADORES DE AUXÍLIO À LIDERANÇA FUTURA

Segundo Groscurth (2018) os líderes deverão trabalhar com objetivo e futuro compartilhado, suas características principais são:

Tabela 3 - Características de liderança futura

Características de liderança futura
Alto nível de inteligência humana
Pensamento crítico
Estratégico
Know-how de liderança
Habilidade de colaboração
Habilidade de Treinamento e desenvolvimento
Julgamento ético
Agilidade
Disciplina
Criatividade

Fonte: Groscurth (2018).

Ainda em Groscurth (2018), certo de tantas mudanças, ambientes de incerteza e os frequentes avanços da tecnologia, o líder precisará ter a capacidade fundamentalmente humana para ter alcance dos resultados nesta era, assim as equipes poderão superar as adversidades, possibilitando mudanças significativas em meio a organizações e comunidades conectadas, pois os recursos estão cada vez mais práticos, automaticamente o líder é forçado a agir. Será preciso projetar a organização para o futuro, isso é um processo estratégico, mas que pode contar com recursos que ajudam a reduzir os riscos e maximizar o potencial das tendências (inteligência artificial, impressão 3D, internet das coisas etc.).

Será exigido o comprometimento em construir uma organização pronta para o futuro, daí surge a preocupação com a sustentabilidade a longo prazo. Liderar por definição para que um objetivo compartilhado seja alcançado, o líder deve motivar, mobilizar, influenciar, além de coordenar recursos e pessoas.

Devem-se criar expectativas para o futuro, antecipando consequências e dando direcionamento para as pessoas (seguidores). Os líderes precisarão ter visão holística, no que é possível, o que poderia ser e o que deveria ser em termos de projeção.

Em eras anteriores, empresas mais bem-sucedidas tiveram líderes focados no futuro, levando em consideração o bem-estar de seus seguidores. Focar no futuro

permite observar tendências, pensar em como as tecnologias afetarão as pessoas e a sociedade. Pensadores críticos sempre relacionam e planejam o futuro de forma estruturada.

6.1 Facilitadores de auxílio aos líderes

Segundo Leurent e Boer (2019) o líder poderá se basear em facilitadores, que são recursos para sua gestão inteligente, são eles:

Tabela 4 - Facilitadores de auxílio aos líderes

Facilitadores de valor	Facilitadores de Expansão
Tomada de decisão em Big Data	Estratégias de negócios assertivos
Tecnologia no chão de fábrica	Arquitetura da internet das coisas voltadas para a expansão do negócio
Novos modelos de negócios e de trabalhos ágeis	Capacitação do quadro efetivo (aquisição de habilidades)
Custo mínimo incremental para casos de aplicação	Engajamento da equipe

Fonte: Helena Leurent e Enno de Boer (2019).

7. ROADMAP

7.1 O que é a tecnologia roadmap?

Segundo Moll (2017) é um roteiro tecnológico resultante de uma análise sistemática de barreiras e necessidades, ou seja, um documento desenvolvido com o propósito de evitar obstáculos técnicos e identificar oportunidades de crescimento contínuo. Essa ferramenta dá suporte à decisão, indicando riscos específicos de pesquisas e desenvolvimento.

O custo de desenvolvimento de novas tecnologias é alto, em vez de financiar programas de tecnologia, que muitas vezes pode não levar ao caminho desejado, concentrar-se nas atividades do roteiro permite uma inovação direcionada para desenvolver o produto certo, assim há melhores retornos de investimentos, custos são

diminuídos e o volume pode ser aumentado.

O roteiro é composto de temas chaves, em cada tema há projeções de onde é provável que surjam problemas futuros e o pensamento atual das indústrias relacionados ao prazo de resolução.

O mapeamento de tecnologia auxilia no desenvolvimento e implementação de estratégias relacionadas a produtos e planos de tecnologia, como uma base de informações sobre processos e ferramentas a serem produzidas. Os mapas (roadmaps) e o processo de mapeamento (roadmapping) ampliam os horizontes de planejamento, identificando oportunidades e ameaças no ambiente organizacional.

Não existe um processo padrão em sua elaboração, por isso há variedades e estilos de mapas diferentes, mas existem quatro grandes áreas de aplicação: ciência de tecnologia, indústria, tecnologia de produtos e produtos.

