

CLOUD MANUFACTURING: UMA ABORDAGEM PROMISSORA PARA A GESTÃO DE PROJETOS DE MANUFATURA

CLOUD MANUFACTURING: A PROMISING APPROACH TO MANUFACTURING PROJECT MANAGEMENT

 **Delcio dos Santos Merencio**

Engenheiro de Produção
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
Toledo, Paraná - Brasil

 **Gustavo Grander**

Doutor em Administração
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
Toledo, Paraná - Brasil

Resumo

O objetivo deste artigo foi realizar um mapeamento de soluções tecnológicas com aplicação em *Cloud Manufacturing*. Foi realizada uma pesquisa na base de dados *Espacenet* e como resultado da busca realizada, obteve-se 27 patentes e estas foram classificadas em sete grupos de soluções tecnológicas: Soluções baseadas em *Internet of Things* ou *Industrial Internet of Things*, que utilizam dispositivos conectados para coletar e transmitir dados de máquinas e equipamentos; Soluções para detecção de falhas, que utilizam análise de dados para identificar problemas potenciais antes que eles ocorram; Soluções voltadas a customização para clientes, que permitem a produção de produtos personalizados de acordo com as necessidades específicas dos clientes; Soluções que utilizam aprendizado de máquina, que automatizam tarefas e melhoram a tomada de decisão; Soluções que utilizam a tecnologia de registro distribuído (*Blockchain*), que garantem a segurança e a confiabilidade do compartilhamento de dados; Soluções que utilizam nuvens heterogêneas, que permitem a integração de diferentes ambientes de *Cloud Computing*; e Soluções que visam a resolução de problemas com foco em equipamentos, que melhoram a eficiência e a confiabilidade dos equipamentos. As soluções das patentes analisadas contribuem para o campo de gestão de projetos de manufatura, pois elas permitem a melhoria da produtividade, flexibilidade, eficiência e sustentabilidade, bem como o aumento da competitividade das empresas.

Palavras-chave: Customização. Internet das coisas. Gestão de projetos. Manufatura em nuvem. Produtividade.

Abstract

The objective of this article was to map technological solutions with application in Cloud Manufacturing. A search was conducted in the Espacenet database and as a result of the search, 27 patents were obtained and these were classified into seven groups of technological solutions: Solutions based on Internet of Things or Industrial Internet of Things, which use connected devices to collect and transmit data from machines and equipment; Fault detection solutions, which use data analysis to identify potential problems before they occur; Customer customization solutions, which allow the production of customized products according to the specific needs of customers; Solutions using machine learning, which automate tasks and improve decision making; Solutions using distributed ledger technology (Blockchain), which ensure the security and reliability of data sharing; Solutions using heterogeneous clouds, which allow the integration of different Cloud Computing environments; and Solutions aimed at solving problems with a focus on equipment, which improve the efficiency and reliability of equipment. The solutions from the analyzed patents contribute to the field of manufacturing project management, as they allow for improved productivity, flexibility, efficiency and sustainability, as well as increased competitiveness for companies.

Keywords: Cloud manufacturing. Customization. Internet of things. Productivity. Project management.

Cite como

American Psychological Association (APA)

Merencio, D. S., & Grander, G. (2024, maio/ago.). *Cloud manufacturing: uma abordagem promissora para a gestão de projetos de manufatura*. *Revista de Gestão e Projetos (GeP)*, 15(2), 380-401.
<https://doi.org/10.5585/gep.v15i2.25732>

1 Introdução

Sob a perspectiva da indústria 4.0, a indústria da manufatura está direcionada à aplicação de tecnologias e conhecimentos integrandos à automação de suas máquinas, equipamentos e sensores. Sugere-se que essa integração inclua não apenas os processos da empresa, sistemas e/ou protocolos internos, mas também de outras empresas que fazem parte de sua cadeia de suprimentos (Benitez et al., 2019). A indústria 4.0 possui como desafio transformar dados em informações por meio de tecnologias, e ela pode ser definida como um sistema produtivo integrado por computadores e dispositivos móveis que estão interligados à internet possibilitando a programação, gerenciamento e o controle do sistema a partir de qualquer lugar (Sacomano, Gonçalves, Bonilla, da Silva, & Sátyro, 2018).

A tecnologia de *Cloud Computing*, por exemplo, tem sido estudada no contexto da indústria 4.0 como uma ferramenta aplicada à manufatura de serviços e recursos (Morelli & Ignacio, 2021). Em uma arquitetura de *Cloud Computing*, as estruturas de computação são tratadas como um serviço, por exemplo, *IaaS (Infrastructure as a Service)*, *PaaS (Platform as a Service)* e *SaaS (Software as a Service)*. As tecnologias de *Cloud Computing* aplicadas especificamente ao setor de manufatura são abordadas por três termos principais: Manufatura em Nuvem, Manufatura Baseada em Nuvem, e Manufatura e Design baseada em Nuvem (Morelli & Ignacio, 2021).

A tecnologia *Cloud Computing* apresenta características que contribuem para moldar o conceito de manufatura, sendo elas: Perspectiva centrada no serviço; Virtualização, multilocação e *pool* virtual compartilhado de recursos; Escalabilidade e elasticidade; Esquema de pagamento conforme o uso; Personalização sob demanda e experiência do usuário (Ren, Zhang, Wang, Tao, & Chai, 2014). Essas variações possibilitam a utilização da tecnologia *Cloud Manufacturing*. Do ponto de vista técnico, a *Cloud Manufacturing* é a convergência de *Cloud Computing*, *Internet of Things (IoT)*, computação de serviços, Inteligência Artificial (IA) e tecnologias de informatização de manufatura. A *Cloud Manufacturing* apresenta-se, ainda, como um novo paradigma de fabricação baseado em redes, pois transforma recursos de fabricação em serviços de fabricação que podem ser gerenciados e operados de maneira inteligente e unificada para permitir o compartilhamento e circulação de recursos e capacidades de fabricação (Zhang et al., 2014).

Cloud Manufacturing gera oportunidades, mas também desafios como alocação de recursos para interação adequada na plataforma (Delaram, Houshamand, Ashtiani, & Valilai,

2021) e na eliminação das demandas e suprimentos desequilibrados de recursos de impressão 3D em um ambiente geograficamente distribuído (Cui, Rei, Mai, Zheng, Zhang, 2022). Para reduzir a barreira para a adoção da tecnologia *Cloud Manufacturing*, é essencial desenvolver inovações que considerem a receita, tempo e confiabilidade para o provedor de serviços de recursos (He & Xu, 2014).

