

XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “Os desafios da engenharia de produção para uma gestão inovadora da Logística e Operações” Santos, São Paulo, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2019

2019 ABEPRO - Todos os direitos reservados - Os artigos se tornam de uso público desde que resguardado o direito autoral. Quando usado ou reproduzido, a fonte deve ser devidamente mencionada e os autores referenciados. Fonte: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?pesq=ok&ano=2019&area=&pchave=&autor=Barbalho>. Acesso em: 02 jun. 2020.

#### REFERÊNCIA

MOTA, Geovane Rodrigues da; BARBALHO, Sanderson César Macêdo. Análise da participação dos modelos de hélice tríplice no desenvolvimento de tecnologias potencialmente disruptivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2019. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?pesq=ok&ano=2019&area=&pchave=&autor=Barbalho>. Acesso em: 2 jun. 2020.

# ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DOS MODELOS DE HÉLICE TRÍPLICE NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS POTENCIALMENTE DISRUPTIVAS

**Geovane Rodrigues da Mota (Universidade de Brasília )**  
geovaneromota@gmail.com

**Sanderson César Macêdo Barbalho (Universidade de Brasília )**  
scmbbr@yahoo.com.br



*O desenvolvimento tecnológico se tornou um dos principais responsáveis pela inovação, dando poder principalmente a inovação ou tecnologia disruptiva que é em sua grande parte proveniente de uma resposta criativa aos problemas emergentes ou avanços nas opo*

*Palavras-chave: Hélice Tríplice; Inovação; Inovação Disruptiva; Tecnologia Disruptiva; Patente*

## 1. Introdução

Diferentes exposições que vão desde anúncios de produtos a serviços de saúde que apresentam inovações atingem a população diariamente, mostrando a sua influência na vida cotidiana. A inovação é originada do impulso inerente ao sistema capitalista gerador de desenvolvimento e transformando a vida econômica através de bens de consumo que carregam novas formas de produção, de transportes, novos mercados e novas formas de organização empresarial (SCHUMPETER, 1942).

A Figura 1 mostra dados históricos que vão do ano de 2000 a 2015 relacionados ao dispêndio nacional, em milhões de reais, realizado pelo governo brasileiro na área de ciência e tecnologia a fim de fomentar a inovação no Brasil. Os dados mostram os gastos nessa área subiram de 15.839,1 milhões de reais no ano de 2000 para 98.302,1 milhões de reais em 2015. Além disso, verifica-se que o valor gasto nessa área sempre superou os gastos do ano anterior, sendo assim escalável, o que pode ser traduzido como um interesse forte do governo no desenvolvimento da inovação e da tecnologia no país.

Figura 1 - Dispêndio nacional em ciência e tecnologia

Ano	Ciência e Tecnologia (C&T) <sup>(1)</sup>						
	Total	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)			Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC)		
		Total	Orçamento executado	Ensino superior <sup>(2)</sup>	Total	Orçamento executado	Ensino superior <sup>(2)</sup>
2000	15.839,1	12.560,7	9.349,3	3.211,4	3.278,4	3.278,4	-
2001	17.655,6	13.973,0	10.444,4	3.528,6	3.682,6	3.682,6	-
2002	19.756,7	15.031,9	10.957,4	4.074,6	4.724,8	4.724,8	-
2003	22.278,8	17.169,0	12.590,3	4.578,7	5.109,8	5.109,8	-
2004	25.437,7	18.861,6	14.109,4	4.752,2	6.576,1	6.576,1	-
2005	28.179,8	21.759,3	16.764,3	4.995,0	6.420,5	6.420,5	-
2006	30.540,9	23.807,0	18.018,3	5.788,7	6.733,9	6.733,9	-
2007	37.468,2	29.416,4	21.331,0	8.085,4	8.051,8	8.051,8	-
2008	45.420,6	35.110,8	25.730,8	9.380,0	10.309,8	10.309,8	-
2009	51.398,4	37.285,3	27.713,1	9.572,2	14.113,1	14.113,1	-
2010	62.223,4	45.072,9	33.662,6	11.410,2	17.150,5	17.150,5	-
2011	68.155,0	49.875,9	35.981,5	13.894,3	18.279,2	18.279,2	-
2012	76.432,7	54.254,6	38.547,6	15.707,0	22.178,1	22.178,1	-
2013	85.646,4	63.748,6	45.149,0	18.599,6	21.897,8	21.897,8	-
2014	96.316,6	73.387,6	51.616,9	21.770,7	22.929,1	22.929,1	-
2015	98.302,1	76.531,8	57.455,1	19.076,7	21.770,3	21.770,3	-

Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC (2018).

