

# **A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA TRIZ E DO *DESIGN THINKING* NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0**

Paula Drumond (Universidade Estácio de Sá) drumond.paula16@gmail.com

Lorena Dias Martins (Universidade Estácio de Sá) lorennadiasmartins@gmail.com

Alexandre Camacho da Paixão (Universidade Estácio de Sá) alexandre.camacho@estacio.br

Marcos dos Santos (Instituto Militar de Engenharia - IME) marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br

## **Resumo**

O setor de Planejamento e Controle da Produção atua na coordenação de uma série de atividades que se complementam e determina a melhor alocação dos recursos produtivos, de modo a maximizar a produção e minimizar as falhas decorrentes dos processos. O cenário da Indústria 4.0, através da integração de tecnologias e velocidade de informação nos sistemas, vem para auxiliar o Planejamento e Controle da Produção a alcançar o que é programado, evitando possíveis erros de comunicação e tornando as tomadas de decisão mais assertivas. Nesse contexto, a utilização da Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ), através do Método dos Princípios Inventivos com a Matriz de Contradições (MC) e o Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas (ARIZ), e do *Design Thinking*, com a estruturação do pensamento, se torna um diferencial. Essas metodologias servirão de apoio nessa evolução, ajudando as organizações a enfrentar os inúmeros desafios trazidos por essa nova esfera e a melhorar o sistema com base em suas essências. Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo aplicar simultaneamente a metodologia TRIZ e o *Design Thinking* no Planejamento e Controle da Produção com foco nas ações da Indústria 4.0, propondo etapas para a implementação de novos produtos.

**Palavras-Chaves:** Planejamento e Controle da Produção; Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ); *Design Thinking*; Indústria 4.0.

## **1. Introdução**

A área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) surgiu após os cenários das Revoluções Industriais e se tornou fundamental para coordenar as atividades relacionadas a produção e determinar a melhor forma de aplicar os recursos produtivos. (SLACK et al., 2006).

A utilização de metodologias eficazes para a resolução de problemas auxilia o desenvolvimento de produtos e processos nesse departamento, uma vez que desde o projeto de implantação até o real funcionamento de um método produtivo e, posteriormente, a obtenção

do item final, surgem obstáculos e contratempos que podem dificultar a chegada ao objetivo pretendido inicialmente. (SEHNEM; ERDMANN, 2006).

A metodologia TRIZ (Teoria da Resolução Inventiva de Problemas), desenvolvida nos anos de 1940 pelo engenheiro e cientista russo Genrich Altshuller, propõe o uso de parâmetros e princípios gerais relevantes em cada evento estudado, o que gera opções para solucionar complexidades e contradições nos sistemas. (FERNANDES, 2013).

A metodologia de pensamento crítico denominada *Design Thinking* (DT) surgiu em 1991 para fins de negócio e tem se tornado mais conhecida, sendo aplicada para ajudar as organizações e as pessoas envolvidas a estruturar o pensamento para solucionar problemas que surgem ao longo da jornada do processo produtivo, através da contribuição multidisciplinar de seus colaboradores. (RAMÍREZ; ZANINELLI, 2017).

Nesse contexto, o conceito de Indústria 4.0 vem se difundindo e, aos poucos, se consolidando. A criação de máquinas inteligentes, com sistemas integrados que facilitam e analisam as variáveis presentes no processo de fabricação, identificando situações iminentes de risco, é uma das premissas desse novo cenário. (REVISTA EXAME: Como construir o Brasil 4.0, 2018).

Dessa maneira, o presente trabalho abordará o novo desafio que as organizações começam a se deparar: a integração de tecnologias e velocidade de informação aos seus sistemas de produção, de modo a reunir dados confiáveis e seguros que auxiliem nas tomadas de decisão. Através da aplicação simultânea das metodologias apresentadas, serão sugeridas etapas a serem aplicadas nos projetos como possibilidade de contornar a dificuldade dos problemas que surgem, o que poderá auxiliar na implementação de novos produtos.

## **2. Problema**

No cenário da Indústria 4.0 existem muitos desafios para as organizações no que tange ao desenvolvimento de sistemas para controle e monitoramento da produção. Alguns empecilhos podem aparecer e prejudicar a integração nessa nova era, como os grandes investimentos financeiros no Planejamento e Controle da Produção, as mudanças dos processos no chão de fábrica e a interligação de todos os setores da cadeia produtiva. Diante disso, há uma necessidade de gerir com eficiência nesse momento de informação rápida, crescente inovação e tecnologia de ponta.