Este artigo, portanto, teve como objetivo realizar um mapeamento de soluções tecnológicas com aplicação em *Cloud Manufacturing*. Com o intuito de descrever como tecnologias com aplicação em *Cloud Manufacturing* estão sendo utilizadas, realizou-se uma análise exploratória na base de patentes *Espacenet* para mapear o estado da técnica de patentes relacionadas à *Cloud Manufacturing*.

2 Referencial teórico

A indústria 4.0 possibilita a otimização de toda a cadeia da indústria (empresa, fornecedor, clientes, funcionários) (Sacomano et al., 2018). Alguns elementos base fazem parte do funcionamento da indústria 4.0, como por exemplo: Manufatura Aditiva (Impressão 3D), Simulação Computacional, *IoT*, *Big Data Analytics*, *Cloud*, *Cloud Manufacturing*, Segurança Cibernética, *Manufacturing Execution System* (MES) e a Realidade Aumentada (Sacomano et al., 2018).

Ao realizarem uma compreensão abrangente da *Cloud Manufacturing*, He e Xu (2014) destacaram a necessidade de padronização de representação de dados, desenvolvimento de protocolos de integração, gerenciamento de segurança e avaliação de resultados de execução de serviços na *Cloud Manufacturing*. Além disso, os autores discutiram arquiteturas, tecnologias habilitadoras e gerenciamento de serviços na *Cloud Manufacturing*, fornecendo *insights* sobre os desafios e oportunidades para pesquisas futuras nessa área.

As principais tendências e aplicações práticas na *Cloud Manufacturing* incluem: Otimização de processos de manufatura; Redes colaborativas de recursos e serviços de manufatura; Sistemas de indústria 4.0 e *Cloud Manufacturing*; e Confiabilidade de *Big Data* e *cibersegurança* (Morelli & Ignacio, 2021). Essas tendências e aplicações práticas refletem a busca por melhorias de desempenho, eficiência e segurança, com destaque para a importância de uma abordagem integrada e colaborativa para a gestão de recursos e processos de manufatura (Morelli & Ignacio, 2021).

As características-chave da *Cloud Manufacturing*, de acordo com Ren et al. (2014) são: IoT dos recursos de fabricação e sensoriamento ubíquo; Sociedade virtual de fabricação e sistema de fabricação flexível sob demanda; Fabricação orientada a serviços e capacidade de ciclo de vida completo; Colaboração eficiente e integração perfeita; Fabricação intensiva em conhecimento e inovação coletiva; e Rumo à fabricação social do futuro. Para os autores, as aplicações da *Cloud Manufacturing* incluem: Fabricação sob demanda; Fabricação colaborativa; Fabricação personalizada; Fabricação Inteligente (FI); Fabricação sustentável; e Fabricação em rede. Essas aplicações podem ajudar a melhorar a eficiência, a flexibilidade e a inovação na fabricação, além de permitir a colaboração entre empresas e a personalização de produtos para atender às necessidades dos clientes.

A implementação de modelos de *Cloud Manufacturing* envolve a coordenação de recursos e a integração de processos, o que gera a necessidade de gestão para implementar esses sistemas, além da análise de viabilidade (Mourtzis, Vlachou, Milas, Tapoglou, & Mehnen, 2019). A gestão de projetos desempenha um papel crucial na *Cloud Manufacturing*, pois a duração dos projetos de fabricação de produtos em ambientes de *Cloud Manufacturing* pode ser longa e com múltiplos projetos sendo implementados simultaneamente (Huang, Du, Sun, Chen, & Dai, 2015).

Com o uso da *Cloud Manufacturing*, as indústrias podem otimizar a utilização de recursos, facilitar a colaboração entre os diversos participantes da cadeia de suprimentos, e promover a sustentabilidade, por meio da redução de desperdícios e do consumo de energia (Singh et al., 2021). A implementação eficaz de *Cloud Manufacturing* permite a agregação e utilização centralizada de recursos heterogêneos e unidades de negócios distribuídas em diferentes empresas subsidiárias, superando, assim, as limitações de utilização de recursos e restrições competitivas. Além disso, a gestão de *Cloud Manufacturing* oferece a capacidade de traduzir processos de negócios colaborativos em processos de manufatura baseados em serviços, proporcionando uma base sólida para a utilização de tecnologias tradicionais de monitoramento e agendamento de projetos no gerenciamento de projetos de *Cloud Manufacturing* (Zhou & Wang, 2014).

3 Materiais e métodos

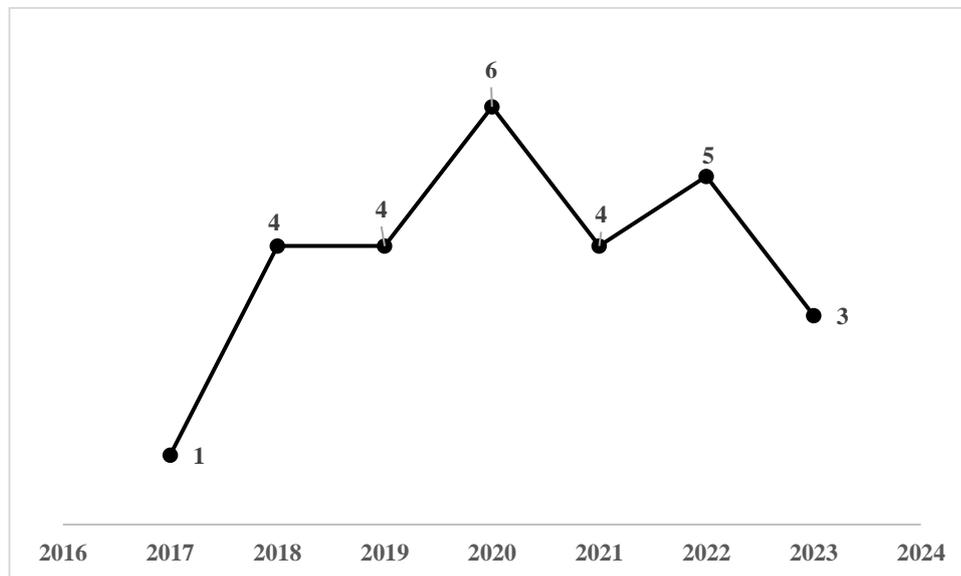
Este estudo se justifica, pois análises de patentes ajudam a identificar tendências tecnológicas em campos específicos (Abbas, Zhang, & Khan, 2014). Essas pesquisas ainda condicionam o mapeamento do progresso tecnológico e de inovação de países, regiões específicas e áreas de pesquisa e desenvolvimento (Sinisterra, Speziali, Guimarães, & Da Silva, 2013). A seguir são descritos os procedimentos de coleta e análise de dados, incluindo a amostra proveniente desta pesquisa.

