

# Próxima Geração de Arquitetura de Sistemas de Manufatura

Flexibilidade. Escalabilidade. Inteligência.

Como sistemas de manufatura precisam evoluir para dar suporte à transformação do setor industrial rumo a operações adaptáveis baseadas em dados.

# Introdução

Cerca de uma década após serem apresentados, os conceitos da Indústria 4.0 estão claros para a maior parte dos líderes do setor de manufatura.

Com base em pesquisa da Accenture<sup>1</sup>, a maioria lançou pilotos para validar o potencial de aproveitamento de dados e análises avançadas a fim de melhorar suas operações, e os mais adiantados definiram jornadas para operações adaptáveis (ver Figura 1 na próxima página).

No entanto, ainda existe incerteza em torno da arquitetura de sistemas de manufatura existentes, da tecnologia emergente e da sua habilidade para dar suporte a essas jornadas e à implantação em escala dos casos de uso relacionados.

1. [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-139/Accenture-The-Race-for-Digital-Operations-Transformation.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-139/Accenture-The-Race-for-Digital-Operations-Transformation.pdf)



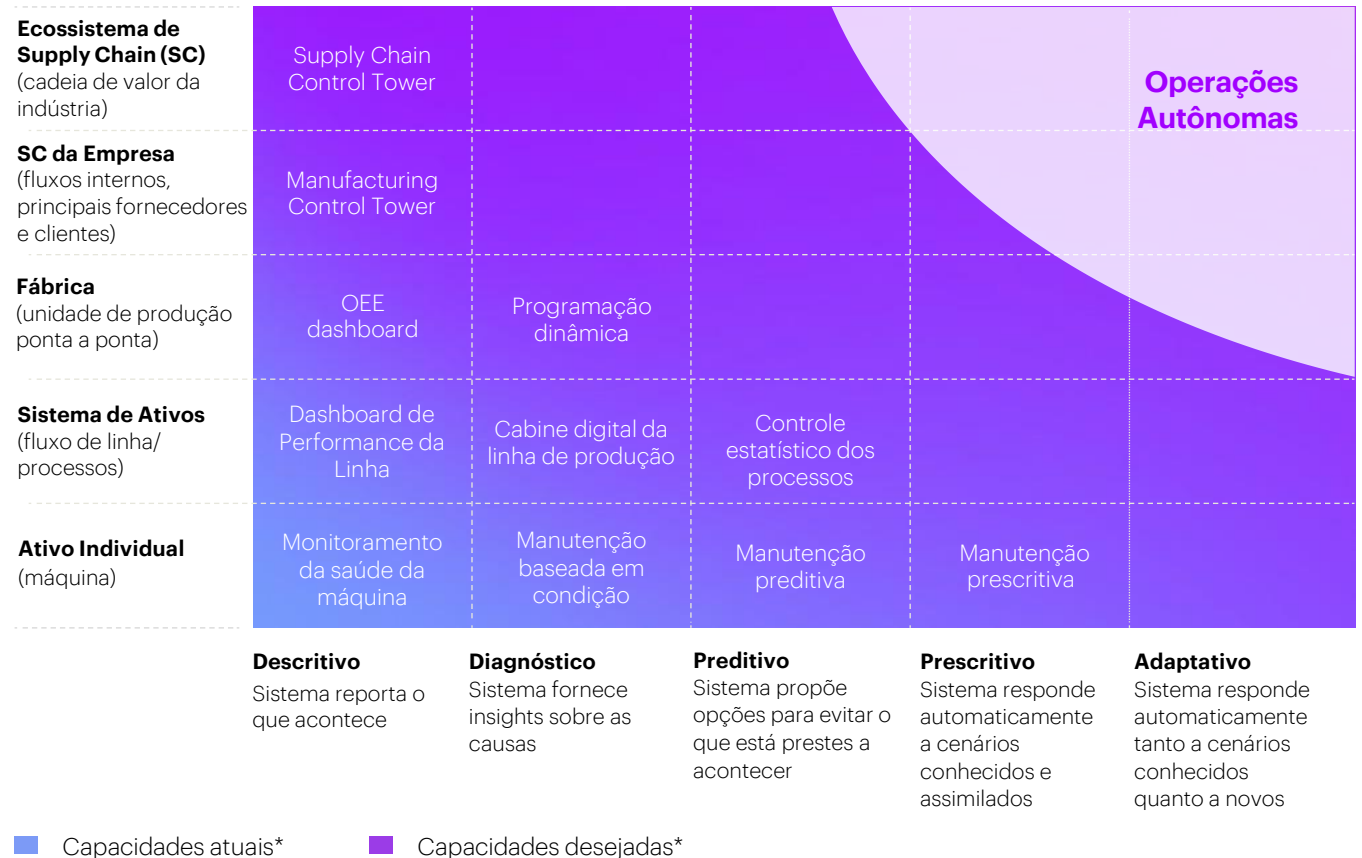
Casos de uso como manutenção preditiva ou inspeção visual in-line são relativamente fáceis de entender. Provedores de software – desde startups especializadas até grandes e reconhecidos fornecedores de software – vendem soluções de nicho para tais casos de uso.

