

## **A RELAÇÃO ENTRE GRANDES EMPRESAS E STARTUPS NOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0**

**AMAROLINDA ZANELA KLEIN**

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

**FERNANDO CORREA GRISI**

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

Agradecimento à orgão de fomento:

Agradecemos a universidade pela oportunidade de desenvolver este trabalho

# A RELAÇÃO ENTRE GRANDES EMPRESAS E STARTUPS NOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

**Palavras Chave:** Empresas incumbentes, startups, indústria 4.0, inovação,

## 1 Introdução

A Inovação é fundamental para a competitividade não só das organizações, mas das nações. Nos processos de inovação, empresas incumbentes interagem com startups e cada um desses atores possui necessidades, recursos e objetivos específicos, alguns podem convergir ou não. Essa relação precisa ser compreendida para potencializar ganhos para ambos os lados e essa relação (incumbente-startup) é ainda mais relevante no contexto da Indústria 4.0.

A Indústria 4.0 é considerada o próximo passo na digitalização econômica, impulsionada por quatro aspectos principais: (1) o surpreendente aumento de dados, energia computacional e conectividade; (2) o surgimento de recursos analíticos e de inteligência de negócios; (3) novas formas de interação homem-máquina, como interfaces de toque e sistemas de realidade aumentada e (4) melhorias na transferência de instruções digitais ao mundo físico, como robótica avançada e impressão 3D (Sung 2018).

A Indústria 4.0 envolve tecnologias emergentes (como a Internet das Coisas, a Inteligência Artificial, a robótica, a manufatura aditiva, a blockchain, entre outras) que permitem a coleta e análise de dados das condições de produção, sua transformação em informações relevantes e divulgação em tempo real, permitindo uma melhor tomada de decisão com caráter rápido e preditivo (Schlaepfer, Koch e Merkofer 2015).

Entender como esse relacionamento entre incumbentes e startups ocorre na Indústria 4.0 é importante, especialmente se considerarmos que a inovação ocorre baseada em tecnologias emergentes e digitais. O conceito de tecnologias emergentes é orientado por cinco atributos essenciais: a) novidade radical; b) crescimento relativamente rápido; c) coerência; d) impacto proeminente; e) incerteza e ambiguidade (Rotolo et al. 2015). Um dos principais conceitos que abordam as tecnologias emergentes que estão impactando a sociedade em diferentes contextos é o de Indústria 4.0. Ela se caracteriza pela utilização de um conjunto de tecnologias de ponta ligadas à internet que podem tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos, possibilitando muitos avanços (Bitkom et al., 2016; Schwab e Freitas, 2016)

Nessa busca por relacionamentos para inovação, tanto as empresas incumbentes como as startups precisam estar atentas às novas tecnologias que permitam a automação de processos e operações na busca por aumento da lucratividade e da competitividade. A automação das operações é facilitada por meio de tecnologias facilitadoras e produtos inteligentes, para aumentar a eficiência operacional e a produtividade, bem como a qualificação para competir (Arbix et al. 2017; Sung 2018; Schneider 2018).

As grandes empresas que já passaram por um processo de validação de um produto ou serviço no mercado e com isso conseguiram um crescimento podem ajudar empresas nascentes a passar por esse processo de uma forma mais rápida e menos dolorosa. Do ponto de vista das startups, se relacionar com uma grande empresa pode ser um aprendizado importante nessa busca de validação de produtos ou serviços que garantam um crescimento acelerado. Essas relações interorganizacionais apoiam os esforços dessas empresas para promover suas inovações para a

comercialização, mas a literatura explorou pouco, até o momento, a possibilidade de que elas também possam afetar a forma como as startups buscam inovações (Polidoro e Wang 2021).

Com um acelerado desenvolvimento tecnológico e a evolução da Indústria 4.0, a competitividade global aumenta e traz um senso de urgência para a inovação com uso das tecnologias emergentes. Cada vez mais empresas tradicionais buscam projetos de inovação por meio de inovação fechada e também com projetos de inovação aberta, o que aumenta a complexidade das relações e apresenta diferenças sistemáticas, envolvendo processos diferentes no desenvolvimento de uma inovação.

Embora as diferenças sistemáticas entre empresas incumbentes e startups, de acordo com os tipos de inovações que elas criam e a competição schumpeteriana que essas diferenças engendram, tenham uma longa tradição na pesquisa sobre inovações (Schumpeter 1934, 1950; Agarwal et al. 2007; Giustiziero et al. 2019), ainda há margem para novos estudos sobre essas relações, especialmente no contexto atual, de acelerado desenvolvimento tecnológico.

As startups tendem a se envolver em pesquisas abrangendo domínios tecnológicos mais diversos, o que aumenta o potencial para encontrar inovações radicais (Rosenkopf e Nerkar 2001, Kneeland et al. 2020). Por outro lado, as startups têm acesso limitado a recursos, o que pode restringir sua capacidade de promover suas inovações para a comercialização (Schoonhoven et al. 1990, Stuart et al. 1999). As empresas incumbentes, através de investimentos de risco, podem encorajar as startups a aumentar a atividade de busca em domínios tecnológicos que são relevantes para seus parceiros corporativos.

Pesquisa na tradição da teoria evolutiva (Nelson e Winter 1982) destaca a busca por inovações como um importante suporte para esta tendência geral - como organizações jovens, startups são menos suscetíveis aos fatores que obrigam os incumbentes a favorecer a busca em domínios tecnológicos ou “bairros” de uma paisagem tecnológica que eles já conhecem bem (Cyert e March 1963, Levinthal 1997).

A inovação requer uso intensivo de recursos tangíveis: capital, infraestrutura, máquinas e equipamentos e recursos intangíveis como o conhecimento. Assim, o contraste entre startups e incumbentes na busca por inovações sugere a existência de dependência mútua de recursos (Pfeffer e Novak 1976).

Por exemplo, as startups muitas vezes carecem de recursos de que precisam para impulsionar suas inovações para a comercialização (Teece 1986, Gans e Stern 2003). Por outro lado, em muitos contextos, as empresas incumbentes controlam acesso a ativos complementares, como manufatura, capacidades de marketing e serviço pós-venda que suportam a comercialização de inovações. As startups carecem desses recursos para desenvolver internamente esses ativos e, ainda que tenham acesso a recursos financeiros para fazer isso, não conseguem obter o mesmo nível de aprendizagem e economias de escala das empresas incumbentes (Teece 1986). Como resultado, as startups têm incentivos para colaborar com as incumbentes, a fim de garantir o acesso a esses ativos complementares (Gans e Stern 2003).

