

## **Arquitetura do Valor na Indústria 4.0: Uma Abordagem dos Smart-Service Providers**

### **Autoria**

MARCOS ANTONIO DE ARAUJO VENTURA - marcos\_ventura@uol.com.br

Prog de Pós-Grad em Admin de Empresas - PPGA / Mackenzie - Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dimária Silva e Meirelles - dmeirelles@gmail.com

Prog de Pós-Grad em Admin de Empresas - PPGA / Mackenzie - Universidade Presbiteriana Mackenzie

### **Resumo**

A questão da arquitetura de valor na Indústria 4.0, nos países emergentes, está diretamente ligada à atuação dos smart-service providers, uma vez que, considerando os valores agregados, é importante deixar claro os benefícios para o cliente ao consumir ou usar os produtos, ou serviços. Apesar de várias iniciativas observadas em países em desenvolvimento, como o Brasil, a compreensão da arquitetura dessa indústria, sobretudo na ótica do valor, ainda não foi explorada, principalmente do ponto de vista dos serviços de alto conteúdo tecnológico. Assim, este ensaio busca a proposição de um modelo teórico para pesquisar o impacto das tecnologias capacitadoras, utilizadas na criação de valor, pelos smart-service providers, no contexto de servitização.

## Arquitetura do Valor na Indústria 4.0: Uma Abordagem dos *Smart-Service Providers*

### Resumo

A questão da arquitetura de valor na Indústria 4.0, nos países emergentes, está diretamente ligada à atuação dos *smart-service providers*, uma vez que, considerando os valores agregados, é importante deixar claro os benefícios para o cliente ao consumir ou usar os produtos, ou serviços. Apesar de várias iniciativas observadas em países em desenvolvimento, como o Brasil, a compreensão da arquitetura dessa indústria, sobretudo na ótica do valor, ainda não foi explorada, principalmente do ponto de vista dos serviços de alto conteúdo tecnológico. Assim, este ensaio busca a proposição de um modelo teórico para pesquisar o impacto das tecnologias capacitadoras, utilizadas na criação de valor, pelos *smart-service providers*, no contexto de servitização.

**Palavras-chave:** servitização; product-service-system; tecnologias capacitadoras

### Introdução

A Indústria 4.0 é um conceito da última década que reflete a combinação de várias tendências em países que lideram a fronteira tecnológica, como os Sistemas Cyber-físicos e a Inteligência Artificial. Todavia, tecnologias emergentes podem gerar valor para as atividades industriais e criar um cenário industrial, fortalecido pela Internet das coisas (IoT).

O nascimento de uma nova indústria é marcado por uma gama de arquiteturas possíveis. A partir do balanceamento de vantagens advindas da divisão do trabalho com os custos de transação relativos à certificação da qualidade do produto ou serviço final, a arquitetura da indústria se torna estável, criando, efetivamente, os contornos de uma indústria (JACOBIDES, 2006).

Diferentemente da díade inovador-fornecedores de ativos complementares, proposta por Teece (1986) para analisar os ganhos com a inovação, a firma, nos estágios iniciais de conformação de uma indústria, pode influenciar a sua arquitetura e, por consequência, criar uma vantagem arquitetural (JACOBIDES, 2006).

Em suas várias definições, no desenvolvimento da Indústria 4.0, existem duas razões pelas quais este conceito é atraente para os sistemas econômicos modernos: sua capacidade de inovação e sua capacidade de resolver os problemas globais da humanidade moderna (LOBOVA et al., 2019), cujas peculiaridades, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, são analisadas por Bogoviz (2019).

Dada essa natureza disruptiva das tecnologias na Indústria 4.0, o posicionamento na arquitetura da indústria é um grande desafio, principalmente para países em desenvolvimento, como é o caso de África do Sul, China, Índia e Brasil, tendo em vista que exige um alto nível de digitalização da sociedade e financiamento à pesquisa científica.

Em um ambiente de negócios extremamente competitivo, as empresas enfrentam desafios ao lidar com as novas tecnologias, exigindo o apoio de serviços de suporte, com alto grau de digitalização (FRANK et al, 2019). Nesse sentido, o papel dos serviços no suporte à Indústria 4.0 é abordado por vários autores que tratam do tema da servitização, sobretudo do ponto de vista de *Product-Service-System* (BAINES, 2007; TUKKER, 2006; MORELLI, 2003).

Esses serviços agregam valor à Indústria 4.0 na medida em que interfaces geram novos produtos, pois se referem a uma série de dimensões de valor que surgem neste contexto da indústria 4.0 (FRANK et al, 2019).

Culot (2020) aponta para a importância de se analisar os serviços de suporte ao surgimento da Indústria 4.0, considerando duas dimensões: a de conectividade da rede, (variando de limitada - Firma / departamento - à estendida) e a de elementos tecnológicos (variando da predominância de hardware à predominância de software).

Considerando, portanto, a servitização como um estágio anterior, rumo à indústria 4.0, onde são definidos os contornos iniciais da arquitetura desta indústria, este artigo está baseado na questão de pesquisa levantada para compreender qual é a arquitetura de valor da Indústria 4.0, no contexto dos *smart-service providers*.