A principal abordagem que aplica o TRM (technology roadmapping) é a do T-PLAN, como forma de apoiar os gerentes preocupados em desenvolver e comunicar o seu produto e planejamento com os negócios.

Para Suzana Leitão Russo, Maria Rita Moraes Chaves Neto, Mariane Camargo Priesnitz, Lana Graziela Marques Alves (2017).

O T-PLAN costuma tratar os conteúdos das camadas do roadmap de forma separada, concentrando na integração e alinhamento entre elas.

Segundo Lucas Barbosa Alves, Carlos Eduardo Sanches da Silva, Carlos Henrique Pereira Mello (2011) seu modelo convencional é composto por quatro seminários, sendo os três iniciais focados em três camadas chaves do mapa (mercado e negócios, produtos e serviços, e tecnologia).

Seminário I: Identificar mercado, negócio e o desempenho do produto;

Seminário II: Criar as características do produto;

Seminário III: Identificar soluções tecnológicas;

Seminário IV: Mapear os marcos, produtos e evolução tecnológica.

Segundo Semick (2016) em paralelo à abordagem do T-PLAN, temos a abordagem do S-PLAN, que mantém as camadas principais relacionadas ao “porque”, “o que”, e “como” e acréscimos, se forem necessários. Sua projeção indica e explora novas oportunidades em longo prazo. Concluindo, o roadmap é um resumo

visual de mapeamento e direção.

7.2 Benefícios e características do roadmapping

Segundo Suzana Leitão Russo, Maria Rita Moraes Chaves Neto, Mariane Camargo Priesnitz, Lana Graziela Marques Alves (2017) os benefícios propostos são vastos, como antecipar as mudanças, identificar maneiras de fomentar o investimento, ter uma visão em tempo real dos planos, registrar os benefícios, auxiliar o marketing, pois a ferramenta compreende as necessidades do cliente, além de promover comunicação e reflexão, pois desenvolver um roadmap é um processo embasado em comunicação.

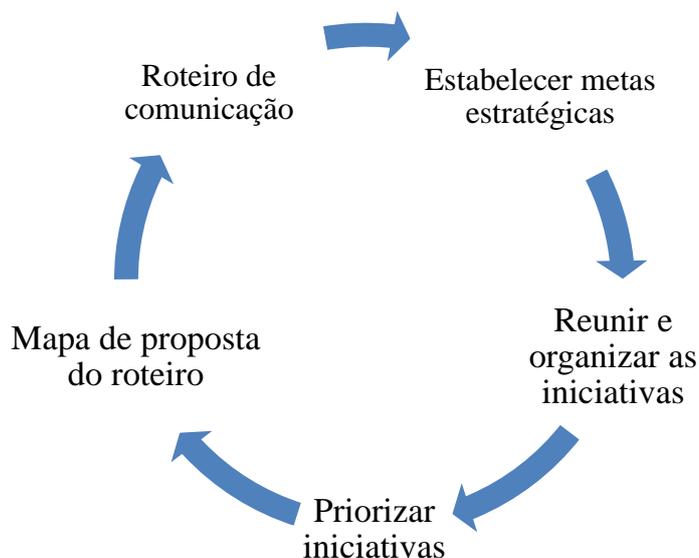
As características em comuns do processo são as oficinas promovidas que permitem discussão, colaboração e consenso da equipe, essa parte do desenvolvimento é fundamental para a construção do roadmap.

Em S-PLAN as abordagens iniciais tratam de compartilhamento de perspectivas através de um gráfico visual com exposições do contexto das questões levantadas, posteriormente grupos menores exploram os temas específicos de maneira detalhada, é nessa fase de desenvolvimento que são alinhadas as perspectivas dos stakeholders para que se tenha consenso entre as partes.

7.3 Objetivos da ferramenta

Segundo Semick (2016) os objetivos fundamentais da ferramenta são: Descrever a visão estratégica; documentar orientações estratégicas; sintonizar as partes interessadas; planejar cenários e discutir opções; comunicar status e progresso de um produto ou serviço. Vale lembrar que em fase de planejamento e comunicação de roteiro o plano deve ser regularmente discutido, atualizado e compartilhado.

Figura 3 - Planejamento e comunicação de processo



Fonte: Jim Semick (2016).