As decisões que competem ao Planejamento e Controle da Produção em uma indústria são cruciais para a permanência do negócio, uma vez que essa área envolve decisões extremamente estratégicas. O mercado está cada vez mais exigente com relação ao atendimento, logística e qualidade dos produtos e as tomadas de decisão se tornam relevantes, frequentes e decisivas.

Alguns problemas inerentes ao PCP estão relacionados com a capacidade ociosa dos equipamentos, a falta de estoque e os desperdícios, o que gera um impacto direto em todo o processo. A organização tem o papel de definir com exatidão os preços, o potencial e as possibilidades de expansão do produto, tentando evitar os riscos que afetam a competitividade e a diminuição da rentabilidade da organização. Cada decisão é bastante complexa e exige uma análise profunda, portanto é necessário obter confiabilidade nas informações estudadas.

O uso de metodologias e ferramentas em conjunto com os novos perfis tecnológicos como instrumentos, a serviço da inovação e com o foco em produtividade, poderá se tornar um diferencial competitivo. A TRIZ e o *Design Thinking* se apresentam como técnicas de apoio no desempenho completo do sistema, para que seja o mais favorável para todos os envolvidos.

Dessa forma, os métodos descritos neste estudo podem ajudar os *stakeholders* a descobrir novas formas de solucionar os diferentes tipos de problemas existentes, observando através de perspectivas não pensadas anteriormente. A correlação dessas técnicas com o Planejamento e Controle da Produção poderá impactar positivamente em todas as etapas, desde a produção até a entrega ao consumidor, de forma a minimizar os desperdícios decorrentes do processo.

Diante do exposto, o seguinte questionamento é feito: como a metodologia TRIZ e o *Design Thinking* (DT) podem ser utilizados no Planejamento e Controle da Produção no cenário da Indústria 4.0, de forma a aumentar a produtividade e gerar soluções inovadoras?

### **3. Metodologia**

Para o entendimento do cenário do presente trabalho, que engloba as definições de Planejamento e Controle da Produção, metodologia TRIZ, *Design Thinking* e Indústria 4.0, foi realizada uma pesquisa exploratória.

Quanto ao procedimento para tratamento dos dados, foi utilizada a pesquisa bibliográfica, com a finalidade de reunir o conteúdo teórico envolvido no tema. De acordo com

Gil (2017), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”. Foram consultados artigos científicos, revistas, sites, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros referentes as áreas.

O método de pesquisa aplicado foi o qualitativo. As informações obtidas foram utilizadas para compreender as dificuldades relacionadas principalmente ao Planejamento e Controle da Produção e o comportamento das metodologias de resolução de problemas dentro da era 4.0, de forma a considerar aspectos não mensurados numericamente.

A aplicação se tornou limitada na medida em que não se efetuou nenhum estudo de caso. Entretanto, o propósito foi compreender o funcionamento conjunto da TRIZ e do *Design Thinking* na implementação de novos produtos no cenário do PCP da Indústria 4.0.

## **4. Fundamentação teórica**

### **4.1. Planejamento e controle da produção (PCP)**

O Planejamento e Controle da Produção é o setor em que se decide sobre a alocação dos recursos produtivos. Segundo Slack et al. (2006), é imprescindível compreender qual o objetivo a ser alcançado na produção e como se chegar ao mesmo, sempre observando os fatores qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. É necessário estabelecer princípios que orientem as tomadas de decisão e determinar os possíveis cenários.

Dentre as muitas funções do PCP, o cálculo da previsão de demanda é um ponto fundamental e determinante para a cadeia de suprimentos, pois visa antecipar as informações sobre o valor de vendas futuras de determinado produto ou serviço e, conseqüentemente, estimar a quantidade ideal a ser produzida. Dentro disso está a previsão de erro, que é a diferença do que foi previsto e o que de fato aconteceu. É fundamental diminuir o erro ao máximo para que as previsões sejam cada vez mais assertivas, acompanhando a evolução no decorrer do tempo para identificar possíveis causas e obter a melhoria das hipóteses colocadas. (CECATTO; BELFIORE, 2015).