O desenvolvimento tecnológico é um dos principais responsáveis por grande parte das inovações que acontecem no mundo. Esse resultado introduz uma tendência definida por Christensen (1997) como inovação ou tecnologia disruptiva que geralmente possibilita a criação de novos mercados ou conquista de um mercado já existente.

De acordo com Etzkowitz (2013), a inovação é fortemente provida por uma interação entre a universidade que é o gerador de conhecimento, o governo como fonte de relação contratual e promotor de interações estáveis e intercâmbio, e a indústria que é o *locus* da produção. Essa relação é denominada Hélice Tríplice. Quando a produção de novas tecnologias e conhecimento adquirem maior importância, o efeito da tríplice hélice é mudado, atribuindo prioridade à melhoria do desempenho das universidades e instituições produtoras do conhecimento. Nesse cenário, o governo e a indústria contribuem para o desenvolvimento do conhecimento com a concessão de recursos adicionais para a melhoria do desempenho da pesquisa.

No contexto de desenvolvimento tecnológico para a inovação Rotolo, Hicks e Martin (2015) confirmam o interesse do governo e da indústria em identificarem e conhecerem as tecnologias emergentes com o objetivo de direcionar seus recursos, suas estratégias e suas relações.

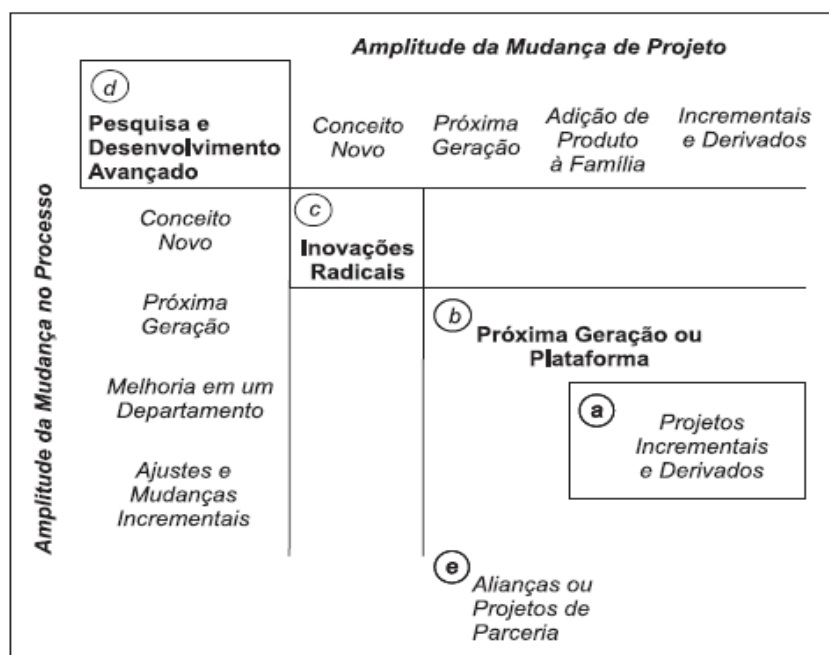
Tendo a necessidade desses três agentes, o presente trabalho tem como objetivo principal verificar quais são os modelos de hélice tríplice predominantes no desenvolvimento de tecnologia com potencial para disrupção na Universidade de Brasília (UnB) com base na análise de patentes geradas por esta universidade.

## **2. Revisão bibliográfica**

Em quaisquer que sejam as situações econômicas não há limitação para o número de inovações possíveis de serem realizadas, além do que uma inovação não necessariamente é uma invenção (SCHUMPETER, 1911). A distinção entre invenção e inovação é apontada por Tigre (2006), onde este afirma que a invenção trata-se da criação de um novo processo, técnica ou produto, enquanto que a inovação está relacionada ao valor de mercado, ou seja, é a aplicação prática dessa novidade.