7.4 Ligando a estratégia ao roteiro

Ainda em Semick (2016) após o gestor ou gerente de projetos definir a estratégia e o objetivo, alinhados aos interesses dos stakeholders, o planejamento estratégico é passado de cima para baixo, pois ao passar a visão de cima para baixo permite que a organização fique engajada e fiel à estratégia, assim desde a parte operacional, marketing e demais envolvidos no processo projetarão o roteiro, conforme a proposta estratégica, mantendo o alto nível do roteiro e a colaboração dos membros da equipe conforme os ideais do projeto.

Figura 4 - Abordagem de cima para baixo



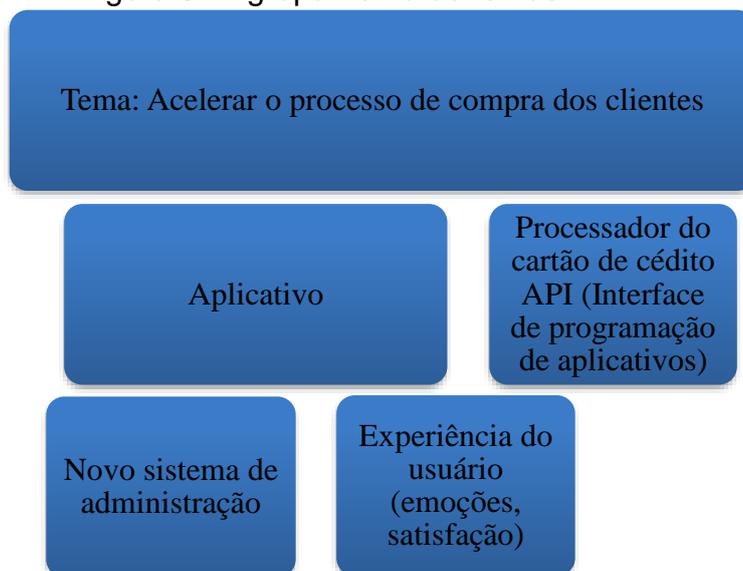
Fonte: Jim Semick (2016).

7.5 Filtrando as informações

Segundo Semick (2016) é necessário filtrar as informações para priorizar o contexto do roteiro, o qual dá origem para criar ou melhorar um produto ou versão, conforme inteligência dos detalhes que permitirá saber para quem, por que e como isso será promovido de acordo com os objetivos estratégicos. O resultado do funcionamento ou não é mensurado através do feedback dos clientes e do cenário que permite aprender com os concorrentes. Pesquisar analistas, estudar relatórios de determinadas categorias para enxergar o que realmente funciona, faz com que se obtenham dados concretos.

Agrupe suas iniciativas em temas, assim o roteiro mostrará o porquê, do que você propõe, através dessa iniciativa se tem a visão de recursos, aprimoramentos e correções.

Figura 5 - Agrupamento de temas



Fonte: Jim Semick (2016).

7.6 Exemplos de roadmaps

Recapitulando, após definir os objetivos da organização, clientes, necessidade mercadológica, problemas, tecnologia à disposição e o que fazer com os dados em mãos, resta construir seu roadmap, exemplos a seguir:

I. Roadmap de curto prazo:

Figura 6 - Roadmap de curto prazo



Fonte: Suzana Borschiver (2017).

II. Roadmap em tecnologia de concentração solar:

Tabela 5 Roadmap de aquecimento solar

Este roteiro recomenda as seguintes ações:	Linha do tempo do marco	Stakeholder
Adapte a tecnologia solar concentrada ao calor aplicações (escala menor, temperatura ajustável níveis e construção de soluções integradas).	2012-20 (2020: concentração tecnologia solar para mercado de calor maduro)	Institutos de pesquisa universidades, Setor de SHC
Desenvolver e padronizar conceitos e integração de sistemas para aquecimento solar em processos industriais.	2012-30	Institutos de pesquisa, SHC indústria, indústria de aquecimento (por exemplo, fabricantes de caldeiras), provedores de gerenciamento de instalações

Fonte: Agência internacional de energia (2012).

III. Linha do tempo:

Para Semick (2016), é o gráfico visual que comunica o tempo de duração entre iniciativas e conclusão, datando por períodos para que as expectativas das partes interessadas sejam gerenciadas.