Os modelos tradicionais de pesquisa e desenvolvimento (P & D) não são mais suficientes para as necessidades modernas; grandes empresas lutam para incorporar uma cultura de inovação e se tornarem mais empreendedoras (Baloutsos et al, 2020). Por outro lado, é muito mais simples para as startups abraçar a inovação do que em modelos de negócios tradicionais (Christensen, 2013) e a aproximação de uma grande empresa com uma startup pode agilizar esse processo.

Essas relações entre incumbentes e startups podem ocorrer em ecossistemas de inovação. Um ecossistema de inovação tem como principal atividade apoiar empresas e empreendedores, porém, colaborar nesse ecossistema nem sempre é fácil. As empresas visam aumentar sua exposição a startups de alto potencial e seu ecossistema de investidores e mentores, além de

entender a tecnologia emergente e disruptiva no mercado (Weiblen & Chesbrough, 2015; Kanbach & Stubner, 2016).

As empresas incumbentes também podem optar por não usar este ecossistema para desenvolver uma inovação e fazer isso internamente. Com base nessa decisão de fazer sozinha, as aceleradoras corporativas, por exemplo, podem alimentar o desenvolvimento de produtos que complementam o portfólio de produtos existente nas empresas incumbentes, pois isso aumenta a escolha do cliente, desencadeia efeitos de bloqueio e, assim, aumentar as vendas (Pauwels et al, 2016).

Torna-se interessante entender como relações como essas se desenvolvem, considerando um contexto de rápidas mudanças tecnológicas, como a Indústria 4.0. Assim, este ensaio teórico propõe-se a procurar embasamento e evidências na literatura para futuramente responder às seguintes questões de pesquisa: **Como ocorre a relação entre grandes empresas e startups fornecedoras de tecnologias 4.0? Como essas relações afetam (a) a evolução das empresas rumo à Indústria 4.0 e (b) o crescimento das startups?**

Essas questões são relevantes porque a Indústria 4.0 apresenta desafios tecnológicos e implicações organizacionais (Schuh et al. 2016), proporcionando oportunidades para:

(i) desenvolver uma gestão mais flexível e ágil em conjunto com uma visão aberta e cultura colaborativa para o desenvolvimento e uso de tecnologias digitais, possibilitando a inovação;

(ii) construir e fortalecer redes de colaboração com diversos parceiros, como órgãos governamentais, instituições de pesquisa, consultorias, instituições sem fins lucrativos e startups para a divulgação e desenvolvimento de tecnologias disruptivas e

(iii) desenvolver novas habilidades entre agentes de mudança (Schlaepfer, Koch e Merkofer 2015; Schuh et al. 2016).

Partimos da tese que, ao se colaborar com pressupostos de uma relação ganha-ganha entre empresas incumbentes e startups, uma inovação, no contexto da Indústria 4.0, pode acontecer mais rápido, com menores custos e com benefícios não somente para as empresas envolvidas mas também para clientes e para a sociedade. Colaborar, co-criar e se co-especializar ainda são paradigmas emergentes no campo da gestão da inovação e com esse estudo, procura-se entender melhor este fenômeno e diminuir a distância entre a academia e o mercado e entre a teoria e a prática.

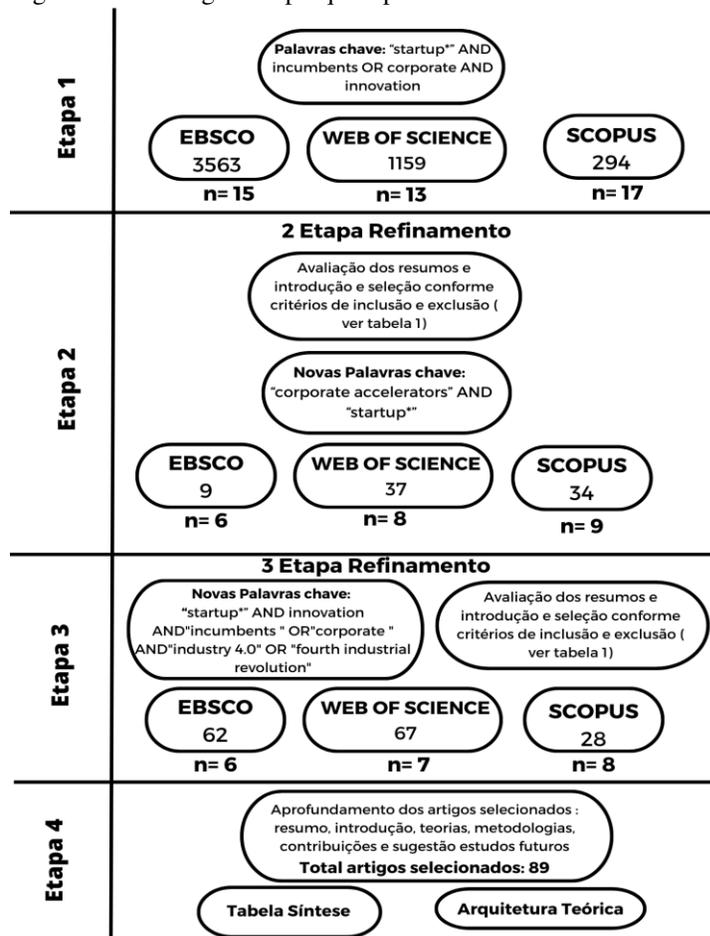
## 1.2 Método

O tema central deste ensaio teórico é a relação entre grandes empresas e startups nos processos de inovação baseados em tecnologias emergentes, tendo como contexto a Indústria 4.0. Para compreender essa problemática, foi realizada uma revisão sistemática da literatura. Para garantir o foco do estudo, que é exatamente o tipo de relação entre as incumbentes e as startups, artigos que não explicam esta relação foram descartados. Os critérios de inclusão e exclusão dos artigos são importantes para que o objetivo da pesquisa seja realizado. Encontrar teorias sobre essa relação também é importante para a escolha da lente teórica do trabalho e da tese, bem como as principais lacunas de pesquisa e sugestões de estudos futuros.

A revisão de literatura iniciou com uma busca de trabalhos exploratória nas bases de dados Ebsco, Web of Science e Scopus e, a partir da análise das principais palavras chave das referências identificadas, foram encontradas novas palavras-chave para uma segunda busca nas bases de dados, o que proporcionou um melhor refinamento da pesquisa para a seleção final dos artigos. A pesquisa

nas bases de dados foi dividida em três etapas. A figura 1 - Abordagem de pesquisa para a revisão de literatura - mostra essas etapas.

Figura 1 - Abordagem de pesquisa para a revisão de literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os termos foram utilizados para a pesquisa no título, resumo e palavras-chave dos artigos revisados por pares, nas bases de dados nos últimos cinco anos. Para um melhor refinamento da busca alguns critérios de exclusão e inclusão foram utilizados, conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 1– Critérios de inclusão e exclusão

Critério de Inclusão	Detalhamento
Fator de Impacto	Artigos com critério de corte fator de impacto (JCR) mínimo do JOURNAL de 1,5 e índice H maior do que 30.
Artigos em periódicos com revisão por pares	Garante maior qualidade dos artigos revisados.
Artigos em inglês	Suporta a replicabilidade do artigo.

