

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL COM TECNOLOGIA 5G UMA NECESSIDADE PARA A INDÚSTRIA 4.0 (ANÁLISE MICROECONÔMICA)

. Francisco Jose Curvello de Andrade¹

Marcio Alves Suzano²

Luis Claudio Bernardo Moura³

Resumo

Objetivo: Revelar a grande mudança nos esquemas de produção para indústria 4.0, com desenvolvimento das tecnologias que envolvem conceitos de sistemas Ciberfísicos (CPS Cyber-Physical Systems), Internet das Coisas (IOT) e Big Data, suportados pelas redes de comunicação, e conectividade com a Tecnologia Móvel 5G, e dos conceitos microeconômicos aplicados na produção. **Metodologia:** A metodologia empregada foi a aplicação de um mapa mental de pesquisa, junto a gestão da empresa para demonstrar os pontos que precisam estar sincronizados na empresa, para implementação da automação da indústria 4.0, de forma a atingir os objetivos da evolução tecnológica na produção. **Resultado:** Os principais resultados da pesquisa mostram as necessidades da empresa em evoluir em alguns itens citados nos desafios para indústria 4.0 da Confederação Nacional da Indústria, 2016, propiciando ganho da qualidade e quantidade da produção e, simultaneamente, oferecendo preços melhores para os consumidores. **Conclusão:** A automação não atinge apenas a produção em si, substituindo o trabalho braçal por robôs e máquinas computadorizadas, mas também propicia enormes ganhos de produtividade ao integrar tarefas distintas com a elaboração de projetos, o gerenciamento administrativo

¹ Graduado em processos Gerenciais pela UVA, Pós Graduado Latu Sensu em Engenharia de Manutenção e Gestão de Ativos pela UVA, Mestrando de Economia e Gestão Empresarial pela UCAM . Ocupei a função de Technical Project Manager na Alcatel/ Nokia por 45 anos, Atualmente sou consultor Técnico de Telecom e automação pela empresa Fanpec Pesquisa e consultoria LTDA e sócio diretor do ITE- Recreio Instituto de Tecnologia e Ensino .E-mail: Francisco.andrade@fanpec.com.br .

² Doutor em Educação pela Universidad Internacional Iberoamericana - UNINI México (2022). Doutorando em Engenharia Naval e Oceânica pela COPPE/UFRJ (2010/2014). Mestre em Engenharia Naval e Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2008/2010). 'Prof. Márcio Suzano' <suzanomarcio@yahoo.com.br>

³ Graduado em Engenharia Elétrica, com MBA em Gestão de T.I. para Executivos, com Pós-Doutorado, Doutorado e Mestrado em Engenharia da Produção. COPPE-UFRJ Pesquisador. 'luis.moura@professor.ucam.edu.br'

e a produção. Esse trabalho objetiva provocar uma discussão a respeito dos principais pontos técnicos de aplicação do conceito Microeconômico no avanço tecnológico voltado para indústria 4.0 e Tecnologia 5G.

Palavras-Chave: Tecnologia Móvel 5G; Automação; Indústria 4.0

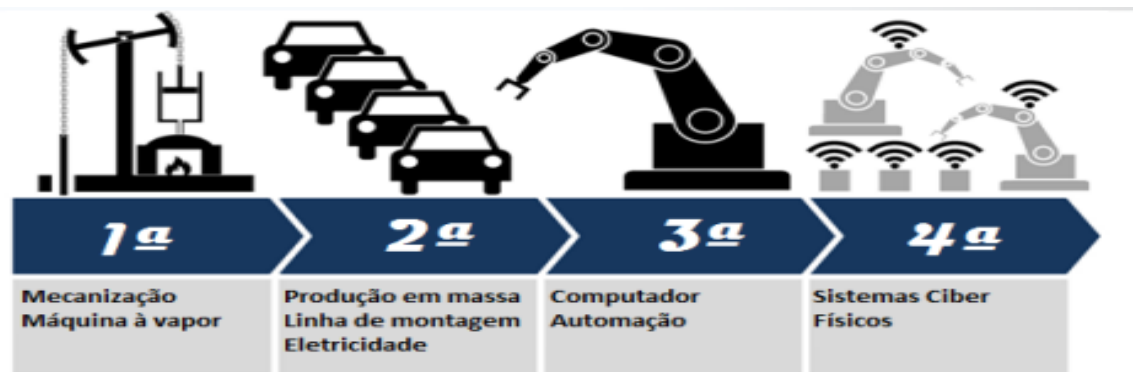
1. Objetivo

O Objetivo deste Artigo é revelar as mudanças nos esquemas de produção para indústria 4.0, com desenvolvimento das tecnologias que envolvem conceitos de sistemas Ciberfísicos (CPS Cyber-Physical Systems), Internet das Coisas (IOT) e Big Data, suportados pelas redes de comunicação, e conectividade com a Tecnologia Móvel 5G, dos conceitos microeconômicos aplicados na produção e da análise de maturidade da produção para tomada de decisão.

2. Introdução

Na continuidade da Revolução Industrial 1.0, 2.0 e 3.0 estamos na fase da Indústria 4.0 que representa a conexão entre dispositivos inteligentes, tanto na cadeia de produção quanto na logística das organizações. Isto é, conectar máquinas, sistemas e ativos com a intenção de criar redes inteligentes para evoluir o controle produtivo. Seguem os resumos na figura 1, da evolução da indústria no Brasil por fases de revolução industrial, Fase 1 Máquinas a Vapor, Fase 2 Produção em massa /Eletricidade, Fase 3 Computador Automação na indústria e conexão internet, Fase 4 Sistema cyber físicos, IOT/5G (APREPRO, 2019).