À medida, porém, que as companhias se esforçam para avançar mais rapidamente na direção de operações adaptáveis de ponta a ponta, elas enfrentam desafios comuns:

1. O típico isolamento das arquiteturas de produção tradicionais impede lidar com casos de uso de maior valor, que muitas vezes requerem ir além de ativos ou linhas individuais e de uma única função, como manutenção ou qualidade.
2. As soluções relacionadas exigem o manuseio de grandes volumes de dados, que, muitas vezes, excedem as especificações das arquiteturas existentes.

Quando tentam abordar esses casos de uso de alto valor e elevada complexidade, os fabricantes atingem os limites das tradicionais arquiteturas de TI industriais, que geralmente são construídas em torno de silos funcionais: operações/Sistemas de Execução de Manufatura (MES), qualidade/Sistemas de Informação Laboratorial (LIMS) e manutenção/Gestão de ativos empresariais (EAM) etc.

**Figura 1: Uso adequado de dados e inteligência artificial (IA) ajuda o setor de manufatura a alcançar operações adaptáveis de ponta a ponta**



\* Ilustrativo, baseado em nível típico de maturidade de um grande número de fábricas de bens de consumo na América do Norte



Para superar essas limitações, os CIOs da indústria de manufatura começaram a investir em data lakes a fim de reunir todos os dados da fábrica num único repositório. Ter todos os dados num só lugar representa um progresso efetivo quando comparamos com a abordagem ainda comum de gerir dados em silos separados ou até em planilhas. Contudo, esse modo dificulta o fornecimento de informação estruturada e ferramentas necessárias a engenheiros e operadores para que possam melhorar as operações de ponta a ponta.

E essa deficiência explica por que o conceito de digital twins vem recebendo cada vez mais atenção dos líderes do setor de manufatura. No cerne dos gêmeos digitais está a capacidade de reunir dados de múltiplas fontes, unificando-os e dando-lhes contexto. Isso oferece uma condição 'one-stop-shop' para aplicações que podem utilizar esse repositório de dados contextualizados para uma ampla variedade de casos de uso.

Como resultado, os digital twins permitem aos usuários ir além da geração de relatórios baseados em dados históricos de silos pré-definidos e, em vez disso, juntar todos os dados num único lugar, com contexto, a fim de possibilitar casos de uso tais como simulações e inteligência preditiva/adaptativa em escala.

## À medida que companhias industriais exploram as possibilidades proporcionadas por digital twins, costumamos ouvir três perguntas principais:

- 1** Por que um gêmeo digital é um divisor de águas, e qual o valor adicional que ele vai aportar além daquele que já é possível obter com as arquiteturas de operações industriais centradas em MES?
- 2** Podemos alavancar gêmeos digitais sem ter que substituir todas as soluções implícitas, impulsionando a obtenção de valor mais rapidamente e a custos menores?
- 3** Como os fornecedores de MES estão se posicionando na disputa com os grandes players de plataformas na nuvem e Internet das Coisas (IoT)?