## Valor e Indústria 4.0

Existem duas perspectivas conceituais: valor de uso e valor de troca (BOWMAN; AMBROSINI, 2000). Esses dois conceitos refletem diferentes maneiras de pensar a criação de valor, enquanto o primeiro foca no consumidor, o segundo foca na empresa (VARGO et al., 2008).

De acordo com Bowman e Ambrosini (2000), o valor de uso dos produtos é avaliado subjetivamente, com base nas percepções dos compradores de suas necessidades e até que ponto os produtos alternativos podem atender a essas necessidades, uma vez que o valor de uso se refere às qualidades específicas do produto, percebidas pelos clientes, em relação às suas necessidades, sendo “*ex ante*”.

Desta maneira, quem compra deve ter alguma crença de que “o recurso adquirido contribuirá para a lucratividade da empresa e essa crença estará enraizada em um conjunto mais amplo de crenças sobre como a empresa compete” (BOWMAN; AMBROSINI, 2000), isto é, a empresa também é consumidora de valor de uso, conceito que vale tanto para o consumidor final, quanto para o intermediário.

Nas definições de valor, nota-se que há autores que focam na captura do valor, como Rapaccini (2015), que aborda estratégias de preços como uma atividade crítica no processo de captura de valor. Por sua vez, “o valor de troca refere-se ao preço. É o valor monetário realizado em um único momento em que ocorre a troca do bem” (BOWMAN; AMBROSINI, 2000), ou seja, só é realizado no ponto de venda, sendo “*ex post*”.

Logo, concluímos que, a organização só vai conseguir saber se o que ela criou de valor de uso é valorado, efetivamente, depois da venda. Este conceito de processo de criação de valor em Bowman e Ambrosini (2000), pode articular toda uma cadeia de produção, onde valores de uso e de troca se alternam e se transformam entre as empresas.

A diferença entre o valor de uso (uma percepção) e o valor monetário, na prática expresso no preço, é mais bem representado por uma composição de duas dimensões: o preço, efetivamente pago, e o que Bowman, Ambrosini (2000) chamam de excedente do consumidor (o que o consumidor estaria disposto a pagar a mais do que a empresa, efetivamente, está cobrando, por um determinado item).

Esta abordagem permite analisar a possibilidade de maior rentabilidade para a empresa, explorando melhor esta percepção de valor do cliente. Bowman, Ambrosini (2000) seguem como sendo referência no conceito, iniciado por Brandenburger e Stuart (1996), denominado *valued based strategie*, ao analisar como o valor é dividido pelos diferentes *players*, numa cadeia.

No caso específico da Indústria 4.0, alguns autores apontam os seguintes aspectos de criação do valor, ou do valor de uso, como: atração de demanda (redução do período de inovação; individualização / customização; flexibilidade de produto e produção; descentralização do processo de tomada de decisão; eficiência de recursos) ou impulso de tecnologia (mecanização e automação; digitalização e rede; e miniaturização) (LASI et al., 2014).

De um ponto de vista prático, notam-se alguns esforços de identificação dos aspectos de criação do valor na Indústria 4.0 que remetem à cadeia de valor, novos sistemas de distribuição e compra, novos sistemas de desenvolvimento de produtos e serviços, além de novas necessidades humanas, como é o caso da padronização proposta pelo governo alemão, denominada *Reference Architecture Model Industry* - RAMI 4.0 (DIN, 2018).

Considerando a Indústria 4.0, com seus sistemas complexos, é muito importante que as informações possam ser avaliadas em formato digital, para garantir que os sistemas, que são montados a partir de subsistemas (que mudam dinamicamente e estão em constante interação com outros sistemas), estejam disponíveis e possam ser gerenciados. Deste modo, a análise, a simulação e a previsão de dados devem ser baseadas em modelos digitais, em sistemas dinâmicos e adaptativos, que se sobrepõem aos dados do ciclo de vida.

O RAMI (DIN, 2018) fornece uma descrição da estrutura dos principais elementos de um ativo e, no eixo Ciclo de vida e fluxo de valor, representa a vida útil de um ativo e o processo de valor agregado, respectivamente, numa tentativa de harmonizar os protocolos de desenvolvimento e organizar as diversas dimensões analisadas, numa abordagem arquitetural.

Jacobides (2006) aborda a captura ou apropriação do valor do ponto de vista das arquiteturas setoriais ou de indústria, definindo a vantagem arquitetural como quando as empresas podem aumentar a complementaridade e a mobilidade em partes da cadeia de valor onde não estão ativas.

Quando uma empresa possui vantagem arquitetural, ela pode se dar ao luxo de não se preocupar em proteger ou investir em ativos complementares. Em vez disso, deve se concentrar em manter sua vantagem, mantendo-se em uma parte do processo de produção (ou ativos), enquanto aumenta a mobilidade na outra parte (JACOBIDES, 2006).

Jacobides (2006) define arquitetura da indústria como modelos que surgem em um setor, como resultado do equilíbrio entre as vantagens da divisão do trabalho e os custos de transação relativos à certificação de qualidade do bem ou serviço final, e circunscrevem a divisão de trabalho entre um conjunto de empresas co-especializadas.