Figura 1 - Evolução da indústria



Fonte: APREPRO (2019).

O termo “Indústria 4.0” foi criado na Alemanha, especificamente na Feira de Hannover, em 2011. A expressão se tornou publicamente conhecida nesse mesmo ano pela iniciativa “Industrie 4.0” (SciELO - Brasil, 2013), com presença de empresários, políticos e membros de universidades com propostas de análises e medidas para fortalecer a competitividade da manufatura alemã por meio de uma transformação digital (KAGERMANN; LUKAS; WAHLSTER, 2011 apud HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015).

Nestes últimos anos, nota-se uma grande mudança nos esquemas de produção. Como justificativa a grande competição que há entre as empresas e o grande desenvolvimento das tecnologias que envolvem microprocessadores, robôs, inteligência artificial, redes de comunicação, entre outras. Percebe-se que as diversas estratégias de produção visam um objetivo, o de aumentar a competitividade. Consiste em aumentar a competição em termos de custo, disponibilidade, inovação, qualidade. Dentre os caminhos para atingir esse objetivo, está a automação industrial.

Alguns conceitos e tecnologias chaves relacionados ao ambiente Indústria 4.0 foram listados por Oesterreich & Teuteberg (2016) em sua investigação do estado da arte referente a temática. Como resultado são apresentados 15 conceitos/tecnologias agrupados em 3 grupos, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Conceitos e Tecnologias chaves da indústria 4.0



Fonte: O autor, (2021).

As informações apresentadas retratam um panorama generalista da Indústria 4.0, no qual os grupos com maior número de tecnologia associada são respectivamente: Fábrica Inteligente, Digitalização e Virtualização, Simulação e Modelagem. Esta listagem facilita o direcionamento de pesquisas sobre a Indústria 4.0 e melhor visualização do cenário com base nos termos presente na literatura.

Os Sistemas Ciberfísicos, conhecidos também como *Cyber-Physical Systems* (CPS), compreendem a uma estrutura que possibilita a integração entre os ambientes virtual e o físico. Sistemas Ciberfísicos são integrações de computadores, redes e processos físicos, em que sistemas em rede monitoram e controlam os processos físicos, que por sua vez, retornam os dados da produção fazendo com que aconteça o ciclo constante de troca de informações. Kagermann et al. (2013) definem os Sistemas Ciberfísicos como um conjunto composto por máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção, capazes de trocar informações, desencadear ações e controles de forma autônoma e harmonicamente, ocorrendo este funcionamento em tempo real no ambiente da Fábrica Inteligente.

A Internet das Coisas, ou *Internet of Things* (IoT), é uma tendência de desenvolvimento no setor de tecnologia da comunicação (MIORANDI et al., 2012). O IoT possibilita que dispositivos físicos se conectem em rede para troca de informações/dados entre diferentes níveis de hierarquia.

O *Big Data* é uma abordagem na área de Tecnologia da Informação que possibilita fazer simulações otimizadas de dados em tempo real, gerando uma economia de tempo e custo, além de redução de riscos (KAGERMANN et al., 2013). Consiste no tratamento sistemático de grandes volumes de dados gerados pela utilização de sensores e máquinas em rede. O *Big Data* é um desafio para a implantação da indústria 4.0, uma vez que consiste em um conjunto de dados (volume + variedade + velocidade + veracidade + valor) coletados de diferentes fontes (dados dos sensores de máquinas, dados de qualidade, dados de logísticas, entre outros), tornando necessária a adoção de uma infraestrutura de computação que armazene, processe e gerencie as informações. A falta de padronização no gerenciamento dos dados é uma barreira para a operacionalização, visto que o atual ambiente da indústria dispõe de informações heterogêneas e não padronizadas. Neste sentido esforços devem ser direcionados ao aprimoramento do conhecimento em saber como adquirir, utilizar e interpretar o real valor que todos estes dados geram, auxiliando assim na tomada de decisões (KHAN e TUROWSKI, 2016).

O desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve desafios que vão desde os investimentos em equipamentos que incorporem essas tecnologias, à adaptação de layouts, adaptação de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, entre outras. O cruzamento de informações que permite conectar o pedido de compra, a produção e a distribuição de forma autônoma, sem que pessoas precisem tomar decisões a todo o momento, por exemplo, exigirá novas formas de gestão e engenharia em toda a cadeia produtiva. (CNI Desafios para indústria 4.0 2016).

FIGURA 3 – IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0



Fonte: CNI Desafios para indústria 4.0, (2016).