Este artigo propõe-se a responder a esses questionamentos. Exploraremos como e por que os sistemas de manufatura atuais podem e devem permanecer ativos para continuar a entregar o valor que geram hoje. E mostraremos como os gêmeos digitais complementarão esses sistemas, primeiro para entregar todo o valor dos dados de produção, e depois para acelerar a evolução das companhias na direção de operações adaptáveis.

# 1. Por que os digital twins são um divisor de águas?

## A diferença entre dados e conhecimento está no contexto

Um sensor de temperatura que indique 75 graus Fahrenheit é inútil a não ser que seu contexto seja entendido: o sensor está na linha de extrusão; ele produz esse tipo de variante de produto de acordo com essa receita, que tem essa eficiência histórica, esse registro de qualidade comprovada e assim por diante.

Um sistema de controle bem implementado, por exemplo a solução Aquisição de Dados e Controle de Supervisório (SCADA)/MES, tem toda essa informação e pode ser configurado para disparar um alarme ou um alerta caso o sensor de dados perceba desvios das condições pré-definidas. De fato, estabelecidos os dados nesses sistemas, uma solução SCADA ou MES poderia ser considerada um digital twin isolado. Mas, para aprimorar sua resposta em face de um evento na linha de produção, os engenheiros (ou os algoritmos de amanhã) precisarão entender o contexto adicional, como o histórico de manutenção da linha e qual versão de produto está sendo feita. Também é possível que a informação mais importante sobre manutenção possa estar contida em imagens ou relatórios não estruturados.

É esse contexto de informação altamente heterogênea que cria o desafio para as tradicionais arquiteturas de sistemas de produção isoladas e sua integração ponto

a ponto. Em contrapartida, um gêmeo digital – baseado numa estrutura flexível e escalável – permite que a informação seja capturada e as correlações mapeadas.