Artigos por assunto/ categoria	Administração e Gestão, Sistemas de Informação que ressalta a aplicação prática.
Artigos que falam das relações entre grandes empresas e startups	Mostrar como é a relação entre grandes empresas e startups em inovação.
Artigos com evidências teóricas/empíricas	Evidenciam a relação entre grandes empresas e startups de acordo com o objetivo e questão da pesquisa.
<b>Critério de Exclusão</b>	<b>Detalhamento</b>
Fator de Impacto	Artigos em periódicos de baixo impacto: fator de impacto (JCR) do JOURNAL menor que 1,5 e índice H menor do que 30
Artigos sem evidência teórica e empírica	Não abordam a relação entre startups e empresas incumbentes.
Artigos duplicados	Foram eliminadas redundâncias - artigos que aparecem em mais de uma base de dados - foi mantido somente o primeiro localizado

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Hiebl (2021)

A partir da leitura completa dos 89 (oitenta e nove) artigos selecionados, procurou-se descobrir os principais temas, teorias e aprendizados sobre a relação entre grandes empresas e startups nos processos de inovação, especialmente no contexto da Indústria 4.0.

## 2. Fundamentação Teórica

A relação entre as incumbentes e startups é importante na sobrevivência destas em um mercado cada vez mais competitivo. Estudos mostram que ambas enfrentam pressões constantes para crescer. Ao analisarmos a literatura sobre essa relação, é possível identificar alguns temas centrais, explicados a seguir.

As revoluções tecnológicas ensinaram que a competitividade depende menos na adoção de novas tecnologias e mais no desenvolvimento e uso efetivo da tecnologia para criar valor (Schwab 2017). O desenvolvimento dos aspectos sociais e gerenciais por meio da digitalização, estrutura colaborativa, liderança e cultura se faz necessário para internalizar tecnologias em mudança (Westerman et al. 2011), bem como o desenvolvimento dos funcionários, que precisam adquirir habilidades cognitivas e analíticas para se adaptar a essas mudanças (Schumacher et al., 2016). Também é necessário usar uma rede de colaboração para entender, desenvolver e aplicar essas tecnologias (Bechtold et al. 2014).

A eficácia da troca de conhecimento entre organizações, o crescimento da empresa e a capacidade de inovação dependem em grande parte da capacidade da empresa de interagir efetivamente com outras empresas (Lorenzoni e Lipparani, 1999).

Para entender melhor como se dá essa relação e como a literatura discute esse tema nos aspectos de teorias, metodologias e contribuições, se faz necessário entender porque uma empresa deve se preocupar em desenvolver projetos de inovação.

A literatura também aponta que o ecossistema de inovação aparece como uma boa solução para que interações em rede possam acontecer, redes essas de investimento, infraestrutura,

educação, políticas públicas de incentivo e redes para acesso ao mercado. Ao se relacionar diretamente com uma grande empresa, a startup pode acelerar a etapa de acesso ao mercado e isso depende de uma evolução e maturidade das startups que precisam ao menos ter um mínimo produto viável para apresentar como solução de um problema da indústria, no nosso caso, na indústria 4.0.

Nos últimos anos, o fenômeno da inovação aberta tem crescido em empresas incumbentes, especialmente em termos de colaboração com startups. Embora os fatores de sucesso da abertura esforços de inovação tenham sido pesquisados intensivamente, a forma como as colaborações são estabelecidas não é bem compreendida. Além disso, há uma falta de pesquisa sobre parcerias assimétricas em inovação aberta, ocorrendo quando incumbentes e startups colaboram (Groote e Backmann, 2020).

O conceito de inovação aberta considera que as capacidades de inovação estão dispersas entre muitos agentes além da empresa (Chesbrough 2003). Cada vez mais, as fronteiras entre uma empresa e seu ambiente tornam-se tão poderosas que as inovações podem ser facilmente transferidas para dentro e fora da empresa (Chesbrough 2007).

Muitas vezes, as empresas podem precisar adotar uma estratégia de Inovação Aberta, pois não podem contar apenas com pesquisa e desenvolvimento (P & D) interna para inovar em um mundo de conhecimento (Chesbrough 2007). A inovação aberta, portanto, implica o uso extensivo de laços interorganizacionais para capturar, absorver e desenvolver ideias e conhecimentos em conjunto (Chesbrough 2003).

Apesar de muitos estudos destacarem a colaboração como um bom modelo de relacionamento entre as incumbentes e as startups, importante destacar suas contradições: (i) desalinhamento de objetivos, (ii) diferenças de valores, (iii) diferente participação no processo de desenvolvimento da idéia, (iv) compromisso insuficiente, (v) falta de acordo de propriedade intelectual, (vi) atitudes negativas para a inovação aberta, (vii) poucos indicadores para a medição de inovação, (viii) baixos incentivos para que a colaboração aconteça, (ix) desalinhamento de ferramentas e fluxo de trabalho, (x) diferenças e baixa complementaridade entre competências e experiência. (Baloutsos et al,2020).

Fica evidente que a colaboração entre incumbentes e startups pode ocorrer como parte da estratégia de inovação aberta das incumbentes, e que pode beneficiar ambos os lados (Mocker, Bielli e Haley 2015; Mercandetti et al. 2017). Para isso, a relação entre elas deve ser de troca e ganha-ganha, e essas trocas estão resumidas no quadro 1.

Quadro 1 - Relações de troca entre empresas incumbentes e startups

<b>Incumbente Oferece</b>	<b>Startup Oferece</b>
Experiência em negócios	Empreendedorismo
Economia de escala	Foco no cliente
Redes de fornecedores	Cultura ágil
Canais de varejo	Inovação externa
Receitas (independência de capital externo)	Novos fluxos de receita

Fonte: Adaptado pelos autores de (Mocker, Bielli e Haley 2015; Mercandetti et al, 2017)

Os aceleradores corporativos surgem como uma nova forma de relacionamento entre empresas e startups, com o objetivo de promover a inovação aberta de fora para dentro (Weiblen e

Chesbrough, 2015). Este modelo tem se popularizado em uma ampla gama de indústrias, incluindo bancos, telecomunicações, farmacêutica, mídia e tecnologia da informação. Fornecem suporte a grupos de startups, oferecendo-lhes treinamento, orientação e alguns recursos, e servindo como um “rito de passagem” para o desenvolvimento de empresas empreendedoras. Servem como plataformas únicas para o crescimento de longo prazo e renovação corporativa (Kohler, 2016), um mecanismo pelo qual eles gerenciam seu medo de ser substituído por startups.