Este gráfico representa a proposta da empresa em inserir modelos elétricos e híbridos no mercado. Iniciativa que proporciona obter incentivos fiscais, reduzir custos por meio de fabricação inteligente, custos com material, possibilitando o aumento do volume de vendas por conta dos lançamentos, melhoria, eficiência da produção por conta da arquitetura flexível e menos complexa.

Figura 7 - Roadmap linha do tempo



Fonte: BMW Group (2019).

8. CONCLUSÃO

O artigo em questão possibilitou um vasto conhecimento em termos de projeto futuro, direcionamento de liderança voltada ao crescimento da organização, projetada em prospecções de mercado futuro com o auxílio de facilitadores de processo e ferramentas de mapeamento, para que a organização compreenda os objetivos estratégicos, assim o líder pode trabalhar por definição, dados estatísticos de processos, modelos de empresa que dominam o mercado mundial em indústria 4.0, junto aos seus casos de sucesso de implantação dessa nova revolução, bem como os processos que vêm dando certo por meio de suas metodologias de fabricação inteligente, mostram que para ter visão futura é preciso estar a buscar informações, focar em planejamento, investindo no futuro da organização, para que a empresa não fique em um nível de estagnação, enquanto a globalização e o mercado crescem, desse modo a onda da indústria 4.0 surge e se não houver gestores dispostos a inovar, sem abrir mão da valorização dos colaboradores, é claro, a empresa com certeza estará em declínio.

REFERÊNCIAS

ARTIGO. **3D Printing: Overview, Impacts, and the Federal Role.** Disponível em: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R45852.pdf>

ARTIGO. Análise da utilização do technology roadmapping como meio de seleção de produto de referência para a engenharia reversa. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v18n1/05.pdf>

ARTIGO. **Internet of Things (IoT): An Introduction.** Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11239>

BEEREPOOT, Milou. **Technology Roadmap Solar Heating and Cooling.** Paris - France: International Energy Agency, 2012.

CHARLESWORTH, Alan. **The Digital Revolution.** London: Dorling Kindersley, 2011.

COOPER, Adrian. **HOW ROBOTS CHANGE THE WORLD WHAT AUTOMATION REALLY MEANS FOR JOBS AND PRODUCTIVITY.** Oxford - Reino Unido: Oxford Economics, 2019.

ESPINASSE, Francis. **LANCASHIRE WORTHIES.** Londres: Simpkin, Marshall, & Co., 1874.

GROSCURTH, Chris R.. **Future-Ready Leadership Strategies for the Fourth Industrial Revolution.** Santa Bárbara - Califórnia: Praeger, 2018.

HIRSCH JUNIOR, E. D.. **The Industrial Revolution: Changes and Challenges.** Charlottesville Eua: Core Knowledge Foundation, 2018.

HOBSBAWM, Eric J.. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo.** 5. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

INTROBOOKS. **Digital Revolution.** Bäderstraße - Alemanha: Introbooks, 2018.

LANDES, David S.. **THE UNBOUND PROMETHEUS Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present.** New York: Cambridge University Press, 1969.

LEURENT, Helena; BOER, Enno de. **Fourth Industrial Revolution Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing.** Coligny - Suíça: World Economic Forum, 2019.

MITCHELL, Ian; LOCKE, Mark; WILSON, Mark. **Big Data The definitive guide to the revolution in business analytics.** Londres - Reino Unido: Fujitsu Services Ltd., 2012.

MOLL, Jodie. **The CFOs' Guide to Technology Roadmapping**. Nova Jersey - Eua: Institute Of Management Accountants, 2017.

POINT, Tutorials. **Artificial Intelligence intelligent systems**. Hyderabad - Índia: Tutorials Point, 2015.

SCHAVAN, Annette. **The High-Tech Strategy for Germany**. Berlin - Germany: Federal Ministry Of Education And Research (bmbf), 2006.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. Cologny / Geneva: World Economic Forum, 2016.

SEMICK, Jim. **Product Roadmaps: Your Guide To Planning & Selling Your Strategy**. Santa Bárbara - Califórnia: Productplan, 2016.

SKILTON, Mark; HOVSEPIAN, Felix. **The 4th Industrial Revolution Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business**. Cham - Suíça: Palgrave Macmillan, 2018.

STEARNS, Peter N.. **The Industrial Revolution In World History**. 4. ed. Central Avenue, Boulder Eua: Westview Press, 2013.