

## **COMO DESENVOLVER PRODUTOS COM TECNOLOGIAS IOT: UM ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE TECNOLOGIAS**

Eduardo Alves Kloppel ([eduardoalveskloppel@gmail.com](mailto:eduardoalveskloppel@gmail.com)) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - PPGEF-UFSC.

Caroline Gobbo Sá Cavalcante ([carolinegobbosa@gmail.com](mailto:carolinegobbosa@gmail.com)) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - PPGEF-UFSC.

Diego Castro Fettermann ([dcfettermann@gmail.com](mailto:dcfettermann@gmail.com)) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - PPGEF-UFSC.

### **RESUMO**

Uma alternativa para sistematizar o processo de inovação nas empresas é realizada a partir da implementação do Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP) nas organizações. Diante da tendência de conexão, comunicação e inteligência entre os produtos, denominada de *Internet of Things*, torna-se importante o estudo sobre como as empresas devem adaptar seu PDP para o desenvolvimento de produtos inteligentes. A partir disso, este trabalho tem por objetivo geral comparar a proposta de Modelo de Desenvolvimento de Produtos IoT com o implementado em uma empresa na área de tecnologia. Os resultados indicam que a empresa apresenta uma boa aderência com o desenvolvimento de produtos IoT, realizando grande parte das atividades sugeridas pela literatura. Entre as atividades consideradas críticas para o desenvolvimento foi identificado uma maior necessidade de adequação da empresa em relação ao monitoramento dos produtos no mercado, visto que o potencial de controle e acompanhamento dos produtos é bastante alto, conforme sugerido pela literatura, e a empresa ainda está implementando estes sistemas de monitoramento em seus produtos.

Palavras chave: *Desenvolvimento de Produto; Internet of Things; Práticas;*

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem impactado diretamente o mercado e a forma de consumo, sendo a incorporação de tecnologias IoT em produtos uma tendência para grande parte dos setores da indústria (PWC, 2016). A Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) refere-se a uma rede de dispositivos e máquinas capazes de interagir umas com as outras (LEE; LEE, 2015), e a alta capacidade de transformação no modo de vida das pessoas por meio da implementação destas tecnologias é consenso entre diversos autores (JU et al., 2016). A Internet das Coisas dá início a uma nova era de conectividade entre objetos, pessoas e o meio ambiente (TAO et al., 2016). Suas aplicações visam tanto o uso doméstico, quanto o uso voltado para empresas e negócios (ATZORI et al., 2010; HEMILA, 2015; FETTERMAN et al., 2017; FETTERMAN et al., 2018). Este cenário é caracterizado por dispositivos conectados por meio de tecnologias de rede (MIHOVSKA; SARKAR, 2018), que incorporam tecnologias IoT para comunicar, armazenar e interagir com o ambiente por meio da internet (PWC, 2017). Algumas empresas como Apple, Google (MANI; CHOUK, 2017), FedEx e General Electric (LEE; LEE, 2015) já iniciaram o desenvolvimento e comercialização de produtos inteligentes.

Dentre as vantagens oferecidas pela coleta e processamento de dados, proporcionada por produtos com tecnologia IoT, estão a possibilidade de monitoramento do desempenho do produto, desenvolvimento de novas alternativas para segmentação de clientes, e customização dos produtos e serviços (PORTER; HEPPELMANN, 2015). O potencial de aplicação destas tecnologias deve, ainda, orientar as empresas a reestruturar seus processos de desenvolvimento e seus produtos (PORTER; HEPPELMANN, 2015).

