

## **Capabilidades dos Smart Industrial Products: Uma Revisão Sistemática de Literatura**

**Paulo Eduardo Pissardini (UFSCar - São Carlos)**  
[pissardini.engenharia@gmail.com](mailto:pissardini.engenharia@gmail.com)

**Mário Henrique Bueno Moreira Callefi (UFSCar - São Carlos)**  
[mariocallefi@gmail.com](mailto:mariocallefi@gmail.com)

**Moacir Godinho Filho (UFSCar - São Carlos)**  
[moacir@dep.ufscar.br](mailto:moacir@dep.ufscar.br)



*O advento da Quarta Revolução Industrial tem trazido mudanças jamais presenciadas no ambiente organizacional. A adoção de tecnologias disruptivas associada à mudança na característica dos produtos em direção à Produtos Smart tem impactado diversos setores da organização e a cadeia de suprimentos como um todo. Os aspectos metodológicos desta pesquisa compreenderam uma Revisão Sistemática de Literatura no campo dos Smart Industrial Products, levantando as capacidades e as principais funções impactadas pela adoção dos mesmos, apontando resultados, discutindo-os e tecendo as conclusões finais do trabalho. Dentre os principais resultados encontra-se a identificação de 38 capacidades, classificadas segundo a função organizacional impactada pela mesma bem como análises quantitativas acerca de variáveis como número de publicação por ano, continente e país. Esta pesquisa contribui com a identificação do estado da arte no que tange o campo de estudo dos Smart Industrial Products, trazendo uma definição atual e inédita para este grupo específico de produtos. A característica dos resultados da pesquisa levou à construção de diversas considerações e questionamentos como a possível relação entre a liderança de países europeus na adoção de SIP e Alemanha como “berço” da quarta revolução industrial através do Paradigma Estratégico de Gestão de Manufatura Indústria 4.0.*

*Palavras-chave: Revisão Bibliográfica Sistemática, Smart Industrial Products, Capacidades, Indústria 4.0.*

## 1. Introdução

O atual avanço tecnológico tem trazido muitas mudanças nos padrões organizacionais bem como nas características dos produtos. Avanços sem precedentes estão sendo vivenciados no campo dos *Smart Products (SP)*, mais especificamente em 2011, com a emergência da Plataforma 4.0, suportada pelo governo alemão e liderada pela academia alemã de tecnologia (*ACATECH*). Nos primórdios de seu surgimento, *SP* foram objetos de filosofia tecnológica de *Think Tanks* (Instituições que advogam políticas públicas, tendo capacidade de explicar, mobilizar e articular atores) ou eram usados como marketing de tecnologias de ponta em feiras de negócios (RAFF; WENTZEL; OBWEGESER, 2020). *SP*, no entanto, tem se tornado uma realidade tangível não apenas para consumidores, mas também no ambiente empresarial, permitindo novas formas de desenvolver e comercializar bens. No contexto organizacional, a tendência na evolução dos produtos para produtos *Smart* tem feito surgir a necessidade de novos estudos que podem fornecer melhor compreensão dos impactos destes no ambiente organizacional. De acordo com Raff; Wentzel; Obwegeser, (2020), apesar da popularidade dos *SP* como um campo de pesquisa, em muitos aspectos não há um consenso real ou clareza sobre o que é um *SP*. Na literatura, quando se aborda o tema *SP*, os principais termos encontrados compreendem aspectos parciais destes produtos, sendo os principais constructos *Intelligent Product* Kärkkäinen et al., (2003); Mcfarlane et al., (2002); Ventä, (2007); Wong et al., (2002), *Connected Product* Holmström et al., (2009), *Smart Product* Hoffman; Novak, (2015); Hultink; Rijdsdijk, (2009), *Smart, Connected Product*, Fabiano; Martens, (2018); Porter; Heppelmann, (2014), (2015) and *Smart Product Service Systems* (TOMIYAMA et al., (2019). Diante do contexto apresentado, foi estudado cada uma das definições trazidas na literatura a fim de se poder propor uma definição que melhor se ajuste ao contexto dos *Smart Products* estudados neste artigo. Desta forma, neste trabalho adota-se o termo *Smart Industrial Products (SIP)*, que são produtos inteligentes utilizados no ambiente organizacional para transformar matéria prima em bens acabados. Nesta pesquisa define-se *SIP* como “*Produtos que contém elementos das dimensões física, conectada e inteligente, responsável pela integração das partes física e digital, que possuem sistemas embarcados que permitem à inteligência reconhecer, analisar e exportar autonomamente dados do consumidor, do bem que está sendo produzido, do processo e do ambiente de forma integrada e em tempo real, fornecendo serviços inovativos integrados através do auto aprimoramento de suas configurações a fim de proporcionar a melhor performance e tomada de decisão possível, maximizando valor para organização que o adota*”.