Frequentemente, os tipos de inovações estão fortemente vinculados à tecnologia incorporada. Rosenfeld (2013) aborda o conceito de inovação como critério para classificar os projetos de desenvolvimento de produto de acordo com o tipo de inovação, citando a existência de três principais tipos de inovação que caracterizam os novos produtos: inovações radicais, inovações de próxima geração ou plataforma e por fim projetos incrementais e derivativos, assim como aponta a Figura 2. A classificação toma como base as mudanças que ocorrem na amplitude da mudança do projeto e na amplitude da mudança do processo. As inovações radicais apontadas pelo autor vêm acompanhadas de novas tecnologias/materiais e também de mudanças inovadoras no processo de manufatura, enquanto que os projetos plataforma/próxima geração e os incrementais/derivados não há introdução de novas tecnologias, eles são obtidos a partir de alterações das tecnologias existentes com incrementos nos produtos e nos processos.

Figura 2 - Classificação de projetos de produto segundo o grau de inovação



Fonte: Rozenfeld, 2013.

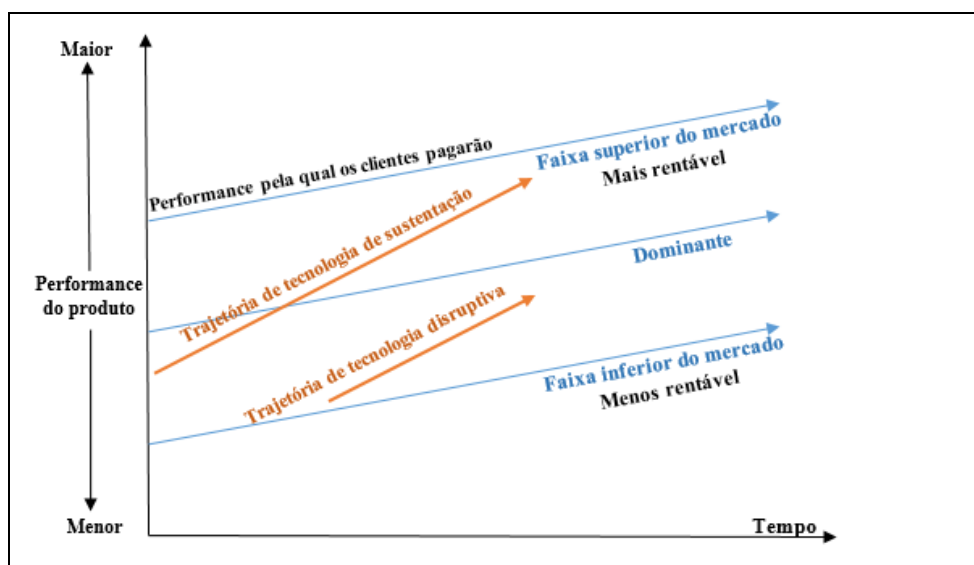
Para Tidd e Bessant (2015) a tecnologia permite tanto a disponibilização de inovações radicais quanto proporciona melhorias em produtos existentes atribuindo muitas vezes novas formas às tecnologias passadas. Essas são características da inovação incremental.

Conhecidos esses dois tipos de inovação, Christensen (1997) indica uma outra forma de inovação, a inovação/tecnologia de ruptura/disruptiva.

Em sua análise histórica a partir de dados da indústria, Taalbi (2017) verificou que a busca de melhorias nas trajetórias já conhecidas não eram as atividades que mais resultaram em inovações. A maior parte das inovações foram desenvolvidas através de uma resposta criativa a problemas e desequilíbrios emergentes ou pelo avanço das oportunidades tecnológicas.

A Figura 3 demonstra o processo de disrupção de uma tecnologia. Ela aponta três linhas (em azul) de consumidores de determinado mercado que são atraídos pelos produtos de acordo com a sua performance. A primeira linha (Faixa inferior do mercado) representa a base inferior do mercado que são os clientes de “baixo valor”. Estes exigem menos desempenho de produtos ou da tecnologia e conseqüentemente pagariam menor valor por ela. A segunda reta em azul (Dominante) são os consumidores que exigem um nível maior de performance do produto e estão dispostos a pagar valores mais altos, são esses os principais consumidores do mercado. A terceira reta é a Faixa superior do mercado que exige desempenho mais robusto da tecnologia ou do produto. As retas superior e inferior em laranja representam respectivamente as trajetórias das tecnologias de sustentação e de ruptura na conquista do mercado (CHRISTENSEN, 1997; CHRISTENSEN, RAYNOR E MCDONAL, 2015).