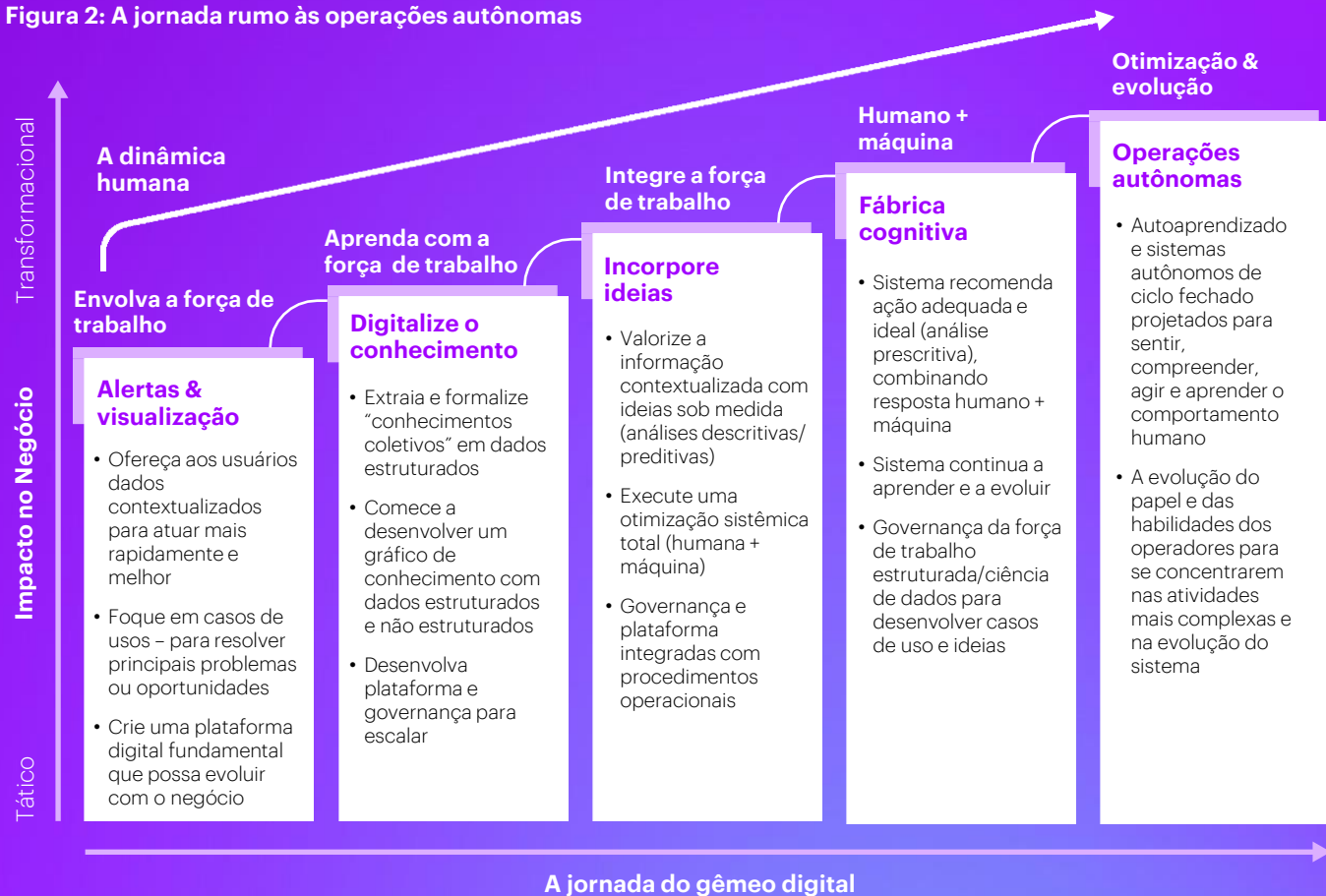
A capacidade de um gêmeo digital permitir um aprendizado progressivo e capturar conhecimento tácito oferece um benefício vital e diferenciador: **ele armazena e estrutura informação de uma forma que engenheiros e operadores possam compreendê-la.** Isso significa que eles não precisarão depender de um analista de dados a cada vez que necessitem analisar dados e desenvolver aplicações por vezes muito simples para resolver questões do dia a dia, como a do sensor de temperatura que ilustramos anteriormente. Ao combinar o poder dos digital twins com as modernas ferramentas pouco/nenhum código (LCNC), os líderes industriais podem proporcionar aos engenheiros de processos e dados um domínio seguro, no qual eles poderão colaborar para desenvolver novas formas de otimizar as operações.


Além disso, o gêmeo não para de capturar a configuração e o comportamento do ativo, da linha ou da fábrica. Ele também embute lógica de otimização para todos os níveis da hierarquia.



Ao permitir a progressiva formalização do conhecimento tático e da gestão de desempenho baseada em eventos em tempo real, o gêmeo digital dá apoio à evolução rumo às operações autônomas.

Figura 2: A jornada rumo às operações autônomas





## **2. Soluções existentes podem ser integradas aos gêmeos digitais para maximizar o investimento?**



## A resposta curta é: sim. Uma arquitetura de manufatura abrangente e integrada continua a ser o pilar das operações industriais em muitos setores.

Por exemplo, o MES deverá continuar sendo o orquestrador e elo principal entre a empresa e os sistemas de chão de fábrica. Os ricos e estruturados dados que uma arquitetura de produção abrangente e integrada fornece permitem às companhias iniciar sua jornada rumo às operações autônomas.

Ao implementar um gêmeo digital em paralelo com sistemas existentes (como demonstrado na Figura 3 na página seguinte) e alimentando o gêmeo com os dados adequados desses sistemas, as companhias podem extrair mais valor de anos de investimento sem a necessidade de aposentar e trocar recursos existentes.

Livres dos limites de domínio dos sistemas de produção tradicionais e explorando o poder e a flexibilidade das plataformas e tecnologias de nuvem, os gêmeos digitais possibilitam às empresas capturar dados de todos os sistemas existentes – dos sistemas de Planejamento de Recursos da Companhia (ERP) aos Controladores Lógicos Programáveis (PLCs), à cadeia de suprimento, à distribuição – e contextualizá-los com rapidez e efetividade.