Outro importante termo que deve-se definir neste trabalho e que não foi encontrado no levantamento bibliográfico realizado nas bases de dados *Web Of Science*, *Engineering Village* e *Scopus* é o termo *capabilidade*, aqui adotado como sendo a habilidade que o *SIP* fornece para a organização que o adota. A *capabilidade* pode ser compreendida sob 3 diferentes vertentes, a primeira aborda *capabilidade* que um *SIP* precisa ter para ser considerado *Smart*. A segunda vertente refere-se ao grupo de habilidades que uma organização necessita ter para produzir / comercializar um *SIP*. A terceira vertente (adotada no contexto deste artigo) compreende o conjunto de habilidades que uma organização adquire quando adota um *SIP* em seu processo. Diante do acima exposto este manuscrito objetiva levantar as *capabilidades* relacionadas à terceira vertente. Na sequência, para apresentar as *capabilidades* inicia-se a seção 2, contendo os aspectos metodológicos da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS). A seção 3 apresenta a análise quantitativa dos artigos da amostra final. A seção 4 discute os resultados e a seção 5 apresenta as conclusões, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

## **2. Aspectos Metodológicos: Revisão Bibliográfica Sistemática**

RBS é um importante esforço por si mesmo e não meramente uma revisão de pesquisas anteriores, responde a questões específicas de pesquisa e é uma “uma metodologia que aloca estudos existentes, seleciona e avalia contribuições, analisa e sintetiza dados, e reporta evidências de tal forma que permite serem alcançadas conclusões razoavelmente claras sobre o que é e o que não é conhecido (DENYER; TRANFIELD, 2009). Esta revisão consiste em três estágios principais, de acordo com Tranfield; Denyer; Smart, (2003): Planejamento, Condução e Disseminação. Para Moher et al., (2015) no estágio de Planejamento um protocolo de revisão é explicitamente documentado, antes do início da revisão, para garantir que a RBS seja cuidadosamente executada e consistentemente conduzida. Quando cuidadosamente seguido, este passo a passo leva a um guarda-chuva de novas oportunidades de pesquisa. Na fase de condução foi feita a análise e classificação dos artigos. Os resultados são descritos nas próximas seções e o protocolo da pesquisa é apresentado na figura 01.

### **2.1. Fase de condução da pesquisa: Busca nas bases de dados, triagem prática, avaliação de conteúdo e abordagem *Snowball***

Pesquisando nas bases de dados através da *string* de busca apresentada no protocolo de pesquisa, obteve-se 24956 artigos. Aplicando os filtros diretamente na base conforme descrito na figura 02, obteve-se um total de 2779 artigos restantes.