3.1 Procedimento de coleta dos dados

A base de dados utilizada para pesquisa foi a *Espacenet* por se tratar da principal base de dados patentários com mais de 130 milhões de patentes disponíveis. A pesquisa foi realizada no dia 13 de dezembro de 2023, utilizando como *string*: “*Cloud Manufacturing*” and “4.0”. Essa combinação foi feita após alguns testes e verificação de quantidade de patentes como resultado. Após a pesquisa na base de dados, realizou-se o *download* do arquivo em formato .xlsx. A combinação da *string* com “4.0” e não “*industry 4.0*” possibilitou contemplar na pesquisa patentes com a palavra “*industrial 4.0*” e “*smart manufacturing 4.0*”.

3.2 Amostra

Como resultado da busca realizada, obteve-se 27 patentes. Na Figura 1, observa-se que a primeira publicação registrada foi em 2017, sendo possível observar também que o ano de 2020 registrou o maior número de patentes, totalizando seis publicações relacionadas ao tema. Em seguida, o ano de 2022 se destacou como o segundo ano com maior número de publicações, contabilizando cinco patentes publicadas.

Figura 1.*Número de Patentes Publicadas por Ano*

Considerando que no dia da pesquisa o ano de 2023 ainda não tinha encerrado, cogita-se a possibilidade de uma nova pesquisa no próximo ano ter como resultado um número maior no ano de 2023, visto que em alguns dias ainda poderia haver registro de patente com a *string* utilizada nesta busca.

Outra característica observada na amostra foi em relação aos depósitos, pois 24 depósitos foram feitos na China, dois depósitos nos Estados Unidos e um depósito registrado como WO, indicando ser depositado sob o Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT), que é um tratado internacional o qual permite que os inventores depositem um único pedido de patente em um escritório nacional ou regional de patentes, sendo esse pedido analisado por todos os países signatários do tratado. Na data que este artigo foi escrito, existem 157 países signatários do PCT, estando distribuídos por todos os continentes, com exceção da Antártida. Por fim, evidenciou-se também que, de toda a amostra, 13 depósitos estão registrados em nome de universidades e 14 depósitos estão registrados em nome de empresas.

3.3 Procedimento de análise dos dados

As 27 patentes foram tabuladas em planilha eletrônica e pelo caráter qualitativo, foi utilizado um processo recursivo de análise com base em leitura reflexiva e de classificação dos conteúdos por similaridade (Petticrew & Roberts, 2008). Após a leitura do material, iniciou-se

um processo de relacionamento de conteúdo de modo a ser possível identificar grupos de soluções propostas e, com isso, gerar informações estruturadas de como as soluções de *cloud manufacturing* com aplicação na indústria 4.0 estão sendo desenvolvidas.

4 Apresentação dos resultados

A FI é uma abordagem transformadora para a produção que se baseia em tecnologias avançadas, como IoT, IA e *Big Data*. Essas tecnologias permitem que as fábricas se tornem mais conectadas, inteligentes e flexíveis, o que pode levar a uma série de benefícios, como melhoria da eficiência operacional, aumento de produtividade e melhora na qualidade. A FI foi o cerne das propostas de soluções apresentadas nas patentes analisadas e possuem capacidade de revolucionar a indústria manufatureira. O primeiro grupo de patentes está relacionado a soluções que se apropriam de IoT ou *Industrial Internet of Things* (IIoT). As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1.

Internet das Coisas e Internet Industrial das Coisas

Patente	Título
US2018375942A1	Método de comunicação em escala de Internet baseado em ontologia semântica de máquinas-ferramentas para fornecer serviços operacionais remotos
CN111695818A	Método de integração longitudinal do processo de serviço de fabricação inteligente no ambiente industrial da Internet
CN114723581A	Fábrica inteligente de Internet das Coisas para <i>download</i> de dados em nuvem e oficina de fabricação dos mesmos
CN111917831A	Sistema inteligente de gerenciamento de internet das coisas para um ambiente logístico de produção altamente dinâmico
CN117097542A	Um método e sistema industrial de serviço de segurança de fabricação em nuvem da Internet das Coisas
CN111083201A	Método de alocação de recursos com economia de energia para serviços de manufatura baseados em dados na Internet das Coisas industrial
CN110278242A	Plataforma de serviço público de Internet industrial para fabricação colaborativa em rede

Fonte: Os autores, 2023.

A patente US2018375942A1 (Xiaoqing, Nahian, & Rakib, 2018) aborda a comunicação entre máquinas-ferramentas localizadas remotamente. Ela usa uma arquitetura agente-adaptador para transformar as máquinas-ferramentas em dispositivos IoT que podem se comunicar entre si pela Internet. Isso permite que os operadores executem operações remotamente e monitorem o status das máquinas-ferramentas em tempo real.

A patente CN111695818A (Wei et al., 2020) aborda a integração longitudinal de processos de serviço de FI. Ela usa uma abordagem baseada em modelo para integrar processos de fabricação que são executados em diferentes locais e por diferentes sistemas. Isso permite que os operadores tenham uma visão holística dos processos de fabricação e tomem decisões mais informadas.

A patente CN114723581A (Hongyan, Xiaoqiang, Lei, & Lihua, 2021) aborda a alocação de recursos em uma fábrica inteligente. Ela usa um método de correspondência de palavras-chave para combinar demandas e recursos de produção. Isso permite que os recursos de produção sejam agendados de forma flexível e eficiente.

A patente CN111917831A (Hongfei et al., 2020) aborda o gerenciamento de logística de produção em um ambiente altamente dinâmico. Ela usa uma abordagem baseada em objetos para integrar pessoas, objetos e recursos. Isso permite que os operadores gerenciem a logística de produção de forma mais eficiente e eficaz.

A patente CN117097542A (Yuanping, Yixin, Shengen, & Liangwu, 2023) aborda a segurança de fabricação em nuvem. Ela usa uma combinação de certificados implícitos Firestone de curva elíptica dinâmica e esquemas de criptografia integrados de curva elíptica para estabelecer uma estrutura de *blockchain*. Isso permite que os dados de fabricação sejam protegidos de acesso não autorizado.