E ainda, pelo fato de ser possível fazer isso com base em um caso de uso, os benefícios podem ser obtidos em três a cinco meses, dependendo da complexidade do caso de uso. A principal diferença comparando com a abordagem de piloto tradicional é que todos os casos de uso recorrem ao mesmo modelo de dados e infraestrutura sem ter de criar um novo silo de dados. Em vez de introduzir desafios de integração adicionais, todo caso de uso enriquece o potencial do gêmeo digital e pode escalá-lo exponencialmente.



Figura 3: O gêmeo digital é projetado como uma plataforma integrada aberta



O diagrama mostra a arquitetura de gêmeo digital simplificada, incluindo as três 'camadas' dentro da plataforma principal.

- Dados dos diferentes sistemas fontes são coletados e pré-processados na borda antes de serem enviados para a nuvem para integração e armazenagem.
- Dados são contextualizados, por exemplo: as correlações entre dados de engenharia, TI e Automação são descritas como um gráfico flexível e escalável, apresentando toda a complexidade das operações de manufatura.
- Normalmente, a plataforma de gêmeo digital oferece simulação da base e capacidades de análises e expõe os dados contextualizados a uma variedade de aplicações, de quadros simples à complexa lógica de aprendizado de máquina.



## Reexamine os sistemas atuais

Se é verdade que a indústria de transformação pode tirar proveito dos gêmeos digitais sem ter que substituir seus sistemas existentes, esses sistemas não deverão ficar completamente intocáveis. Fabricantes que não tiverem uma arquitetura de produção eficiente – normalmente resultado de investimentos não coordenados e extensões proprietárias – podem achá-los difíceis de evoluir. Em paralelo com a implementação e lançamento do gêmeo digital, os líderes industriais deverão aprimorar sua arquitetura de fabricação existente para:

- 1** Criar um modelo de abordagem baseado em dados e camada de abstração que permita a simplificação e padronização sem ter de substituir equipamentos caros nas instalações.
- 2** Mover os desenvolvimentos específicos de alto valor (por exemplo, quais condições no upstream podem estar causando falhas no downstream), a maior parte deles sendo sobre dados e IA, para o ambiente gêmeo.
- 3** Reforçar a integração vertical entre ERP e os sistemas de chão de fábrica, a fim de estabelecer um motor de execução robusto e eficiente.
- 4** Integrar os domínios de execução e otimização (o gêmeo) progressivamente ao longo do tempo, com base em modelo de compartilhamento de dados/informação, respeitando o paradigma da execução e otimização

Existem várias versões para essa jornada, à medida que fabricantes, requisitos, ambições e pontos de partida variam muito. Mas a abordagem geral permanece válida para todos.

### **3. Como os fornecedores de MES se posicionam na disputa com os grandes players de plataformas de nuvem e Internet das Coisas?**

# Sistemas de execução de manufatura (MES) são a espinha dorsal do acervo atual de TI/Automação na manufatura, e continuarão a ser relevantes à medida que as companhias industriais se desloquem rumo à próxima geração de arquiteturas de MOM.

Em resposta à crescente concorrência entre empresas de TI – de startups especializadas a gigantes da nuvem –, fornecedores de soluções MES estão evoluindo seus produtos para aumentar sua abrangência, alavancando a flexibilidade da nuvem, enquanto buscam facilitar sua integração à futura-atual arquitetura de manufatura.

1. Grandes fornecedores ampliam suas ofertas e aprimoram seus produtos (por vezes, por meio de aquisições) com plataformas bem integradas que incluem históricos de dados, sistemas de gerenciamento de qualidade, soluções de gestão de performance de ativos e soluções de gerenciamento de armazéns. Hoje em dia, os líderes oferecem um leque bem maior de capacidades essenciais junto com melhores práticas setoriais. Isso possibilita lançamentos mais rápidos com pouca customização.
2. Uma outra tendência importante refere-se à implementação na nuvem. Isto não só permite um rollout mais fácil entre plantas, mas também facilita significativamente a integração com a arquitetura geral de MOM e reduz substancialmente o custo das implantações de MES.
3. Por último, os modelos comerciais mais flexíveis dos fornecedores agora permitem às empresas líderes mudar de grandes investimentos (CAPEX) para contratações incrementais. Combinado com a rapidez das implantações, isto torna as implantações de MES mais fáceis de justificar financeiramente.