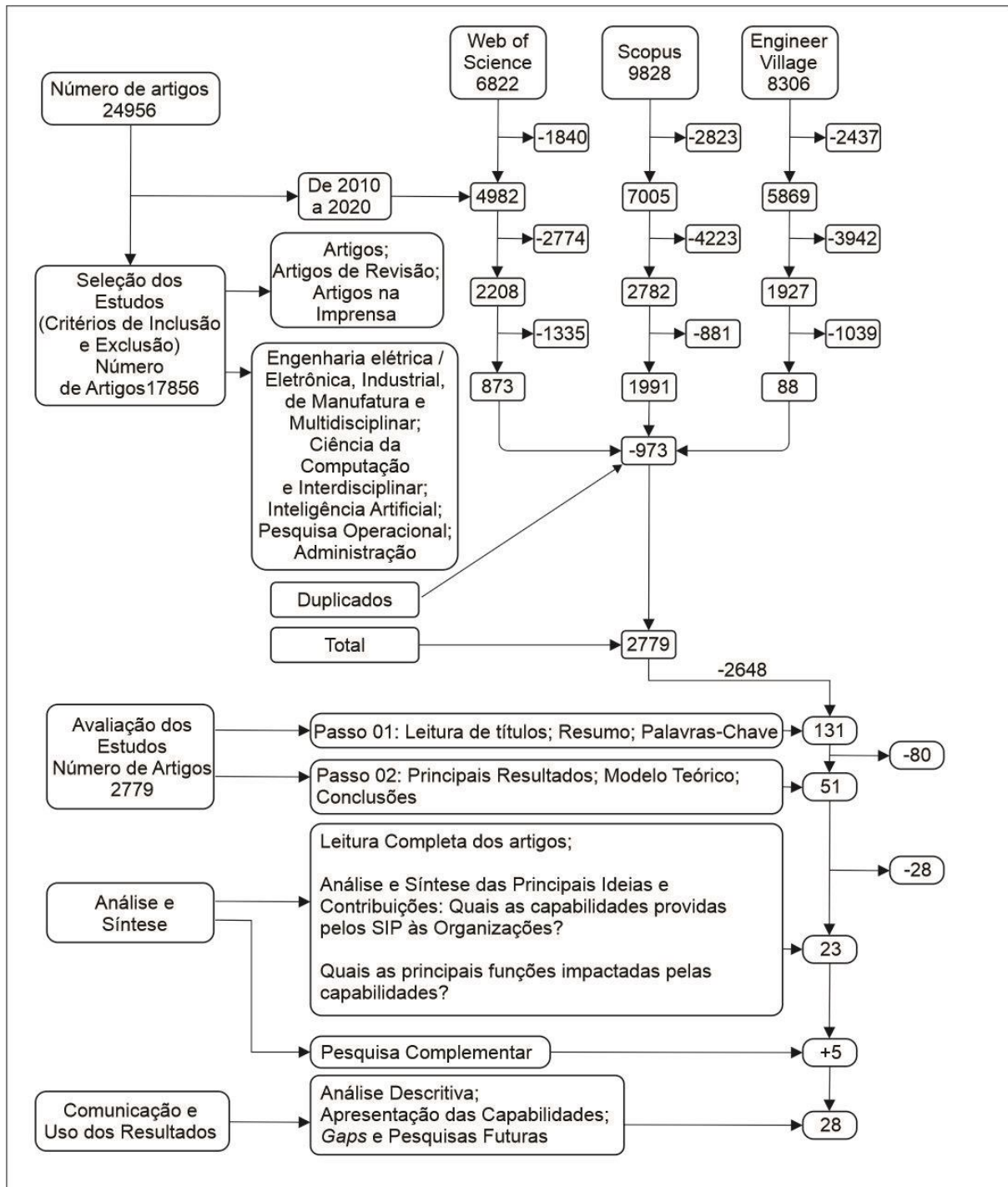
Figura 1: Protocolo de pesquisa

Protocolo de Pesquisa		
Objetivo	Identificar capacidades providas pelos SIP às organizações	
Questões Guia	Quais as capacidades providas pelos SIP às Organizações? Quais áreas da organização são impactadas pelos SIP?	
Base de Dados	Engineering Village, Scopus, Web of Science	
Período	De 2010 a 2020	
Tipo de Documento	Artigos, Artigos de Revisão, Artigos na Imprensa	
Idioma	Inglês	
Strings	<ul style="list-style-type: none"> <li>((Smart AND Product) OR (Smart AND Products) OR Connected Product OR Connected Products OR (Smart AND Connected AND Product) OR (Smart AND Connected AND Products))</li> </ul>	
I/E	Critério	Explicação dos Critérios
Exclusão	Não Relacionado (NR)	NR-1: Artigos considerando Sistemas Produto Serviço Inteligente; NR-2: A definição de SIP não está relacionada ao ambiente organizacional;
	Perdidamente Relacionado (LR)	LR: Artigos que citam SIP, mas não expressam discussão sobre impactos das capacidades para as organizações
Inclusão	Parcialmente Relacionado (PR)	PR: Artigos que focam em uma ou mais capacidades providas pelos SIP
	Estritamente Relacionado (CR)	CR: Artigos caracterizando estudos em SIP, apontando capacidades e suas relações com funções organizacionais;

Fonte: Autoria Própria

Na triagem prática, leu-se título e abstract dos 2779 artigos, selecionando-os de acordo com os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos no protocolo de pesquisa. Após esta etapa, 2648 artigos foram excluídos. Dos 131 remanescentes, foi lido o modelo teórico proposto e as conclusões, aplicando ainda os critérios previamente definidos. A execução desta etapa resultou numa amostra de 51 artigos. Neste processo o posicionamento temático de cada artigo foi crucial para a avaliação (RAFF; WENTZEL; OBWEGESER, 2020). Na avaliação de conteúdo, os 51 artigos foram completamente lidos e seu conteúdo avaliado, restando então, 23 artigos. Seguindo com as etapas da revisão, aplicou-se a abordagem bola de neve, identificando 5 artigos, resultando numa amostra final de 28 artigos. Para a apresentação dos resultados foi construído uma tabela a fim de gravar e codificar dados, de acordo 1) Capacidades providas pelo SIP para a organização, 2) Função impactada. Uma breve descrição de cada capacidade foi feita de forma a fornecer melhor compreensão, permitindo a realização do processo de agrupamento das capacidades segundo similaridade semântica, utilizando-se o *Software NVivo 11*. A figura 2 resume o processo de seleção dos artigos. Após análise, as capacidades identificadas como similares foram manualmente analisadas a fim de se verificar a coerência da similaridade apontada pelo *Software*. O procedimento resultou em 38 capacidades apresentadas na seção resultados desta pesquisa, junto com a análise quantitativa realizada.