A mudança no modelo tradicional de negócios e na forma de comunicação da sociedade em geral criou a necessidade de evoluir o conceito de conectividade sem fio para a Quinta Geração de Tecnologia Móvel (5G), a fim de permitir novas maneiras de definir o monitoramento e a garantia do desempenho, bem como a qualidade do serviço e o nível de experiência do usuário. A mais nova geração de comunicação móvel proporciona mudanças substanciais na taxa de transferência de dados, no suporte à grande quantidade de dispositivos conectados, na diminuição do tempo de latência, e conseqüentemente, no suporte a comunicações entre dispositivos em tempo real. Utiliza intensamente tecnologias relacionadas à nuvem em sua rede principal, para que possa atender melhor à elasticidade da demanda e dos recursos. Além disso, suporta a migração e roaming contínuos entre as tecnologias de acesso via rádio que coexistirão. (IDEC.ORG, 2020)

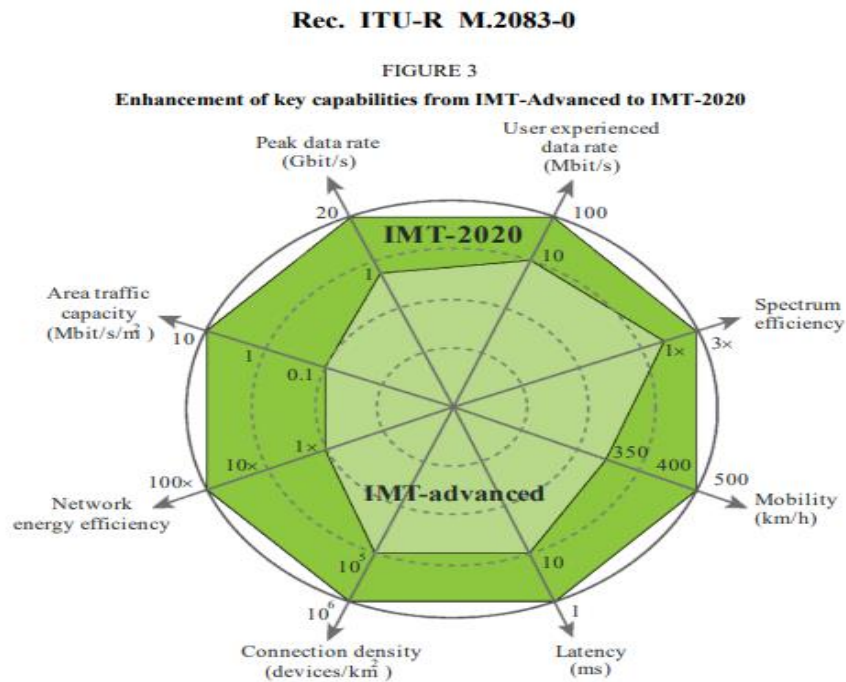
A contextualização do assunto envolve, a análise de maturidade que uma indústria deve ter para implementação da 4ª Geração da Indústria (4.0), a 5ª Geração da Tecnologia Móvel (5G), o conceito Microeconômico na produção e resultados esperados de forma a colocar agilidade e funcionalidade nos negócios e diminuir o atraso no desenvolvimento industrial comparado aos países desenvolvidos.

A mudança no modelo tradicional de negócios e na forma de comunicação da sociedade em geral criou a necessidade de evoluir o conceito de conectividade sem fio para a Quinta Geração de Tecnologia Móvel (5G), a fim de permitir novas maneiras de definir o monitoramento e a garantia do

desempenho, bem como a qualidade do serviço e o nível de experiência do usuário. A mais nova geração de comunicação móvel proporciona mudanças substanciais na taxa de transferência de dados, no suporte à grande quantidade de dispositivos conectados, na diminuição do tempo de latência, e conseqüentemente, no suporte a comunicações entre dispositivos em tempo real. Utiliza intensamente tecnologias relacionadas à nuvem em sua rede principal, para que possa atender melhor à elasticidade da demanda e dos recursos. Além disso, suporta a migração e roaming contínuos entre as tecnologias de acesso via rádio que coexistirão. (IDEC.ORG, 2020)

Conforme definido pela ITU-R (2015) (International Telecommunication Union), o 5G é um sistema projetado para atender aos requisitos do IMT-2020 estabelecidos pela especificação ITU-R M.2083 como apresentado na figura 1. Estes parâmetros são considerados como requisitos estratégicos para o desenvolvimento do 5G. Requisitos de medidas tais como, a Taxa de Dados com Pico de Downlink de 20 Gbps Uplink de 10 Gbps, experimentada pelos usuários a uma taxa de Downlink de 100 Mbps a 1 Gbps Uplink de 50 Mbps. Uma eficiência espectral melhor, em comparação com a tecnologia 4G (IMT-Advanced). Ademais, obtém-se três vezes a Capacidade de Tráfego por área de 10 Mbps/m², com uma Latência de 1 ms e densidade de Conexão de 10 milhões dispositivos/km². A eficiência energética é melhor, em comparação ao 4G (IMT-Advanced) com 100 vezes a mobilidade atingindo 500 Km/h, proporcional ao tráfego de dados. Na figura 4 são demonstrados os principais parâmetros do IMT-2022 (International Mobile Telecommunications), (ITU-R, 2015).

Figura 4: Parâmetros 5G



Fonte: ITU-R, (2015).

