

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA API PARA INTEGRAÇÃO DIGITAL ENTRE UMA PLANTA DE MANUFATURA AVANÇADA E UMA FÁBRICA MODELO 4.0

João Vitor Mendes Pinto dos Santos¹; Thamiles Rodrigues de Melo²

¹ Graduando em Engenharia de Computação; Iniciação científica - FAPESB; joao.v.m.p.santos@ieee.org

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

RESUMO

A Indústria 4.0 representa uma meta global de digitalização para as indústrias atuais, e a computação em nuvem é uma solução que oferece acesso ubíquo e conveniente à infraestrutura, plataformas e serviços. Em conjunto com a computação de névoa e de borda, ela amplifica as vantagens da integração dos sistemas de manufatura. Nesta pesquisa, propõe-se a criação de uma arquitetura em nuvem para integrar uma planta de manufatura avançada e uma fábrica modelo do SENAI CIMATEC. Após a análise do fluxo de processos entre ambos os sistemas, identificou-se que o método para construir esta integração seria uma Interface de Programação de Aplicativos (API, em inglês), projetada com foco na flexibilidade e no desacoplamento. O resultado desta criação foi um pseudocódigo que pode ser codificado em qualquer linguagem de programação. A API demonstrou ser um método confiável para promover a integração digital, e sua capacidade de expansão futura permite a implementação em novos sistemas para comunicação com os já existentes.

PALAVRAS-CHAVE: computação em nuvem; indústria 4.0; interface de programação de aplicativos

1. INTRODUÇÃO

A integração dos sistemas de manufatura na Indústria 4.0 tem sido amplamente adotada nos diversos setores industriais. Ela permite conectar vários sistemas de produção, com o principal objetivo de melhorar a produtividade, reduzir custos e aumentar a flexibilidade e agilidade no processo de produção¹. Para promover essa integração, a computação em nuvem é um dos pilares tecnológicos da Indústria 4.0, que permite o acesso remoto de dados sob demanda a uma rede compartilhada de recursos configuráveis de infraestrutura, de plataforma e de serviço, para diferentes processos². A computação em névoa, extensão da computação em nuvem para a rede de borda, fornece serviços no entorno dos dispositivos próximos ao usuário, como roteadores e PCs. Por sua vez, a computação de borda fornece serviços próximos à fonte de dados, atendendo aos requisitos críticos em conectividade ágil e aplicativos inteligentes².

Neste contexto de integração de sistemas em escala didática, há dois sistemas de manufatura: a Planta de Manufatura Avançada (PMA) e a Fábrica Modelo (FM), onde ambas possuem um Sistema de Execução da Manufatura (MES, na sigla em inglês) para gerenciar suas produções. Os sistemas possuem uma relação de cliente-fornecedor, onde a PMA fornece atuadores pneumáticos para a FM. Dentro do contexto apresentado, o objetivo nesta pesquisa é construir uma Interface de Programação de Aplicativos (API) que integre o fluxo digital de informações entre a PMA e a FM, no intuito de possibilitar uma maior facilidade no processo de encomenda, agilidade na produção e rastreabilidade das peças encomendadas.

2. METODOLOGIA

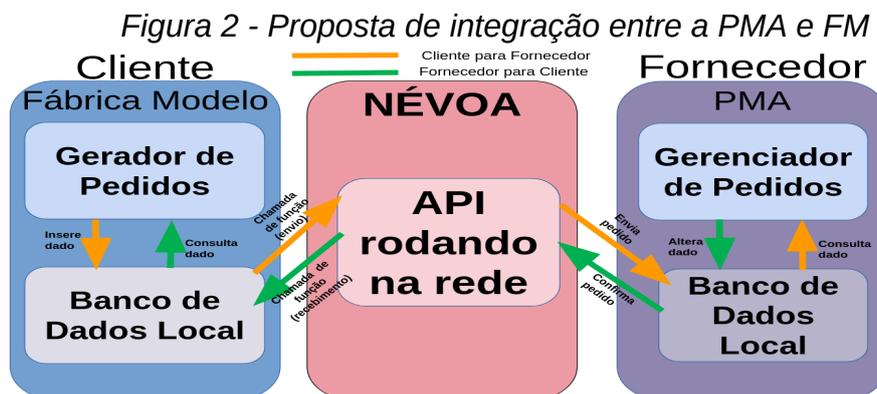
Para realizar o processo de integração digital, inicialmente foi esboçado o fluxograma dos processos de manufatura da PMA e da FM, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama do fluxo de dados da PMA e da fábrica modelo



Fonte: Elaborado pelo autor

Após esboçar o fluxograma de integração e compreender a lógica de funcionamento da PMA e da FM, foi iniciada a construção de uma API como sendo uma das soluções presentes na literatura para resolver este problema. Dentre as principais vantagens da API, tem-se a possibilidade de executar o mesmo código nos ambientes da computação de borda, em névoa ou em nuvem; e a capacidade de ser uma interface comum para comunicação entre aplicativos que desejam interagir com os sistemas, facilitando a integração de um novo sistema de manufatura³. Esta API será executada na camada de computação em névoa, como ilustrado na Figura 2, em uma máquina virtual rodando em um servidor local, em que ambos os sistemas se encontram em uma rede de internet ou intranet.