Cada indústria pode adotar uma ou várias arquiteturas distintas (JACOBIDES, 2006) e, em função da estabilidade destas arquiteturas, criam-se os contornos de uma indústria, onde as empresas até podem ser capazes de afetar a arquitetura de seus setores, quando esta não é definida de forma precisa, criando uma "vantagem arquitetônica".

O artigo de Jacobides (2006), referencia o de Teece (1986), postulando que as empresas podem criar uma "vantagem arquitetônica" em termos de altos níveis de apropriação de valor sem a necessidade de se envolver em integração vertical, ou seja, fazendo um contraponto entre a visão de lucro da inovação, baseada nos ativos complementares, e a melhor opção estratégica de se adquirir vantagem arquitetural.

Esse conceito é bastante útil quando se trata de indústrias emergentes, baseadas em tecnologias disruptivas. Tal visão permite captar as nuances desta fluidez, fundamental para a compreensão do contexto da indústria 4.0 na economia.

Fica cada vez mais claro que o paradigma da Indústria 4.0 é, essencialmente, delineado por três dimensões: integração horizontal em toda a rede de criação de valor, engenharia de ponta a ponta, em todo o ciclo de vida do produto, bem como integração vertical e sistemas de manufatura em rede (STOCK, SELINGER, 2016).

Da mesma maneira como o nascimento de uma nova indústria é marcado por uma gama de arquiteturas possíveis, conforme já abordamos, no desenvolvimento da Indústria 4.0, existem duas razões pelas quais este conceito é atraente para os sistemas econômicos modernos: sua capacidade de inovação e sua capacidade de resolver os problemas globais da humanidade moderna (LOBOVA et al., 2019).

Reiterando nossos primeiros conceitos, as tendências de TI e as necessidades não atendidas que acompanham a próxima era da Indústria 4.0, representam um cenário que inclui

a servitização da manufatura, que muda a proposta de valor dos fabricantes, sendo oportuno aprofundar esta análise.

### **Estágios da Indústria 4.0 e Servitização**

Quando estamos discutindo uma mudança na arquitetura da indústria, estamos discutindo a revolução 4.0 e a forma completa de produção que está mudando, assim como a arquitetura do valor, que está evoluindo, de forma diferente nas diferentes indústrias. Estes vários estágios de desenvolvimento tornam possível identificar as atividades de serviço que apoiam o novo paradigma.

Historicamente, desde a década de 1960, passamos para uma sociedade de serviços onde os serviços constituem uma parte mais significativa da produção econômica nacional (LIGHTFOOT; BAYNES; SMART, 2013), onde se buscam soluções integradas, produtos e sistemas de serviço funcionais (LAY, 2014).

Nos anos 1980, a gestão de serviços estabeleceu sua própria identidade e a divisão tradicional de bens / serviços estava desatualizada. Nos últimos anos, nós assistimos à servitização de produtos e, ao mesmo tempo, as produtizações de serviço, definidas pela evolução do componente de serviços para incluir um produto ou um novo componente de serviço, comercializado como um produto (MORELLI, 2003).

Em essência, não há um consenso de base ampla sobre os principais conceitos e definições implantados por estudiosos da servitização e, tanto a terminologia quanto o uso, muitas vezes, parecem ambíguos (KOWALKOWSKI et al., 2017). Parece-nos que grande parte da literatura sobre servitização faz uma distinção importante, embora geralmente implícita, entre quatro conceitos: o sistema produto-serviço, servitização, a organização servitizada que suporta o sistema produto-serviço e o sistema global de valor, que suporta o sistema produto-serviço (NEELY, 2008).

A literatura sobre servitização é relativamente nova, porém, a compreensão do fenômeno está se desenvolvendo rapidamente (BARNET et al., 2013). Na literatura relacionada à gestão, Vandermerwe e Rada (1988) foram os primeiros a utilizar este conceito de servitização: “As empresas modernas estão oferecendo cada vez mais pacotes de mercado mais completos ou “pacotes” de combinações de bens, serviços, suporte, autoatendimento e conhecimento, voltados para o cliente, mas os serviços estão começando a dominar.” (VANDERMERWE; RADA, 1988).

Em quase todas as indústrias e em escala global, a “*servitization of business*” está acontecendo, mormente, devido às forças da desregulamentação, tecnologia, globalização e forte pressão competitiva. Assim, tanto as empresas de serviços, quanto os fabricantes, estão se movendo de forma mais dramática para os serviços (VANDERMERWE; RADA, 1988).

Dez anos depois, outros autores propõem um conceito semelhante, denominado de *Product Service System* (PSS). É uma combinação integrada de produtos e serviços, definida como uma proposição de mercado, que estende a tradicional funcionalidade de um produto que incorpora serviços adicionais (BAINES et al., 2007).