No entanto, existem grandes diferenças entre corporações e startups que tornam a colaboração um desafio. Aceleradoras corporativas precisam ser projetadas de forma eficaz para agregar valor para startups e criar inovação para a empresa (Kohler, 2016).

Usar o locus da oportunidade como uma das principais características diferenciadoras entre diferentes formas organizacionais de aceleradoras corporativas está presente na literatura (Weiblen & Chesbrough, 2015; Selig, Baltes e Gasser, 2018) e as aceleradoras corporativas podem ser diferenciadas entre aquelas que são orientadas internamente, com programa de aceleração própria, ou externamente, com um programa de aceleração com aceleradoras independentes, onde a empresa lança o desafio e a aceleradora (externa) cuida das etapas do processo.

Os estudos existentes mostram que a maioria dos programas de aceleradoras corporativas parecem ser orientados externamente, o que também se reflete no fato de que a maioria dos estudos se concentra nesse tipo de aceleradora corporativa (Selig, Baltes, & Gasser, 2018). Observar a relação sob o ponto de vista da incumbente e seus benefícios é importante e os estudos precisam abordar tanto as fases do processo de aceleração, com suas características e atividades, bem como os benefícios para ambos os lados. Os estudos existentes abordam principalmente os objetivos gerais de empresas estabelecidas e startups, mas não os benefícios alcançados. De acordo com esses estudos, as empresas estabelecidas visam principalmente se beneficiar de um programa de aceleração corporativa orientado externamente em duas áreas: (1) a compreensão e a terceirização de inovações e (2) a obtenção de efeitos intangíveis, incluindo construção de marca e mudança cultural (Gutmann et al., 2019).

Pesquisar a relação entre startups e incumbentes é uma atividade complexa e um bom entendimento sobre os processos e os fatores que vão influenciar esta relação é necessário e para isso a literatura sugere diferentes metodologias. Esses processos e fatores vão influenciar a relação que é apresentada como difícil, dinâmica e estudos exploram desde a observação do processo e suas etapas, as suas atividades até a dinâmica emocional do processo de aceleração corporativa.

Na busca por inovação, as empresas incumbentes estão alavancando a criatividade, o conhecimento e as capacidades de aceleradoras corporativas e estão impulsionando seus motores de inovação colaborando com startups. Embora essa forma de rede de colaboração com seus parceiros heterogêneos é teoricamente atraente e esteja crescendo em popularidade, na prática, a maioria das aceleradoras corporativas falham em entregar os resultados desejados. A pesquisa existente ainda carece de uma exploração aprofundada dessas aceleradoras, explicando e sugerindo como o fracasso e desafios das empresas estabelecidas podem ser superados. Segundo Hutter et al. (2021), essa é uma importante lacuna de pesquisa.

Nessa mesma linha, vários tipos de relacionamentos entre empresas e startups têm sido referidos como “dançando com gorilas” (Prashantham e Birkinshaw, 2008), “dançando com elefantes” (Perez et al., 2012) ou “nadar com tubarões” (Katila et al., 2008). Enquanto as duas primeiras metáforas implicam desconforto resultante de um descompasso entre o ator e o processo (gorilas e elefantes não dançam), o último (usado no contexto das indústrias de base tecnológica, com alto potencial de apropriação indevida de recursos) traz à mente uma sensação de perigo. Uma característica comum dessas três metáforas animais é a noção da assimetria dessas inter-relações, com uma corporação como parceira dominante (Katila et al., 2008).

Como resultado, pode-se esperar que a colaboração entre empresas e startups seja um processo difícil e potencialmente emocionalmente intenso envolvendo diferentes estados emocionais, desde “lua de mel” até frustração e decepção (Brigl et al., 2019)

A colaboração entre empresas e startups permite desenvolvimento colaborativo de inovações para necessidades urgentes da sociedade. Paradoxalmente, é alimentada e desafiada por interesses divergentes e enfoque dos atores desiguais (Kager et al, 2022).

Estruturar bons programas de colaboração entre empresas e startups, programas em relação aos seus objetivos e componentes de desenho organizacional é importante. O design de componentes da execução do programa de colaboração é analisado sobre como eles impactam a transferência de conhecimento e como a literatura existente sobre programas de colaboração entre empresas e startups considera o tema gestão do conhecimento (Möllmann,2022). Isso é relevante no âmbito dos ecossistemas de inovação.

Uma descoberta importante na busca por estudos e contribuições teóricas sobre a relação entre as empresas incumbentes e as startups é que nos aponta Kupp et al. (2017): “Software come o mundo” ou o ligeiramente mais novo “mobile come o mundo”. Conferências, governos, instituições acadêmicas, executivos e think tanks estão todos discutindo a influência da inovação digital. Por um lado, as empresas estabelecidas precisam identificar e compreender tendências atuais e inovações futuras; por outro lado, eles têm que pensar em ajustar e alinhar seus modelos de negócios existentes a esses desafios. A digitalização também criou um aumento incrível no número de startups, que agora têm a capacidade de atacar titulares que tradicionalmente têm um conjunto superior de recursos.

Os negócios digitais desempenham um papel significativo na indústria 4.0. Muitas empresas dependem da tecnologia da informação para conectar clientes, funcionários e executar a sua gestão. Estudos mostram que o modelo de startup enxuta pode produzir um modelo de negócio forte e sustentável para a startup digital e é muito bom para construção de seus modelos de negócios (Quido e Batmetan, 2019).

A importância das startups como "drivers de inovação" como um recurso para alavancar competitividade estabelecida é notório, porém, essas startups enfrentam dificuldades para se sustentar e continuar a sobreviver, principalmente em países emergentes. Essas dificuldades somadas às mudanças às quais as startups estão submetidas, considerando o contexto de indústria 4.0, pode tornar a sua sobrevivência ainda mais desafiadora (Kaczam et al, 2021).

Um estudo de caso aprofundado, por exemplo, investigou o SAP Industry 4.0 Startup Program. Esse estudo mostra os benefícios para startups participantes de programas de aceleradoras corporativas, os quais podem ser vinculados à aceleração operacional de acesso ao mercado (*go-to-market*) em relação ao desenvolvimento de produtos, aceleração de vendas, bem como desenvolvimento de habilidades e conhecimentos. Além disso, as startups recebem benefícios ligados à aceleração do desenvolvimento estratégico de negócios nas áreas de estratégia e melhorias no modelo de negócios, apresentação do negócio (*pitch*), financiamento e desenvolvimento de parceiros estratégicos. Ao mesmo tempo, as aceleradoras corporativas em geral visam aumentar a competitividade das empresas estabelecidas que executam esses programas, desenvolvendo um ecossistema de produtos e a marca, infundindo a cultura de startup na organização e desenvolvendo relações com o consumidor (Gutmann et al, 2019).