Figura 2: Resumo do processo de seleção dos artigos



Fonte: Autoria própria

### 3. Resultados: Análise Quantitativa e Características da Amostra

Nesta seção é apresentado os resultados quantitativos desta pesquisa, embasando as discussões e conclusões da mesma, além de fornecer subsídios para a sugestão de pesquisas futuras. A



tabela a seguir apresenta as capacidades apontadas na literatura, uma breve descrição, a fonte que a citou, e a função da empresa impactada.

Tabela 01: Capacidades providas pelos *SIP* às organizações

Capabilidades	Descrição	Fonte	Função Impactada
Eficiência melhorada em investimentos em ativos	Habilidade de melhorar a eficiência no investimento em ativos através de dados coletados sobre, por exemplo, frequência de uso do equipamento, quantidade e outras variáveis	3	Contabilidade
Melhor gerenciamento do fim de vida pelo produtor do <i>SIP</i>	Habilidade de coletar dados sobre as condições de uso e usá-las quanto o produto chega no seu fim de vida para determinar como dispor corretamente o produto e suas partes	3	Contabilidade
Ter componentes simplificados	Habilidade de ter complexidade reduzida quando funcionalidades passam de mecânica para <i>Software</i>	13	Projetos
Nova expertise em Recursos Humanos	Habilidade de contratar e treinar recursos humanos para os novos desafios enfrentados pela adoção dos <i>SIP</i>	13	Recursos Humanos (RH)
Processo se torna mais sustentável	Habilidade de produzir bens sem causar impactos ambientais ou ao menos diminuindo-os	23	RH
Manutenção da segurança dos dados	Habilidade de manter os dados gerados pelo processo seguros	13	Tecnologia da Informação (TI)
Melhoria na acurácia da manutenção incluindo a preventiva através da visualização de desenhos e dados do projeto	Habilidade de coletar informações do produto em tempo real a fim de antecipar probabilidades de quebra, melhorar planejamento da manutenção e outros fatores relacionados à eficiência da máquina	3,6, 13,23	Manutenção
Serviço de reparo remoto	Habilidade de executar reparos no produto remotamente	13	Manutenção
Coletar e carregar informações acerca de si mesmo durante todo o ciclo de vida	Habilidade do <i>SIP</i> coletar dados sobre seu uso de forma a facilitar muitos serviços e seu melhor uso	5	Manutenção / Qualidade
Permite integração de tecnologias de sensoriamento com etiquetas RFID passivas	Habilidade de usar sensores para detectar propriedades físicas, químicas e biológicas, convertendo-as em sinais legíveis através de sensores	1	Planejamento e Controle de Produção (PCP)
Interoperabilidade entre vários recursos inteligentes dentro e fora da organização	Habilidade de comunicação entre diferentes <i>SIP</i> que trabalham sob diferentes protocolos, auto gerenciar informação de forma a atingir os objetivos do PCP	2,13	PCP
<i>Set ups</i> e mudanças de máquinas de Produção melhorados	Habilidade de reduzir o tempo de <i>set up</i> para diferentes variantes de bens padronizados, tornando possível acelerar e reduzir erros nos próprios <i>set ups</i> melhorando o tempo de troca de máquinas	3	PCP
Reconfiguração dinâmica dos recursos da equipe dentro do processo de produção	Habilidade de reconfigurar a equipe para providenciar agilidade às frequentes mudanças na produção, tolerância a faltas e quebras de máquinas bem como adaptabilidade à variação no fluxo de materiais	4	PCP
Completa integração entre ambientes físico, ciber e social com alto nível de autonomia	Habilidade do <i>SIP</i> tomar decisões autônomas e agir em coordenação com outros produtos, sistemas e clientes	5,8, 17,27	PCP