Para Baines et al (2007), o conceito de servitização reflete a evolução da identidade do produto, com base no conteúdo material, para uma posição onde o componente material é inseparável. Em suma, os sistemas de serviço de produto (PSS) são um tipo específico de proposta de valor que uma empresa (rede) oferece (ou coproduz com) seus clientes. PSS consiste em uma mistura de produtos tangíveis e serviços intangíveis, projetados e combinados para que, em conjunto, sejam capazes de atender às necessidades do cliente final (TUKKER; TISCHNER, 2006).

Um bom modelo para a compreensão do espectro que varia desde um produto puro, até um serviço puro, no sistema representado pela relação entre o fornecedor e o cliente, pode ser bem representado por Tukker (2004).

Um meio termo entre produto e serviço, é representado na figura da venda orientada ao uso, onde o produto é propriedade do fabricante, que vende o uso, criando uma relação de compartilhamento, aluguel ou leasing. Num outro extremo, mais próximo do serviço puro, há uma situação em que o que é vendido é o resultado, com uma predominância do intangível (competência) sobre o produto, uma vez que o fornecedor, mesmo mantendo a propriedade, compõem um pacote de serviços que atende a necessidade do cliente.

Nesse relacionamento, o mercado-alvo do fabricante não é a venda única de produtos, mas o lucro contínuo, por meio de uma solução de serviço total, que pode satisfazer as necessidades não atendidas dos clientes (LEE, KAO, YANG, 2014).

Na evolução da servitização, muitas empresas de manufatura mudaram drasticamente para serviços e, desta maneira, fizeram com que as fronteiras entre produtos e serviços se tornassem confusas (BAINES et al., 2009a).

De acordo com Kastalli e Van Looy (2013), a servitização delinea a tendência das empresas de manufatura de oferecer pacotes de mercado mais completos ou pacotes de combinações de bens, serviços, suporte, autosserviço e conhecimento voltados para o cliente.

Servitização, neste sentido, é definida como a inovação estratégica das capacidades e processos de uma organização para mudar da venda de produtos para a venda de um produto integrado e oferta de serviço que agrega valor em uso (LIGHTFOOT; BAYNES; SMART, 2013). Neste contexto, *Product Service-System* (PSS) é um caso particular de servitização. (FRANK et al., 2019).

A literatura acadêmica atual sugere que um dos maiores desafios enfrentados pela servitização, ou a transição de produto para serviço, é uma mudança de mentalidade (NG et al., 2012). Em essência, o aprendizado organizacional para desenvolver e adotar uma nova lógica é apropriado, senão essencial, para empresas engajadas na servitização, visto que a transição envolve uma mudança na base de sustentação da competição ambiental.

Deste ponto de vista, a literatura atual sobre servitização ainda não considera os diferentes processos de valor coletivamente, mas considera como os recursos e atividades essenciais, implementados em um processo de valor, podem afetar outros processos de valor (MARTIN; SCHROEDER; BIGDELI, 2019), para maximizar o valor mútuo.

Com pano de fundo neste cenário, a arquitetura de criação de valor inclui os próprios Sistemas de Produto-Serviço Industriais, com suas cotas de bens tangíveis e intangíveis e a rede de fornecedores, que executa os processos de criação de valor (MEIER et al., 2011).

Neste processo evolutivo, fica claro que valores típicos de manufatura geralmente se concentram na eficiência, economias de escala e na noção de que variedade e flexibilidade são caras, enquanto valores orientados a serviços, centrados na inovação, na personalização e na visão de que flexibilidade e variedade, geram lucros (GEBAUER et al., 2005).

É importante notar que este impacto da servitização nos processos de valor envolve os fabricantes e uma ampla variedade de atores, cujos papéis individuais e interdependentes precisam ser levados em consideração, para obter uma compreensão holística da servitização (MARTIN; SCHROEDER; BIGDELI, 2019).

Surge, assim, a necessidade maior de um modelo, para melhor entender a realidade destas interrelações entre a evolução do produto puro para o serviço puro, com todo o espectro intermediário entre os ambos, conforme apresentado por Tukker (2004).

Outro aspecto a destacar na servitização é que ela é amplamente reconhecida como a inovação das capacidades e processos de um fabricante para passar da venda de produtos à venda de ofertas integradas de produtos-serviços, que agregam valor em uso (BAINES et al.,

2009b), de maneira que a pesquisa atual de servitização envolve uma disparidade de conceitos de valor, em diferentes níveis de análise (MARTIN; SCHROEDER; BIGDELI, 2019).

Fica evidente que a servitização gera implicações para a criação de valor na manufatura (MARTIN; SCHROEDER; BIGDELI, 2019), sobretudo numa perspectiva de co-criação do valor (KOHTAMAKI; PARTANEN; 2016), onde fabricantes e prestadores de serviço exploram em conjunto o desenvolvimento de novos produtos e processos.

