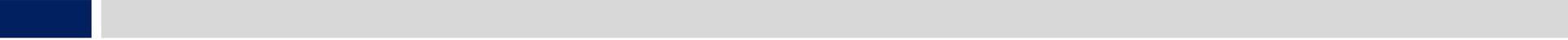


# **A INDÚSTRIA 4.0 SOB O PRISMA DA CIÊNCIA DE DADOS: UMA PROPOSTA DE MODELO DE MATURIDADE**

**Jacqueline Zonichenn Reis**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Universidade Paulista UNIP**

# INTRODUÇÃO



A Indústria 4.0 se torna referência na aplicação de inovações e tecnologias na manufatura.

Na literatura sobre a Indústria 4.0, existem modelos de maturidade que mostram fases deste processo. Entretanto, não existe clareza sobre quais tecnologias seriam pré-requisito. Além disso, um tema ainda a ser explorado nesse contexto é a Ciência de Dados.

O objetivo deste artigo é propor um modelo em que a Ciência de Dados e sua contribuição sejam contempladas.

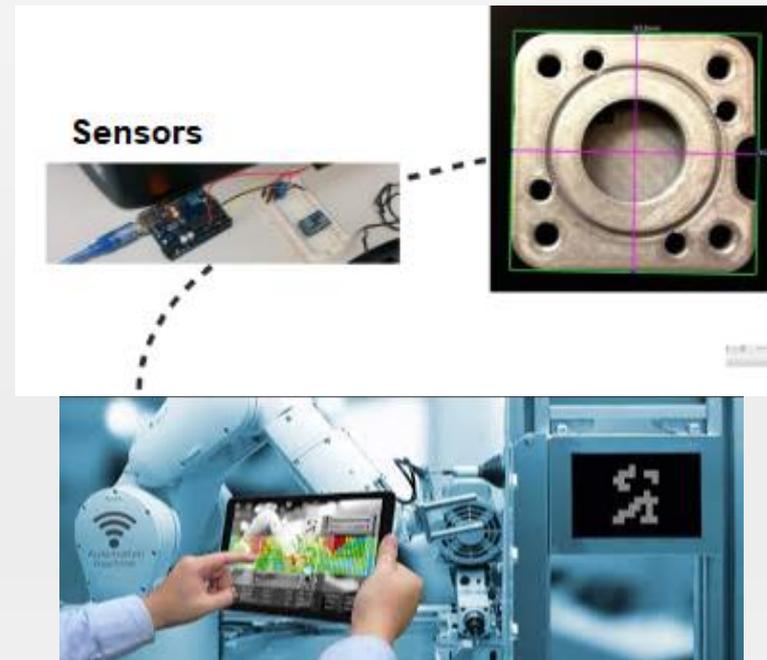
# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

**Indústria 4.0 = Sistema Cyberfísico (CPS) +  
Internet das Coisas (IoT) + Internet de Serviços (IoS)**

CPS são sensores e atuadores que criam uma cópia virtual do mundo físico.

IoT permite a interação de tais componentes em tempo real pela Internet.

IoS é um ambiente computacional distribuído, possibilitando a oferta de serviços combinados.



# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

## Ciência de Dados

A ciência de dados é definida como a extração de conhecimento de dados de alto volume, usando habilidades em ciência da computação, estatística e o conhecimento de especialistas.