## A nuvem restringe-se a custos menores?

**Não. As empresas industriais começaram a alavancar tecnologias de nuvem para complementar ou estender seus sistemas de execução de manufatura:**

- Internet das Coisas Industrial (IIoT): para coletar dados adicionais tanto de equipamentos reformados quanto de novos sensores inteligentes
- Plataformas de análise: para analisar qualidade dos dados após serem tratados
- Pouco/Nenhum código: para resolver requisitos únicos e específicos da planta
- Aprendizado de Máquina: para apoiar e potencialmente automatizar decisões do dia a dia.

Fornecedores de MES vêm flexibilizando suas arquiteturas para também alavancar essas tecnologias a fim de entregar mais valor aos seus clientes. Para isso, alguns adquirem ou desenvolvem seus próprios produtos de IIoT, Pouco/Nenhum código, Aprendizado de Máquina e ferramentas de Análises, enquanto outros preferem colaborar com os grandes da nuvem para oferecer aos clientes perfeita integração com ferramentas baseadas em nuvem abertas e poderosas.

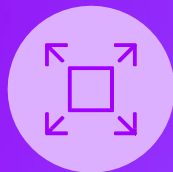
# Resumo

Líderes do setor de manufatura que têm sucesso ao migrar rumo à próxima geração de arquitetura de sistemas de manufatura estão posicionados para aumentar a eficiência, melhorar a satisfação do cliente, reduzir custos e fundamentalmente superar seus pares



## Flexibilidade

permite a um gêmeo digital se adaptar a diversos e diferentes requisitos e pontos de partida. Começando com casos de uso simples que gerem retorno imediato, um gêmeo digital pode se autofinanciar rapidamente.



## Escalabilidade

vai possibilitar a extensão de casos de uso originais em escopo para múltiplas áreas na empresa e para a sofisticação aprimorada das análises dos dados.



## Inteligência

adquirida a partir da lógica de otimização dos gêmeos digitais para todos os níveis da hierarquia, fornece à engenheiros e operadores controle e responsabilidade pelos dados de produção e soluções relacionadas.

## Autores



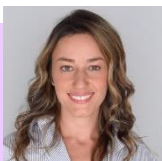
### Renato Improta

Managing Director  
Industry X Latam Lead



### Constantino Seixas

Managing Director  
Industry X Latam



### Renate Fuchs

Associate Director  
Industry X Latam



## Autores



### Pascal Brosset

Managing Director — Industry X,  
Global Production and  
Operations Lead



### Thiago Martins

Managing Director — Industry X,  
North America Production and  
Operations Lead



### Sheri Williams

Managing Director — Industry X



### Mike Watson

Associate Director — Industry X,  
Business & Integration Architecture



## Sobre a Accenture

A Accenture é uma empresa global de serviços profissionais, com liderança nas capacidades de digital, cloud e segurança da informação. Combinando experiência ímpar e competências especializadas em mais de 40 indústrias, oferecemos serviços de Strategy & Consulting, Interactive, Technology e Operations – impulsionados pela maior rede de centros de tecnologia avançada e operações inteligentes do mundo. Nossos 674 mil profissionais cumprem a promessa da tecnologia e da criatividade humana todos os dias, atendendo a clientes em mais de 120 países. Nós abraçamos o poder da mudança para criar valor e sucesso compartilhado com nossos clientes, pessoas, acionistas, parceiros e comunidades.

Visite-nos em [www.accenture.com.br](http://www.accenture.com.br).

### Isenção de Responsabilidade

Este conteúdo é fornecido para fins de informação geral e não se pretende que seja usado no lugar de consultoria com nossos conselheiros profissionais. Este documento faz referência a marcas de propriedade de terceiros.

Todas essas marcas pertencem a seus respectivos donos. Não há intenção de associar ou expressar o patrocínio, endosso nem aprovação dos proprietários de tais marcas ao conteúdo deste documento.