Controle remoto do processo	Habilidade de comandar o produto através de comando remoto, algoritmos que são construídos no dispositivos ou que residam na nuvem	8	PCP
Otimização da performance do produto	Habilidade de aplicar algoritmos e análises em uso ou dados históricos para otimizar drasticamente a saída, utilização e eficiência	8	PCP
Reuso da experiência para melhorar sua performance decisória	Habilidade de usar experiência em termos de decisões passadas para tomar melhores decisões futuras, de acordo com o requerido pelo processo	10	PCP
Performance de sistemas de informação melhorada	Habilidade de melhorar a acurácia do sistema de informação através de monitoramento automático e consciência de contexto	11	PCP
Máquinas ligadas no sistema de forma conjunta	Habilidade de <i>SIP</i> ligados em rede automatizar completamente o processo de produção	13	PCP
Reconfiguração do processo de montagem em tempo real	Habilidade de customizar produtos mesmo após a montagem ou entrega	13	PCP
Reconfiguração automática do <i>SIP</i> / Linha de Produção	Habilidade de melhorar os <i>SIP</i> durante a fase de uso de acordo com os requerimentos do processo, reagindo aos dados coletados para se auto adaptar à novos cenários	16,24	PCP
A capacidade de coleta de dados melhorada	Habilidade de coletar a comunicar dados do início ao fim do processo de manufatura de forma a atualizar constantemente o planejamento da produção	26	PCP
Sistemas de produção mais robustos e flexíveis	Habilidade de reagir à mudanças como demanda, programação da produção e de compartilhar informação entre <i>SIP</i> como forma de trazer robustez ao processo de produção	2,3,5	PCP
Baixo custo de produção de alta variedade de produtos ( <i>Design Sempre verde</i> )	Habilidade de produzir eficientemente produto individualmente customizado através de <i>software</i> embarcado	3,13	PCP / Projetos
Suporte a novos modelos de negócios	Habilidade de mudar de vendas transacionais para produtos como um serviço	13	PCP / Manutenção
Melhoria na performance do produto através da aplicação de Auto* métodos (auto diagnostico, aprendizado, adaptação e otimização)	Habilidade de adquirir dados autonomamente, manuseando a informação para melhorar parâmetros do processo	3,8,12	PCP / Qualidade
Monitoramento em tempo real de cada elo da cadeia de suprimentos	Habilidade de processar informação que pode permitir o monitoramento de praticamente cada ponto da cadeia de suprimentos em tempo real	1,3,28	Cadeia de Suprimentos
Aumento da visibilidade da operação corrente	Habilidade de ter informação em tempo real sobre a operação corrente melhorando o controle operacional	6,7	PCP
Dependência do distribuidor/parceiro de serviço reduzida	Habilidade de reduzir o poder de barganha do comprador através da desintermediação dos canais de distribuição	8	Compras
Consciência de contexto local pelo <i>SIP</i>	Habilidade de usar o conhecimento e a capacidade de reação para realizar tarefas repetitivas requeridas pelo controle operacional	7	Qualidade
Alta agregação de valor através do uso de fontes de dados	Habilidade do processo de tomar decisões baseadas em dados gerados / coletados, identificando novos padrões entre milhares de leituras de muitos produtos diferentes	13	Qualidade
Gerenciamento corrente da qualidade	Habilidade de identificar e corrigir problemas de <i>design</i> que testes falharam em identificar	13	Qualidade
Alta segurança do	Habilidade de gerenciar informação sobre o processo	26	Qualidade

processo através de sensores embarcados	como uma forma de rapidamente identificar falhas que podem causar sérios danos futuros		
Melhor apresentação em organizações onde vendas são realizadas	Habilidade de realizar apresentações dinâmicas sobre produtos comercializados pela organização	6	Vendas
O processo adquire uma interface e comunicação padronizada para comunicar informações relacionadas ao produto	Habilidade da organização de ter uma interface de comunicação padronizada para receber informações relacionadas ao produto	3	Cadeia de Suprimentos
Melhoria no processo de envio e recebimento de dados	Habilidade de melhorar a acurácia e precisão no envio e recebimento de bens por toda a cadeia de suprimentos	3	Cadeia de Suprimentos
Melhoria na capacidade de replanejar a rota de bens quando imprevistos acontecerem	Habilidade de replanejar a rota de bens e entregar em trânsito	3	Cadeia de Suprimentos
Segurança da cadeia de suprimentos melhorada	Habilidade de melhorar a segurança da entrega ou bem através do apontamento do local de ocorrência ou de verificar a autenticidade de itens reduzindo a ocorrência de furtos	3	Cadeia de Suprimentos

Fonte: Autoria Própria

**Nota:** 1. Atzori; Iera; Morabito, (2010); 2. Meyer; Wortmann; Szirbik, (2011); 3. Meyer, (2011); 4. Borangiu et al., (2012); 5. Mcfarlane; Giannikas, (2013); 6. Takahara; Yasaki, (2013); 7. Meyer et al., (2014); 8. Porter; Heppelmann, (2014); 10. Wassim et al., (2015); 11. Putnik et al., (2015); 12. Leitão et al., (2015); 13. Porter; Heppelmann, (2015); 14. Duffy; Whitfield, (2016); 16. Abramovici; Goebel; Savarino, (2017); 17. Schurig; Thomas, (2017); 18. Cena et al., (2019); 23. Tomiyama et al.,(2019); 24. Zhang et al., (2020); 25. Kahle et al., (2020); 26. Lenz et al., (2020); 27. Raff; Wentzel; Obwegeser, (2020); 28. Pardo; Ivens; Pagani, (2020)