A adoção da tecnologia 5G como alternativa tecnológica para resolver a crescente demanda por comunicação reflete uma evolução do setor de telecomunicações como um todo, e particularmente um novo avanço de uso da telefonia móvel. Dentro de um cenário de convergência tecnológica, o qual colocou uma infinidade de atividades tais como trocar mensagens, assistir vídeos, fazer transações bancárias, compras e tantas outras, o 5G tende a multiplicar as aplicações em celulares e aumentar e intensificar conexões baseadas em Internet das Coisas (IoT- Internet of Things), contribuindo para o desenvolvimento da automação industrial, entre outras áreas (Idec.org 2020

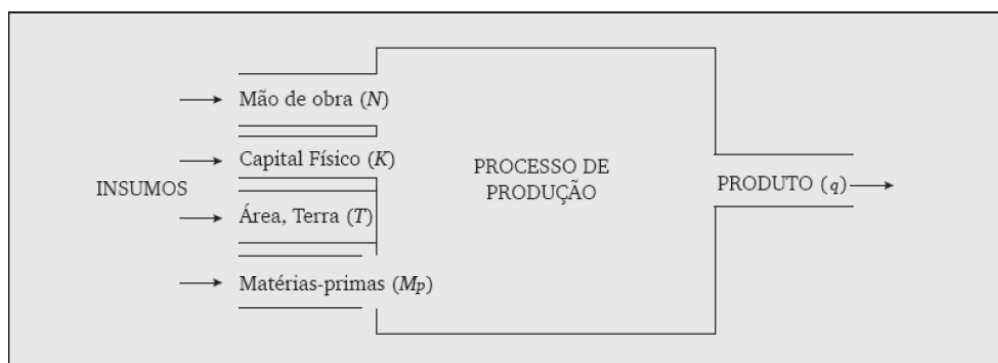
No contexto da análise microeconômica na produção, a fase atual da indústria com automação, irá promover nas empresas de produção um aumento na oferta e redução de custos de produção, atendendo aos cálculos microeconômicos aplicados (IDEC, 2020).

A escolha do processo de produtivo depende de sua eficiência. A eficiência pode ser avaliada pelo ponto de vista tecnológico ou pelo ponto de vista econômico (VASCONCELLOS, M. Antonio 2015).

Eficiência Técnica (ou tecnológica): Entre dois ou mais processos de produção, é aquele processo que permite produzir uma mesma quantidade de produto, utilizando menor quantidade física de fatores de produção;

Eficiência Econômica: entre dois ou mais processos de produção, é aquele processo que permite produzir uma mesma quantidade de produto, com menor custo de produção.

Figura 5 - Processo de Produção



Fonte : Conceitos econômicos / VASCONCELLOS, M. Antonio (2015).

Com o implemento de novas Tecnologias (Conceito de Industria Inteligente), o custo da produção / manufatura cai, aumentando a sua eficiência técnica produtiva OEE (Overall Equipment Effectiveness) (VASCONCELLOS, 2015).

Oferta: é a quantidade de determinado bem ou serviço que os produtores e vendedores desejam vender em determinado período. A função geral da oferta de um bem ou serviço está determinada pelas seguintes variáveis, onde a variável (T) Tecnologia contribui para o diferencial produtivo. (VASCONCELLOS, M. Antonio 2015).

$$\text{Formula: } Q_i^s = f(\pi_i, \pi_m, \pi_n, T, A)$$

Q_i^s i = quantidade ofertada do bem i/t

π_i = preço do bem i/t

π_m = preço dos fatores e insumos de produção m (mão de obra, matérias-primas etc.).

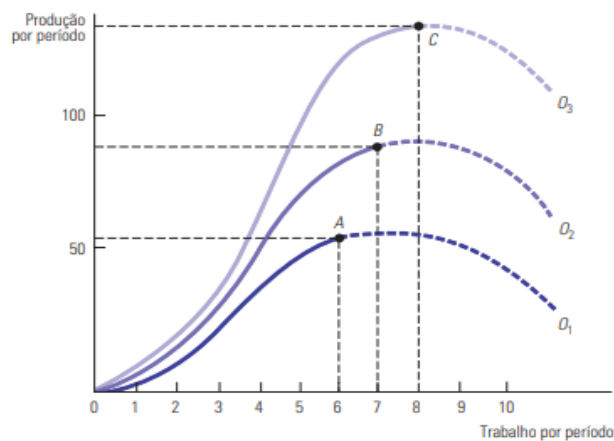
π_n = preço de outros n bens, substitutos na produção

T = tecnologia.

A = fatores climáticos e/ou ambientais

A produtividade do trabalho (volume de produção por unidade de trabalho) pode aumentar se houver avanços tecnológicos, mesmo que determinado processo produtivo apresente rendimentos decrescentes para o insumo trabalho. À medida que nos movemos do ponto A, na curva O_1 , para B, na curva O_2 , e para C, na curva O_3 , ao longo do tempo, a produtividade do trabalho aumenta conforme Figura 6 (PINDICK, Robert; RUBINFELD 2013).

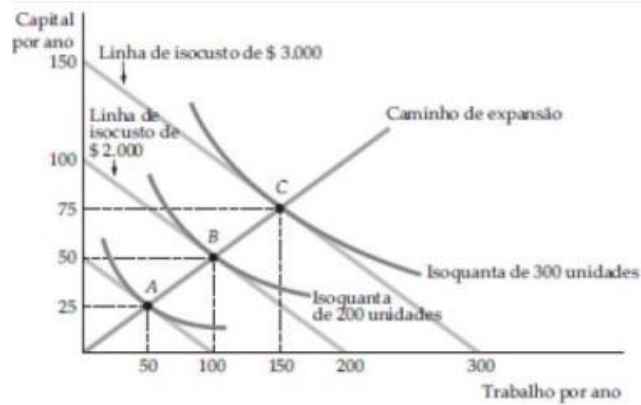
Figura 6 – Curva produção x Trabalho produzido



Fonte: PINDICK, Robert; RUBINFELD, (2013).