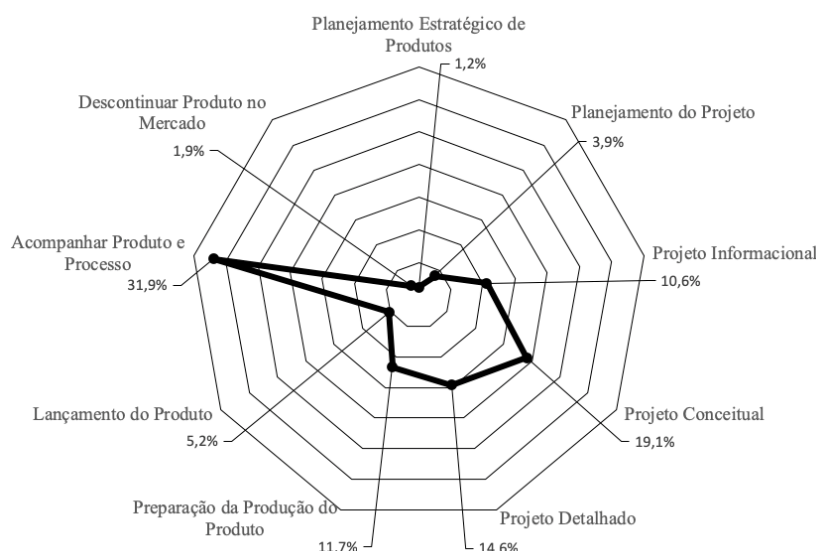
Existem projeções que indicam que até 2020, bilhões de produtos terão incorporado as tecnologias IoT em seu funcionamento, viabilizando algum tipo de interatividade em suas funcionalidades (LEE; LEE, 2015). Este cenário demanda das empresas uma ágil adaptação de seu PDP para o desenvolvimento de produtos inteligentes. A literatura menciona que o processo de desenvolvimento de produtos IoT, quando comparado a modelos tradicionais, apresenta a necessidade de alterações em suas atividades (KIRITSIS, 2011; NAMBISAN, 2013; DAWID et al., 2017; HOLLER et al., 2017), sendo que não se verifica na literatura um processo sistematizado de desenvolvimento de produtos inteligentes (HOLLER et al., 2016).

Diante disso, este estudo está baseado na apresentação do modelo de desenvolvimento de produtos de uma empresa atuante na área de tecnologia, e a análise comparativa entre as atividades desenvolvidas no processo e as propostas para o modelo de PDP IoT de Cavalcante (2019), adaptado do modelo de Rozenfeld et al. (2006). O estudo também visa investigar divergências entre os modelos, e apresentar recomendações de melhorias no processo de desenvolvimento de produtos aplicado na empresa.

## **2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO IOT**

Apesar da necessidade da adaptação do PDP tradicional para o desenvolvimento de produtos com tecnologias IoT (KIRITSIS, 2011; NAMBISAN, 2013; DAWID et al., 2017; HOLLER et al., 2017, ECHEVESTE et al., 2017), ainda não foi possível identificar na base bibliográfica um relatório em que essas alterações sejam compiladas, combinadas e estruturadas, ou mesmo em forma de um modelo de PDP orientado à produtos inteligentes. Com este objetivo, se reporta o trabalho desenvolvido por Cavalcante (2019) que apresenta uma compilação das alterações e das ênfases dadas a cada uma das atividades propostas por Rozenfeld et al. (2006) para o desenvolvimento de produtos. O trabalho desenvolvido por Cavalcante (2019) compilou 1627 recomendações para o desenvolvimento de produtos com tecnologias IoT. Estas recomendações expressam a importância, ferramentas, práticas, infraestrutura ou mesmo a ênfase atribuída pela literatura para as atividades do desenvolvimento de produtos com tecnologias IoT. Estas recomendações foram organizadas em fases e macrofases de acordo com o modelo referencial proposto por Rozenfeld et al. (2006). Além das atividades já previstas no modelo, a literatura também recomendou a inclusão de novas atividades. Ao total foram incluídas quatro novas atividades ao modelo. Além das atividades, o trabalho de Cavalcante (2019) também apresenta a frequência das recomendações de cada atividade assim como seu percentual de contribuição sobre o total de recomendações para o PDP IoT identificado na literatura. A pesquisa realizada por Cavalcante (2019) organiza as recomendações para o PDP de produtos IoT conforme as fases do desenvolvimento propostas por Rozenfeld et al. (2006). A Figura 1 apresenta o quantitativo de recomendações da literatura para o PDP IoT de acordo com as fases do modelo.