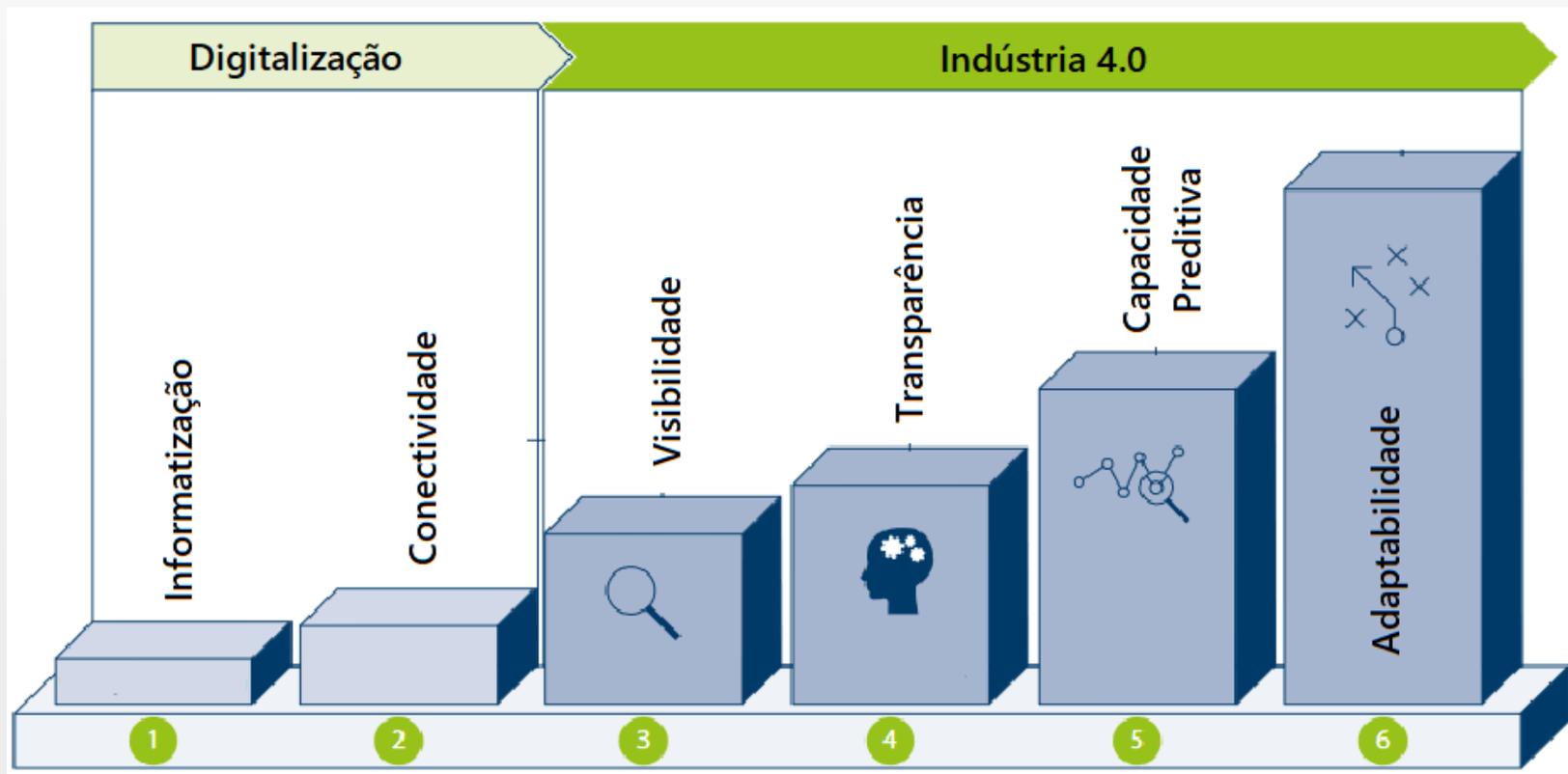
O desenvolvimento da ciência de dados tem sido motivado pela explosão de dados neste momento de transformação digital.

# MÉTODO

O método utilizado para escrever o artigo foi a pesquisa exploratória. Por meio de uma revisão bibliográfica, não sistemática, foram encontradas referências de modelos de maturidade que a indústria já utiliza. Tais modelos variam de 4 a 6 níveis, sendo cada nível um passo na evolução.

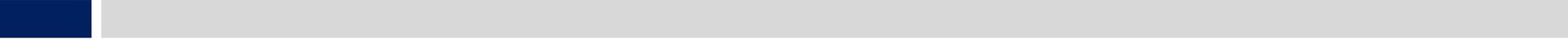
Com base nesta pesquisa, um novo modelo teórico-conceitual foi proposto. Este novo modelo distribui fases em quadrantes ao invés de camadas, para demonstrar a importância da ciência de dados e discutir sua aplicação.

