

PESQUISA PATENTÁRIA SOBRE CLOUD MANUFACTURING

PATENT RESEARCH ON CLOUD MANUFACTURING

DELICIO DOS SANTOS MERENCIO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

GUSTAVO GRANDER

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

PESQUISA PATENTÁRIA SOBRE CLOUD MANUFACTURING

Objetivo do estudo

Realizar um mapeamento de tecnologias com aplicação em Cloud Manufacturing

Relevância/originalidade

A pesquisa na base Espacenet sobre "Cloud Manufacturing" e "indústria 4.0" forneceu 25 patentes para análise. Isso traz insights valiosos para a compreensão das tendências e inovações no campo do Cloud Manufacturing.

Metodologia/abordagem

A metodologia adotada envolveu o uso da base de dados Espacenet para buscar patentes relacionadas a "Cloud Manufacturing" e "indústria 4.0" a fim de tabuladas em uma planilha e analisadas quanto ao conteúdo, classificando as patentes e criar de tags.

Principais resultados

As conclusões destacam a crescente importância dessas tecnologias, o papel relevante das universidades na pesquisa e desenvolvimento, e a sinergia entre as tecnologias que impulsionam o avanço da computação em nuvem e da Indústria 4.0.

Contribuições teóricas/metodológicas

Oferece contribuições teóricas e metodológicas ao destacar sinergias entre tecnologias emergentes e fabricação avançada, enriquecendo a compreensão do cenário industrial atual.

Contribuições sociais/para a gestão

Impulsionar a adoção de tecnologias inovadoras na indústria, melhorando a eficiência da produção e a competitividade global, o que é valioso para a gestão estratégica.

Palavras-chave: Fabricação em nuvem, Indústria 4.0, Nuvem

PATENT RESEARCH ON CLOUD MANUFACTURING

Study purpose

Carry out a mapping of technologies with application in Cloud Manufacturing

Relevance / originality

The search on the Espacenet base on "Cloud Manufacturing" and "industry 4.0" provided 25 patents for analysis. This brings valuable insights for understanding trends and innovations in the field of Cloud Manufacturing.

Methodology / approach

The methodology adopted involved using the Espacenet database to search for patents related to "Cloud Manufacturing" and "industry 4.0" in order to tabulate them in a spreadsheet and analyze them for content, classifying the patents and creating tags.

Main results

The conclusions highlight the growing importance of these technologies, the relevant role of universities in research and development, and the synergy between the technologies that drive the advancement of cloud computing and Industry 4.0.

Theoretical / methodological contributions

It offers theoretical and methodological contributions by highlighting synergies between emerging technologies and advanced manufacturing, enriching the understanding of the current industrial scenario.

Social / management contributions

Drive the adoption of innovative technologies in the industry, improving production efficiency and global competitiveness, which is valuable for strategic management.

Keywords: Cloud Manufacturing, Industry 4.0, Cloud

PESQUISA PATENTÁRIA SOBRE *CLOUD MANUFACTURING*

1. INTRODUÇÃO

Sob a perspectiva da indústria 4.0, a indústria da manufatura está direcionada à aplicação de tecnologias e conhecimentos integrando à automação de suas máquinas, equipamentos e sensores. Sugere-se que essa integração deve incluir 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). A indústria 4.0 possui como desafio transformar dados em informações por meio de tecnologias (SACOMANO, 2018). Ela é 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, 2018).

A tecnologia de computação em nuvem, 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 computação em nuvem, todas 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)* (Sala-Zárate, & Colombo-Mendoza, 2012).

As tecnologias de computação em nuvem aplicadas especificamente ao setor de manufatura são abordadas por 3 termos principais: Manufatura em Nuvem, Manufatura Baseada em Nuvem e Manufatura e Design baseada em Nuvem (Morelli & Ignacio, 2021). A computação em nuvem apresenta características que contribuem para moldar o conceito de manufatura em nuvem, que são 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, et al, 2017).

Do ponto de vista técnico, a manufatura em nuvem é a convergência de computação em nuvem, *Internet of Things (IoT)*, computação de serviço, Inteligência Artificial (IA) e tecnologias de informatização de manufatura (Li et al 2011). A manufatura em nuvem se apresenta 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).

Este conceito gera oportunidades, mas também desafios como alocação de recursos para interação adequada na plataforma (Delaram, et al, 2021) e na eliminação das demandas e suprimentos desequilibrados de recursos de impressão 3D em um ambiente geograficamente distribuído (Cui, et al, 2022). Para reduzir a barreira para a adoção da manufatura em nuvem, é essencial construir modelos de utilidade que considerem a receita, tempo e confiabilidade para o provedor de serviços de recursos (He, & Xu, 2014). Modelos de utilidade junto com invenções são tipos patentes que estão contidas nas possíveis formas de propriedade intelectual e este projeto se justifica na medida que visa investigar patentes registradas com aplicação em manufatura em nuvem, visto que é um tipo de estudo pouco explorado e que proporciona um entendimento do desenvolvimento tecnológico na área.