A patente CN111083201A (Weizhe et al., 2020) aborda a eficiência energética em serviços de manufatura baseados em dados. Ela usa um método de alocação de recursos com economia de energia para reduzir o consumo de energia dos hosts de computação. Isso pode ajudar a reduzir os custos operacionais e ambientais das fábricas.

A patente CN110278242A (Zhiyao, 2020) aborda a fabricação colaborativa em rede. Ela usa uma plataforma de serviço público de Internet para integrar todos os *links* da cadeia de suprimentos. Isso pode ajudar a melhorar a eficiência, a produtividade e a qualidade da fabricação.

Em geral, essas patentes demonstram o potencial da FI para transformar a manufatura em uma indústria mais digital, conectada e colaborativa. Elas estão contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções que podem melhorar a competitividade das empresas manufatureiras.

Um segundo grupo de patentes está relacionado a soluções para detecção de falhas em ambientes industriais. As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2.*Detecção de Falhas*

Patente	Título
CN115567689A	Método de detecção de falha de equipamento de linha de produção inteligente CPS
CN114563130A	Método de diagnóstico de falhas de desequilíbrio de classe para máquinas rotativas

Fonte: Os autores, 2023.

A patente CN115567689A (Gang et al., 2023) propõe um método de detecção de falhas que utiliza redes de monitoramento de vídeo para coletar dados de equipamentos de FI. O método é capaz de reduzir a ocupação de largura de banda externa da linha de produção, economizando largura de banda de dados para outras aplicações, como o controle remoto de equipamentos. Essa solução permite que os fabricantes coletem dados de forma mais eficiente, o que pode ser usado para melhorar a manutenção preditiva e a prevenção de falhas.

A patente CN114563130A (Maojun, 2022) propõe um método de diagnóstico de falhas que utiliza recursos de falha de visão múltipla e aprendizado individualizado. O método é capaz de superar os defeitos de métodos existentes de diagnóstico de falhas, como a dificuldade de lidar com categorias de falhas desequilibradas. Essa solução permite que os fabricantes diagnostiquem falhas com maior precisão, o que pode levar a uma redução dos custos de produção e a uma melhoria da qualidade dos produtos.

Em suma, as soluções propostas nas patentes apresentadas contribuem para a FI ao melhorar a eficiência, a produtividade e a qualidade da produção. Essas soluções utilizam tecnologias emergentes, como redes de monitoramento de vídeo, aprendizado de máquina e visão computacional, para melhorar os processos de fabricação.

O terceiro grupo diz respeito a soluções voltadas à customização para clientes. As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3.*Inteligência na Manufatura*

Patente	Título
CN112465394A	Método dinâmico de fabricação em nuvem para produção industrial personalizada em grande escala
WO2020114035A1	Método de extração de recursos tridimensionais e aparelho baseado na visão de máquina

Fonte: Os autores, 2023.

A patente CN112465394A (Chen, Qiyu, Qiancheng, & Zhenyi, 2021) trata de um método dinâmico de fabricação em nuvem para produção industrial personalizada em grande escala, apresentando uma solução para um dos desafios do conceito de FI que é a capacidade de atender a demandas personalizadas de forma eficiente e eficaz. O método proposto utiliza a tecnologia em nuvem para conectar clientes, *designers* e fábricas, permitindo que as tarefas de fabricação sejam alocadas de forma dinâmica e flexível, de acordo com as necessidades específicas de cada pedido.

A patente WO2020114035A1 (Zhen et al., 2020) trata de um método de extração de recursos tridimensionais com um aparelho baseado em visão de máquina. A tecnologia apresenta uma solução para outro desafio importante da FI, que é a necessidade de coletar e processar grandes quantidades de dados para obter informações relevantes sobre os produtos e processos de fabricação. O método proposto utiliza a visão de máquina para adquirir imagens multiangulares de objetos, a partir das quais é possível extrair informações de posição espacial e distância. Essas informações podem ser utilizadas para uma variedade de aplicações, como a reconstrução de modelos tridimensionais, a inspeção de produtos e a automatização de processos.

O quarto grupo é composto por duas soluções que utilizam técnicas de aprendizado de máquina para melhorar a eficiência e a flexibilidade da produção. As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4.

Aprendizado de Máquina

Patente	Título
CN113222363A	Sistema inteligente de fabricação em nuvem baseado em aprendizagem por reforço e método de agendamento
CN116029662A	Método de combinação de serviços de fabricação em nuvem baseado em aprendizagem por reforço

Fonte: Os autores, 2023.

A patente CN113222363A (Zixuan, Jin, Ziyan, Bin, & Yanfei, 2021) que descreve um sistema inteligente de fabricação em nuvem baseado em aprendizagem por reforço, utiliza um modelo de aprendizado de máquina para encontrar a melhor solução para o agendamento de tarefas de produção. Isso é feito levando em consideração uma série de fatores, como os recursos disponíveis, as restrições de tempo e as preferências dos clientes.

A patente CN116029662A (Lijuan, Wenjin, Ning, Bing, & Shudong, 2023) descreve um método de combinação de serviços de fabricação em nuvem baseado em aprendizagem por reforço, utilizando um agente de aprendizado de máquina para selecionar a melhor combinação de serviços para uma determinada tarefa. Isso é feito levando em consideração os requisitos da tarefa, os custos dos serviços e a disponibilidade dos recursos.

Em ambos os casos, as soluções propostas utilizam técnicas de aprendizado de máquina para automatizar tarefas que, tradicionalmente, seriam realizadas por humanos. Isso permite que as fábricas se tornem mais eficientes e flexíveis, pois podem reagir rapidamente às mudanças nas demandas dos clientes. Além disso, as soluções propostas contribuem para o conceito de FI, pois permitem que as fábricas se tornem mais autônomas e inteligentes. Isso é possível porque as máquinas são capazes de aprender e se adaptar às mudanças ao seu redor, sem a necessidade de intervenção humana.

O quinto grupo é composto por soluções que utilizam a tecnologia de registro distribuído (*Blockchain*), uma tecnologia de registro distribuído que utiliza blocos interligados e criptografia para criar um registro de informações descentralizado, imutável e auditável. As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5.

Registro Distribuído

Patente	Título
CN114997468A	Método de design de estrutura de fabricação inteligente baseado em cálculo de borda multicanal e cadeia de blocos
CN111489239A	Método de construção de plataforma de serviços de fabricação em nuvem baseada em cadeia pública
CN113467405A	Método e sistema de fabricação inteligente de nuvem de borda dinâmica distribuída e orientado à demanda industrial 4.0

Fonte: Os autores, 2023.