As startups no cenário organizacional brasileiro vêm crescendo rapidamente e os pesquisadores têm buscado entender o perfil dessas startups. Estratégias de internacionalização têm sido altamente relevantes nesse contexto. Essas startups também desenvolvem uma visão social, ambiental, e solução de impacto econômico que conta com o apoio de programas governamentais em seu processo de internacionalização. É importante buscar entender o impacto desses programas

e é importante identificar os riscos e fatores críticos de sucesso no processo de internacionalização de startups da indústria 4.0, analisar aspectos sociais, ambientais e econômicos envolvidos (Oliva et al., 2022).

As colaborações com startups podem influenciar a inovação nas manufaturas brasileiras e a base teórica considerada por Rocha et al. (2019) relacionou os conceitos de colaboração em pesquisa e desenvolvimento (P & D), inovação aberta e Indústria 4.0. As fontes de conhecimento e inovação a partir de parcerias com empresas, universidades, governo, agência de fomento e incubadora, caracterizam o uso intenso de práticas de inovação aberta (Rocha et al, 2019). Observa-se a importância da perspectiva de ecossistema de inovação para entender as relações incumbentes-startups nesse contexto, sendo também uma importante lacuna de pesquisa.

O surgimento de avanços tecnológicos que fundem as fronteiras entre o mundo físico e o digital marcou o início da quarta revolução industrial. A democratização da inteligência artificial, a expansão da robótica, internet das coisas, manufatura aditiva, nanotecnologia e blockchain são alguns dos avanços tecnológicos que estão transformando os processos de fabricação. A ameaça de permanecer preso em atividades de baixo valor exige esforços coordenados de uma estratégia de Penta Helix de Inovação composto por 1) indústria, 2) academia, 3) governo, 4) empresários e 5) capital de risco alinhados em uma única visão para criar um ecossistema de inovação capaz de explorar os benefícios da onda tecnológica emergente (Capetillo et al., 2021).

O fenômeno da Indústria 4.0 é verdadeiramente notável no redesenho da indústria e na transformação de diferentes facetas da vida humana. Essa tendência também foi aplicada em várias nações, dentro das quais se elaborou uma agenda nacional para avançar rumo à Indústria 4.0, tanto em países emergentes quanto desenvolvidos, para melhorar a sua competição na arena global de negócios. Uma das tecnologias que desempenham um papel significativo neste fenômeno é a Internet das Coisas (IoT) que pode impulsionar o desempenho das pequenas empresas por meio do desenvolvimento de seu ecossistema de inovação (Fauzan e Dhewanto, 2021).

A incorporação de tecnologias digitais na atividade industrial deu origem ao conceito da Indústria 4.0 (Xu, Xu e Li 2018). Ao usar soluções digitais, produtos, pessoas e máquinas podem ser monitorados e rastreados. Tecnologias digitais como sensores inteligentes permitem à empresa extrair um grande volume e diversidade de dados em tempo real sobre o desempenho da fábrica e seus aspectos externos, auxiliando na tomada de decisão.

Essa fusão dos domínios físico e virtual por meio de sistemas ciberfísicos é um princípio fundamental da Indústria 4.0 que equivale a uma mudança de paradigma (Xu, Xu e Li 2018). Muitas empresas estão embarcando na transformação digital integrando seus processos de negócios com a internet, desde os insumos até o pós-venda, buscando a integração total da cadeia de valor (Schlaepfer, Koch e Merkofer 2015; Schuh et al. 2016; Kiel, Xu, Xu e Li 2018).

As startups são amplamente conhecidas como “motoristas de inovação” (Gimenez e Beukel 2017; Richter et al. 2018). Elas são jovens empresas que, tendo a inovação como parte de seus recursos para estratégia competitiva (Voigt 2011), contribuem para um aumento significativo do nível de emprego ou eficiência financeira. Assim, elas são consideradas como os principais impulsionadores para permitir a transição para a indústria inteligente (Kollmann et al. 2016; Rompho 2018; Rocha et al. 2019).

### **3. Discussão**

Abordando-se esse tema no contexto da Indústria 4.0, percebe-se que os incumbentes têm muito a ganhar com a inovação e através de uma relação de colaboração com as startups, as grandes indústrias procuram acelerar o processo de inovação na busca por uma indústria inteligente. Na

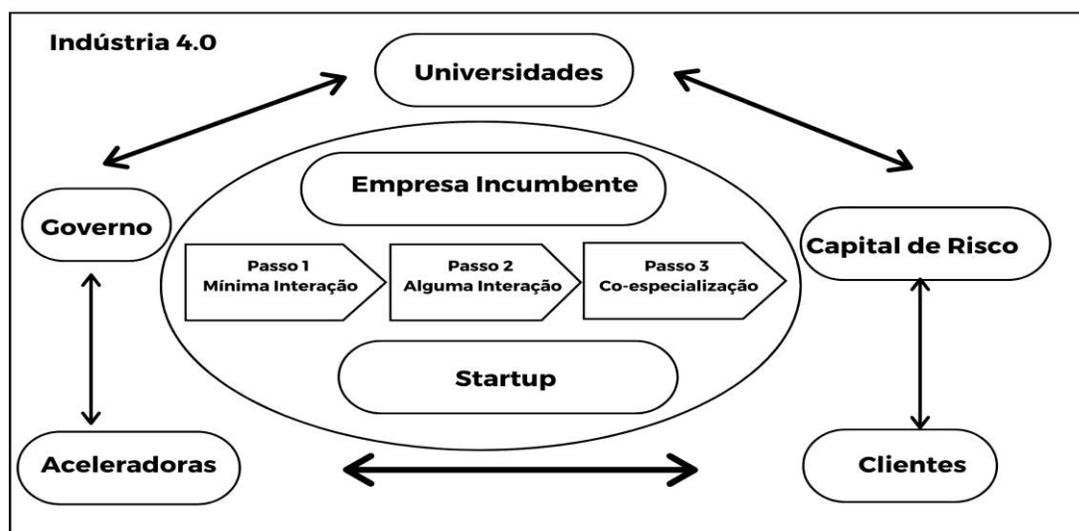
indústria inteligente, a internet tem papel fundamental, desde o fornecimento de matérias-primas até a entrega dos produtos ao cliente. A internet das coisas (IoT) (Baldini et al. 2016; Lu et al. 2018; Rocha et al. 2019) facilita a implementação da comunicação máquina a máquina (Verma et al. 2016) dentro das fábricas, interligando cada etapa do processo por meio de sensores, atuadores, controladores, serviços em nuvem e sistemas ciberfísicos. A virtualização do processo de produção implica em gerar uma grande quantidade de dados em tempo real para trazer benefícios significativos para a empresa (Vermesan e Friess 2014; Carayannis et al 2018). Uma aproximação com startups que oferecem soluções de big data pode contribuir para o gerenciamento do processo de produção.