A análise estruturada de patentes possibilitou analisar um grupo específico de dados que condicionou a sintetização de conhecimento e tecnologias disponíveis sobre manufatura em nuvem, tecnologia promissora com aplicação cada vez mais abrangente, porém uma área ainda pouco explorada em se tratando de pesquisa patentária. Este projeto, portanto, possuiu como questão de pesquisa: Quais características de patentes com aplicação em manufatura em nuvem estão registradas?

Para responder à questão de pesquisa deste projeto o trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento de tecnologias com aplicação em Cloud Manufacturing. Com o intuito de descrever como tecnologias com aplicação em Cloud Manufacturing estão sendo utilizadas; realizando uma análise exploratória na base Espacenet para mapear o estado da arte 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, 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 (CMg)*, Segurança Cibernética, *Manufacturing Execution System (MES)* e a Realidade Aumentada. (AFONSO, INÁCIO, SENFF e SELEME, 2019).

A manufatura aditiva é uma tecnologia capaz de transformar dados computacionais em impressões físicas, desenhando o objeto através da sobreposição progressiva de um material em camadas (AFONSO, INÁCIO, SENFF e SELEME, 2019).

Simulação Computacional é uma tecnologia que, por meio de *softwares*, possibilita a projeção de operações de um processo ou de um sistema do mundo real para o mundo virtual, por meio de modelos matemáticos (DE OLIVEIRA, CORRÊA, PATROCÍNIO NUNES, 2014). Os resultados obtidos com a simulação computacional proporcionam a análise do comportamento da operação, permitindo a realização de previsões que possam ocorrer (DE OLIVEIRA, CORRÊA, PATROCÍNIO NUNES, 2014).

IoT é um conceito para as conexões entre aparelhos/equipamentos que estão conectados à rede (internet) e possibilitam a troca de dados e informações (TAKADACHI et. al. 2021).

Big Data Analytics, é uma tecnologia capaz de processar e analisar uma grande quantidade de dados/informações através da estatística, matemática, econometria e simulações (BUENO; FILHO, 2019). É considerado uma tecnologia eficiente e diferente dos sistemas tradicionais, pois através da velocidade, da variedade e do volume de dados, o *Big Data Analytics* colabora para as tomadas de decisões (BUENO; FILHO, 2019).

Cloud em sua definição, está relacionada a armazenagem de dados virtuais, possibilitando acesso mesmo *off-line* (TAKADACHI et. al. 2021). *Cloud* apresenta benefícios como: a redução nos custos de aquisição e composição da infraestrutura das empresas; adição e troca de recursos computacionais (*hardware e softwares*); facilidade no acesso do usuário para a realização das atividades, não sendo necessário o trabalho *in loco* (TAKADACHI et. al. 2021).

O *Cloud Manufacturing*, por sua vez, é uma solução que contempla serviços que podem envolver todo o ciclo de vida do produto (TALHI, HUET, FORTINEAU e LAMOURI, 2015).

Segurança cibernética é um conjunto de ações de contra-ataques à invasões nos sistemas computacionais em tentativas de roubo de dados (TAKADACHI et. al. 2021).

MES é um *software* que através da conexão do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) controlado pelo sistema CLP (*Programmable Logic Controller*), monitora, rastreia, documenta e controla o processo de fabricação dos produtos, desde as matérias-primas até os produtos acabados (TAKADACHI et. al. 2021).

Realidade aumentada combina elementos do ambiente virtual, com o ambiente físico real através de dispositivos eletrônicos, possibilitando que os processos sejam mais inteligentes (AFONSO, INÁCIO, SENFF e SELEME, 2019).

3. METODOLOGIA

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 06/02/2023 utilizando como string “*Cloud Manufacturing*” e “*indústria 4.0*”. Essa combinação foi feita após alguns testes e verificação de quantidade de patentes como resultado. Como se trata de uma análise qualitativa, foi necessário realizar uma combinação para obter um número factível de realizar a análise, e a combinação citada proporcionou 25 patentes.

As 25 patentes foram tabuladas em planilha eletrônica e foram analisadas de acordo com o conteúdo e similaridade, essa análise foi possível por meio da tabulação de tags que as patentes foram classificadas durante a análise.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira análise feita refere-se as 25 publicações selecionadas na plataforma na plataforma *Espacenet*, que abordam os temas “*Cloud Manufacturing*” e “*Indústria 4.0*”. Na figura 1, observa-se que a primeira publicação relacionada a esses temas surgiu em 2017, indicando o início do interesse nessa área de pesquisa e desenvolvimento.

Os dados revelam que o ano de 2020 registrou o maior número de patentes, totalizando 6 publicações relacionadas aos temas. Em seguida, o ano de 2022 se destacou com o segundo maior número de publicações, contabilizando 5 patentes publicadas.