Figura 1 - Porcentagem de recomendações por fase.



Fonte: adaptado de Cavalcante (2019)

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Descritivo da empresa

A empresa em questão tem cerca de 50 anos de atuação no setor de tecnologia, com produtos na área de segurança, redes, comunicação e energia. Os produtos da empresa no mercado nacional estão presentes em milhares de pontos de venda, além de exportar produtos para mais de 20 diferentes países. Seu portfólio oferece produtos e soluções integradas que suprem mercados de consumo residencial, condominial, corporativo e soluções para projetos de ‘cidades conectadas’. Sua estrutura fabril apresenta diversos parques, inclusive com produção em países asiáticos. Atualmente, apresenta mais de 3 mil colaboradores diretos e um importante laboratório de pesquisa e desenvolvimento, com faturamento anual superando a cifra de R\$ 1 bilhão, conforme dados de 2015.

### 2.2 Comparativo do PDP realizado com o sugerido pela Literatura

Após a verificação do nível de aderência das atividades propostas no PDP IoT e as realizadas na empresa também foram analisadas as atividades consideradas mais críticas para o desenvolvimento de produtos IoT. O levantamento proposto por Cavalcante (2019) identificou, segundo a literatura, o número de recomendações de cada atividade proposta para o

desenvolvimento de produtos IoT. Para a identificação das atividades mais críticas para o PDP IoT foram consideradas duas atividades, que totalizam 643 recomendações na literatura, representando quase 40% do total de das recomendações identificadas da literatura (Tabela1) (Cavalcante, 2019).

Tabela 1 - Atividades críticas do PDP IoT

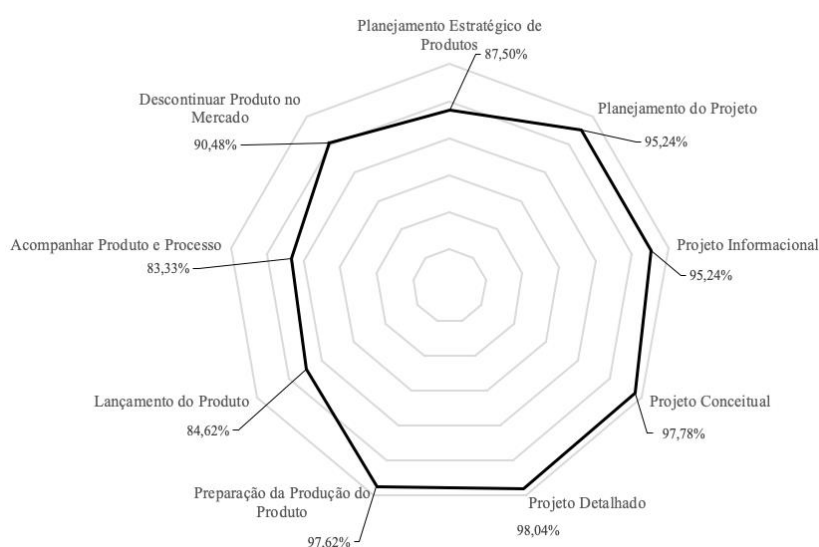
Atividade do PDP IoT	Recomendações	%
a) Monitorar desempenho do produto (técnico, econômico, de produção e de serviços)	493	30,3%
b) Definir arquitetura para o produto	150	9,2%
c) Planejar o processo de fabricação e montagem	87	5,3%
d) Planejar o processo de manufatura macro/Definir plano macro de processo	85	5,2%
e) Desenvolver processo de produção	80	4,9%
f) Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes	69	4,2%
g) Projetar recursos de fabricação	62	3,8%
Outras	601	36,9%
Total	1627	100%

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Nível de aderência ao PDP IoT

A partir dos resultados obtidos para o nível de realização de cada uma das atividades recomendadas no modelo de PDP IoT, os percentuais de cada macrofase também foram detalhados por fase, atingindo os valores apresentados a seguir (Figura 2).

Figura 2 - Nível de aderência do processo de desenvolvimento de produtos da empresa com o PDP IoT.