Uma planilha foi criada para analisar e classificar os 28 artigos com o objetivo de identificar as capacidades, países da pesquisa entre outros aspectos. Embora o processo de seleção tenha iniciado com mais de 20 mil trabalhos após aplicação dos filtros foi obtido uma amostra final com 28 artigos, o que demonstra a escassez de estudos neste campo do conhecimento. Dos 28 artigos, 19 (68%) apresentaram alguma capacidade contida na lista final. A figura 01 apresenta a distribuição da publicação ao longo do período avaliado nesta revisão. Pode-se perceber que o número de artigos publicados foi crescente até 2020, possivelmente motivado pela consolidação das principais tecnologias disruptivas advindas do Paradigma Estratégico de Gestão de Manufatura Indústria 4.0. O pico de publicação ocorreu no ano de 2020 (5 artigos publicados), seguido dos anos 2019 e 2018, com 3 artigos cada, provavelmente consequência da crescente maturidade das tecnologias disruptivas trazidas com o advento da quarta revolução industrial. O crescimento observado nos últimos 3 anos foi responsável por 11 publicações, cerca de 40% da amostra, o que pode indicar um crescimento gradual no interesse de pesquisadores e praticantes nos últimos anos em um ambiente que está constantemente



buscando metas econômicas, resultados, mitigação de falhas a agregação de valor.

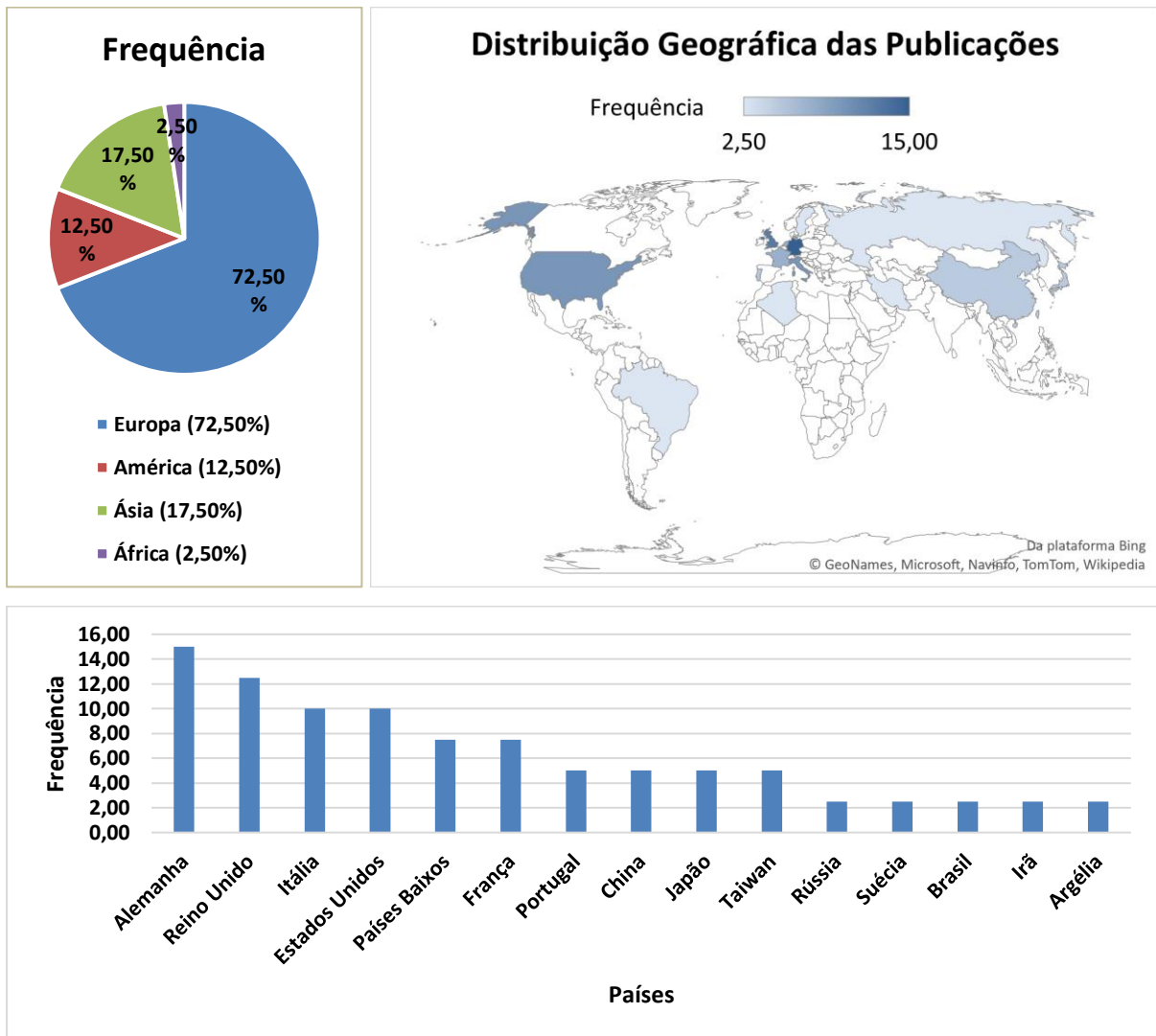
Figura 03: Artigos publicados por ano entre 2010 e 2020