A pesquisa, realizada em fevereiro de 2023, já registrou 1 patente publicada no mesmo ano, demonstrando que o interesse e o desenvolvimento nessas áreas continuam a ocorrer mesmo após 2020. Essa análise reflete a crescente importância e inovação nesse campo tecnológico.

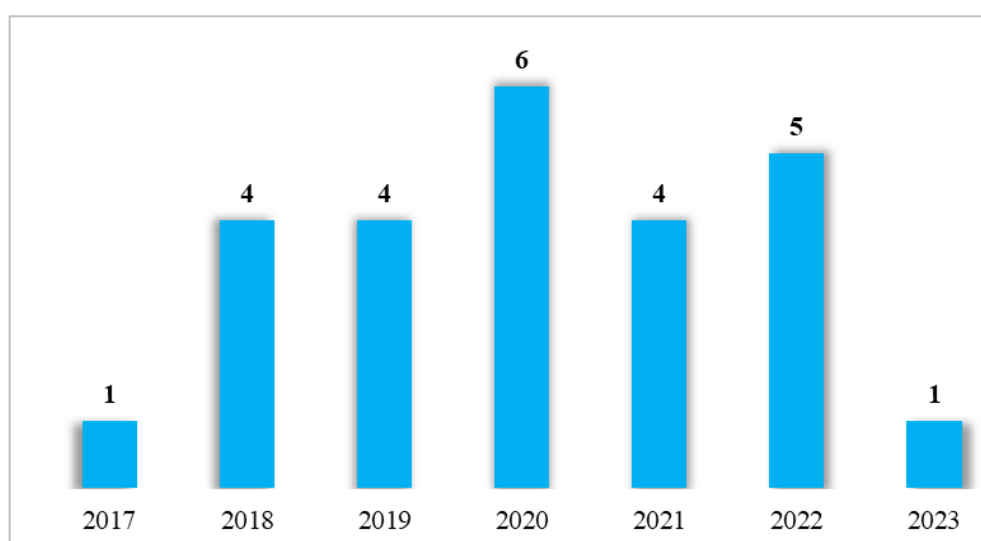


Figura 1: Número de patentes publicadas por ano.

A figura 2 mostra a classificação das patentes públicas em cada país. Das 25 patentes públicas, a China se destacou sendo o país com o maior número de publicações, abrangendo 23 patentes. Enquanto isso, os Estados Unidos da América e a Europa tiveram uma participação menor, com apenas 1 patente publicada em cada país.

Nota-se que a China se destaca como líder na inovação e desenvolvimento de tecnologias de *Indústria 4.0* e *Cloud Manufacturing*, o que evidencia investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento nesses campos específicos.

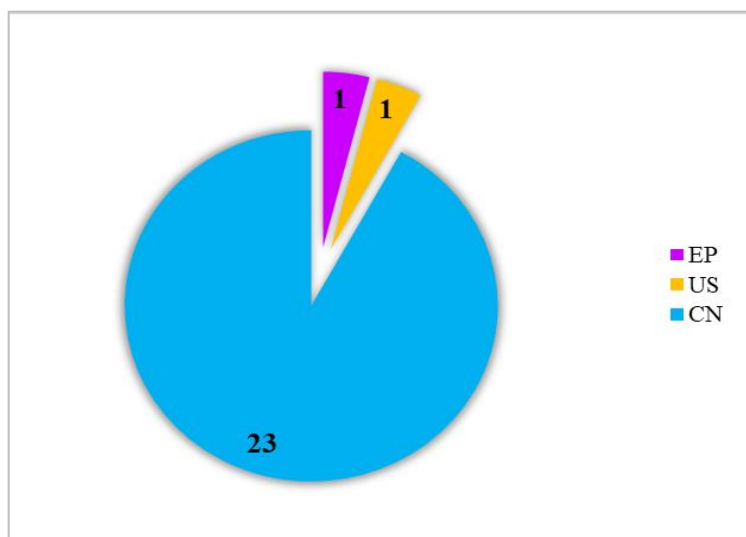


Figura 2: Número de patentes publicadas por país.

Analisando as patentes, observou-se que o autor Vikas Shah publicou sua patente intitulada como “*Heterogeneous cloud classification method and system*” publicada em dois países distintos, China e Europa, ambos no ano de 2018.

A figura 3 abaixo apresenta o gráfico que mostra os requerentes (patrocinadores) das 24 patentes resultantes da pesquisa, totalizando 23 requerentes. A Universidade de Fuzhou se destaca com o financiamento de 2 patentes nesse período, enquanto os demais requerentes possuem o financiamento de apenas 1 patente cada.