O foco do Planejamento e Controle da Produção é facilitar as práticas de planejamento, padronização de produtos e processos. É nessa área que se apresenta o maior potencial para o desenvolvimento e aplicação de modelos de otimização. Saber planejar e controlar a produção

é importante para indicar o comportamento da empresa e sua manutenção no mercado, de forma a oferecer um produto competitivo e de qualidade.

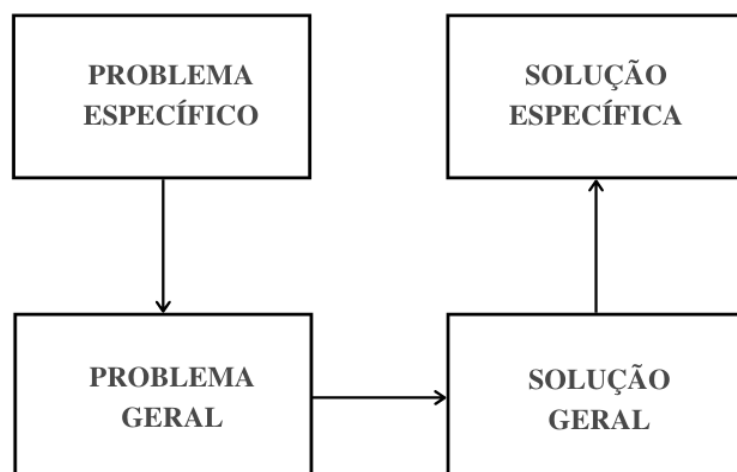
#### 4.2. Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ)

A sigla denominada TRIZ é uma abreviação russa para *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* e sua tradução significa Teoria da Resolução Inventiva de Problemas. A TRIZ Clássica foi desenvolvida por Genrich Altshuller (1926-1998) na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), enquanto estudava patentes com a intenção de pesquisar métodos mais efetivos para a resolução de problemas técnicos, sendo estes de engenharia, principalmente. (CARVALHO, 2007).

Para os problemas em que existiam contradições foi dado o nome de problemas inventivos. Segundo Savransky (2000), “Problemas inventivos (...) são aqueles em que a entrada e a saída das etapas de resolução não foram todas definidas ou onde há informações irrelevantes, conflitantes e/ou inadequadas fornecidas”. Dessa forma, tendo que assumir escolhas entre características de um dado problema, a solução ideal não será atingida.

A Figura 1 representa a abordagem da metodologia TRIZ, que parte de problemas específicos para problemas e soluções gerais até chegar às soluções específicas.

Figura 1 – Abordagem metodologia TRIZ



Fonte: Autores (2020)

A metodologia TRIZ possui uma gama de ferramentas e métodos para a geração de ideias e, dentre vários, dois terão enfoque neste trabalho: o Método dos Princípios Inventivos (MPI), junto com a Matriz de Contradições (MC), e o ARIZ (Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas).

#### **4.2.1. Método dos Princípios Inventivos (MPI)**

O Método dos Princípios Inventivos (MPI), recurso principal da TRIZ, se desenvolveu através do estudo de patentes, em que se constatou a existência de 39 parâmetros de engenharia e de 40 princípios inventivos. Os parâmetros de engenharia definem e caracterizam, no geral, as condições vistas nos problemas técnicos, e os princípios inventivos são orientações e sugestões para se obter uma solução inventiva para o problema. (FERNANDES, 2013).

A aplicação usual desse método é por meio da Matriz de Contradições (MC), e esta tem a finalidade de identificar as contradições técnicas e buscar a solução mais favorável mediante as indicações de princípios inventivos que têm a maior probabilidade de resolver cada caso. (CARVALHO, 2007).

É importante destacar que já existem aplicativos para celular e sites na internet para a utilização desse método. Basta colocar os parâmetros a serem melhorados e os que serão prejudicados que automaticamente são listadas as soluções inventivas, o que mostra um grande avanço para a aplicação desse recurso.

#### **4.2.2. Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas (ARIZ)**

A sigla russa denominada ARIZ significa Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas. Essa ferramenta analítica visa a solução de problemas complexos através de nove passos sequenciais, como mostra a versão mais utilizada dessa técnica atualmente – o ARIZ-85C, publicado em 1985. (MARQUES, 2014).