Fonte: Autoria própria

Considerando a aplicação geográfica, a figura 4 mostra que há publicações em 4 continentes, liderada pela Europa (72,5%), seguido pela Ásia (17,5%), América (12,5%) e África (2,5%). Na Europa, Alemanha possui 22,22% dos estudos, Reino Unido 18,52% e Itália 14,82%. Na Ásia, China, Japão e Taiwan tem 28,57% cada um, seguido por Irã, com 14,29% das pesquisas. Na América, Estados Unidos tem 80% das publicações, Brasil possui 20%. Na África, apenas Argélia possui publicação.

Figura 04: Localização geográfica das publicações



Fonte: Autoria Própria

#### 4. Discussões

Esta RBS buscou consolidar o conhecimento que compreende as capacidades providas pelos *SIP* às organizações, de acordo com as funções organizacionais. O principal objetivo das organizações que buscam adotar *SIP* em seus processos é a constante busca por flexibilidade, eliminação de perdas, melhoria contínua da qualidade com conseqüente agregação de valor. O baixo número de artigos identificados associado ao número crescente de publicações nos últimos anos leva a concluir que a adoção de *SIP* pelas organizações encontra-se ainda em seu estágio inicial. Embora o número de publicações esteja crescendo, a adoção de *SIP* em países em desenvolvimento (Brasil, Argélia e Taiwan) ainda é muito baixo. A próxima seção discute as capacidades.

#### 4.1. Capabilidades encontradas na literatura

As capacidades providas pelos *SIP* não são universais, mas adquiridas a partir da influência dinâmica de fatores como sazonalidade de demanda, nível de maturidade na implementação, comportamento cultural entre outros. Tais capacidades trazem a necessidade de se mudar o *status quo* da organização Mcfarlane; Giannikas, (2013), Porter; Heppelmann, (2014), Cena et al., (2019), (SILVERIO-FERNÁNDEZ; RENUKAPPA; SURESH, 2018). Dado o estágio inicial de adoção dos *SIP*, a compreensão das barreiras que envolvem tal adoção mostra-se fator crítico Costa et al., (2018) de sucesso. A primeira tentativa de apresentar um caminho para as pesquisas em *SIP* foi feita em 2016, através de uma série de *workshops*, o que pode explicar o número crescente de publicações no ano que sucedeu o evento. Países europeus lideram as pesquisas, o que pode ter associação com o berço da Indústria 4.0 (Alemanha) e o alto foco em pesquisas em universidades como *Cambridge*. Apenas duas capacidades foram apontadas por 4 autores, o que demonstra baixo nível de concordância e necessidade de mais estudos.

#### 5. Conclusões

Este estudo analisou o estado da arte no que tange os *SIP*, proporcionando *insights* para teóricos e praticantes acerca das habilidades adquiridas pelas organizações com a adoção dos *SIP*. A adoção em massa dos *SIP* pode trazer um nível jamais visto em termos de performance industrial com impactos diretos em funções como PCP, Qualidade, Manutenção entre outras.

O baixo número de artigos identificados e o conseqüente aumento no número de publicações pode trazer novas capacidades não identificadas nesta pesquisa num futuro próximo, o que pode se configurar uma limitação desta pesquisa.