Pode-se observar também que dos 23 requerentes das 25 patentes, 13 representam universidades acadêmicas, enquanto 12 são financiados por indústrias. Entende-se que as instituições acadêmicas têm papel relevante no avanço das inovações, juntamente com o setor industrial que apoia projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

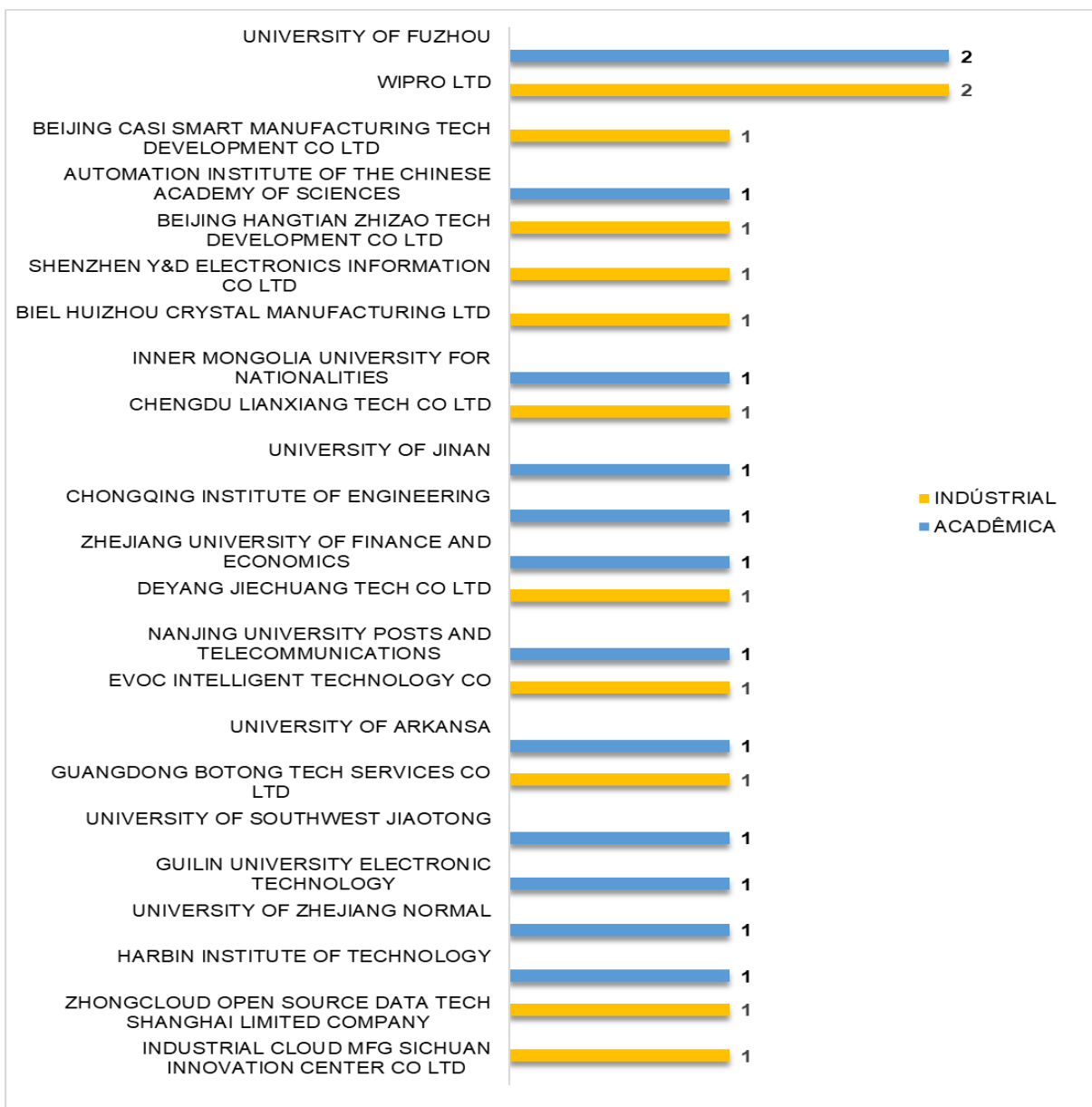


Figura 3: Número de patentes por requerentes.

A tabela 1 exibe a relação dos autores e os anos de publicações das 24 patentes analisadas. Ao todo, foram identificados 104 autores. O anexo A apresenta os a relação de todos os autores de forma completa.

Tabela 1: Autores X Ano de publicação

ANO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AUTORES							
Hong Qiyu					2		
Xiong Qiancheng					2		
Vikas Shah		2					
Chen Zhenyi					2		
Dong Chen					2		

Liu Xiaoqing

2

+ 98 Autores com apenas uma publicação e em anos distintos

TOTAL	4	10	14	42	16	18	6
--------------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------

Fonte: Os autores, 2023.