Na minimização de custos com variação de níveis de produção, O caminho de expansão ilustra as combinações de Capital (K) e Trabalho (L) que apresentam menor custo para cada nível de produção. Isoquanta, Curva que mostra todas as combinações de insumos que resultam em determinado nível de produção (PINDICK, Robert; RUBINFELD).

Figura 7 Combinação Capital e Trabalho



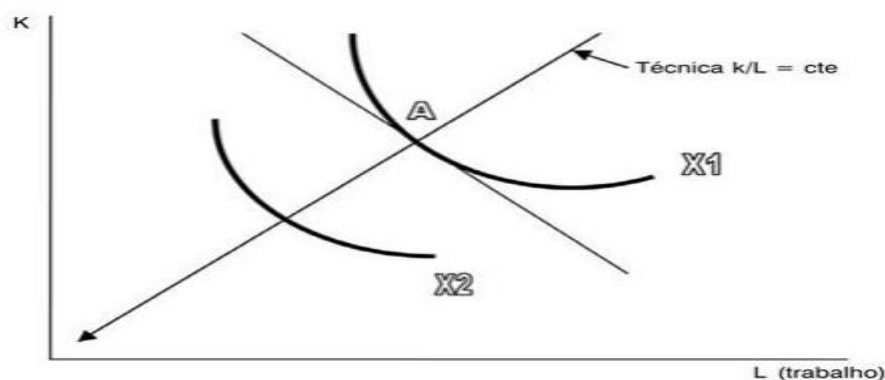
Fonte: PINDICK, Robert; RUBINFELD, (2013).

Na microeconomia neoclássica, a tecnologia é definida como um conjunto de todos os possíveis métodos de produção —, ou seja, de combinações de capital e trabalho —, que permite produzir distintas quantidades de um bem sem alterar a proporção de insumos. Cada método de produção representa alguma forma tecnicamente eficiente de combinar fatores produtivos em alguma proporção dada, de modo a realizar a produção requerida. A escolha do método economicamente eficiente depende do preço relativo dos fatores empregados e da quantidade a produzir. A função de produção é o principal instrumento analítico da microeconomia que representa a tecnologia. Trata-se de uma relação matemática entre a quantidade produzida de um bem e a quantidade de insumos necessária para isso (TIGRE, Paulo Bastos 2006).

Todos os métodos de produção que correspondem ao estado da arte e ao avanço científico estão incluídos em uma mesma função de produção. evoluções tecnológicas nos processos produtivos representam um deslocamento da função de produção, permitindo o aumento da quantidade produzida de um bem sem alterar a quantidade de insumos utilizada. As diferentes formas de combinações de insumos (capital e trabalho) para produzir uma determinada quantidade de um bem são representadas geometricamente pela isoquanta. A Figura 8 mostra que, na situação da isoquanta X2, pode-se produzir a mesma quantidade de bens que em X1, em função da mudança tecnológica. Na nova combinação eficiente (X2) utilizará menor quantidade de fatores para produzir o mesmo bem, resultando em menores custos unitários de produção. O progresso técnico é mostrado por uma reta que otimiza o uso dos fatores de produção na interseção com as isoquantas representativas de

distintas tecnologias. A isoquanta mostra a taxa marginal de substituição técnica entre fatores produtivos, indicando a quantidade que se pode poupar de um fator de produção ao se incrementar em uma unidade o uso do outro fator, permanecendo fixa a quantidade produzida (TIGRE, Paulo Bastos 2006) Sabemos que a mudança tecnológica em processos pode economizar trabalho (por meio da automação), ser poupadora de materiais ou energia (via processos mais eficientes) ou, eventualmente, de capital. Hipóteses simplificadoras adotadas pela função de produção consideram a mudança tecnológica como neutra, ou seja, o deslocamento da isoquanta de produção não modifica a inclinação das curvas. Sendo, as isoquantas X1 e X2 são paralelas e a reta que representa a mudança técnica tem sempre 45° de inclinação. Isso significa que o produto marginal de ambos os fatores se incrementa na mesma magnitude. A função de produção representa apenas as mudanças tecnológicas de processo. Inovações em produto são consideradas como exploração de novos mercados, já que o conceito de mercado é restrito a bens perfeitamente homogêneos. Produtos novos visam a substituir produtos existentes atendendo ao mesmo tipo de necessidade. O novo mercado é um monopólio temporário, cuja duração depende da velocidade de imitação pela concorrência e, em alguns casos, da proteção legal por meio de patentes. A microeconomia sempre esteve preocupada em analisar o comportamento da firma em diferentes estruturas de mercado, tendo em vista a questão da formação de preços. Tal preocupação levou-a a concentrar a discussão sobre mudança tecnológica na relação entre inovação e estrutura de mercado (TIGRE, Paulo Bastos 2006).