O foco deste estudo foi entender como a literatura explica a relação entre as empresas incumbentes a as startups, e os estudos encontrados na revisão da literatura podem contribuir para a originalidade de estudos futuros que procurem abrir a caixa preta da inovação com a colaboração e aceleração corporativa de startups na Indústria 4.0.

As relações entre startups e empresas acontecem primeiramente em um contexto de ecossistema de inovação e as empresas, nascentes ou tradicionais acessam esse ecossistema para ter acesso ao conhecimento (por exemplo, por meio da interação com universidades), capital financeiro (capital de risco), políticas de incentivo (governo), programas de aceleração (aceleradoras) e também programas para facilitar o acesso ao mercado (clientes). A partir de um ecossistema de inovação na Indústria 4.0, as empresas incumbentes iniciam um processo de relacionamento com startups que pode ser avaliado por etapas com as suas características próprias.

Um framework teórico inicial é proposto neste trabalho, visando ajudar os atores envolvidos a compreender esse fenômeno. Essa compreensão pode colaborar com as empresas que querem se aproximar das startups e também para ajudar as startups a ter uma relação ganha-ganha com empresas incumbentes ao se envolverem em processos de inovação. A partir do estudo de Brueller e Capron , 2021 sobre o processo de aquisição de startups por incumbentes, apresentamos uma proposta de framework na figura 2, o qual pode servir como um guia para pesquisas empíricas futuras.

Figura 2 - O processo de interação entre empresas incumbentes e startups e a relação com o ecossistema de inovação na Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Brueller e Capron (2021)

Entender a relação entre as empresas incumbentes e as startups como um processo pode ajudar no entendimento das suas etapas com as características apontadas no estudo de Brueller e Capron (2021):

1. Passo 1- Mínima Interação: A primeira interação pode acontecer com desafios e competições sobre o problema da empresa incumbente e a solução minimamente viável da startup.

2. Passo 2 - Alguma Interação: a partir da imersão da startup no problema da empresa incumbente, o segundo passo pode acontecer com desenvolvimento de provas de conceito (POCs), onde investimento financeiro e capital intelectual ajudam a startup a validar sua solução.

3. Passo 3 - Co-Especialização: Após a prova de conceito bem-sucedida, a empresa incumbente pode firmar uma aliança estratégica com a startup e também aumentam as chances de uma possível aquisição.

O framework também sinaliza o contexto em que a colaboração incumbente-startup ocorre e os diferentes atores que podem estar envolvidos, como universidades, governo, aceleradora, fundos de capital de risco e clientes. Este framework pode servir de base para a construção de pesquisas empíricas futuras, e a partir de uma análise qualitativa dessa relação, para ajudar tanto startups quanto incumbentes a aumentar as chances de sucesso de um projeto de inovação colaborativa.

Teoricamente o estudo buscou conceitos, teorias e autores que destacam o papel da inovação no crescimento econômico, social e ambiental de uma nação. Ao identificar uma lacuna de pesquisa: como é a relação entre empresas e startups e quais os requisitos para minimizar a mortalidade de startups e também aumentar o índice de sucesso de empresas tradicionais em processos de inovação no contexto 4.0. Um modelo não somente de inovação aberta, mais um modelo de rede colaborativa de conhecimento pode ser uma boa alternativa para a inovação na Indústria 4.0. As teorias que podem ser consideradas para embasar estudos empíricos considerando o framework proposto (ver figura 4) estão apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 - Teorias que podem ser utilizadas para desenvolver e embasar o framework proposto

Autor e Ano	Teoria Utilizada	Contribuição
Teece et al. (1997); Teece (2006)	Capacidades Dinâmicas de Inovação	O dinamismo dos recursos e competências organizacionais disponíveis no ecossistema como a peça central de uma estrutura analítica dentro da qual as empresas podem avaliar as oportunidades de relacionamento com startups da Indústria 4.0
Kuutti (1995);Engestrom (1987); Engestrom (2001);Engestrom (2005)	Teoria da Atividade	Estudar as interações sociais situadas que sustentam atividades coletivas “humanas” e codificar usando o triângulo com o sujeito, o objeto e um artefato mediador. Desenvolver a investigação coletiva, da atividade mediada por artefatos e orientar a objetos em suas relações de rede de relacionamento entre as empresas incumbentes e as startups na Indústria 4.0

Fonte: Desenvolvido pelos autores

#### 4. Contribuição

O objetivo deste ensaio teórico é entender como a literatura trata a relação entre empresas incumbentes e startups no contexto da indústria 4.0 e como essas relações ajudam as empresas incumbentes a inovar e ajudam as startups a validar uma proposta de inovação e conseguir validá-la, conseguindo assim a escala.

Como sugestões de pesquisas futuras, as teorias e conceitos robustos identificados neste ensaio apresentam limitações que podem ser aprofundadas no futuro desenvolvimento da tese. Podemos concluir que, com a contribuição da Teoria da Atividade de Engeström (2001), se pode investigar através de um triângulo: o artefato, o sujeito e o objeto como se dá a relação entre as empresas e as startups. Com a contribuição da Teoria da Capacidade de Absorção de Cohen e Levinthal (1990) podemos entender como as empresas aprendem com as startups e também como as startups aprendem com as empresas. Os conceitos robustos de inovação aberta Chesbrough (2003) e das Capacidades Dinâmicas de Inovação de Teece (2006) podem complementar futuras pesquisas ajudando a abrir a caixa preta da relação entre as empresas incumbentes e as startups.

Este estudo pode contribuir no aspecto gerencial para empresas incumbentes que precisam inovar com o uso das tecnologias emergentes da Indústria 4.0 a criar uma modelo de co-criação/co-especialização com startups para acelerar o processo de inovação e também para as startups que procuram validar e escalar uma inovação.

## **5. Conclusão**

Por meio da revisão de literatura realizada, uma série de temas e lacunas puderam ser identificados. Primeiramente, no âmbito dos estudos sobre a relação entre incumbentes e startups de maneira geral, identificou-se o tema da inovação aberta. Percebe-se que a maior parte dos estudos existentes sobre esse tema abordam principalmente os objetivos gerais de empresas estabelecidas e startups ao se relacionarem em processos de inovação aberta, mas abordam pouco quais são os benefícios alcançados por ambos os lados.