Entre os 104 autores citados, destacam-se Hong Qiyu, Dong Chen, Vikas Shah, Xiong Qiancheng, Chen Zhenyi e Liu Xiaoqing, por possuírem duas publicações ao ano. Os demais 98 autores possuem apenas uma publicação por ano.

O ano de maior destaque foi 2020, com 6 patentes publicadas e a colaboração de 42 autores. Em seguida, em 2022, houve 5 publicações envolvendo 18 autores. No ano de 2021, foram publicadas 4 patentes e mencionados 16 autores. Em 2017, uma patente foi publicada com a contribuição de 4 autores. No ano de 2018 foram publicadas 4 patentes contabilizando 10 autores.

A tabela 2 mostra a frequência de citação das tecnologias presentes em 25 patentes analisadas. Com o tagueamento, identificamos 19 tecnologias distintas que apareceram em um total de 54 vezes. Essas informações fornecem dados importantes sobre as áreas tecnológicas abordadas nas patentes e suas respectivas relevâncias.

Tabela 2: Frequência de tecnologias citadas entre as patentes.

ID	TAGS	Frequência	Frequência (%)	Frequência acumulada (%)
1	Cloud	13	24,1%	24,1%
2	IoT - Internet of Things	10	18,5%	42,6%
3	IA - Inteligência Artificial	8	14,8%	57,4%
4	Smart Manufacturing	5	9,3%	66,7%
5	Big data	3	5,6%	72,2%
6	Blockchain	2	3,7%	75,9%
7	Manufatura Avançada e Personalização	1	1,9%	77,8%
8	Diagnóstico de Falha	1	1,9%	79,6%
9	Visão Computacional 3D	1	1,9%	81,5%
10	<i>Manufacturing Workshop</i>	1	1,9%	83,3%
11	<i>Enterprise Intelligent Transformation</i>	1	1,9%	85,2%
12	<i>Customized on a Large Scale</i>	1	1,9%	87,0%
13	CLP - Controle Logístico Programável	1	1,9%	88,9%
14	CPS - <i>Cyber Physical System</i>	1	1,9%	90,7%
15	<i>Intelligent Workshop</i>	1	1,9%	92,6%
16	CNC - Controle Numérico Computadorizado	1	1,9%	94,4%
17	<i>Control Physical</i>	1	1,9%	96,3%
18	<i>Semantic Ontology</i>	1	1,9%	98,1%
19	<i>Framework</i>	1	1,9%	100,0%
TOTAL		54	100,0%	-

Fonte: Os autores, 2023.

Das 26 tags criadas, 6 delas (representando 75,9%) aparecem em mais de uma patente, enquanto 13 tags (representando 24,1%) aparecem apenas uma vez nas patentes analisadas. As *Tags* mais recorrentes foram: "*Cloud*", presente em 13 patentes; "*IoT - Internet of Things*", citada em 10 patentes; "*IA - Inteligência Artificial*", mencionada em 8 patentes; e "*Smart Manufacturing*", presente em 5 patentes.

A *tag* mais frequente entre as patentes é "*Cloud*", com 13 ocorrências. Todas as patentes abordam métodos ou sistemas inovadores relacionados à fabricação, automação industrial ou processamento de dados, fazendo uso de tecnologias em nuvem.

Dentre as 13 patentes, aquela que se destaca é dos autores Dong Chen, Hong Qiyu, Xiong Qiancheng e Chen Zhenyi, intitulada "*Dynamic cloud manufacturing method for industrial 4.0 large-scale personalized production*", publicada em 2021. O objetivo é fornecer um método dinâmico de fabricação em nuvem para produção personalizada em larga escala na Indústria 4.0. O método visa estabelecer um modelo de alocação de tarefas multi-fábrica em tempo real, atendendo às necessidades em mudança do cliente, maximizando o lucro da fábrica, reduzindo o custo dos produtos personalizados e melhorando a satisfação do cliente.

Em seguida, a *tag* que mais se repete entre as patentes é "*IoT - Internet of Things*", presente em 10 patentes. As patentes descrevem métodos, sistemas e plataformas inteligentes baseadas em *IoT*, destinadas a melhorar a eficiência, gerenciamento e colaboração na produção industrial.

A patente mais relevante nessa categoria é a dos autores "Guo Hongfei; Zhang Rui; Qu Ting; Huang Guoquan; Li Congdong; Chao Bao", intitulada "*Intelligent internet-of-things management system for high-dynamic production logistics environment*", publicada em 2020 e patrocinada pela Universidade de Jinan, localizada na China. Essa invenção descreve um sistema inteligente de gerenciamento de *IoT* projetado para ambientes de logística de produção altamente dinâmicos, com vantagens significativas, como integração eficiente do gerenciamento de informações, operações paralelas de tarefas e baixo custo de implementação, tornando-a uma solução prática.

Em seguida, a *tag* mais citada é "*IA - Inteligência Artificial*", presente em 8 patentes. As invenções estão associadas à utilização de técnicas e abordagens de IA para resolver problemas complexos, otimizar processos, tomar decisões inteligentes e melhorar a eficiência na fabricação e produção industrial.