Figura 3 - Processo de disrupção



Fonte: Adaptado de Christensen, Raynor, & McDonal, 2015.

Christensen (1997) acrescenta que empresas dominantes do mercado com a intenção de fornecer produtos com melhor qualidade e melhor preço com relação aos competidores geram um excedente no nível de oferta ao cliente fazendo com que a tecnologia evolua mais rapidamente do que a demanda, ou seja, excedendo a necessidade do cliente ou superando o que o cliente estaria disposto a pagar. Quando as empresas superam as necessidades dos clientes, elas criam lacunas nos pontos de preços inferiores, na faixa inferior do mercado, e é nessa região que os desenvolvedores de tecnologia disruptiva entram oferecendo produtos que inicialmente apresentam menor desempenho. Seguindo o processo de disrupção, após inserida no mercado, a tecnologia disruptiva é melhorada através do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) até que esteja robusta e madura alcançando o atendimento pleno das necessidades do mercado principal (DANNEELS, 2004).

Christensen, Raynor, e McDonal (2015) chegam então à definição do processo de disrupção como sendo a situação em que uma companhia menor consegue desafiar negócios consolidados e empresas dominantes do mercado. Esse processo pode demandar um longo período de tempo para que seja executado. Além disso, uma inovação disruptiva tende a criar modelos de negócio distintos dos modelos das empresas dominantes. A disrupção ocorre quando os principais clientes (dominante) são captados pelos entrantes.

Cada vez mais a indústria e o governo se interessam por conhecer as tecnologias emergentes. Isso possibilita o direcionamento dos investimentos na estratégia (ROTOLO, HICKS e MARTIN, 2015), visto que especialistas consideram que a alta tecnologia gera grande impacto econômico regional (KEMENY e OSMAN, 2018). Tendo a visão da tecnologia como base para a inovação disruptiva, Manyika et al. (2013) realizaram uma pesquisa onde é avaliado o escopo, a abrangência, o impacto econômico e a disrupção das áreas que possuem um rápido avanço tecnológico e definiram 12 em mais de 100 áreas tecnológicas que possuem maior potencial para disrupção, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - 12 áreas tecnológicas com maior potencial para disrupção até 2025

Área tecnológica	Descrição
<b>Internet móvel</b>	Combinação entre aparelhos móveis de informática, conexões sem fio ( <i>wireless</i> ) de alta velocidade e aplicações
<b>Automação do trabalho do conhecimento</b>	É o conhecimento analítico que é realizado por computadores, que é executado em <i>machine learning</i> (aprendizado de máquina), <i>computing technology</i> (tecnologia de computação) e até mesmo natural <i>user interfaces</i> (interfaces de usuário) assim como reconhecimento de fala.
<b>Internet das coisas</b>	Aplicações em objetos fazendo com que os mesmos coletem dados, relacionem os dados, os transformem em informação e finalmente gerem ações através destas informações.
<b>Tecnologia de nuvem</b>	Avanços que permitem um espaço virtual com servidores onde é possível realizar armazenamento de dados e aplicações.
<b>Robôs avançados</b>	Nova geração incorpora diversos fatores de melhorias que os tornam mais robustos e "inteligentes". Eles se tornaram mais flexíveis, adaptáveis e possuem a habilidade do aprendizado e da interação com humanos.
<b>Veículos autônomos ou quase autônomos</b>	Baixa ou nenhuma intervenção humana no ato do transporte, sendo este de total ou parcial responsabilidade do veículo utilizado.
<b>Armazenamento de energia</b>	Aplicações na conversão de eletricidade em alguma forma para que esta seja conservada.
<b>Próxima geração genômica</b>	Tecnologias de sequenciamento e novos sequenciamentos genômicos.
<b>Impressão 3D</b>	Avanços de máquinas de impressão, materiais utilizados nas impressões e as formas de sua realização.
<b>Materiais avançados</b>	Aplicações e avanços de nanomateriais
<b>Exploração e recuperação avançada de gás e óleo</b>	Desenvolvimento de maneiras ou materiais, ou métodos para realizar a retirada dessas substâncias em reservas que não permitem o acesso e a extração do óleo e gás pelos métodos convencionais de extração, como o fraturamento hidráulico e drenagem horizontal.
<b>Energias renováveis</b>	Desenvolvimento de avanços em meios que são capazes de captar e distribuir energia de recursos como sol, rios e ventos, recursos que são reabastecidos com constância



Fonte: Adaptado de Manyika et al., 2013.