Abordando-se esse tema no contexto da Indústria 4.0, percebe-se que os incumbentes têm muito a ganhar com a inovação e através de uma relação de colaboração com as startups, as grandes indústrias procuram acelerar o processo de inovação na busca por uma indústria inteligente. Na indústria inteligente, a internet tem papel fundamental, desde o fornecimento de matérias-primas até a entrega dos produtos ao cliente. A grande maioria dos estudos analisaram as relações entre empresas incumbentes e startups nos processos de inovação do ponto de vista das empresas incumbentes e deixam uma oportunidade para analisar esta relação também sob o ponto de vista das startups.

## **4. Referências Bibliográficas**

- AGARWAL R, AUDRETSCH D, SARKAR MB (2007) The process of creative destruction: Knowledge spillovers, entrepreneurship, and economic growth. *Strategic Entrepreneurship J.* 1:263–286
- ARBIX G, SALERNO MS, ZANCUL E, AMARAL G, LINS L.M (2017) Advanced manufacturing: What is to be learnt from Germany, the US, and China. *Novos Estudos CEBRAP* 3(36):29–49
- BALOUTSOS Stratos, ANGELIKI Karagiannaki and KATERINA Pramataris (2020). Identifying contradictions in an incumbent–startup ecosystem—an activity theory approach. *European Journal of Innovation Management* vol. 25 No. 6, 2022 pp. 527-548 Emerald Publishing Limited 1460-1060

BALDINI G, BOTTERMAN M, NEISSE R, TALLACCHINI M (2016) Ethical design in the internet of things. *Sci Eng Ethics* 24(3):905–925

BECHTOLD J A, KERN, C, Lauenstein, and BERNHOFER L. 2014. *Industry 4.0 -The Capgemini Consulting view: Sharpening the Picture beyond the Hype*. Capgemini Consulting, 31

BITKOM, E. V., VDMA, V., & ZVEI, V. (2016). *Implementation strategy industrie 4.0*. Berlin, Germany, 1010.

BRIGL, M., GROSS-Selbeck, S., DEHNERT, N., SCHMIEG, F. and SIMON, S. (2019), “After the honeymoon ends: making corporate-startup relationships work”. available at: <https://www.bcg.com/publications/2019/corporate-startup-relationships-work-after-honeymoon-ends.aspx>

BRUELLER N. N. and CAPRON Laurence Acquisitions of Startups by Incumbents: The 3 Cs of co-specialization from startup inception to post-merger integration. *California Management Review* 2021, vol. 63(3) 70–9. The Regents of the University of California 2021

CAPETILLO A., TIJERINA A.A, RAMÍREZ R. R. GALVAN J.A. Evolution from triple helix into penta helix: the case of Nuevo Leon 4.0 and the push for industry 4.0 *International Journal on Interactive design and Manufacturing (IJIDeM)* 2021

CARAYANNIS E. G, DEL Giudice M, SOTO-Acosta P (2018) Disruptive technological change within knowledge-driven economies: the future of the internet of things (IoT). *Technol Forecast Soc Chang* 136:265–267

CHESBROUGH, H. 2003. *Open Innovation: The new Imperative for Creating and Profiting From Technology*. Boston: Harvard Business School Press.

CHESBROUGH, H. 2007. “Business Model Innovation: It’s not Just About Technology Anymore.” *Strategy & Leadership* 35 (6): 12–17

CHRISTENSEN, C. (2013), *The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business Review Press

COHEN W. M. and LEVINTHAL D.A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation. (Mar., 1990), pp. 128-152.

CYERT R.M, March JG (1963) *A Behavioral Theory of the Firm* (PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ)

ENGESTROM, Y. (2001), “Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization”, *Journal of Education and Work*, Vol. 14, pp. 133-156.

ENGESTROM, Y. (2005), *Developmental Work Research: Expanding Activity Theory in Practice*, 12, Lehmanns Media, Berlin.

Engestrom, Y. (1987), *Learning by Expanding*, Orienta Konsultit Oy, Helsinki.

FAUZAN T. R., and DHEWANTO W. Fostering innovation through Industry 4.0 technologies in emerging countries: An explorative multiple case study of Indonesian Internet-of-Things (IoT)-based startups. *Journal of Research in Emerging Markets*, 2021

GANS J. S, STERN S (2003) The product market and the market for “ideas”: Commercialization strategies for technology entrepreneurs. *Res. Policy* 32(2):333–350

GIMENEZ F. E. M, BEUKEI K (2017) Open innovation and the comparison between start-ups and incumbent firms in Spain. *Univ Bus Rev* 55:18–33

GIUSTIZIERO G, KAUL A, WU B (2019) The dynamics of learning and competition in Schumpeterian environments. *Organ. Sci.* 30(4):668–693

GROOTE J. K. & BACKMANN J. Initiating Open Innovation Collaborations between Incumbents and Startups: How can David and Goliath get along? *International Journal of Innovation Management* Vol. 24, no. 2 (February 2020) 2050011 (33 pages)

- GUTMANN T, KANBACH D, SELTMAN S (2019) Exploring the benefits of corporate accelerators: investigating the SAP Industry 4.0 startup program. *Prob Perspect Manag* 17(3):218.
- HIEBL M. R. W. Sample Selection in Systematic Literature Reviews of Management Research. *organizational Research Methods* 1-33. The Author 2021(2021)
- KACZAM, F., SILUK, J.C.M, GUIMARÃES G. E. MOURA G.L.M, SILVA W. V, VEIGA C.P. Establishment of a typology for startups 4.0. *Review of Managerial Science* (2022) 16:649–680
- KAGER N. V, JENNIFER L. SPARR J. L. and Gudela Grote G. Looking for Guidance? Five Principles for leveraging Tensions in Corporate–Startup Collaboration. *The Journal of Applied Behavioral Science* 2022, Vol. 58(4) 682–71
- KANBACH D.K. and STUBNER, S. (2016), “Corporate accelerators as recent form of startup engagement: the what, the why, and the how”, *Journal of Applied Business Research*, Vol. 32 No. 6, pp. 1761-1776.
- KATILA, R., ROSENBERGER, J.D. and EISENHARDT, K.M. (2008), “Swimming with sharks: technology ventures, defense mechanisms and corporate relationships”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 53 No. 2, pp. 295-332.
- KNEELAND M. K, SCHILLING M.A, AHARONSON BS (2020) Exploring uncharted territory: Knowledge search processes in the origination of outlier innovation. *Organ. Sci.* 31(3):535–557
- KOHLER, T. (2016), “Corporate accelerators: building bridges between corporations and startups”, *Business horizons*, Vol. 59 No. 3, pp. 347-357
- KOLLMANN T, HENSELLEK S, KENSBOCK J (2016) *European startup monitor 2016*. German Startup association, Berlin
- KUPP, M., MARVAL, M. and BORCHERS, P. (2017), “Corporate accelerators: fostering innovation while bringing together startups and large firms”, *Journal of Business Strategy*, Vol. 38 No. 6, pp. 47-53.
- LEVINTHAL D. A (1997) Adaptation on rugged landscapes. *Management Sci.* 43(7):934–950
- KUUTTI, K. (1995), “Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research”, in Nardi, B.A. (Ed.), *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*, MIT Press, MA, pp. 17-44
- LORENZONI, G. and LIPPARINI, A. (1999), “The leveraging of interfirm relationships as a distinctive organizational capability: a longitudinal study”, *Strategic Management Journal*, Vol. 20 No. 4, pp. 317-338
- LU Y., PAPAGIANNIDIS S, ALAMANOS E (2018) Internet of things: a systematic review of the business literature from the user and organisational perspectives. *Technol Forecast Soc Chang* 136:285–297
- MERCANDETTI, F., LARBIG C., TUOZZO V. and STEINER T. 2017. “Innovation by Collaboration Between startups and SMEs in Switzerland.” *Technology Innovation Management Review* 7 (12): 23–31
- MOCKER, V., BIELLI S. and HALEY C. 2015. *Winning Together: A Guide to Successful Corporate-Startup Collaborations*. London: Startup Europe Partnership
- MÖLLMANN, J. More than a handshake – knowledge transfer in structured corporate–startup collaboration programs. *Journal of Knowledge management* © Emerald Publishing Limited, ISSN 1367-3270
- NELSON R.R, WINTER SG (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change* (Harvard University Press, Boston).
- OLIVA F. L., MARINS P.F., TEBERGA P.M F., TESTI L. I.O, KOTABE M. ,GIUDICE M.D.,KELLE P. e CUNHA M. P. Risks and critical success factors in the internationalization of born global startups of

