

## APLICAÇÃO DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM PARA INTEGRAÇÃO DIGITAL ENTRE UMA PLANTA DE MANUFATURA AVANÇADA E UMA FÁBRICA MODELO 4.0

João Vitor Mendes Pinto dos Santos<sup>1</sup>; Thamiles Rodrigues de Melo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Computação; Iniciação científica – FAPESB; joao.v.m.p.santos@ieee.org

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; thamiles.melo@doc.senaicimatec.edu.br

### RESUMO

A indústria 4.0 é uma meta global de digitalização para as indústrias atuais, e a computação em nuvem é uma solução que permite acesso ubíquo e conveniente a infraestrutura, plataforma e serviços. Junto com a computação de névoa e de borda, ela potencializa as vantagens da integração de sistemas de manufatura. Nesta pesquisa é proposta a criação de uma arquitetura em nuvem, para integrar uma planta de manufatura avançada e uma fábrica modelo do SENAI CIMATEC. Antes da implementação desta arquitetura, é necessário avaliar se o ambiente é adaptável a ela. Para isso, são utilizados fundamentos como a estrutura TOE (*Technology-Organization-Environment Framework*) e o modelo SEM (*Structural Equation Modeling*), que avaliam o grau de aderência para a aplicação. Como procedimento metodológico da pesquisa, está sendo modelado um banco de dados que atenda o fluxo de informações entre os sistemas. Portanto, a adaptação do ambiente para a computação em nuvem é crucial para o sucesso da integração digital de sistemas e seus avanços em automação e otimização de processos.

**PALAVRAS-CHAVE:** computação em nuvem; indústria 4.0; modelagem de equações estruturais; banco de dados.

### 1. INTRODUÇÃO

A integração de sistemas de manufatura na Indústria 4.0 tem sido amplamente adotada em diferentes setores industriais. Ela permite conectar vários sistemas de produção, incluindo equipamentos, ferramentas computacionais e sistemas de gerenciamento de dados, para trabalharem de forma mais eficiente e efetiva, com o objetivo principal de melhorar a produtividade, reduzir custos e aumentar a flexibilidade e agilidade no processo de produção.<sup>1</sup> De forma a promover essa integração, a computação em nuvem é um dos pilares tecnológicos da Indústria 4.0 que possibilita o acesso remoto aos dados de diferentes processos. Esse paradigma de computação permite o acesso ubíquo, conveniente e sob demanda a uma rede compartilhada de recursos configuráveis de infraestrutura, plataforma e serviço.<sup>2</sup>

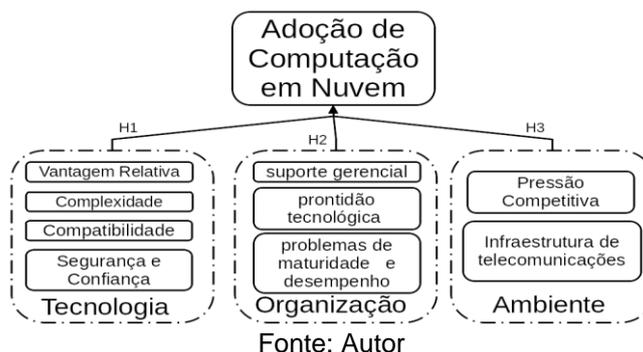
No entanto, novos desafios vêm surgindo, como a redução da latência entre a nuvem e os equipamentos da produção. Para sanar esse problema, surgiram novos paradigmas como a computação em névoa e a computação de borda. A computação em névoa é uma extensão da computação em nuvem para a rede de borda, fornecendo serviços no entorno dos dispositivos próximos ao usuário, como roteadores, em vez de enviar as informações para a nuvem. Por sua vez, a computação de borda fornece serviços próximos à fonte de dados para atender aos requisitos críticos em conectividade ágil e aplicativos inteligentes.<sup>2</sup>

Neste contexto de integração de sistemas em escala didática, há a planta de manufatura avançada (PMA), que é uma linha de produção automatizada que utiliza diversos sistemas ciberfísicos para produzir atuadores pneumáticos, gerando uma grande quantidade de dados sobre o processo de produção. Por outro lado, há a fábrica modelo que produz pistões a partir desses atuadores, mas não possui um sistema automatizado, contando apenas com um sistema de gerenciamento do processo. Diante desse cenário, o objetivo nesta pesquisa é integrar digitalmente os sistemas da planta de manufatura avançada e da fábrica modelo, seguindo uma proposta cliente-fornecedor, para possibilitar uma maior facilidade no processo de encomenda, agilidade na produção e rastreabilidade das peças encomendadas.

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A estrutura TOE (*Technology-Organization-Environment Framework*) é uma estrutura conceitual utilizada para analisar a adoção de tecnologias em uma organização. Já o modelo SEM (*Structural Equation Modeling*) é uma técnica estatística empregada para modelar o fator de carregamento que representa a relevância das relações entre variáveis observáveis que são variáveis exógenas, ou seja, variáveis externas ao modelo representam as suas entradas. Por outro lado, as variáveis latentes são variáveis endógenas que não são observadas diretamente, mas são determinadas dentro do modelo e utilizam das variáveis observáveis como indicadores. Na aplicação da estrutura TOE com modelos SEM para a adoção de computação em nuvem, podem ser consideradas as seguintes variáveis: tecnológicas, organizacionais e ambientais, conforme ilustrado na Figura 1. Ao utilizar a estrutura TOE em conjunto com o modelo SEM, é possível modelar as relações entre essas variáveis e identificar aquelas que têm maior impacto na adoção de serviços de computação em nuvem.<sup>3</sup>

Figura 1. Estrutura TOE para adoção de computação em nuvem.



Kandil et al.<sup>4</sup> realizaram uma pesquisa com o objetivo de identificar os melhores critérios para analisar a adaptabilidade da computação em nuvem por meio da aplicação do modelo SEM. Durante a investigação, os autores revisaram diversos artigos sobre a adoção do TOE com foco na computação em nuvem e selecionaram as seguintes variáveis como instrumentos de pesquisa, conforme exemplificado na Figura 2. Dentre elas, tem-se: vantagem relativa, complexidade, compatibilidade e segurança e confiança no contexto da tecnologia; suporte gerencial, prontidão tecnológica e problemas de maturidade e desempenho no contexto da organização; pressão competitiva, infraestrutura de telecomunicações, provedor de serviços de internet, suporte de parceiros comerciais e pressão de parceiros comerciais no contexto do ambiente.

Figura 2. Exemplo de modelo SEM aplicado os critérios do TOE (tecnologia).



### 3. METODOLOGIA

Após a análise da estrutura TOE, propõe-se a integração digital entre a planta de manufatura avançada e a fábrica modelo por meio de uma arquitetura em nuvem, que poderá ser SaaS (software como serviço), IaaS (infraestrutura como serviço) ou PaaS (plataforma como serviço) a depender do tipo de conexão desejada entre os sistemas. Para isso, será construído um banco de dados em nuvem sincronizado com os dados locais de ambos os sistemas de produção. A partir da proposta cliente-fornecedor apresentada na Figura 3, o operador da fábrica modelo como cliente poderá enviar requisições e pedidos na nuvem, que serão processados e aprovados pelo operador da planta de manufatura avançada para iniciar a produção nesta como fornecedor. Dessa forma, será possível otimizar o processo de encomenda e produção, garantir a rastreabilidade das peças encomendadas e aumentar a agilidade na produção.

Figura 3. Proposta de integração entre a fábrica modelo e PMA no contexto de computação em nuvem.