Entre as 8 patentes classificadas com esta *tag*, a que apresentou maior relevância foi a patente do autor Ren Maojun, publicada em 2022 na China, intitulada "*Class imbalance fault diagnosis method for rotating machinery*". Essa invenção tem como objetivo fornecer um método de diagnóstico de falha de desequilíbrio de classe para máquinas rotativas, que utiliza as vantagens de recursos de múltiplas visualizações e aprendizado de meta-auto-etapa para selecionar amostras de alta qualidade do conjunto de dados original e construir um equilíbrio conjunto de dados, resolvendo o problema por um método independente de modelo.

A *tag* "*Smart Manufacturing*" apresenta relação em 5 patentes e destaca o uso de tecnologias inteligentes, coleta de informações, tecnologias digitais e integração de processos, que são elementos essenciais no contexto da fabricação inteligente.

Os autores Dong Chen, Hong Qiyu, Chen Zhenyi, Lyu Chenxi e Xiong Qiancheng apresentaram uma patente em 2021 com o título "*Industrial 4.0 demand-driven distributed dynamic edge cloud intelligent manufacturing method and system*". A invenção tem como objetivo fornecer um método e sistema de fabricação inteligente de nuvem de borda dinâmica distribuída e orientado para a demanda da indústria 4.0, que pode melhorar a satisfação do cliente com o produto.

A *tag* "*Big Data*" foi classificada em 3 patentes. As invenções mencionam a tecnologia como uma ferramenta crucial que viabiliza a coleta, armazenamento, análise e aplicação de

dados relevantes, resultando em melhorias nos processos, tomada de decisões embasadas e aprimoramento do desempenho operacional.

A patente do autor Du Zhiyao, intitulada "*Industrial internet public service platform for network collaborative manufacturing*", publicada em 2019 na China, apresenta forte relação com a tecnologia citada. A invenção divulga uma plataforma de internet industrial para fabricação colaborativa de rede, que integra dispositivos, big data e tecnologias de integração. Ela permite a engenharia paralela, conecta todos os elos da cadeia de suprimentos, realiza aquisição em tempo real de dados de fabricação e otimiza a produção para melhorar a qualidade dos produtos.

Por fim, a tag "*Blockchain*" apresentou relação em 2 patentes. Ambas as invenções buscam melhorar a eficiência, segurança e capacidade de gestão de recursos na indústria manufatureira, utilizando tecnologias como *Blockchain* para superar as limitações das tecnologias tradicionais de fabricação em nuvem e do design de estrutura de manufatura inteligente.

Na figura 4, são mostradas as relações das tecnologias através das tags criadas com base nas 25 patentes. As tags de tecnologias foram organizadas por cores e tamanhos de hexágonos geométricos, onde um hexágono maior indica uma relação mais forte com a palavra-chave "*Cloud*". No entanto, é importante ressaltar que todas as tecnologias mencionadas neste contexto interagem de maneira sinérgica.

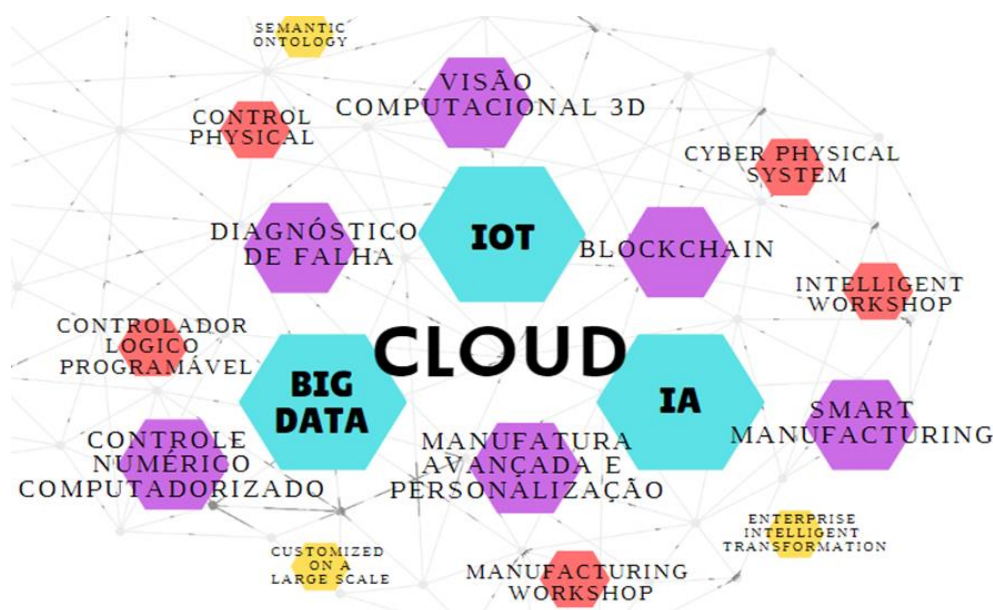


Figura 4: Rede de tags.