A patente CN114997468A (Shuzhu, Zhilan, & Xiaoqin, 2022) propõe um método de design de estrutura de FI baseado em cálculo de borda multicanal e cadeia de blocos. A solução aborda o problema da dificuldade de processamento de dados causada pelo aumento do equipamento e, por meio da proposta, utiliza-se o cálculo de borda para realizar o processamento de dados localmente, próximo aos equipamentos, usando a cadeia de blocos para garantir a segurança e a confiabilidade do compartilhamento de dados.

A patente CN111489239A (Chao & Yu, 2020) propõe um método de construção de plataforma de serviços de fabricação em nuvem baseada em cadeia pública, abordando o

problema da falta de segurança e confiabilidade da tecnologia tradicional de fabricação em nuvem. A solução proposta é a de adotar uma arquitetura distribuída e utilizar a cadeia de blocos para garantir a segurança e a confiabilidade das transações.

A patente CN113467405A (Chen, Qiyu, Zhenyi, Chenxi, & Qiancheng, 2021) propõe uma abordagem que integra os recursos de nuvem e borda para atender à demanda personalizada dos clientes. A nuvem é responsável pela concepção do produto e pela alocação das tarefas, enquanto a borda é responsável pela execução das tarefas. Essa abordagem permite que as empresas atendam às demandas de produtos personalizados de forma mais eficiente e flexível. As soluções propostas utilizam tecnologias emergentes, como o cálculo de borda e a cadeia de blocos, para resolver problemas que são inerentes à FI.

O sexto grupo é composto por soluções que utilizam os ambientes de computação chamados de nuvens heterogêneas, estas que consistem em uma combinação de diferentes tipos de nuvens, como nuvens públicas, nuvens privadas e nuvens híbridas. Essas nuvens podem variar em termos de fornecedores, tecnologias, modelos de serviço e localização geográfica. As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6.

Nuvens Heterogêneas

Patente	Título
US2018234509A1	Métodos e sistemas para classificação de nuvens heterogêneas
CN114091270A	Método de acesso a recursos de equipamentos de fabricação para recombinação virtual de linha de produção em nuvem
CN108536534A	Método e sistema heterogêneo de classificação de nuvens

Fonte: Os autores, 2023.

A primeira patente, US2018234509A1 (Vikas, 2018), apresenta um método de classificação de nuvens heterogêneas. Esse método permite que as nuvens sejam classificadas de acordo com as suas características, o que facilita a integração de aplicações de serviço em diferentes nuvens.

A segunda patente, CN114091270A (Xiangyin, Wen, Hengwen, Jinze, & Bin, 2022), apresenta um método de acesso a recursos de equipamentos de fabricação para recombinação virtual de linha de produção em nuvem. Esse método permite que os recursos de equipamentos de fabricação sejam acessados e gerenciados de forma virtual, por meio de uma plataforma em nuvem.

A terceira patente, CN108536534A (Shah, 2018), apresenta um método e sistema heterogêneo de classificação de nuvens. Esse método é semelhante ao método da primeira patente do grupo, mas apresenta algumas melhorias, como a utilização de uma linguagem gráfica para a descrição de recursos de equipamentos de fabricação.

As soluções propostas nas patentes abordadas nesse grupo contribuem para o conceito de FI de diversas formas, pois facilitam a integração de aplicações de serviço em diferentes nuvens, a recombinação virtual de linhas de produção e a classificação de nuvens heterogêneas, além de permitir que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças do mercado.

O sétimo grupo é composto por soluções que visam a resolução de problemas com foco em equipamentos. As patentes contidas nesse grupo são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7.

Equipamentos

Patente	Título
CN112859758A	Método de fabricação colaborativa de oficina inteligente
CN107390636A	Método de monitoramento de operação de equipamento de controle numérico e método e sistema de manutenção
CN110389561A	Sistema inteligente de aquisição de informações de máquinas-ferramenta de controle numérico e método de operação do mesmo
CN109447508A	Um método de avaliação de maturidade de transformação inteligente empresarial

Fonte: Os autores, 2023.

A primeira patente, CN112859758A (Gang & Zhilie, 2021), propõe um método de programação flexível e em tempo real para oficinas inteligentes. O método permite que as tarefas sejam enviadas diretamente para os equipamentos ociosos, eliminando a necessidade de uma programação centralizada. Isso torna o processo de fabricação mais flexível e eficiente, pois permite que as tarefas sejam reatribuídas rapidamente, de acordo com as mudanças nas condições de produção.

A segunda patente, CN107390636A (Chengming, Duanfu, Le'an, & Xiaoqiang, 2017), propõe um método e sistema de monitoramento da operação de equipamentos de controle numérico. O método permite que os dados operacionais dos equipamentos sejam adquiridos e analisados em tempo real. Isso pode ser usado para melhorar a eficiência e a confiabilidade dos equipamentos, bem como para reduzir os custos de manutenção.

A terceira patente, CN110389561A (Shulin, 2019), propõe um sistema inteligente de aquisição de informações de máquinas-ferramenta de controle numérico. O sistema permite que

as informações operacionais das máquinas-ferramenta sejam adquiridas e transmitidas em tempo real para a nuvem. Isso pode ser usado para melhorar o monitoramento e o controle da produção, bem como para fornecer suporte para a manufatura distribuída.

Por fim, a quarta patente do grupo, CN109447508A (Mu, Ke, Yaping, & Yanan, 2019), propõe um método de avaliação da maturidade da transformação inteligente empresarial. O método permite que as empresas avaliem seu nível de adoção de tecnologias digitais e inteligentes. Isso pode ser usado para identificar áreas de melhoria e priorizar investimentos em tecnologias inteligentes.

Em suma, as soluções propostas nas patentes apresentadas nesse grupo contribuem para o desenvolvimento da FI de várias maneiras. Elas permitem a melhoria da produtividade, flexibilidade, eficiência e sustentabilidade da manufatura, bem como o aumento da competitividade das empresas.

Destaca-se que quatro patentes não foram incluídas em grupos específicos pois não foram identificadas relações latentes, porém são soluções que utilizam tecnologias digitais e de informação para melhorar a fabricação.