Em uma pesquisa realizada na Alemanha e na França, Robin e Schubert (2013) analisaram a relação do impacto da cooperação das instituições de pesquisa pública geradoras de conhecimento nas atividades de inovação de empresas, afirmando que essa relação aumentou o nível de intensidade da inovação de produto. De acordo com Etzkowitz (2013) a inovação é fortemente provida por uma interação entre a universidade que é o gerador de conhecimento, o governo como fonte de relação contratual e promotor de interações estáveis e intercâmbio, e a indústria que é o *locus* da produção. Essa relação é denominada Hélice Tríplice. Para alcançar o objetivo de promover a inovação, a hélice tríplice atua como uma plataforma que cria novos formatos organizacionais. Essa promoção é realizada através de diferentes relações e colaboração entre os três atores que no geral atuam como motivadores para o desenvolvimento um do outro e da inovação.

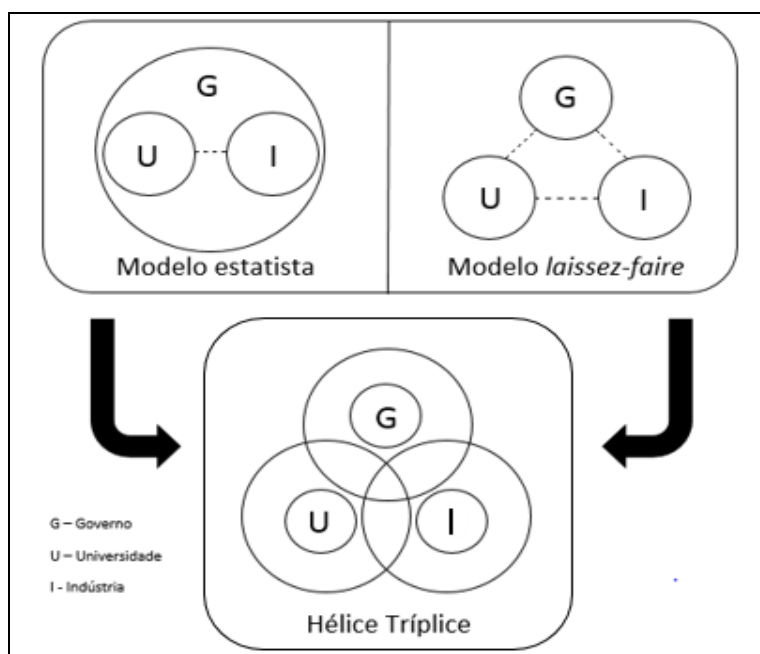
Na hélice tríplice, apesar de cada entidade possuir um papel específico na sociedade, ambos assumem o papel um do outro (ETZKOWITZ, 2013). O autor aponta ainda que além da relação trilateral que conta com a participação das três esferas, há ainda as relações bilaterais, universidade-governo, universidade-indústria e governo-indústria. As relações são mais fortes quando são realizadas com a participação trilateral, além do que a relação bilateral tende naturalmente a atrair a participação do terceiro elemento da hélice tríplice.

Para se chegar a hélice tríplice Etzkowitz (2013) explica dois modelos de acordo com a Figura 4:

- Modelo estatista: O governo assume maior força e possui o papel de coordenador onde controla a indústria e as universidades, tomando frente no desenvolvimento de projetos e fortalecendo os recursos para a inovação. Essas duas por sua vez são distantes entre si, com funções bem delimitadas. A necessidade de acelerar o sistema de inovação através da inserção de novas fontes de iniciativa é que impulsiona a alteração nas sociedades estatistas.
- Modelo *laissez-faire*: Nesse modelo, cada esfera atua no seu próprio âmbito, não havendo conexões próximas entre elas. Havendo a necessidade de interação entre os atores, essa relação deve ser pautada por fronteiras protegidas e sempre que possível,

ser realizada por um agente intermediário, havendo um controle nessas relações. As características desse modelo são a separação das esferas com distintos papéis institucionais e o *locus* da atividade econômica são as empresas.