A tecnologia "*Cloud*" é considerada a palavra central devido à sua relevância para a transformação digital e o progresso da indústria 4.0. Todas as outras tecnologias dão suporte para que o funcionamento eficiente da computação em nuvem aconteça.

As tecnologias como *Big Data*, *IoT* e a *IA* com a cor azul, tornam o "*cloud*" mais eficiente, escalável e capaz de oferecer serviços personalizados e inteligentes para atender a demanda dos usuários. Já as tecnologias com a cor roxa, incluindo *Visão Computacional 3D*, *Blockchain*, *Smart Manufacturing*, *Manufatura Avançada e Personalização*, *Controle Numérico Computadorizado* e *Diagnóstico de Falhas*, proporcionam a construção de sistemas mais inteligentes e interconectados que aproveitam ao máximo os recursos oferecidos pelo "*Cloud*" fornecendo dados em tempo real, segurança, integridade, análise de dados complexos.

As tecnologias representadas pela cor vermelha, como *Manufacturing Workshop*, Controlador Lógico Programável, Sistema Ciberfísico, Intelligent Workshop e *Control Physical*, desempenham um papel crucial no funcionamento eficiente do *Cloud*, pois possibilitam a automação e o controle remoto de processos industriais, o que contribui para aprimorar a eficiência, escalabilidade e inteligência das operações industriais habilitadas pela Nuvem.

Por fim as cores em amarelo apresentam as tecnologias: *Enterprise Intelligent Transformation*, *Customized on a Large Scale e Semantic Ontology* que contribuem para no funcionamento do Cloud proporcionar um ambiente mais inteligente, personalizado e escalável.

5. CONCLUSÕES

Este estudo tem como objetivo mapear o desenvolvimento tecnológico na área de *Cloud Manufacturing*, uma vertente da Indústria 4.0 que busca integrar tecnologias e automação em manufatura através da convergência de computação em nuvem, IoT, IA e tecnologias de manufatura.

Foram analisadas 25 patentes na base de dados Espacenet, utilizando as *strings* "*Cloud Manufacturing*" e "indústria 4.0" em 06/02/2023. A análise revelou que o interesse nessas áreas de pesquisa começou em 2017 e continua em crescimento após 2020, sendo este último o ano com o maior número de patentes.

A China lidera o *ranking* como o país com o maior número de patentes, mostrando um forte investimento em pesquisa e desenvolvimento nesses campos específicos. Além disso, a colaboração entre universidades acadêmicas e indústrias destaca a importância da sinergia entre a academia e o setor privado para impulsionar a inovação tecnológica.

As tecnologias mais citadas nas patentes foram "*Cloud*", "*IoT - Internet of Things*" e "IA - Inteligência Artificial", indicando sua importância para a fabricação inteligente em nuvem. Essas tecnologias permitem uma integração mais eficiente de processos, coleta e análise de dados em tempo real, bem como tomada de decisões inteligentes para melhorar a eficiência operacional e a personalização de produtos e serviços.

O estudo mapeou o desenvolvimento tecnológico na área pouco explorada de *Cloud Manufacturing* através da análise de patentes. As conclusões destacam a crescente importância dessas tecnologias, o papel relevante das universidades na pesquisa e desenvolvimento, e a sinergia entre as tecnologias que impulsionam o avanço da computação em nuvem e da Indústria 4.0.

6. REFERÊNCIAS

- BENITEZ, Guilherme Brittes et al. Understanding Industry 4.0: Definitions and insights from a cognitive map analysis. **Brazilian Journal of Operations & Production Management [recurso eletrônico]**. Rio de Janeiro, RJ. Vol. 16, no. 2 (June 2019), p. 192-200, 2019.
- CUI, Jin et al. 3D printing in the context of cloud manufacturing. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 74, p. 102256, 2022.
- DELARAM, Jalal et al. A utility-based matching mechanism for stable and optimal resource allocation in cloud manufacturing platforms using deferred acceptance algorithm. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 60, p. 569-584, 2021.
- HE, Wu; XU, Lida. A state-of-the-art survey of cloud manufacturing. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 28, n. 3, p. 239-250, 2015.
- MOHAMED, Nader; AL-JAROODI, Jameela; LAZAROVA-MOLNAR, Sanja. Leveraging the capabilities of industry 4.0 for improving energy efficiency in smart factories. **IEEE Access**, v. 7, p. 18008-18020, 2019.
- MORELLI, Daniel Alexandre; IGNACIO, Paulo Sergio de Arruda. Assessment of researches and case studies on Cloud Manufacturing: a bibliometric analysis. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 117, p. 691-705, 2021.
- REN, Lei et al. Cloud manufacturing: key characteristics and applications. **International journal of computer integrated manufacturing**, v. 30, n. 6, p. 501-515, 2017.
- REZAEI, Mohammad Reza; HOUSHMAND, Mahmoud; VALILAI, Omid Fatahi. An autonomous framework for interpretation of 3D objects geometric data using 2D images for application in additive manufacturing. **PeerJ Computer Science**, v. 7, p. e629, 2021.
- SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso et al. **Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos**. Blucher, 2018.
- SALA-ZÁRATE, María; COLOMBO-MENDOZA, Luis. Cloud computing: a review of PaaS, IaaS, SaaS services and providers. **Lámpsakos**, n. 7, p. 47-57, 2012.
- SIMEONE, Alessandro; DENG, Bin; CAGGIANO, Alessandra. Resource efficiency enhancement in sheet metal cutting industrial networks through cloud manufacturing. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 107, p. 1345-1365, 2020.
- VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. **Scientometrics**, v. 111, p. 1053-1070, 2017.
- XU, Yuchun; CHEN, Mu. An Internet of Things based framework to enhance just-in-time manufacturing. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, v. 232, n. 13, p. 2353-2363, 2018.