A patente CN107679750A (Ming et al., 2018) propõe um método para otimizar a correspondência de recursos de serviços de fabricação em nuvem. O método utiliza um algoritmo genético para encontrar a combinação ideal de recursos que atenda aos requisitos de custo e tempo do usuário. Essa abordagem permite que as empresas reduzam os custos e melhorem o tempo de resposta da fabricação em nuvem.

A patente CN217147766U (Shaoxiong, Ruizheng, Lice, & Jiale, 2022) propõe um dispositivo que impede que um braço mecânico seja preso, desviado ou derrubado ao adsorver vidro. O dispositivo é simples e prático de usar e pode ajudar a melhorar a segurança e a eficiência da operação de braços mecânicos.

A patente CN112083707A (Jianhuai et al., 2020) propõe um método para acelerar o processamento de sinais físicos de controle industrial. O método utiliza uma arquitetura de processamento paralelo para distribuir o processamento dos sinais para vários nós de computação. Essa abordagem pode ajudar a melhorar o desempenho e a confiabilidade do controle industrial.

A patente CN111178827A (Na et al., 2020) propõe um método para facilitar a cooperação entre unidades. O método utiliza uma plataforma em nuvem para publicar as capacidades das unidades e para conectar as unidades que possuem interesses e necessidades

complementares. Essa abordagem pode ajudar a promover a eficiência e a inovação da produção.

Além do enfoque de FI, foi possível identificar algumas propostas com aderência à gestão de projetos de manufatura. A patente CN113222363A (Zixuan et al., 2021), por exemplo, pode ser usada para automatizar o planejamento e a execução de projetos de manufatura, tornando-os mais eficientes e eficazes. A patente CN107679750A (Ming et al., 2018) apresenta um método que pode ser usado para encontrar a melhor combinação de recursos para um projeto de manufatura, levando em consideração fatores como custo, disponibilidade e desempenho. A patente CN114997468A (Shuzhu et al., 2022) apresenta um *framework* que pode ser usado para gerenciar projetos de manufatura de forma segura e eficiente, permitindo a colaboração entre diferentes partes interessadas. Ainda, a patente CN111695818A (Wei et al., 2020) apresenta um método que pode ser usado para melhorar a eficiência e a eficácia da gestão de projetos de manufatura, integrando as diferentes etapas do processo.

Além dessas patentes específicas, muitas outras tecnologias e inovações descritas nas patentes listadas anteriormente podem ser utilizadas em conjunto para a melhoria da gestão de projetos. Por exemplo, a IA, IoT, IIoT, e a segurança cibernética podem ser usadas para automatizar tarefas, melhorar a tomada de decisão, coletar dados e mitigar riscos. A gestão de projetos é um campo em constante evolução, assim, as patentes com aplicação em manufatura em nuvem podem ser uma fonte importante de novas ideias e soluções para problemas complexos dentro de ambientes de manufatura.

5 Discussão e proposição de pesquisas

A análise descritiva das patentes permite identificar tecnologias e soluções que estão moldando o futuro da manufatura. Isso reforça o aspecto da pesquisa e leitura em bases de dados patentários ser rica em informações, conduzindo a uma série de aprendizados permitindo observar tendências importantes para praticantes e pesquisadores. Portanto, ao longo dos resultados foi possível perceber um grande foco em soluções de *Cloud Manufacturing* para FI (Ren et al., 2014). A maioria das patentes analisadas destacam o papel central na transformação da indústria manufatureira. As soluções propostas visam aumentar a eficiência, a produtividade, a flexibilidade e a qualidade da produção, utilizando tecnologias como IoT, IA, *Big Data*, *Cloud Computing* e *blockchain*. Essas tendências de aplicações práticas refletem a busca por melhorias de desempenho, eficiência e segurança, com destaque para a importância de uma abordagem

integrada e colaborativa para a gestão de recursos e processos de manufatura (Morelli & Ignacio, 2021).

A abordagem integrada evidenciada nas patentes permite a coleta e o compartilhamento de dados em tempo real, evidenciando o novo paradigma de fabricação baseado em redes colaborativas (Zhang et al., 2014), bem como o atendimento das expectativas dos clientes por meio da customização em massa (Sacomano et al., 2018). Este último aspecto surge como uma tendência forte, com as patentes propondo soluções para atender às demandas personalizadas dos clientes de forma mais assertiva.

A adoção generalizada da FI se tornará cada vez mais prevalente na indústria manufatureira, com empresas de todos os portes buscando soluções para se tornarem mais inteligentes, eficientes e competitivas. O aprendizado de máquina e a automação de tarefas repetitivas, por exemplo, são ferramentas essenciais para a FI. As patentes demonstram como essas tecnologias podem ser utilizadas para otimizar processos, reduzir custos e aumentar a produtividade.

A segurança cibernética é uma preocupação fundamental na FI, com as patentes propondo soluções para proteger os dados e sistemas contra os ataques cibernéticos. Nesse sentido, a tecnologia *blockchain* surge como uma ferramenta promissora para garantir a segurança e a confiabilidade das transações na indústria manufatureira. Todo esse contexto será possível por meio de integração vertical e horizontal dos sistemas de produção. Para isso será fundamental que a integração inclua não apenas os processos da empresa, sistemas e/ou protocolos internos, mas também de outras empresas que fazem parte de sua cadeia de suprimentos (Benitez, Lima, Lerman, & Frank, 2019), objetivando, assim, otimizar toda a cadeia de valor e aumentar a eficiência da manufatura.

As patentes analisadas oferecem uma visão valiosa do futuro da manufatura, evidenciando o papel crucial da Indústria 4.0 na transformação do setor. As tendências observadas indicam que a indústria estará cada vez mais conectada, inteligente, personalizada e automatizada, exigindo das empresas adaptabilidade, investimento em tecnologia e uma força de trabalho qualificada. Desse modo, o fator humano também se torna um aspecto relevante na adoção e interações homem-máquina. Surge, portanto, um importante ponto de análise que não deve ser negligenciado e que diz respeito à força de trabalho. Assim, analisar as habilidades necessárias para a força de trabalho da Indústria 4.0, definindo as competências essenciais para o futuro do trabalho, torna-se crucial para as empresas que queiram acompanhar o

desenvolvimento tecnológico e reduzir a barreira para a adoção da tecnologia *Cloud Manufacturing* (He & Xu, 2014).