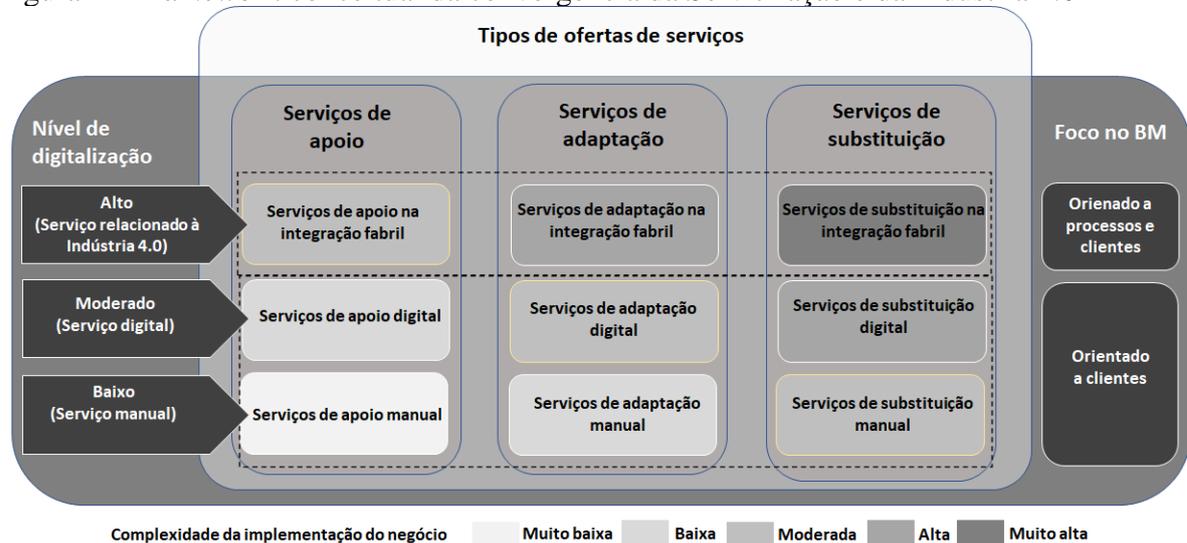
Essa perspectiva da co-criação de valor pela servitização é bastante adequada para a identificação da arquitetura do valor na Indústria 4.0. Ressalta-se que estes constructos podem ser melhor entendidos a partir do ciclo de valor, onde se consideram os níveis de implementação das tecnologias relacionadas à Indústria 4.0.

É curioso destacar que, em 1988, Vandermerwe já vislumbrava um futuro não muito distante, onde a Inteligência Artificial tornaria possível para as empresas anteciparem a falha e reparar os danos, sem que os clientes saibam que algo deu errado.

Apesar de passadas tantas décadas, em relação à tecnologia desenvolvida até 2015, embora a metodologia de computação autônoma tenha sido implementada com sucesso na informática, as máquinas de autoaprendizagem ainda estão longe de serem implementadas nas indústrias atuais (LEE, KAO, YANG, 2014). Mesmo assim, alguns autores estão olhando para o futuro, para preocupações futuras, como a servitização inteligente (KOWALKOWSKI et al., 2017).

Essa articulação entre o processo de servitização e a tecnologia fica evidente nos trabalhos recentes, como o de Frank et al. (2019), que adota três dimensões para analisar a convergência entre servitização e Indústria 4.0, tipos de serviços oferecidos, nível de digitalização e foco do modelo de negócio (Figura 1).

Figura 1 - *Framework* conceitual da convergência da Servitização e da Indústria 4.0



Fonte: Frank et al. (2019)

Frank et al. (2019) abraça a Servitização como sendo parte da Indústria 4.0, enquanto discute sua interface natural. Ele não aborda em que condições a isso se dá, nem como afeta o modelo de negócio da empresa. Neste sentido, seu *framework* não se aprofunda nos tipos de configuração em diferentes indústrias e países, a fim de compreender as diferenças de ênfase dada às configurações propostas, nem as condições do ciclo de vida da indústria (FRANK et al. (2019).

Cabe observar que, os autores raramente analisaram o fenômeno de infusão de serviço apenas da perspectiva da arquitetura do setor. Eles refletem, intencionalmente ou não, e

combinam outros pontos de vista estratégicos. Conseqüentemente, ao longo dos anos, o fluxo de pesquisa de infusão de serviços divergiu das abordagens de arquitetura da indústria, em direção a teorias modernas de gerenciamento estratégico (ELORANTA; TURUNEN, 2015).