Fonte: Elaborado pelo autor

A implementação da API será realizada em TypeScript, uma linguagem de programação de uso geral e multiparadigma que oferece flexibilidade na solução de problemas, além de contar com tipagem forte para assegurar a consistência dos tipos de dados. Será utilizada em conjunto com a biblioteca Express.js, que proporciona uma estrutura de apoio para o desenvolvimento de APIs no ambiente Node.js. A estrutura do código seguirá o modelo UML padrão, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Modelagem UML da API



Fonte: Elaborado pelo autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para exemplificar o processo de integração digital entre PMA e FM, foi testada a rota de “Inserir Pedido”. O fluxo para realizar o pedido começa com o operador requisitando a peça desejada em um dispositivo. Ele irá gravar essa requisição material no banco da FM. Como a API é versátil, isso possibilita fazer a chamada dela dentro do próprio banco de dados da FM. Esse pedido passará pela validação da API, retornando erro caso a chamada esteja incorreta. Caso contrário, irá inserir o pedido no banco de dados da PMA para que o gerenciador de pedidos avalie e devolva a confirmação da inserção do pedido no banco de dados da PMA, conforme descrito no Algoritmo 1 abaixo.

Algoritmo 1 - Pseudocódigo da lógica da rota inserir-pedido

função assíncrona rotaPost('/inserir-pedido', requisitado Requisição, resposta Resposta)

início

declare constante data JSON;

data <-- requisitado;

se (data.peça está vazia ou data.quantidade está vazia ou data.furacao está vazia ou data.limpeza está vazia ou data.prensagem está vazia ou data.inspeção)

retorne resposta.status(requisição inválida) e resposta.JSON({error: “Todos os campos devem ser preenchidos.”};

fim do se

declare constante nomePeca Literal;

data <-- data.peça + data.furacao + data.inspeção + data.limpeza + data.prensagem;

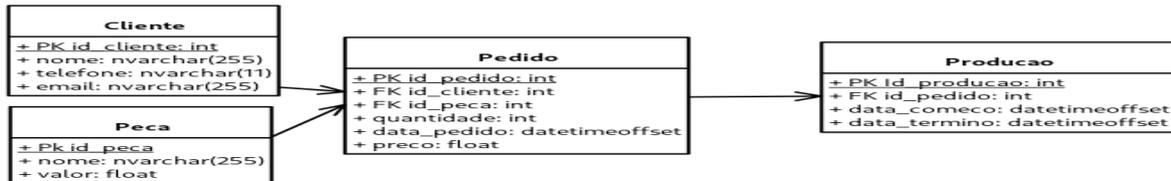
declare constante consulta Literal;

consulta <-- “INSERT INTO pedido (id_cliente, id_peca, quantidade) VALUES (1, (SELECT id_peca

```
FROM peca WHERE nome = "+ nomePeca +"), data.quantidade);"
    aguarde executeAConsulta(consulta);
    responda.JSON({ message: 'Dados inseridos com sucesso.' });
fim
```

Uma mudança colateral e não planejada foi a alteração na lógica de funcionamento das tabelas demonstradas na Figura 4 do banco de dados da PMA, o que trouxe maior facilidade para a manipulação dos dados no momento de inserir o pedido no banco de dados.

Figura 4 - Modelagem relacional da alteração do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao finalizar a construção da API, pode-se testar o sistema de pedidos em funcionamento, conforme demonstrado na Figura 5, através de uma consulta SQL.

Figura 5 - Pedido da FM gravado no banco de dados da PMA

	Row #5
id_pedido	5
Cliente	Fabrica Modelo
Peca	Base 20mm Furação 5s Sem inspeção Sem limpeza Sem prensagem
data_pedido	2023-10-03 16:51:35.000 +0000
Quant	45
valor	35.3
preço	1,588.5

Fonte: Elaborado pelo autor

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A API tornou-se uma solução viável para a integração digital os sistemas de manufatura em estudo devido ter estabelecido a relação cliente-fornecedor com sucesso. Além disso, ela possui a flexibilidade de ser implementada com qualquer linguagem de programação, que tenha suporte para receber requisições via protocolo de rede. Entretanto, sua única desvantagem está na necessidade de ter os equipamentos interligados em uma rede de internet ou intranet para garantir a comunicação. A utilização de ferramentas de DevOps, containerização de programas e o aumento de funcionalidades da API, são passos futuros importantes nesta pesquisa, proporcionando uma maior integração digital para facilitar o desenvolvimento e a manutenção dos serviços em nuvem.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro na realização dessa pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

- PAZ, Antonio Carlos Menezes; LOOS, Mauricio Johnny. A importância da computação em nuvem para a indústria 4.0. Revista Gestão Industrial, v. 16, n. 2, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/9317>>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- QI, Qinglin; TAO, Fei. A Smart Manufacturing Service System Based on Edge Computing, Fog Computing, and Cloud Computing. IEEE Access, v. 7, p. 86769–86777, 2019.
- SODERI, Mirco; KAMATH, Vignesh; BRESLIN, John G. A Demo of a Software Platform for Ubiquitous Big Data Engineering, Visualization, and Analytics, via Reconfigurable Micro-Services, in Smart Factories. In: 2022 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP). [s.l.: s.n.], 2022, p. 1–3.