6 Considerações finais

Neste artigo apresentou-se um mapeamento de patentes relacionadas à *Cloud Manufacturing*, sendo identificadas soluções baseadas em IoT ou IIoT, detecção de falhas, customização para clientes, aprendizado de máquina, registro distribuído (*Blockchain*), nuvens heterogêneas e foco em equipamentos. As soluções propostas nas patentes analisadas contribuem para o desenvolvimento da FI de várias maneiras. Elas permitem a melhoria da produtividade, flexibilidade, eficiência e sustentabilidade da manufatura, bem como o aumento da competitividade das empresas.

Além disso, foram identificadas algumas propostas com aderência à gestão de projetos de manufatura. Essas propostas podem ser usadas para automatizar o planejamento e a execução de projetos de manufatura, tornando-os mais eficientes e eficazes. Em suma, o artigo apresentou um panorama das tecnologias e inovações que estão sendo desenvolvidas para a *Cloud Manufacturing*. Essas tecnologias têm o potencial de transformar a manufatura, tornando-a mais inteligente, eficiente e sustentável.

Após esta análise, é importante destacar que as empresas devem investir em pesquisas e desenvolvimento para explorar as tecnologias e inovações apresentadas nas patentes. Ademais, as universidades e instituições de pesquisa devem desenvolver pesquisas na área de *Cloud Manufacturing*. A adoção de tecnologias de *Cloud Manufacturing* pode trazer benefícios significativos para as empresas, como: Aumento da produtividade; Melhoria da qualidade de produtos e serviços; Redução de custos; Aumento da flexibilidade; e Melhoria da sustentabilidade. As empresas que adotarem essas tecnologias antecipadamente estarão em uma posição de vantagem competitiva.

A análise estruturada de patentes possibilita, de forma geral, analisar um grupo específico de dados e, por meio disso, condiciona a sintetização de conhecimento e tecnologias disponíveis. No caso deste estudo sobre *Cloud Manufacturing*, tecnologia promissora com aplicação cada vez mais abrangente, porém uma área ainda pouco explorada em se tratando de pesquisa acadêmica.

Como limitações do estudo é possível argumentar que a análise, tendo sido feita sem o auxílio de um *software*, pode sofrer novas formas de interpretação caso seja feita, em uma

situação hipotética, uma nova análise por outros pesquisadores. Ainda, cabe destacar que a amostra é relativamente pequena, pois foi proveniente da busca com a *string* “*Cloud Manufacturing*” and “4.0”, e poderia ser combinada ainda outras palavras equivalentes, sugestão que pode servir como uma possibilidade de estudos futuros e, com isso, complementar os achados aqui apresentados.

Referências

- Abbas, A., Zhang, L., & Khan, S. U. (2014). A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*, 37, 3-13.
<https://doi.org/10.1016/j.wpi.2013.12.006>
- Benitez, G. B., Lima, M. J. D. R. F., Lerman, L. V., & Frank, A. G. (2019). Understanding Industry 4.0: Definitions and insights from a cognitive map analysis. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. Rio de Janeiro, RJ, 16(2), (June, 2019), 192-200. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a3>
- Chao, S., & Yu, T. (2020). *Construction method of cloud manufacturing service platform based on public chain*. (China Patent N° CN111489239A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/071798054/publication/CN111489239A?q=CN111489239A>
- Chen, D., Qiyu, H., Qiancheng, X., & Zhenyi, C. (2021). *Dynamic cloud manufacturing method for industrial 4.0 large-scale personalized production*. (China Patent N° CN112465394A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074803587/publication/CN112465394A?q=CN112465394A>
- Chen, D., Qiyu, H., Zhenyi, C., Chenxi, L., & Qiancheng, X. (2021). *Industrial 4.0 demand-driven distributed dynamic edge cloud intelligent manufacturing method and system*. (China Patent N° CN113467405A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/077883738/publication/CN113467405A?q=CN113467405A>
- Chengming, Z., Duanfu, L., Le'an, Z., & Xiaoqiang, L. (2017). *Numerical control equipment operation monitoring method and maintenance method and system*. (China Patent N° CN107390636A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060346336/publication/CN107390636A?q=CN107390636A>
- Cui, J., Ren, L., Mai, J., Zheng, P., & Zhang, L. (2022). 3D printing in the context of cloud manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 74, 102256.
<https://doi.org/10.1016/j.rcim.2021.102256>

- Delaram, J., Houshamand, M., Ashtiani, F., & Valilai, O. F. (2021). A utility-based matching mechanism for stable and optimal resource allocation in cloud manufacturing platforms using deferred acceptance algorithm. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 569-584. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.07.012>
- Gang, L., Ming, Z., Yongliang, L., Qingping, Z., Kai, W., & Qian, Z. (2023). *CPS intelligent production line equipment fault detection method*. (China Patent N° CN115567689A). CH. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/084740849/publication/CN115567689A?q=CN115567689A>
- Gang, H., & Zhilie, C. (2021). *Intelligent workshop collaborative manufacturing method*. (China Patent N° CN112859758A). CH. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/075985255/publication/CN112859758A?q=CN112859758A>
- He, W., & Xu, L. (2015). A state-of-the-art survey of cloud manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 28(3), 239-250. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2013.874595>
- Hongfei, G., Rui, Z., Ting, Q., Guoquan, H., Congdong, L., & Bao, C. (2020). *Intelligent internet-of-things management system for high-dynamic production logistics environment*. (China Patent N° CN111917831A). CH. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073227606/publication/CN111917831A?q=CN111917831A>
- Hongyan, S., Xiaoqiang, W., Lei, Z., & Lihua, W. (2021). *Internet of Things intelligent factory for cloud data downloading and manufacturing workshop thereof*. (China Patent N° CN114723581A). CH. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/082233489/publication/CN114723581A?q=CN114723581A>
- Huang, X., Du, B., Sun, L., Chen, F., & Dai, W. (2015). Service requirement conflict resolution based on ant colony optimization in group-enterprises-oriented cloud manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(1-4), 183-196. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7961-x>
- Jianhuai, Q., Peng, L., Juan, T., Jianhui, L., Weifan, Z., Jinhua, H., Jing, S., & Hua, P. (2020). *Industrial control physical signal processing method, controller and processing system*. (China Patent N° CN112083707A). CH. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073735517/publication/CN112083707A?q=CN112083707A>
- Lijuan, Z., Wenjin, L., Ning, L., Bing, W., & Shudong, Z. (2023). *Cloud manufacturing service combination method based on reinforcement learning*. (China Patent N° CN116029662A). CH. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/086075304/publication/CN116029662A?q=CN116029662A>