Figura 8: Isoquanta de produção

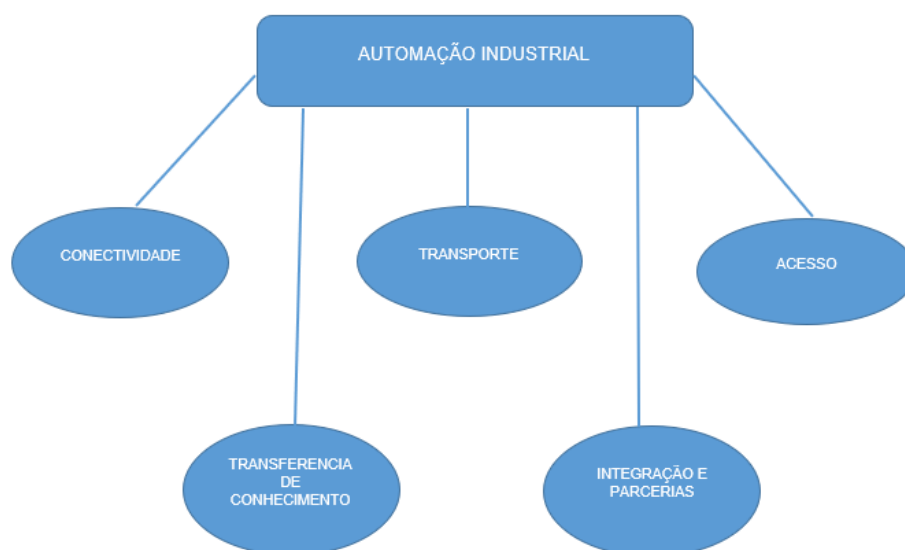


Fonte : TIGRE, Paulo Bastos, (2006).

3. Metodologia.

A aplicação de um mapa mental de pesquisa, junto a gestão da empresa se faz necessário para demonstrar as ideias que precisam estar sincronizadas para implementação da automação, de forma a atingir os objetivos da evolução tecnológica na produção (YIN, Robert K, 2010) .

Figura 9 - Mapa Mental



Fonte: O autor, (2022).

CONECTIVIDADE. Permitir a conectividade de todos os dispositivos de uma empresa com a gestão para tomada de decisão

TRANSPORTE. Possibilitar o transporte de informações lógicas com segurança cibernética da conectividade 5G.

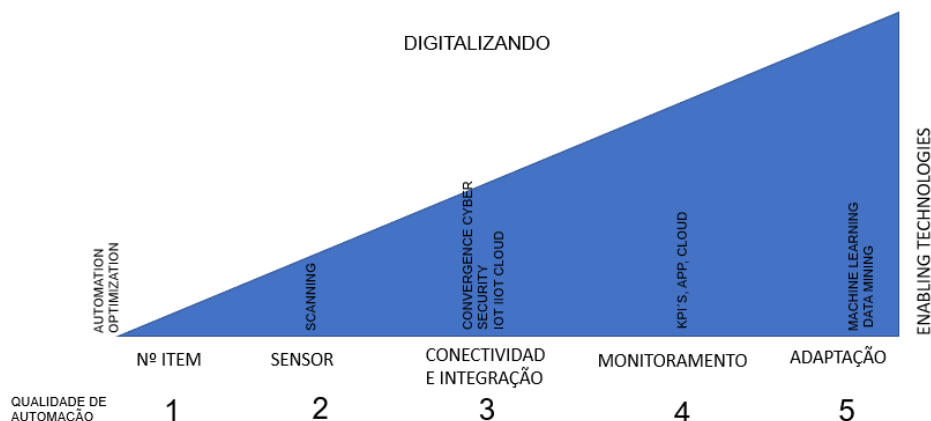
ACESSO. Habilitar o acesso com segurança de todos os envolvidos ao sistema da Indústria 4.0

CONHECIMENTO. Definir e desenvolver capacidades necessárias

INTEGRAÇÃO E PARCERIAS. Desenvolver integração e parcerias com clientes e fornecedores na cadeia de produção Horizontal e Vertical .

Para subsidiar o planejamento estratégico, a indústria deve realizar, nesta primeira etapa, a pesquisa de autoavaliação dos processos, analisando seu grau de maturidade e o objetivo que deseja alcançar. Para tanto, recomenda-se a utilização de um modelo de avaliação da maturidade organizacional, econômica e tecnológica. Dessa forma, os recursos são direcionados para uma avaliação quantitativa e qualitativa do nível de complexidade da tecnologia utilizada, gestão de pessoas, investimentos, ativos tangíveis e intangíveis e políticas de manutenção, para a implementação da transformação digital da empresa (ENEGEP, 2017).

Figura 10: Itens de Avaliação de Maturidade Qualitativa

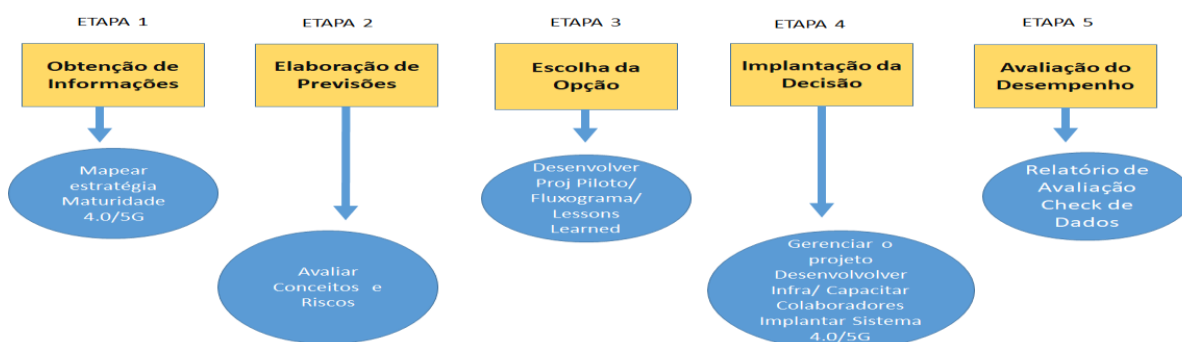


Fonte: O autor, (2021).