# MODELO EXISTENTE



Modelo Acatech de maturidade da Indústria 4.0 (adaptado de SCHUH et al., 2020))

# MODELO PROPOSTO

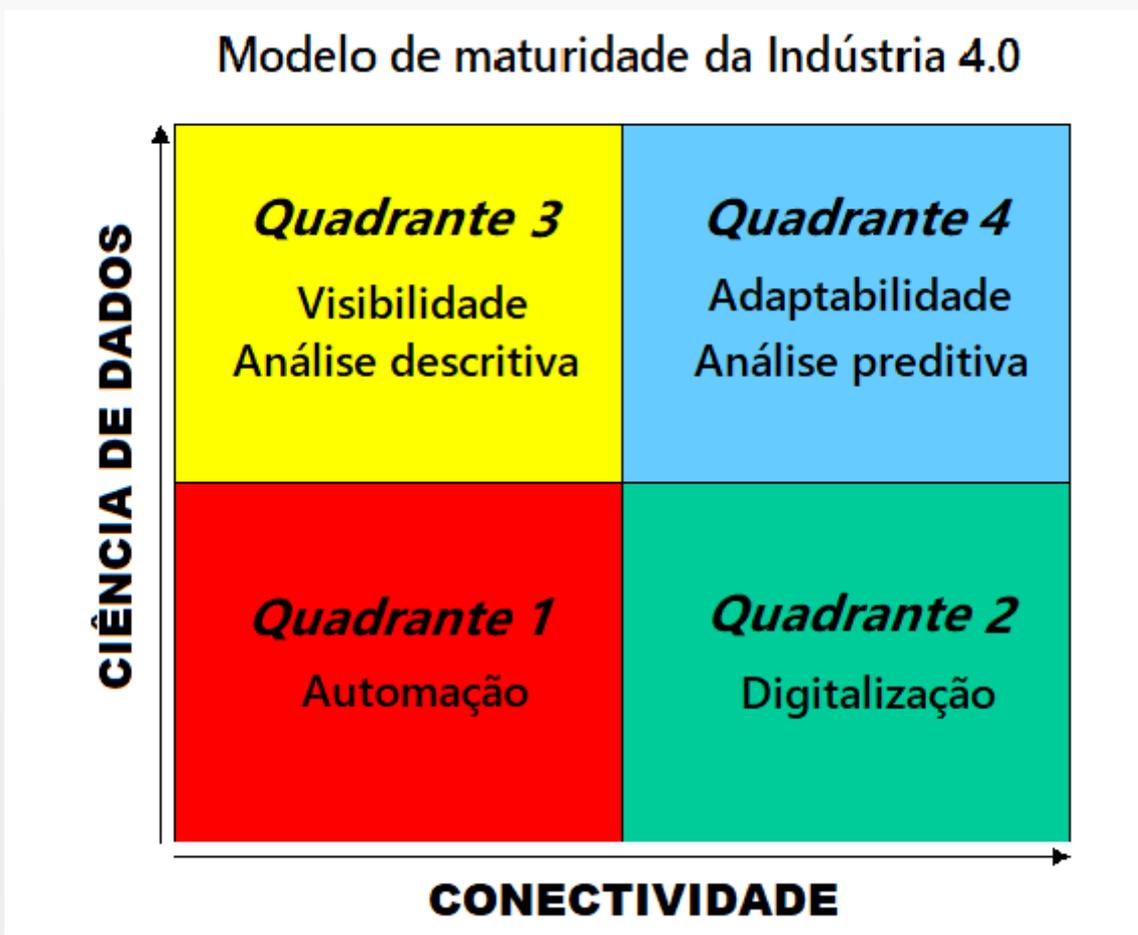


Um aspecto importante da Indústria 4.0 é a aquisição de dados em tempo real e seu tratamento para obter informações atuais e precisas que possibilitem melhores decisões.

Dessa forma, destacam-se dois fatores importantes para essa integração: conectividade para troca de dados; e a obtenção, análise e utilização dos dados na cadeia de valor.