Shulyak (1998) afirma que o ARIZ, ao longo dos anos e suas modificações, “se tornou uma ferramenta precisa para a resolução de uma grande variedade de problemas técnicos”. Este fato pode ser confirmado uma vez que esse método é estruturado e vai progredindo, de modo a transformar um problema de difícil resolução em um mais acessível e descomplicado.

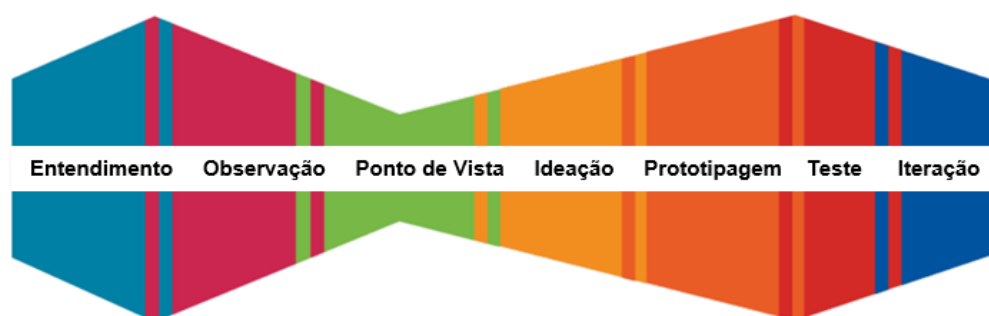
### 4.3. Design Thinking (DT)

O termo *Design Thinking* (DT) surgiu inicialmente com Tim Brown, diretor executivo da IDEO, empresa americana de *design* e inovação localizada em Palo Alto, na Califórnia.

Essa expressão surgiu para externar a diferença entre ser um *designer* e pensar como um *designer*. Tim Brown incentivou que os gestores começassem a pensar de modo mais criativo, assim trazendo a inovação do pensamento crítico para se resolver problemas complexos nas organizações. Ele afirma que uma equipe interdisciplinar de pensadores qualificados está em uma posição eficaz para resolver problemas mais complexos. (BROWN, 2009).

A abordagem do DT possui sete momentos que se destacam, como pode ser visto na Figura 2. O primeiro é o entendimento do problema e, logo em seguida, surge a divergência de pensamento (no momento da observação). Após isso, no momento do ponto de vista, acontece a convergência das ideias. No quarto momento (ideação) surge a divergência em relação as diferentes formas de prototipagem e testes (quinto e sexto momentos), até que aconteça novamente uma convergência do teste para a iteração, que é quando o produto (podendo este ser tangível ou uma solução) estará viável e pronto. É a chamada lógica de pensamento divergente e convergente ao longo das etapas que o constituem, assim filtrando os melhores *insights*. (BARBOSA; PAULA, 2017).

Figura 2 – Abordagem DT



Fonte: Echos – Laboratório de Inovação (2020)

### 4.4. Indústria 4.0

O conceito de Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, surgiu em 2011 na feira de tecnologia que ocorreu na cidade de Hannover, na Alemanha,

quando grupos de empresários, executivos e pessoas do governo se reuniram com o objetivo de implementar um projeto para modernizar e aperfeiçoar as indústrias locais.

Pode-se dizer que a combinação das diversas tecnologias aplicadas aos processos de toda a cadeia produtiva até a entrega do produto ao cliente é o que determina o termo Indústria 4.0, ou seja, é um conjunto de tecnologias que permite a fusão do mundo físico, digital e biológico. Conforme abordado por Davies (2015), do Serviço de Pesquisa do Parlamento Europeu (EPRS - European Parliamentary Research Service), “tudo dentro e ao redor de uma operação de manufatura (fornecedores, fábrica, distribuidores, até o próprio produto) é digitalmente conectado, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada”.

Algumas bases tecnológicas estratégicas são utilizadas para essa grande integração, e estas são o *Big Data*, a Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* – IoT), a Computação em Nuvem e os Sistemas Ciber-Físicos. “O uso combinado de inteligência artificial, realidade mista, internet das coisas e outras tecnologias está promovendo uma mudança nos negócios no mundo todo – com redução de custos, flexibilidade de produção e personalização de produtos”, de acordo com a Revista Exame: Como construir o Brasil 4.0 (2018).