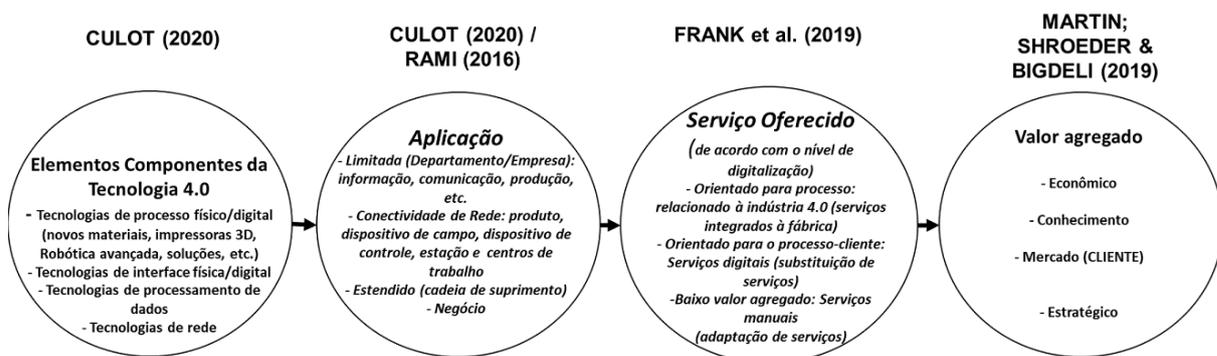
Apesar da articulação entre valor, digitalização, e servitização, apontada por Frank et al (2019), nota-se que os autores não abordam como é feita essa articulação no âmbito dos modelos de negócio. Preencher essa lacuna é a essência do objetivo desta pesquisa. Na verdade, conforme aponta Teece (2010), a arquitetura do valor é a própria definição de modelo de negócio. Ter uma arquitetura diferenciada (e difícil de imitar), mas ao mesmo tempo eficaz e eficiente, para o modelo de negócios de uma empresa, é importante para o estabelecimento de vantagem competitiva (TEECE, 2010).

As empresas precisam ter cuidado ao fazer benchmarking em contextos industriais, pois uma configuração que funciona e cria valor em uma indústria pode não ser viável em outra, devido à lógica subjacente dessa indústria (STORBACKA et al., 2013). No âmbito específico da Indústria 4.0, há autores, como Martin, Schroeder e Bigdeli (2019) que, iniciando a análise do ciclo pela criação do valor, identificam atividades-chave, recursos-chave e parceiros-chave e representam, no contexto da servitização e do processo de entrega de valor, a base para a solução de problemas e a plataforma alinhada, interna e externamente, com os objetivos do negócio.

O modelo conceitual de convergência da Servitização e da Indústria 4.0 (FRANK et al., 2019) aborda três dimensões: o nível de digitalização (serviço manual, digital ou relacionado à Indústria 4.0), os tipos de ofertas de serviços (de apoio, adaptação ou substituição na integração fabril) e o foco no *Business Model* (orientado a processos / clientes, ou apenas a clientes), não considerando as dimensões de Valor.

Nessa perspectiva, é possível propor o modelo teórico da Figura 2, onde os elementos componentes das tecnologias capacitadoras (CULOT, 2020), aplicados pelos *smart-service providers*, conforme estrutura do RAMI 4.0, oferecem serviços (FRANK et al., 2019) que geram valor para a Indústria 4.0 (MARTIN, SHROEDER e BIGDELI, 2019).

Figura 2: Modelo teórico



Fonte: Elaborado pelos autores

Como se pode observar, de um lado, os elementos componentes da Indústria 4.0 (as tecnologias capacitadoras) envolvem as tecnologias de processo físico/digital (novos materiais, impressoras 3D, robótica avançada, soluções), as de interface física/digital (IoT, tecnologias de visualização, sistemas cyber-físicos), as de processamento de dados (*big data analytics*, modelagem e simulação, aprendizado de máquina e AI) e as de rede (computação na nuvem, tecnologia de *blockchain*, soluções de interoperabilidade, cybersegurança).

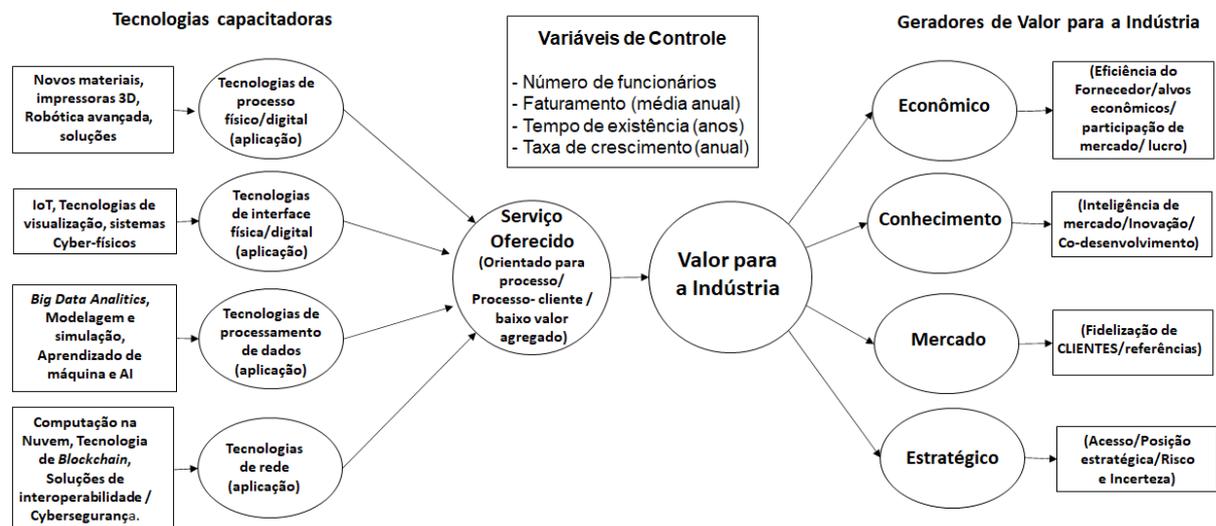
Por meio dos *smart-service providers* se dá a aplicação da tecnologia, que pode ser de forma limitada ao departamento ou empresa (informação, comunicação, produção etc.), envolvendo a conectividade de rede (produto, dispositivo de campo, dispositivo de controle, estação e centros de trabalho), estendida à cadeia de suprimento ou comportando todo o negócio.