Figura 4 - Modelos de relação entre governo, universidade e indústria



Fonte: Adaptado de Etzkowitz, 2013.

Partindo desses dois modelos chega-se então ao modelo de hélice tríplice, onde as esferas compartilham atividades e ações, agindo de forma integrada, mas também permanecendo com as suas funções independentes (ETZKOWITZ, 2013).

Para Leydesdorff e Etzkowitz (1998), é crucial que os atores mantenham as suas atividades base ao mesmo tempo em que assumam atividades das outras esferas. Os resultados das atividades internas afetam a participação das entidades na hélice tríplice e no resultado dessa relação. O estudo realizado por Robin & Schubert (2013) comprova que

atributos institucionais das empresas nos países do BRICs e também as condições de governança impactam na tendência para a inovação tecnológica.

Etzkowitz (2013) ainda caracteriza a participação da universidade, da indústria e do governo como mostra o Quadro 2:

Quadro 2 – Papeis dos agentes na Hélice Tríplice

Agente	Caracterização
Universidade	É uma universidade empreendedora que caminha na direção da comercialização das pesquisas e pode ser percebida tanto como parceira quanto concorrente da indústria. Ela deve ter autonomia suficiente ao nível de possuir o poder de decisão a respeito de suas orientações estratégicas e realiza junto às outras esferas o desenvolvimento de projetos que visam a evolução econômica e social. Fundamentada pelo "conhecimento" oriundo das atividades de ensino e pesquisa, a universidade fomenta o empreendedorismo cooperando para a formação de empresas, incubações, parques tecnológicos e transferência de tecnologia, capitalizando assim o conhecimento. Num fluxo de mão dupla, a universidade importa diferentes problemas da sociedade que são estudados a fim de buscar uma solução, e em contrapartida exporta tecnologias provenientes da pesquisa que são depositadas em forma de patentes ou do licenciamento de propriedade intelectual.
Indústria	A formação de empresas bem como a busca pelo desenvolvimento de novos produtos e serviços as têm levado a transferirem ou criarem unidades (filiais) dentro das universidades, em parques tecnológicos, incubadoras e outras ações empreendedoras fazendo surgir um novo modo de produção baseado na pesquisa acadêmica e as relações da hélice tríplice. A colaboração do corpo docente em empresas tem aumentado a credibilidade dessas com relação à pesquisa e mercado, possibilitando a obtenção de recursos para o desenvolvimento da tecnologia avançada. Junto a isso ainda há o incentivo de programas governamentais como aqueles que oferecem recursos para a abertura de empresas. A relação entre universidade e indústria conta com a participação do governo e tem gerado um sistema de inovação com foco em empresas.
Governo	O estado atua no sentido de moldar as iniciativas de inovação junto a universidade e a empresa, devendo ser a principal fonte de políticas públicas que geralmente incentivam parcerias entre empresas e laboratórios universitários e governamentais de inovação com o objetivo de alcançar o desenvolvimento econômico e social pautado pelo conhecimento. O estímulo do governo tem sido através de programas que incentivam as empresas orientadas ao mercado a aplicarem pesquisas para a melhoria de seus produtos, bem como fazer com que as empresas orientadas a pesquisa busquem o mercado para a aplicação de seus resultados. Dessa maneira, há formação de colaboradores que possuem conhecimento em ambos os aspectos empresariais e intelectual de pesquisa, colaborando mais intensamente para o desenvolvimento empresarial. Os fatores humanos, materiais e organizacionais são definidos como primordiais para a formação da empresa fundamentada pelo conhecimento. Na hélice tríplice, há uma cooperação entre o governo, a indústria e a universidade que permite que a nova forma de autoridade e legitimação surja tanto de baixo quanto de cima.

Fonte: Adaptado de Etzkowitz, 2013.