O Planejamento e Controle na Gestão de manutenção necessários para implantação da Indústria 4.0 absorve também a tecnologia móvel 5G na sua totalidade. O processo de tomada de Decisão dos gestores da Empresa é baseado em probabilidades, possibilidades e ou alternativas.

Este processo está presente em todas as funções administrativas tais como nas atividades de Planejar, Dirigir, Controlar e ativar as mudanças na produção, de forma a atender ao definido nas 5 Etapas do Plano Estratégico. (Suzano, 2010).

Figura 9 – Planejamento Estratégico para implantação da Automação.



Fonte: O Autor, (2022).

Baseado no planejamento estratégico, a indústria deve fazer nesta primeira etapa a autoavaliação dos processos, analisando o seu nível de maturidade e o objetivo que deseja alcançar. Para tanto, é recomendável a utilização de um modelo de avaliação da maturidade organizacional, econômica e tecnológica. Dessa forma, os recursos são direcionados para uma pesquisa interna junto as suas áreas de Produção, Engenharia, TI, Logística e Diretoria para avaliação quantitativa e qualitativa do nível de complexidade da tecnologia utilizada, da gestão de pessoas, dos investimentos, dos ativos tangíveis e intangíveis, e das políticas de manutenção, para implantação da transformação digital da empresa. Um sistema automatizado pode contribuir no aumento da competitividade de uma empresa através de:

A- Redução de custos de pessoal, obtida automatizando as máquinas e o controle da empresa. Por outro lado, exige-se alto custo para realização dessa automação e maior qualificação humana;

B- Aumento da qualidade dos produtos, já que as máquinas são mais precisas que o homem. Ter-se-á melhores características de repetitividade e garantia de qualidade constante;

C- Redução de custos de estoques. Como a produtividade é aumentada, não há necessidade de grandes estoques;

D- Redução do número de produtos perdidos;

E- Menor tempo gasto no projeto e fabricação de novos produtos. Máquinas programáveis aptas a desempenhar diferentes operações;

F- Modificações no produto são facilmente implementadas;

G- Respostas rápidas às solicitações do mercado.

Após a Análise de Riscos e tomada de decisão (Etapa 2 do Planejamento Estratégico), um plano piloto deve ser implementado para atingir os objetivos aprovados. (ENEGEP, 2017)

4. Resultado

Como forma de resultado digamos que em curto prazo, está prevista a transformação digital que irá impulsionar a produtividade da indústria 4.0 em larga escala com o 5G, mais rápido e com maior capacidade de transmissão de dados. Estudo realizado pela Nokia, empresa finlandesa de telecomunicações e tecnologia, e da consultoria e pesquisa Omdia revela que a expectativa de impacto da quinta geração (5G) no país é de US\$ 1,2 trilhão no período de 2021 até 2035 (Isto é Dinheiro, 2022).

Esse volume de dinheiro é capaz de adicionar um ponto percentual por ano ao PIB brasileiro, tornando-se um dos motores da economia nos próximos anos e a alavanca para retomada do crescimento no pós-pandemia (Isto é Dinheiro 2022).

Conseguimos buscar junto a CNI, 2016 o gráfico interessante que mostra os benefícios em adotar a Tecnologias Digitais para as indústrias.

Banefícios (%)de adotar Tecnologia Digital nas Fábricas



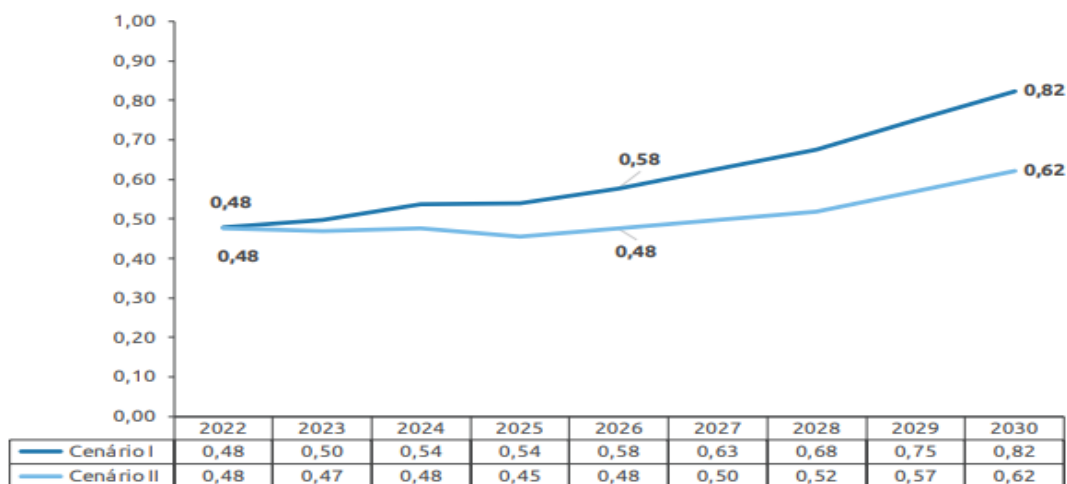
Fonte: CNI Industria 4.0 Sondagem Especial, (2016).