Entre as fases do desenvolvimento de produto proposto por Rozenfeld et al. (2006) e adaptado por Cavalcante (2019), as fases que tiveram menor aderência com o PDP da empresa foram:

acompanhar produto e processo, lançamento do produto e planejamento estratégico de produto, respectivamente. Este resultado era esperado, visto a menor conexão que a empresa apresenta com o mercado e consumidores finais. Em muitas empresas se verifica um baixo alinhamento do desenvolvimento de produto com o Planejamento Estratégico (ECHEVESTE et al., 2018), assim como o verificado na empresa. As fases de lançamento do produto e de acompanhamento do produto e do processo seguem este distanciamento do mercado da empresa. Neste sentido, a possibilidade de integrar tecnologias IoT nos produtos permite a empresa modificar este cenário e incorporar uma interação mais ativa com o cliente.

### **3.2 Atividades críticas para o desenvolvimento de produtos IoT**

**Monitorar desempenho do produto** (técnico, econômico, de produção e de serviços): Esta atividade está prevista para ser realizada durante a fase de Monitoramento do Produto e Processo. A atividade é realizada conforme o que foi planejado e decidido durante a macro fase de desenvolvimento, a partir de informações provenientes de fontes como: monitoramento do mercado, distribuição, produção, atendimento de clientes e assistência técnica (ROZENFELD et al., 2006). Destaca-se que, dentre estas fontes, o processo de monitoramento do mercado frequentemente é responsável pela maior parte das informações de entrada para realização desta atividade (ROZENFELD et al., 2006).

As recomendações do modelo de PDP de Rozenfeld (2006) e do modelo de PDP IoT de Cavalcante (2019) para a atividade concentram-se na análise dos dados relacionados ao produto. Para Rozenfeld et al. (2006), a disponibilidade cada vez maior de recursos de TI possibilita a coleta, tanto interna quanto externa à empresa, além do monitoramento de informações de forma mais eficiente. As recomendações da literatura para o desenvolvimento de produtos IoT para esta atividade sugerem principalmente o monitoramento do desempenho de coleta, transmissão e análise de dados (YAN; HUANG, 2008; SUN et al., 2011; MEHRSAI et al., 2014; DAWID et al., 2017). Também são registradas recomendações para o rastreamento do uso do produto, do software e serviços (KIRITSIS et al., 2014; CHEN, 2015; HEHENBERGER et al., 2016; WIELKI, 2017). Além disso, o monitoramento permite rastrear as características operacionais e o histórico do produto, e entender de que forma o produto é utilizado pelo cliente (PORTER; HEPPELMANN, 2014). A mineração de dados possibilita a execução de melhorias e otimização do produto, agregando valor ao cliente (LYU et al., 2017),

a segmentação de clientes, e personalização de produtos e serviços (PORTER; HEPPELMANN, 2015; YU; YANG, 2016), e pacotes de serviços pós-venda (PORTER; HEPPELMANN, 2014; CAVALCANTE, 2019).

Como a empresa está se inserindo agora no mercado de produtos IoT, sendo que ainda não existe um procedimento e um histórico a respeito do monitoramento do desempenho de coleta, transmissão e análise de dados, como recomendado pela literatura (YAN; HUANG, 2008; SUN et al., 2011; MEHRSAI et al., 2014; DAWID et al., 2017). Os produtos, atualmente pertencentes ao portfólio da empresa e que utilizam aplicativos e possuem conexão com a internet, ou seja, produtos que apresentam possibilidade de monitoramento do tráfego de dados, fazem uso de *software* desenvolvidos por terceiros, sendo que a empresa não possui gerenciamento do mesmo, não possibilitando qualquer ação ou acesso aos dados de monitoramento dos produtos. A falta de direitos sobre os softwares embarcados nos produtos assim como de acesso aos dados de monitoramento e uso dos produtos impede que sejam realizados rastreamentos do uso dos produtos, conforme recomendações da literatura (KIRITSIS et al., 2014; CHEN, 2015; HEHENBERGER et al., 2016; WIELKI, 2017). Essa restrição também representa um impeditivo ao acompanhamento de características e históricos operacionais, otimização e aplicação de melhorias e personalização do produto por segmentação de mercado, conforme recomendações da literatura (PORTER; HEPPELMANN, 2014; PORTER; HEPPELMANN, 2015; YU; YANG, 2016; LYU et al., 2017).