O Serviço assim oferecido, de acordo com o nível de digitalização, pode ser orientado para o processo (relacionado à indústria 4.0, representando serviços integrados à fábrica), para processo e cliente (serviços digitais, representando uma substituição de serviços) ou com baixo valor agregado (serviços manuais, representando a adaptação de serviços).

O decorrente valor gerado para a Indústria 4.0 compreende os geradores: econômicos (eficiência do fornecedor, alvos econômicos, participação de mercado, lucro), Conhecimento (inteligência de mercado, Inovação, co-desenvolvimento), mercado (fidelização de clientes, referências) e estratégico (acesso, posição estratégica, risco e Incerteza)

Finalmente, como proposta de operacionalização do Modelo Teórico, considerando o que foi abordado, propõe-se o seguinte modelo de equação estrutural para compreender o impacto das tecnologias capacitadoras, utilizadas pelos *smart-service providers*, na geração de valor para a Indústria 4.0 (Figura 3).

Figura 3 – Modelo Operacional: Uso de Tecnologias Capacitadoras e Criação do Valor pelos *Smart Service Providers*



Fonte: Elaborado pelos autores

## Considerações Finais

O objetivo deste artigo conceitual foi propor uma abordagem teórica para analisar a indústria 4.0, no contexto da servitização, do ponto de vista dos *smart-service providers*. Como resultado foram apresentados um modelo teórico e outro operacional e o impacto gerados pelos elementos componentes das tecnologias capacitadoras.

Uma vez que, a vantagem arquitetural é um conceito bastante útil quando se trata de indústrias emergentes, baseadas em tecnologias disruptivas, tal visão permite captar as nuances da fluidez do conceito de Indústria 4.0 e a sua compreensão, no contexto da economia.

Assim, a busca de modelos que melhor representem esta interrelação norteia este ensaio, uma vez que avanços recentes em tecnologias de dados, particularmente a combinação de aprendizado de máquina e *big data*, terão um impacto profundo na prática de gestão, mormente em relação à criação e captura de valor microeconômico.

Conforme aponta Biloshapka e Osievskyy (2018), “a criação de valor no nível da empresa e do cliente, configurando modelos de negócio vencedores, é o grande desafio das empresas”, sendo os *smart-service providers* e a sua atuação, por meio das tecnologias capacitadoras, na Indústria 4.0, um tema vasto e desafiador, para pesquisas futuras.

## Referências

- BAINES, T. S. et al. **The servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges.** Journal of Manufacturing Technology Management. Emerald Group Publishing Limited: v. 20, n.5, p. 547-567, 2009a.
- \_\_\_\_\_. et al. **State-of-the-art in product-service systems.** Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B: Journal of Engineering Manufacture. 221(10), p. 1543–1552. 2007.
- \_\_\_\_\_. LIGHTFOOT H., **The practical challenges of servitized manufacture.** Proceedings of the 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference. Cranfield University. UK: Abr. 294–295, 2009a.
- \_\_\_\_\_. et al. **Towards an operations strategy for product-centric servitization.** International Journal of Operations and Production Management. Emerald Group Publishing Limited: v. 29 n. 5, p. 494-519, 2009b.
- BILOSHAPKA, V.; OSIEVSKYY O. **Value creation mechanisms of business models: Proposition, targeting, appropriation, and delivery.** International Journal of Entrepreneurship and Innovation, Forthcoming: v. 19(3), p. 166–176, 2018.
- BOWMAN, C.; AMBROSINI, V., **Value creation versus value capture: towards a coherent definition of value in strategy.** British journal of management. v.11(1), p.1-15, 2000.
- BOGOVIZ A.V et al. **Comparative Analysis of Formation of Industry 4.0 in Developed and Developing Countries.** In: **Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century.** Studies in Systems, Decision and Control, Springer: v. 169, p. 155-164, 2019.
- BRANDENBURGUER, A.M.; STUART Jr, H.W. **Value-based business strategy.** Journal of economics & management strategy, v. 5(1), p.5-24, 1996.
- CULOT, G. et al. **Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions.** International Journal of Production Economics. Elsevier: v. 226(Jan), 2020.
- DIN – *Deutsches Institut Fur Normung*. **Reference Model for Industrie 4.0 Service Architectures.** DIN SPEC 16593-1. Berlin: 2018. abr, p. 1–49. English translation of DIN SPEC 91345:2016-04. Disponível em: [https://webstore.ansi.org/standards/din/dinspec913452016?gclid=Cj0KCQjwse-DBhC7ARIsAI8YcWIItUM35bOFbp0zpp1HyjIRzGC90aUTyy3V9vQ0hsvaA\\_LL6C8IwYaAkPKEALw\\_wcB](https://webstore.ansi.org/standards/din/dinspec913452016?gclid=Cj0KCQjwse-DBhC7ARIsAI8YcWIItUM35bOFbp0zpp1HyjIRzGC90aUTyy3V9vQ0hsvaA_LL6C8IwYaAkPKEALw_wcB) > Acesso em: 10 abr 2021.
- DIN – *Deutsches Institut Fur Normung*. **Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0).** DIN SPEC 91345:2016. Berlin: 2016. Disponível em: <https://webstore.ansi.org/standards/din/dinspec913452016> > Acesso em: 10 abr 2021.
- ELORANTA, V.; TURUNEM, T. **Seeking competitive advantage with service infusion: A systematic literature review.** Journal of Service Management, v. 26 n. 3, p. 394-425, 2015.
- FRANK, A. G. et al. **Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective.** Technological Forecasting and Social Change. Elsevier: v. 141(C), p. 341-351. 2019.
- GAMBARDELLA et al. **Profiting from enabling technologies?** City Research Online. UK: v. 37(9), p. 1591–1601, 2008.
- JACOBIDES, M. G.; KNUDSEN, T.; AUGIER, M. **Benefiting from innovation: Value creation, value appropriation and the role of industry architectures.** Research Policy. Elsevier: UK, V. 35(8 SPEC. ISS.), p. 1200–1221, 2006.
- KASTALLI, I. V.,; VAN LOOY, B. **Servitization: Disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance.** Journal of Operations Management, v. 31(4), p. 169–180, 2013.