Apresentamos também a projeção do crescimento do PIB potencial que é resultado do crescimento da população em idade ativa (PIA) e da produtividade do trabalho; a adoção do 5G somente impactará no último indicador; e a tecnologia está disponível comercialmente a partir de 2022. Assim, foram simulados dois cenários: no mais otimista (I), a cobertura 1 do 5G cresce aceleradamente entre 2022 e 2030, alcançando 0,82% no último ano; no cenário alternativo (II), a cobertura atinge 0,62% ao final do período conforme Gráfico 1 (CNI 2021).

Projeção de crescimento anual do PIB potencial per capita brasileiro em cenários com adoção veloz (Cenário I) e lenta (Cenário II) do 5G em % A

simulação indica que a velocidade de disseminação das conexões 5G e sua proporção dos acessos móveis totais teriam impacto expressivo para a economia já no curto prazo (CNI2021).

Figura 11: Curva PIB Potencial



Fonte : CNI, (2021) Confederação Nacional da Indústria com base em dados IBGE,IPEA e Banco Mundial.

5. Conclusão

Um processo de automação bem sucedido alcança-se na união de importantes fatores, como: o uso de abordagens metodológicas que considerem, simultaneamente, os aspectos tecnológicos, organizacionais e sociais do problema; a definição e implantação de uma política científica na qual Redes para Automação Industrial, governo, indústria e universidade participem efetivamente, nos seus respectivos papéis; e a formação em automação orientada a uma nova atitude do engenheiro, mais criativa e com as habilidades necessárias em termos de multidisciplinaridade e integração. De forma a obter um melhor controle da grande quantidade de informação, que circula em uma empresa automatizada, é utilizar uma rede industrial, para um melhor controle dos processos, diminuindo as perdas de matéria-prima e tempo. Como os dados

a serem processados não são manipulados manualmente, a margem de erro no seu processamento é bastante reduzida. O Autor, (2022).

6. Referências

APREPRO Associação Paranaense de Engenharia de Produção, disponível em https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10192019_121035_5dab32ab50f71.pdf Acesso em 01 de Outubro de 2023.

CNI 2021– Confederação Nacional da Indústria. (Doc PDF) disponível em <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/12/tecnologia-5g-impactos-economicos-e-barreiras-difusao-no-brasil/> . Acesso em 01 de Outubro de 2023.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. Sondagem especial - Ano 21, n. 83 (Abril 2022) / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2022. v. : il.

ENESEP. (2017). Disponível em: https://www.academia.edu/59174889/Etapas_para_implanta%C3%A7%C3%A3o_da_Ind%C3%BAstria_4_0 Acesso em: 01 de outubro de .2023

IDEC.ORG 2020 A TECNOLOGIA 5G E O ACESSO À INTERNET NO BRASIL disponível em <https://idec.org.br/pesquisas-acesso-internet> Acesso em 01 de outubro de 2023.

ISTO É DINHEIRO, 2022, disponível em <https://www.istoedinheiro.com.br/o-impacto-trilionario-do-5g/> Acesso em 01 de outubro de 2023.

ITU-R. União Internacional de Telecomunicações .2015. The REC-M.2083-0-201509. Disponível em: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-1!!PDF-E.pdf Acesso em 01 de outubro.2023.

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. e HELBIG, J. (2013) Garantindo o Futuro da Indústria Manufatura Alemã: Recomendações para Implementar a Iniciativa Estratégica Indústria 4.0. Relatório Final do Grupo de Trabalho da Indústria 4.0, Acatech — Academia Nacional de Ciência e Engenharia, 678 p.
[https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2966479](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2966479) Acesso em 01 de outubro de 2023.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A Perspective on Industry 4 . 0 : From Challenges to Opportunities in Production Systems. IoTBD 2016 - International Conference on Internet of Things and Big Data, 2016. <https://www.scitepress.org/papers/2016/59297/59297.pdf> Acesso em 01 de outubro de 2023.

MIORANDI, D.; SICARI, S.; PELLEGRINI, F.; CHLAMTAC, I. Internet of things: Vision, applications and research challenges. **Ad Hoc Networks**, v. 10, n. 7, p. 1497–1516, 2012. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570870512000674> Acesso em 01 de outubro de 2023.

OESTERREICH, TD e Teuteberg, F. (2016) Compreendendo as implicações da digitalização e automação no contexto da indústria 4.0: uma abordagem de triangulação e elementos de uma agenda de pesquisa para a indústria da construção. *Computadores na Indústria*, 83,121-139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006> Acesso em 01 de outubro de 2023.

PINDICK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomia*. Pearson, São Paulo, v. 8, p. 201, 2013.

[SCIELO - Brasil - Highlighting the benefits of Industry 4.0 ...](#)

The term “Industry 4.0” mentioned in this work refers to the concepts defined by Acatech (2013) Academia Nacional de Ciência e Engenharia – Acatech. (2013)

<https://www.scielo.br/j/gp/a/H9r8h3vZcWt5pMhJLvDRkxm/> Acesso em 01 de outubro de/2023.

SUZANO, Marcio Alves..*Logística, Planejamento e Controle na Gestão de Manutenção* 1ª Ed. Rio de Janeiro: PoD editora, 2010. 210p

VASCONCELOS, M. Antonio Sandoval de *Economia: micro e macro: teoria e exercícios, glossário com os 300 principais conceitos econômicos / Marco Antonio Sandoval de Vasconcellos*. – 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2015. ISBN 978-85-97-00202-

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento de métodos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