industry 4.0: A social, environmental, economic, and institutional analysis. *Technological Forecasting & Social Change* 175 (2022).

PAUWELS, C., CLARYSSE, B., WRIGHT, M. and VAN HOVE, J. (2016), “Understanding a new generation incubation model: the accelerator”, *Technovation*, Vols 50–51, pp. 13-24.

PEREZ, L., FLORIN, J. and WHITELOCK, J. (2012), “Dancing with elephants: the challenges of managing asymmetric technology alliances”, *The Journal of High Technology Management Research*, Vol. 23 No. 2, pp. 142-154.

PFEFFER J, NOVAK P (1976) Joint ventures and interorganizational interdependence. *Admin. Sci. Quart.* 21(3):398–418

POLIDORO, Francisco Jr., Wei YANG (2021) Corporate Investment Relationships and the Search for innovations: An Examination of Startups’ Search Shift Toward Incumbents. *Organization Science* 32(4):909-939

PRASHANTHAM, S. and BIRKINSHAW, J. (2008), “Dancing with gorillas: how small companies can partner effectively with MNCs”, *California Management Review*, Vol. 51 No. 1, pp. 6-23.

QUIDO, C. K., BATMETAN, J.R. Digital Business Model for Digital Startup in Industrial Era 4.0. *international Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(1.5), 2019, 177 - 181

RICHTER N, JACKSON P, SCHILDHAUER T (2018) Entrepreneurial behaviour and startups: the case of Germany and the USA. In: *Entrepreneurial innovation and leadership*. Palgrave Pivot, Cham, pp 1–14

ROCHA Clarissa Figueredo, MAMÉDIO Diórgenes Falcão & QUANDT Carlos Olavo (2019) Startups and the innovation ecosystem in Industry 4.0. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31:12, 1474-1487.

ROMPHO N (2018) Operational performance measures for startups. *Meas Bus Excell* 22(1):31–41

ROSENKOPF L, NERKAR A (2001) Beyond local search: boundary spanning, exploration, and impact in the optical disk industry. *Strategic Management J.* 22(4):287–306

ROTOLO, D., HICKS, D., & MARTIN, B. R. (2015). What is an emerging technology?. *Research policy*, 44(10), 1827-1843.

SCHUH, G., R. ANDERL, J. GAUSEMEIER, M. HOMPEL Ten, TEMAND W. Wahlster. 2016. *Industrie 4.0 Maturity index. Managing the Digital Transformation of Companies*. Acatech Stud, Munich: Germany.

SCHWAB K. 2017. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro.

SCHWAB, D. & FREITAS, C. C. G. (2016). *Tecnologia social: implicações e desafios da implantação*. *Revista tecnologia e Sociedade*, 12(26), 42-60.

SCHLAEPFER, R., KOCH M., and MERKOFER P. 2015. *Industry 4.0 – Challenges and solutions for the digital transformations and use of exponential technologies*, Switzerland: Geneva, 32.

SCHNEIDER P (2018) Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. *RMS* 12:803–848

SCHUMPETER J.A (1950) *Capitalism, Socialism and Democracy*, 3rd ed. (Harper, New York).

SCHLAEPFER, R., KOCH M. and MERKOFER P. 2015. *Industry 4.0 – Challenges and solutions for the digital transformations and use of exponential technologies*, Switzerland: Geneva, 32.

SCHOONHOVEN C. B, EISENHARDT KM, LYMAN K (1990) Speeding products to market: Waiting time to first product introduction in new firms. *Admin. Sci. Quart.* 35(1):177–207

SELIG, C. J., GASSER, T., & BALTES, G. H. (2018). How Corporate Accelerators Foster Organizational transformation: An Internal Perspective. In *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp.1-9)

STUART T. E, HOANG H, HYBELS R. C (1999) Interorganizational endorsements and the performance of entrepreneurial ventures. *Admin. Sci. Quart.* 44(2):315–349

SUNG T. K (2018) Industry 4.0: a Korea perspective. *Technol Forecast Soc Chang* 132:40–45.

TEECE D. J (1986) Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Res.Policy* 15(6):285–305

WEIBLEN, T. and CHESBROUGH, H.W. (2015), “Engaging with startups to enhance corporate innovation”, *California Management Review*, Vol. 57 No. 2, pp. 66-90.

WESTERMAN G., C. BONNET C., FERRARIS D. P. and MCAFEE A. 2011. *Digital Transformation: A roadmap for Billion-Dollar Organizations*. Cambridge, MA: MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting. 6

VERMA P. K, VERMA R, PRAKASH A, AGRAWAL A, NAIK K, TRIPATHI R (2016) Machine-to-machine (M2M) communications: a survey. *J Netw Comput Appl* 66:83–105.

VERMESAN O, FRIESS P (eds) (2014) *Internet of things—from research and innovation to market deployment*. River Publishers, Aalborg

VOIGT K (2011) Special topic: strategic innovations. *RMS* 5:263.

XU, L., E. XU, and LI L.. 2018. “Industry 4.0: State of the art and Future Trends.” *International Journal of Production Research* 56 (8): 2941–2962.