- KOHTAMAKI, M.; PARTANEN, J. **Co-creating value from knowledge-intensive business services in manufacturing firms**: The moderating role of relationship learning in supplier-customer interactions. *Journal of Business Research*. v. 69(7), p. 2498–2506, 2016.
- KOWALKOWSKI, et al. **Servitization and deservitization**: Overview, concepts, and definitions. *Industrial Marketing Management*. Elsevier: v. 60, p. 4–10. 2017.
- LASI, H. et al. **Industry 4.0**. *Business and Information Systems Engineering*, v.6(4), p. 239–242. 2014.
- LAY, G. **Servitization in Industry**. Springer International Publishing: Switzerland. Edição do Kindle In: 10.1007/978-3-319-06935-7\_1, 2014.
- LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. **Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment**. Elsevier: v. 16, p. 3–8, 2014
- LIGHTFOOT, H.; BAINES, T.; SMART, P. **The servitization of manufacturing**: investigating contributions to knowledge production. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 33(11/12), p. 1408–1434, 2013.
- LOBOVA, S. V., et al. **Successful experience of formation of industry 4.0 in various countries**. In: **Industry 4.0**: Industrial Revolution of the 21st Century. *Studies in Systems, Decision and Control*. Springer: v. 169, p. 121–129, 2019.
- MARTIN P. C. G.; SCHROEDER, A.; BIGDELI, A. Z., A. **The value architecture of servitization**: Expanding the research scope. *Journal of Business Research*. Elsevier: v. 104(C), p. 438–449, 2019.
- MEIER, H.; VOLKER, O.; FUNKE, B. **Industrial Product-Service Systems (IPS2)**: Paradigm shift by mutually determined products and services. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Springer: v. 52(9–12), p. 1175–1191, 2011.
- MORELLI, N. **Product-service systems, a perspective shift for designers**: A case study - The design of a telecentre. *Design Studies*. Elsevier: v. 24(1), p. 73–99, 2003.
- NEELY, A. **Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing**. *Operations Management Research*, v. 1(2), p. 103–118, 2008.
- RAPACCINI, M. **Pricing strategies of service offerings in manufacturing companies**: A literature review and empirical investigation. *Production Planning and Control*, v. 26(14–15), p. 1247–1263, 2015.
- STOCK, T.; SELIGER, G. **Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0**. *Procedia CIRP*, v. 40(Icc), p. 536–541, 2016.
- STORBACKA. et al. **Solution business models**: Transformation along four continua. *Industrial Marketing Management*, v. 42(5), p. 705–716, 2013.
- TEECE, D. J. **Profiting from technological innovation**: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *School of Business Administration*. University of California. Berkeley. v. 15 n. 6, p.285-305, 1986.
- TEECE, D. J. **Business models, business strategy and innovation**. *Long Range Planning*, v. 43(2–3), p. 172–194, 2010.
- TUKKER, A. **Eight types of product–service system**: eight ways to sustainability? *Business Strategy and the Environment*, v. 13(4), p. 246–260, 2004.
- TUKKER, A.; TISCHNER, U. **Product-services as a research field**: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, v. 14(17), p. 1552–1556, 2006.
- VANDERMERWE, S.; RADA, J. **Servitization of business**: Adding value by adding services. *European Management Journal*, v. 6(4), p. 314–324, 1988.
- VARGO, S. L.; MAGLIO, P. P.; AKAKA, M. A. **On value and value co-creation**: A service systems and service logic perspective. *European Management Journal*, v. 26(3), p. 145–152, 2008.