- Maojun, R. (2022). *Class imbalance fault diagnosis method for rotating machinery*. (China Patent N° CN114563130A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/081715885/publication/CN114563130A?q=CN114563130A>
- Ming, Z., Chunquan, L., Yuling, S., Cailin, L., Xuanju, D., & Xiaodong, L. (2018). *Adaptive coefficient genetic algorithm-based cloud manufacturing service resource matching method*. (China Patent N° CN107679750A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/061139009/publication/CN107679750A?q=CN107679750A>
- Morelli, D. A., & Ignacio, P. S. D. A. (2021). Assessment of researches and case studies on Cloud Manufacturing: a bibliometric analysis. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 117, 691-705. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07782-0>
- Mourtzis, D., Vlachou, E., Milas, N., Tapoglou, N., & Mehnen, J. (2019) A cloud-based, knowledge-enriched framework for increasing machining efficiency based on machine tool monitoring. *Proc Inst Mech Eng Part B: J Eng Manuf* 233(1), 278-292.
<https://doi.org/10.1177/0954405417716727>
- Mu, G., Ke, J., Yaping, Z., & Yanan, P. (2019). *An enterprise intelligent transformation maturity evaluation method*. (China Patent N° CN109447508A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/065552013/publication/CN109447508A?q=CN109447508A>
- Na, Z., Yuanlin, F., Huabo Z., Ke, C., Yuting, H., Pengfei, S., Mili, Z., Jihua, C., & Le, G. (2020). *Cross-unit cooperation matching method and system based on cloud platform*. (China Patent N° CN111178827A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/070650237/publication/CN111178827A?q=CN111178827A>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Ren, L., Zhang, L., Wang, L., Tao, F., & Chai, X. (2014). Cloud manufacturing: key characteristics and applications. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(6), 501–515. <https://doi.org/10.1080/0951192x.2014.902105>
- Sacomano, J. B., Gonçalves, R. F., Bonilla, S. H., da Silva, M. T., & Sátyro, W. C. (2018). *Indústria 4.0*. Editora Blucher.
- Shah, V. (2018). *Heterogeneous cloud classification method and system*. (China Patent N° CN108536534A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/063489799/publication/CN108536534A?q=CN108536534A>

- Shaoxiong, X., Ruizheng, H., Lice, Z., & Jiale, H. (2022). *Partition device for mechanical arm and mechanical arm*. (China Patent N° CN217147766U). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/082687192/publication/CN217147766U?q=CN217147766U>
- Shulin, Z. (2019). *Intelligent numerical control machine tool information acquisition system and operating method thereof*. (China Patent N° CN110389561A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068285404/publication/CN110389561A?q=CN110389561A>
- Shuzhu, Z., Zhilan, L., & Xiaoqin, L. (2022). *Intelligent manufacturing framework design method based on multi-channel edge calculation and block chain*. (China Patent N° CN114997468A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/083024566/publication/CN114997468A?q=CN114997468A>
- Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Gupta, L. R., Jena, M. K., Prakash, C., ... & Kumar, R. (2021). Cloud Manufacturing, Internet of Things-Assisted Manufacturing and 3D Printing Technology: Reliable Tools for Sustainable Construction. *Sustainability*, 13(13), 7327. <https://doi.org/10.3390/su13137327>
- Sinisterra, R. D., Speziali, M.G., Guimarães, P.P.G., & Da Silva, A.M. (2013). Panorama de propriedade intelectual, transferência de tecnologia e inovação da química brasileira e a comparação com os países do BRIC. *Química Nova*, 36, 1527-1532,
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422013001000008>
- Vikas, S. (2018). *Methods and systems for classifying heterogeneous clouds*. (USA Patent N° US2018234509A1). USA.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/058489152/publication/US2018234509A1?q=US2018234509A1>
- Wei, Z., Jinghong, T., Shiju, E., Hu, L., Chunfu, G., & Zhonghua, Z. (2020). *Intelligent manufacturing service process longitudinal integration method in industrial Internet environment*. (China Patent N° CN111695818A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072481030/publication/CN111695818A?q=CN111695818A>
- Weizhe, Z., Qingyang, Z., Chuanyi, L., Hui, H., Binxing, F., Desheng, W., Yonglin, Z., Yong, Z., Xiangzhan, Y., Yawei, L., & Lijie, C. (2020). *Energy-saving resource allocation method for data-driven manufacturing service in industrial Internet of Things*. (China Patent N° CN111083201A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/070311638/publication/CN111083201A?q=CN111083201A>
- Yuanping, L., Yixin, Y., Shengen, T., & Liangwu, L. (2023). *An industrial Internet of Things cloud manufacturing security service method and system*. (China Patent N° CN117097542A). CH.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/088773383/publication/CN117097542A?q=CN117097542A>

- Xiangyin, M., Wen, Q., Hengwen, H., Jinze, L., & Bin, Z. (2022). *Manufacturing equipment resources access method for virtual recombination of cloud production line*. (China Patent N° CN114091270A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/080304356/publication/CN114091270A?q=CN114091270A>
- Xiaoqing, L., Nahian, A. S. S. M., & Rakib, S. (2018). *Semantic Ontology-Based Internet Scale Communication Method of Machine Tools for Providing Remote Operational Services*. (USA Patent N° US2018375942A1). USA.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/064693692/publication/US2018375942A1?q=US2018375942A1>
- Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., Li, B. H., Ren, L., Zhang, X., ... & Liu, Y. (2014). Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. *Enterprise Information Systems*, 8(2), 167-187. <https://doi.org/10.1080/17517575.2012.683812>
- Zhen, S., Gang, X., Zhishuai, L., Hongli, P., Chao, G., Xisong, D., Xiuqin, S., & Feiyue, W. (2020). *Three-dimensional feature extraction method and apparatus based on machine vision*. (WIPO Patent N° WO2020114035A1). WIPO.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/066601919/publication/WO2020114035A1?q=WO2020114035A1>
- Zhiyao, D. (2019) *Industrial internet public service platform for network collaborative manufacturing*. (China Patent N° CN110278242A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067959848/publication/CN110278242A?q=CN110278242A>
- Zhou, J., & Wang, M. (2014). Cloud manufacturing service paradigm for group manufacturing companies. *Advances in Mechanical Engineering*, 6, 740-725.
<https://doi.org/10.1155/2014/740725>
- Zixuan, F., Jin, Q., Ziyan, Z., Bin, X., & Yanfei, S. (2021). *Smart cloud manufacturing system based on reinforcement learning and scheduling method*. (China Patent N° CN113222363A). CH.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/077089057/publication/CN113222363A?q=CN113222363A>