Uma forma de a empresa começar a monitorar e coletar dados dos seus produtos, conforme recomendações da literatura para o modelo de PDP IoT (MEHRSAI et al., 2014; DAWID et al., 2017), é efetuar acordos com os parceiros e fornecedores de aplicativos e *softwares*, para coleta e armazenamento dos dados, e disponibilização destes à empresa. Já foram localizados fornecedores de softwares que permitem incorporar esses serviços ao produto. Os valores das licenças destes softwares variam de acordo com a complexidade, frequência de uso e finalidade dos dados. Uma segunda possibilidade de desenvolvimento para a empresa é a compra dos *softwares*, ou desenvolvimento próprio. A implementação destas alternativas de monitoramento de dados dos produtos, e rastreamento de uso, possibilitaria maior entendimento da forma como os produtos são utilizados pelos consumidores. Essas informações permitem a realização de melhorias e otimização do produto, segmentação do mercado e personalização dos serviços oferecidos. A infraestrutura de armazenamento, processamento e segurança dos dados ainda



consiste em um desafio para a empresa. Não existem planos para como realizar este processo na empresa, sendo necessário o desenvolvimento de uma estratégia para a internalização deste tipo de serviço.

**Definir arquitetura para o produto:** Esta atividade é a com maior número de recomendações da literatura na macro fase de desenvolvimento, com um total de 150 recomendações, correspondendo a 9,2% do total (CAVALCANTE, 2019). Esta atividade tem como principais tarefas a identificação dos sistemas, subsistemas e componentes, e a definição da integração entre os SSCs das alternativas de projeto. Durante esta atividade, o produto deve ser visualizado como sendo composto de diferentes partes relacionadas aos princípios de solução individuais, as quais compõem as alternativas de solução, ou princípios de solução total, com funções atribuídas. Dessa forma, as funções do produto são atendidas pelas alternativas de soluções formadas por estes conjuntos de sistemas, subsistemas e componentes (ROZENFELD et al., 2006).

As recomendações da literatura para o desenvolvimento de produtos IoT sugerem incorporar à arquitetura, além da estrutura física do produto, também estruturas relacionadas à arquitetura do *software* do serviço (BOUGDIRA et al., 2016; HOLLER et al., 2016; TAKENAKA et al., 2016). As indicações para as definições referentes ao *software* são direcionadas à arquitetura dos aplicativos (TAN et al., 2017), de plataformas (THAMES; SCHAEFER, 2016) e de protocolos de comunicação voltados para os dispositivos IoT (FRAMLING; MAHARJAN, 2013; RAHMAN; SHAH, 2016). As orientações direcionadas para a arquitetura de serviços se referem principalmente à utilização de *cloud computing* (QIN et al., 2017; MARILUNGO et al., 2017; REN et al., 2017; CAVALCANTE, 2019).

Na empresa estudada ainda não apresenta planos para o desenvolvimento ou utilização de uma plataforma integrada de *hardware*, *software* e serviços para os produtos, como recomendado pela literatura (THAMES; SCHAEFER, 2016; TAN et al., 2017). Também não foram localizadas iniciativas para a utilização de processamento na nuvem para os produtos da empresa, conforme recomendações da literatura (QIN et al., 2017; MARILUNGO et al., 2017; REN et al., 2017; CAVALCANTE, 2019).



## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou o tema de desenvolvimento de produtos com tecnologias IoT, realizando um estudo em uma empresa atuante na área de tecnologia. A motivação para o presente trabalho surgiu da percepção de uma necessidade de adequação do modelo de PDP da empresa em que o estudo foi realizado à sua nova realidade de inserção no mercado de produtos com tecnologia IoT. Inicialmente estas necessidades converteram-se no que foi apresentado como objetivo geral do estudo: um comparativo entre a proposta de modelo de desenvolvimento de produtos IoT com o modelo implementado na empresa atuante na área de tecnologia.