## **5. Proposta de solução**

A atuação conjunta da TRIZ e do *Design Thinking* no Planejamento e Controle da Produção da Indústria 4.0 se dará pela agregação de algumas técnicas utilizadas por essas metodologias, de modo a unir as competências para solucionar de forma satisfatória as demandas do mercado. A essência de ambas está na tentativa de encontrar uma solução viável para elementos de difícil compreensão, facilitando o entendimento sobre o que o cliente necessita, para qual fim se destina o que se pretende concretizar e o que será realizado para se chegar ao resultado desejado após as diversas interpretações do problema.

A utilização de técnicas como apoio à inserção do PCP nesse novo cenário se torna importante, tanto por auxiliar nesse desafio e propor melhorias nos diversos aspectos como também por cooperar na parte de inovação.

Esses métodos estarão inseridos nas atividades do PCP dentro dessa indústria completamente automatizada. O novo modo de operação possibilitará os seguintes princípios: a descentralização dos processos de decisão, em que os Sistemas Ciber-Físicos poderão tomar decisões sem a intervenção humana; a virtualização, cópia virtual da indústria, sendo possível através de sensores de dados dispersos pela planta, permitindo o monitoramento remoto dos



processos físicos instalados; as análises em tempo real, viáveis devido à alta tecnologia e a possibilidade de se obter um grande volume de dados a todo instante através do *Big Data*; a interoperabilidade, que é a possibilidade de haver comunicação e integração entre os seres humanos e as máquinas por intermédio da Internet das Coisas e com a utilização da Computação em Nuvem; a orientação a serviço, que proporciona a interface entre os sistemas; e a modularidade, que é a separação do sistema em módulos individuais de forma a promover uma produção flexível e customizada.

Como o DT geralmente é direcionado ao desenvolvimento de novos produtos, pode-se pensar na personalização de acordo com a vontade e expectativa do usuário, verificando-se os pontos fortes e fracos do item elaborado para identificar outras oportunidades de lançamento no comércio. Busca-se determinar se a ideia obtida tem valor ou é dispensável para aquele contexto e assim prosseguir com o andamento das etapas.

A TRIZ, com seu foco na resolução técnica de problemas, atuará nesse contexto para solucionar os conflitos e também os Problemas Inventivos na criação de produtos pelo DT, através da utilização da MC. Além disso, por intermédio do ARIZ será possível diminuir a complexidade na formulação de uma ideia, de modo a concretizá-la para posterior produção.

Para uma abordagem prática, a descrição se faz a partir da sequência de etapas mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas para implementação de novos produtos com TRIZ e DT

| Etapa | Descrição   |
|-------|---|
| 1     | Através de informações coletadas por pesquisas (podendo também ser pesquisas de campo) ou <i>feedbacks</i> nas plataformas digitais, se buscará compreender os principais interesses dos clientes com relação as suas necessidades e preferências, assim como receber sugestões de melhorias do(s) produto(s), de acordo com o ramo industrial em que se trabalha. Em um ambiente altamente conectado, ao serem lançadas informações no sistema, estas automaticamente irão gerar conteúdo informativo com os perfis dos potenciais consumidores. |
| 2     | Uma equipe multidisciplinar analisará essas informações e, observando os diferentes tipos de consumidores, solicitará ao sistema que organize os perfis mais parecidos, investigando depois a necessidade de atender as categorias em momentos diferentes ou a possibilidade de criar um único produto que atenda diversas solicitações ao mesmo tempo. Várias ideias serão absorvidas e estudadas, de forma a se chegar na escolha de uma que seja a melhor e mais ideal para os envolvidos.   |