WANG, Shiyong et al. Cloud-based smart manufacturing for personalized candy packing application. **The Journal of Supercomputing**, v. 74, p. 4339-4357, 2018.

ZHANG, Lin et al. Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. **Enterprise Information Systems**, v. 8, n. 2, p. 167-187, 2014.

ZUPIC, Ivan; ČATER, Tomaž. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational research methods**, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015.

**ANEXO A**

	ANO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AUTORES								
HONG QIYU						2		
XIONG QIANCHENG						2		
VIKAS SHAH			2					
CHEN ZHENYI						2		
DONG CHEN						2		
LIU XIAOQING							2	
CAO KE					1			
QI JIN						1		
ZHANG YAPING				1				
DANG XUANJU			1					
SHEN ZHEN				1				
CHAO BAO					1			
XU BIN						1		
DONG XISONG				1				
ZHOU QINGYANG					1			
DU ZHIYAO				1				
SHAHRIAR MD RAKIB			1					
E SHIJU					1			
SUN YANFEI						1		
FAN YUANLIN					1			
WANG LIHUA							1	
FANG BINXING					1			
ZENG MING								1
FANG ZIXUAN						1		
ZHENG WEIFAN					1			
GAN LE					1			
ZHU YONG					1			
GAO CHUNFU					1			
QU TING					1			
GU UM				1				
SHANG XIUQIN				1				
GUO CHAO				1				
SI PENGFEI					1			
GUO HONGFEI					1			
TANG YU					1			
HE HUI					1			
WANG FEIYUE				1				
HE RUIZHENG							1	
XIONG GANG				1				
HONG JIALE							1	
YU XIANGZHAN					1			
CHEN JIHUA					1			



ZHANG LEI				1	
HU GANG			1		
ZHANG ZIYAN			1		
HU HENGWEN				1	
ZHONG QINGPING					1
HU JINHUA			1		
ZHOU YONGLIN			1		
HU YUTING			1		
QI JIANHUAI			1		
HUANG GUOQUAN			1		
QI WEN				1	
JIN KE		1			
REN MAOJUN				1	
LAN HU			1		
SHANG CHAO			1		
LI CAILIN		1			
SHANG YULING		1			
LI CHUNQUAN		1			
SHI HONGYAN				1	
LI CONGDONG			1		
SONG JING			1		
LI XIAODONG		1			
TANG JUAN			1		
LI XIAOQIANG	1				
TIAN JINGHONG			1		
LI ZHISHUAI		1			
WANG DESHENG			1		
LIU CHUANYI			1		
WANG KAI				1	
LIU DUANFU	1				
WU XIAOQIANG				1	
LIU GANG					1
CHEN ZHILIE			1		
LIU JIANHUI			1		
XU SHAOXIONG				1	
ZHANG MING		1			
ZENG LICE				1	
ZHANG NA			1		
ZHANG HUABO			1		
ZHANG RUI			1		
CUI LIJIE			1		
ZHANG WEI			1		
ZHANG QIAN					1
LIU YAWEI			1		
ZHANG SHUZHU				1	

LIU YONGLIANG							1
ZHANG WEIZHE			1				
LOU ZHILAN						1	
ZHANG ZHONGHUA			1				
LUO JINZE						1	
ZHAO BIN						1	
LUO PENG			1				
ZHONG CHENGMING	1						
LYU CHENXI					1		
ZHOU LE'NA	1						
MENG XIANGYIN						1	
ZHOU SHULIN			1				
PAN YANAN			1				
ZHU MILI				1			
PENG HONGLI			1				
AL SUNNY S M NAHIAN		1					
PENG HUA					1		
TOTAL GERAL	4	10	14	42	16	18	6