As contribuições deste estudo para a literatura estão direcionadas ao estudo de transformação do PDP tradicional para o desenvolvimento de produtos com tecnologias IoT, tema bastante discutido na literatura mas ainda de forma não sistematizada. Em termos de contribuição prática, os resultados deste estudo propõem adaptações para os processos do desenvolvimento de produtos da empresa em que o estudo foi realizado. As adaptações visam adequar o modelo de PDP aplicado atualmente na empresa, à uma nova realidade de desenvolvimento de produtos IoT. O estudo comparativo entre as sugestões da literatura para o desenvolvimento de produtos IoT e o realizado pela empresa sugerem diversas oportunidades que podem ser abordadas a fim de potencializar o uso de tecnologias IoT nos produtos.

## AGRADECIMENTO

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## 7. REFERÊNCIAS

- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A Survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.
- BOUGDIRA, A.; AHAITOUF, A.; AKHARRAZ, I. Towards an intelligent traceability system. **Proceedings of Information Technology for Organizations Development (IT4OD)**, 2016 International Conference on. IEEE, 2016. p. 1-7.
- CAVALCANTE, C. G. S. **Adaptação do Processo de Desenvolvimento de Produtos no Contexto da Internet das Coisas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

- CHEN, R. Y. Autonomous tracing system for backward design in food supply chain. **Food Control**, v. 51, p. 70-84, 2015.
- DAWID, H.; DECKER, R.; HERMANN, T.; JAHNKE, H.; KLAT, W.; KÖNIG, R.; STUMMER, C. Management science in the era of smart consumer products: challenges and research perspectives. **Central European Journal of Operations Research**, v. 25, n. 1, p. 203-230, 2017.
- ECHEVESTE, M. E. S.; ROZENFELD, H.; FETTERMANN, D. C. Customizing practices based on the frequency of problems in new product development process. **Concurrent Engineering**, v. 25, n. 3, p. 245-261, 2017.
- FETTERMANN, D. C.; CAVALCANTE, C.S.; ALMEIDA, T.D.; TORTOTELLA, G.L. How does Industry 4.0 contribute to operations management? **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 35, n. 4, p. 255-268, 2018.
- FETTERMANN, D. C.; ECHEVESTE, M. E. S.; TORTORELLA, G. L.. The benchmarking of the use of toolkit for mass customization in the automobile industry. **Benchmarking: An International Journal**, v. 24, n. 6, p. 1767-1783, 2017.
- HEHENBERGER, P.; VOGEL-HEUSER, B.; BRADLEY, D.; EYNARD, B.; TOMIYAMA, T.; ACHICHE, S. Design, modelling, simulation and integration of cyber physical systems: Methods and applications. **Computers in Industry**, v. 82, p. 273-289, 2016.
- HEMILÄ, J. Service Innovations based on *Internet of Things* in Industrial Context. **Proceedings** of ISPIM Innovation Symposium, The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM), 2015. p. 1.
- HOLLER, M; UEBERNICKEL, F; BRENNER, W. Understanding the Business Value of Intelligent Products for Product Development in Manufacturing Industries. **Proceedings** of 8th International Conference on Information Management and Engineering. ACM, 2016. p. 18-24.
- JU, J.; KIM, M.-S.; AHN, J.-H. Prototyping Business Models for IoT Service. **Procedia Computer Science**, v. 91, p. 882–890, 2016.
- KIRITSIS, D. Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things. **Computer-Aided Design**, v. 43, n. 5, p. 479-501, 2011.
- KIRITSIS, D., KOUKIAS, A., NADOVEZA, D. ICT supported lifecycle thinking and information integration for sustainable manufacturing. **International Journal of Sustainable Manufacturing**, v. 3, n. 3, p. 229- 249, 2014.
- LEE, I.; LEE, K. The *Internet of Things* (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons**, v. 58, n. 4, p. 431-440, 2015.
- LYU, G.; CHU, X.; XUE, D. Product modeling from knowledge, distributed computing and lifecycle perspectives: A literature review. **Computers in Industry**, v. 84, p. 1-13, 2017.
- MANI, Z; CHOUEK, I. Drivers of consumers' resistance to smart products. **Journal of Marketing Management**, v.33, n. 1-2, p. 76-97, 2017.