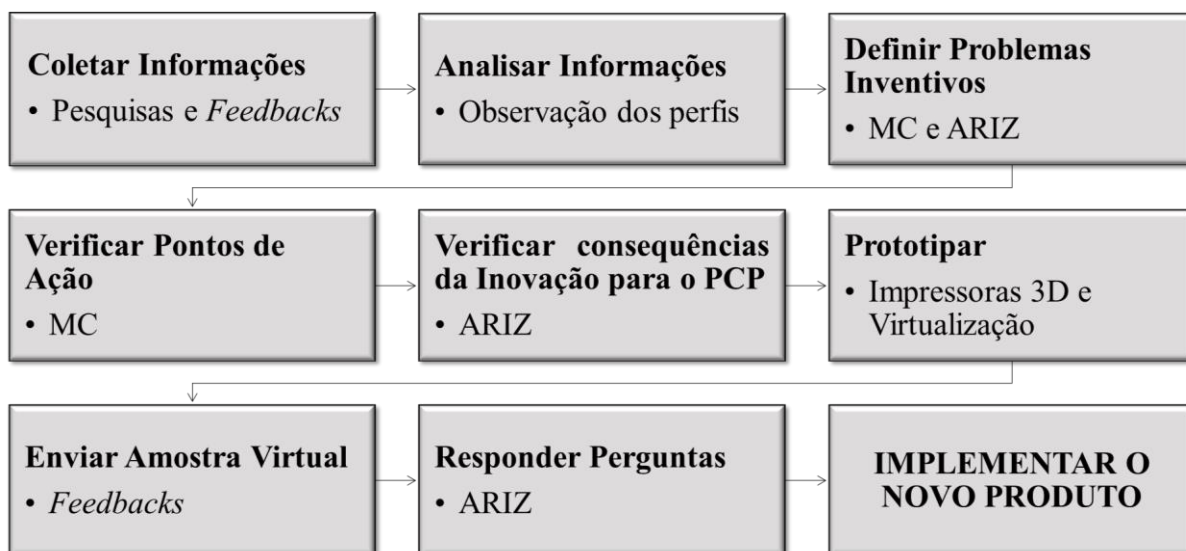
|   |   |
|---|---|
| 3 | Definida a ideia, essa equipe irá verificar os problemas para a confecção do produto com as novas características, isto é, averiguar os Problemas Inventivos envolvidos. O ARIZ será utilizado nesse cenário para examinar a área de conflito e mostrar a contradição física a ser solucionada, de forma a atingir o Resultado Final Ideal. A MC e o ARIZ serão utilizados em conjunto para uma melhor percepção da contradição física a ser solucionada.   |
| 4 | O sistema, assim que autorizado, listará automaticamente as adversidades para a elaboração do novo produto e, através de um programa específico da TRIZ e sua Matriz de Contradições instalado na rede de Computação em Nuvem, será possível colocar as contradições e, no mesmo momento, já verificar em quais pontos agir para a resolução das mesmas.  |
| 5 | O ARIZ também irá avaliar os recursos disponíveis para a elaboração do produto após o sistema gerar uma lista dos materiais necessários. Sendo assim, as questões relacionadas a quantidade de itens necessários para a produção, a complexidade de produção e o custo agregado do produto serão vistas e, dessa forma, serão analisadas as consequências que a inovação trará para o PCP.  |
| 6 | Após a solução teórica das contradições e a análise dos recursos, entrará a etapa de prototipagem. No contexto da Indústria 4.0, essa fase poderá começar com protótipos em impressoras 3D ou em alguma outra plataforma de prototipagem, para verificar em primeiro momento se a ideia será possível de ser executada e se irá funcionar. Além disso, através da virtualização da indústria, poderão haver simulações computacionais do produto com sua forma e sua fabricação na planta, configurando virtualmente as máquinas para tal produção e examinando todas as variáveis envolvidas nesse processo. |
| 7 | Depois da prototipagem, é necessário definir se a ideia realmente é válida e está pronta para ser concretizada. Uma amostra virtual do produto poderá ser enviada aos consumidores com o objetivo de receber <i>feedbacks</i> e aperfeiçoar o que for criticado.  |
| 8 | Antes da real implementação, é importante recorrer ao ARIZ. Após a solução ser encontrada e testada, as seguintes perguntas terão que ser respondidas: a contradição se resolveu da maneira mais ideal? Poderia ser solucionada de alguma forma melhor? Desse modo, existirá a possibilidade de ver se o produto realmente atendeu ao que foi proposto de início e se algum desvio ocorreu e poderia ser consertado, tanto com relação a formulação do objeto em si quanto com as questões de maximização da produção com menor custo e desperdício.  |

|   |  |
|---|--|
| 9 | Por fim, a fase de implementação chegará e, com ela, a responsabilidade de entregar ao cliente um produto que atenda suas expectativas. Ademais, é imprescindível ter a consciência de que o PCP irá executar suas funções da forma desejada, utilizando-se dos princípios da Indústria 4.0 para se tirar o maior proveito de todas as etapas da produção. |
|---|--|

Fonte: Autores (2020)

Na Figura 3 está esquematizado todo o processo de aplicação correlacionada das metodologias TRIZ e DT no PCP do mundo 4.0, conforme detalhado anteriormente.