Muitas empresas tendem a investir mais em conectividade do que em ciência de dados. Com base nessa dicotomia, propõe-se um modelo distribuído em dois eixos, ao invés de camadas como os demais.

# MODELO PROPOSTO



Modelo de maturidade da Indústria 4.0 (da autora)

# VALIDAÇÃO DO MODELO

O presente trabalho é preliminar e deve ser validado em estudos de casos ou pesquisas futuras.

O modelo proposto pode ser ilustrado considerando o seguinte cenário: uma indústria siderúrgica utiliza um sistema de filtros de emissão, fornecido por um parceiro. Sua capacidade produtiva é volátil e exige elasticidade, bem como taxas de repasse e atualização das regras de alocação. Quando há um aumento na demanda de produção, a capacidade de filtragem deve ser maior para atender o novo volume de emissão. Por outro lado, quando a demanda cai, a indústria não deve pagar por uma filtragem de emissão mais alta. Porém é isso que acontece em um cenário de automação, do Quadrante 1 do modelo proposto.

# VALIDAÇÃO DO MODELO

Mesmo que sensores sejam instalados e permitam uma conectividade dos filtros, o sistema se torna digital, porém ainda não se torna inteligente. Sensores que alertam quando aumentar ou diminuir a capacidade manualmente, estão apenas digitalizando parte do processo. Esse seria o cenário de digitalização do quadrante 2 do modelo.

Aplicando a ciência de dados e coletando os dados fornecidos sobre o uso dos filtros, obtem-se mais visibilidade. Análises desses dados ajudam a prever uma sazonalidade e aumentam a capacidade descritiva para uma tomada de decisões futuras, o que configura o cenário do quadrante 3 do modelo.

# VALIDAÇÃO DO MODELO

Se a análise dos dados e o controle de acesso ocorrem em tempo real por sistemas de informação, a precisão da demanda se torna maior. Os sensores conectados com equipamentos “inteligentes” possibilitam a tomada de decisão descentralizada e em tempo real. Além disso, contratos inteligentes podem reduzir a burocracia e automatizar as regras contratuais, substituindo os contratos de serviços convencionais. Esse modelo orientado ou “pay-per-use” é um exemplo do cenário de adaptabilidade do quadrante 4 do modelo.

# RESULTADOS

A automação e digitalização, quadrantes Q1 e Q2 respectivamente, podem sim proporcionar a abertura de novos mercados, alavancar a inovação e os ganhos de produtividade, especialmente nas economias em desenvolvimento. Porém isso ainda não é a Indústria 4.0.

Ao se investir mais em ciência de dados consegue-se deslocar para os quadrantes Q3 e Q4. Enquanto a ciência de dados trabalha no acesso, processamento, análise dos dados, e soluções para tomadas de decisão, utilizando uma abordagem “top-down” que seria orientada ao negócio; a conectividade foca nos dispositivos e na conexão dos mesmos aos sistemas.

# RESULTADOS

Em Q4 é que a real convergência entre Tecnologia de Informação (IT ou Information Technology) e Tecnologia de Operações (OT ou Operational Technology) acontece. Com estudo e investimento adequado, não só em conectividade, mas também em ciência de dados, consegue-se a adaptabilidade e análise preditiva que seriam as premissas para se ter uma Indústria 4.0 mais madura.

Atingir esse cenário do quadrante Q4 é um desafio para qualquer empresa. Promover uma configuração ideal de todas as ferramentas e sistemas de informação requer muitas habilidades. Deve haver colaboração entre profissionais de todas as áreas para abrir novas oportunidades baseadas em dados.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho mostra a relevância da ciência de dados para atingir um patamar diferenciado na indústria, revertendo esse ganho para gestores, acionistas, governo e sociedade.

O modelo proposto distribuído em quadrantes ao longo dos eixos de conectividade e ciência de dados, evidencia que a coleta de dados e a oportunidade de analisá-los para realizar processos mais avançados são cruciais para a maturidade da Indústria 4.0.

O modelo pode servir de referência para profissionais ao avaliarem o nível de maturidade de um determinado negócio. A pesquisa pode ainda derivar estudos de caso dentro desses cenários, uma oportunidade para trabalhos futuros.