- MARILUNGO, E.; PAPETTI, A.; GERMANI, M.; PERUZZINI, M. From PSS to CPS design: a real industrial use case toward Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 357-362, 2017
- MEHRSAI, A.; HENRIKSEN, B.; ROSTAD, C. C.; HRIBERNIK, K. A.; THOBEN, K. Make-to-XGrade for the Design and Manufacturing of Flexible, Adaptive, and Reactive Products. **Procedia CIRP**, v. 21, p. 199- 205, 2014.
- MIHOVSKA, A.; SARKAR, M. Smart connectivity for internet of things (IoT) applications. **Proceedings of New Advances in the Internet of Things**. Springer, Cham, 2018. p. 105-118.
- MOURTZIS, D.; VLACHOU, E.; MILAS, N. Industrial Big Data as a result of IoT adoption in manufacturing. **Procedia CIRP**, v. 55, p. 290- 295, 2016.
- NAMBISAN, S. Information technology and product/service innovation: A brief assessment and some suggestions for future research. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 14, n. 4, p. 215, 2013.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products are Transforming Companies. **Harvard Business Review**, v. 93, n. 10, p. 97-114, 2015.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products are Transforming Competition. **Harvard Business Review**, v. 92, n. 11, p. 64-88, 2014.
- PRICE WATER COOPERS (PCW). **The Internet of Things**, 2017. Disponível em <http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/wp-content/uploads/2017/12/Internet-of-Things-Guide.pdf>.. Acessado em 15, maio, 2019.
- PWC (2016). **Industry 4.0: Building the digital enterprise**. Disponível em <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>. Acessado em 20, maio, 2019.
- QIN, J.; LIU, Y.; GROSVENOR, R. A Framework of Energy Consumption Modelling for Additive Manufacturing Using Internet of Things. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 307-312, 2017
- RAHMAN, R. A.; SHAH, B. Security analysis of IoT protocols: A focus in CoAP. **Proceedings of Big Data and Smart City (ICBDSC)**, 2016 3rd MEC International Conference on. IEEE, 2016. p. 1-7.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.
- SUN, Z. W.; LI, W. F.; SONG, W.; JIANG, P. Research on manufacturing supply chain information platform architecture based on internet of things. **Proceedings of Advanced Materials Research**. Trans Tech Publications, 2011. p. 2344-2347.
- TAKENAKA, T.; YAMAMOTO, Y.; FUKUDA, K.; KIMURA, A.; UEDA, K. Enhancing products and services using smart appliance networks. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v. 65, n. 1, p. 397-400, 2016.

TAN, Y. S., NG, Y. T., LOW, J. S. C. Internet-of-things enabled real- time monitoring of energy efficiency on manufacturing shop floors. **Procedia CIRP**, v. 61, p. 376-381, 2017.

TAO, F.; WANG, Y.; ZUO, Y.; YANG, H.; ZHANG, M. *Internet of Things* in product life-cycle energy management. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 1, p. 26-39, 2016.

THAMES, L.; SCHAEFER, D. Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 12-17, 2016.

WIELKI, J. The impact of the internet of things concept development on changes in the operations of modern enterprises. **Polish Journal of Management Studies**, v. 15, 2017.

YAN, B.; HUANG, G. Application of RFID and Internet of Things in Monitoring and Anti-counterfeiting for Products. **Proceedings** of Business and Information Management, 2008. ISBIM'08. International Seminar on. IEEE, 2008. p. 392-395.

YU, S.; YANG, D. The Role of Big Data Analysis in New Product Development. **Proceedings** of Network and Information Systems for Computers (ICNISC), 2016 International Conference on. IEEE, 2016. p. 279-283.