Figura 3 – Etapas correlacionadas TRIZ e DT



Fonte: Autores (2020)

Dessa maneira, pode-se constatar que a convergência da TRIZ e do DT no PCP da Indústria 4.0 resultará em ganhos para as organizações no que diz respeito a formulação de melhores ideias no desenvolvimento de produtos e na possibilidade de haver uma estrutura para idealizar os problemas e solucioná-los da maneira ideal. Assim, o PCP poderá alocar seus recursos de forma a potencializar sua produção e coordenar de modo mais fácil o processo com a ajuda das metodologias e das tecnologias da era 4.0, o que resultará, por consequência, em maior produtividade.

## 6. Considerações finais

Este trabalho teve por objetivo apresentar de que maneira a Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ) e o *Design Thinking* (DT) podem se tornar metodologias de apoio ao Planejamento e Controle da Produção no contexto da Indústria 4.0, de forma a trazer melhorias em produtividade e inovação.

Ao correlacionar os métodos estudados dessas duas metodologias e empregá-los no cenário abordado, a capacidade de desenvolver produtos inovadores com a completa resolução dos problemas técnicos envolvidos fará com que a organização se mantenha em destaque no mercado competitivo. A estruturação para a melhor solução das adversidades relacionadas a criação ou melhoria de novos produtos possibilitará o destino mais favorável para cada recurso utilizado, gerando economia e minimizando desperdícios, o que resultará em um processo mais eficiente e com menos falhas, levando assim a uma expressiva produtividade.

Considerando os aspectos mencionados, ficam evidentes as transformações no Planejamento e Controle da Produção diante da Quarta Revolução Industrial. Com a implementação da metodologia TRIZ e do DT, o cenário poderá ser simplificado com a estruturação da ideia, trazendo eficiência ao processo, diminuindo gastos desnecessários e focando no que é de maior interesse: geração de itens inovadores que se tornarão competitivos no mercado.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, B. C.; PAULA, I. C. DE. **Desenvolvimento de um produto alimentício utilizando técnicas e ferramentas do Design Thinking**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2017.
- BROWN, T. **Change by Design**. New York: HarperCollins, 2009.
- CARVALHO, M. A. DE. **Metodologia Ideatriz Para A Ideação De Novos Produtos**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- CECATTO, C.; BELFIORE, P. O uso de métodos de previsão de demanda nas indústrias alimentícias Brasileiras. **Gestão e Produção**, v. 22, n. 2, p. 404–418, 2015.
- DAVIES, R. Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. **European Parliamentary Research Service**, n. September, p. 10, 2015.
- Echos - Laboratório de Inovação**. Disponível em: <<https://escoladesignthinking.echos.cc/cursos/presencial/design-thinking-experience/>>.
- FERNANDES, J. N. S. **Aplicação da Metodologia TRIZ em Empresas Industriais**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2013.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARQUES, J. F. **Aplicação da Metodologia TRIZ e da Manutenção Autônoma em Atividades de Manutenção Industrial**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2014.

RAMÍREZ, D. M. B.; ZANINELLI, T. B. O uso do design thinking como ferramenta no processo de inovação em bibliotecas. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 22, n. 49, p. 59, 2017.

REVISTA EXAME: Como construir o Brasil 4.0. **Revista Exame**, v. 52, n. 9, p. 1689–1699, 2018.

SAVRANSKY, S. D. **Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving**. Boca Raton, Florida: CRC-Press, 2000.

SEHNEM, S.; ERDMANN, R. H. Análise do PCP pelas lentes da complexidade. **Revista de Gestão da USP**, v. 13, n. 4, p. 79–94, 2006.

SHULYAK, L. Introduction to TRIZ. **40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation**, v. 40, p. 15–22, 1998.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2006.