Conforme Solskice, (2001) Economias Coordenadas de Mercado tem estratégias de produção dependente de força de trabalho altamente qualificada. A competição ocorre através de novos nichos de mercado, o que requer processos mais flexíveis. Em Economias Liberais de Mercado, há prevalência de compartilhamento de mão de obra. Este contexto traz a seguinte questão: O tipo de economia influencia a diminuição da resistência ao desenvolvimento de soluções conjuntas e a propensão à adoção de *SIP*? Esta questão promissora pode ser estudada em pesquisas futuras.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVICI, M.; GOEBEL, J. C.; SAVARINO, P. Reconfiguration of smart products during their use phase based on virtual product twins. **CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY**, v. 66, n. 1, p. 165–168, 2017.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things : A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.
- BORANGIU, T. et al. **Distributed manufacturing control with extended CNP interaction of intelligent products**. [s.l.] IFAC, 2012. v. 14
- CENA, F. et al. Multi-dimensional intelligence in smart physical objects. **Information Systems Frontiers**, v. 21, n. 2, p. 383–404, 2019.
- COSTA, L. B. M. et al. Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 82, p. 122–133, 2018.
- DENYER, D.; TRANFIELD, D. **Producing a Systematic Review**The SAGE Handbook of Organizational Research Methods, 2009.
- DUFFY, A.; WHITFIELD, I. Smart Products through-life. 2016.
- FABIANO, F.; MARTENS, F. Shifting towards smart, connected products : a business model innovation perspective. 2018.
- HOFFMAN, D. L.; NOVAK, T. P. Emergent Experience and the Connected Consumer in the Smart Home Assemblage and the Internet of Things. **SSRN Electronic Journal**, 2015.
- HOLMSTRÖM, J. et al. Roadmap to tracking based business and intelligent products. **Computers in Industry**, v. 60, n. 3, p. 229–233, 2009.
- HULTINK, E. J.; RIJSDIJK, S. A. How Today’s Consumers Perceive Tomorrow’s Smart Products. **Journal of Product Innovation Management**, v. 26, n. 1, p. 24–42, 2009.
- KAHLE, J. H. et al. Smart Products value creation in SMEs innovation ecosystems. **TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE**, v. 156, jul. 2020.
- KÄRKKÄINEN, M. et al. Intelligent products - A step towards a more effective project delivery chain. **Computers in Industry**, v. 50, n. 2, p. 141–151, 2003.

LEITAO, P. et al. Intelligent products: The grace experience. **CONTROL ENGINEERING PRACTICE**, v. 42, p. 95–105, 2015.

LENZ, J. et al. Optimizing smart manufacturing systems by extending the smart products paradigm to the beginning of life. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 57, p. 274–286, 2020.

MCFARLANE, D. et al. The intelligent product in manufacturing control and management. **IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)**, v. 15, n. 1, p. 49–54, 2002.

MCFARLANE, D.; GIANNIKAS, V. Product intelligence in industrial control : Theory and practice Product Intelligence in Industrial Control : Theory and Practice. n. November 2017, 2013.

MEYER, G. G. Intelligent Products: A Survey. 2011.

MEYER, G. G. et al. Intelligent products for enhancing the utilization of tracking technology in transportation. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 34, n. 4, p. 422–446, 2014.

MEYER, G. G.; WORTMANN, J. C. (HANS); SZIRBIK, N. B. Production monitoring and control with intelligent products. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH**, v. 49, n. 5, p. 1303–1317, 2011.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015 statement. **Japanese Pharmacology and Therapeutics**, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2015.

PARDO, C.; IVENS, B. S.; PAGANI, M. Are products striking back? The rise of smart products in business markets. **INDUSTRIAL MARKETING MANAGEMENT**, v. 90, p. 205–220, 2020.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. **HARVARD BUSINESS REVIEW**, v. 92, n. 11, p. 64+, nov. 2014.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. HOW SMART, CONNECTED PRODUCTS ARE TRANSFORMING COMPANIES. **HARVARD BUSINESS REVIEW**, v. 93, n. 10, p. 96+, 2015.

PUTNIK, G. D. et al. Smart objects embedded production and quality management functions. **International Journal for Quality Research**, v. 9, n. 1, p. 151–166, 2015.

RAFF, S.; WENTZEL, D.; OBWEGESER, N. Smart Products: Conceptual Review, Synthesis, and Research Directions{\*}. **JOURNAL OF PRODUCT INNOVATION MANAGEMENT**, v. 37, n. 5, p. 379–404, 2020.



SCHURIG, A.; THOMAS, C. G. Designing the Next Generation of Connected Devices in the Era of Artificial Intelligence. **Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S3801–S3810, 2017.

SILVERIO-FERNÁNDEZ, M.; RENUKAPPA, S.; SURESH, S. What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things. **Visualization in Engineering**, v. 6, n. 1, 2018.

SOLSKICE, H. &. An Introduction to Varieties of Capitalism. [s.d.].

TAKAHARA, S.; YASAKI, M. Problems with Using Smart Devices for Business and Efforts to Resolve Them. **FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL**, v. 49, n. 2, SI, p. 160–165, 2013.

TOMIYAMA, T. et al. Development capabilities for smart products. **CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY**, v. 68, n. 2, p. 727–750, 2019a.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British journal of management**, v. 14, n. 2, p. 207–222, 2003.

VENTÄ, O. **Intelligent products and systems: Technology theme - Final report**. [s.l: s.n.].

WASSIM, B. et al. A model for manufacturing scheduling optimization through learning intelligent products. **Studies in Computational Intelligence**, v. 594, n. February 2019, p. 233–241, 2015.

WONG, C. Y. et al. The intelligent product driven supply chain. **Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics**, v. 4, n. December, p. 393–398, 2002.

ZHANG, H. et al. Environment interaction model-driven smart products through-life design framework. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 33, n. 4, p. 360–376, 2020.