### 3. Metodologia

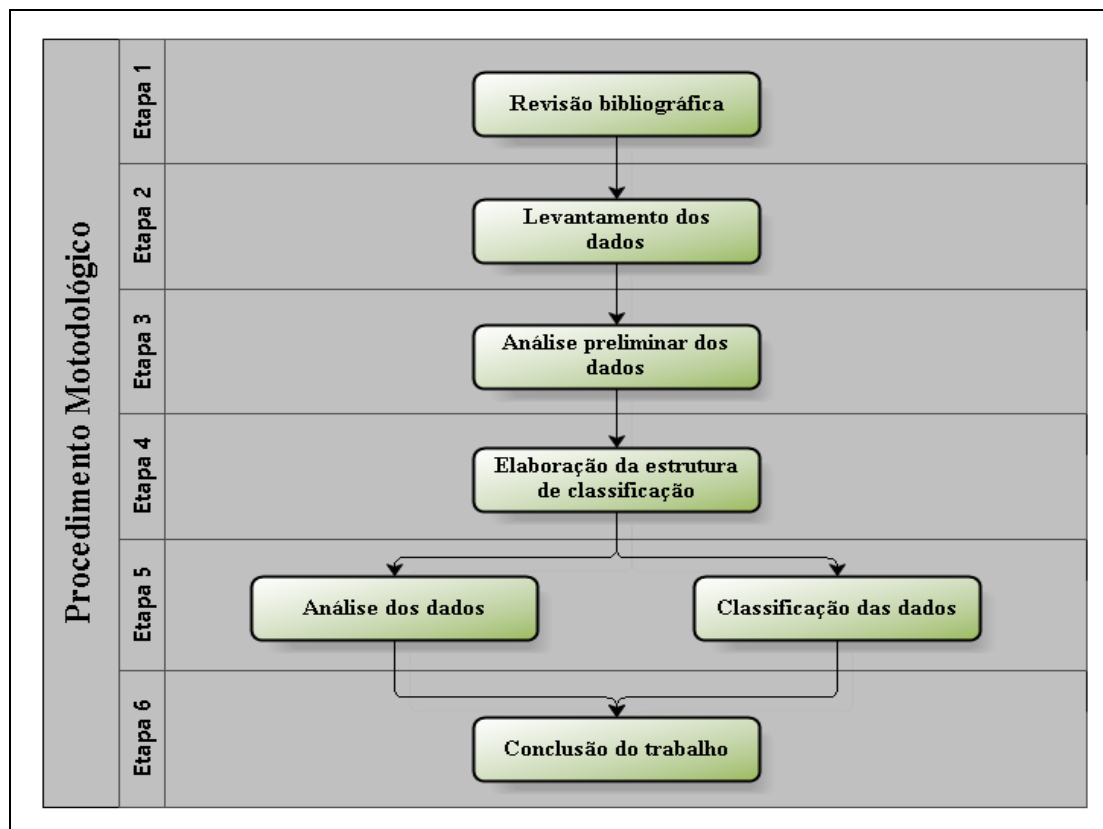
A pesquisa é, para Minayo (1993), uma busca de aproximação sucessiva da realidade que estrutura um efetivo arranjo entre teoria e dados, com o propósito de responder a problemas estabelecidos Gil (2007). Para Silva e Menezes (2005), a classificação de uma

pesquisa é realizada mediante a avaliação de quatro critérios: a natureza de pesquisa, a forma de abordagem do problema, os objetivos e os procedimentos técnicos.

Esse trabalho apresenta uma natureza aplicada, já que visa gerar conhecimentos que possam ser aplicados a problemas específicos. A pesquisa é qualitativa porque utiliza dados históricos que são quantificáveis e que estão sendo traduzidos em informações através de análises. O fato do problema de pesquisa ser abordado de maneira a torna-lo mais familiar para diversas partes interessadas faz com que a pesquisa seja exploratória. Finalmente, quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa é definida com uma pesquisa bibliográfica e documental, uma vez que é baseada em materiais já publicados. Trata-se ainda de um estudo de caso porque são realizados intensos e profundos estudos a respeito do objeto.

O projeto será realizado de acordo com os conceitos relacionados inovação, tecnologia disruptiva e hélice tríplice aplicados à realidade das patentes depositadas pela UnB. Para a execução, as seguintes etapas apresentadas na Figura 5 serão seguidas.

Figura 5 – Procedimento metodológico

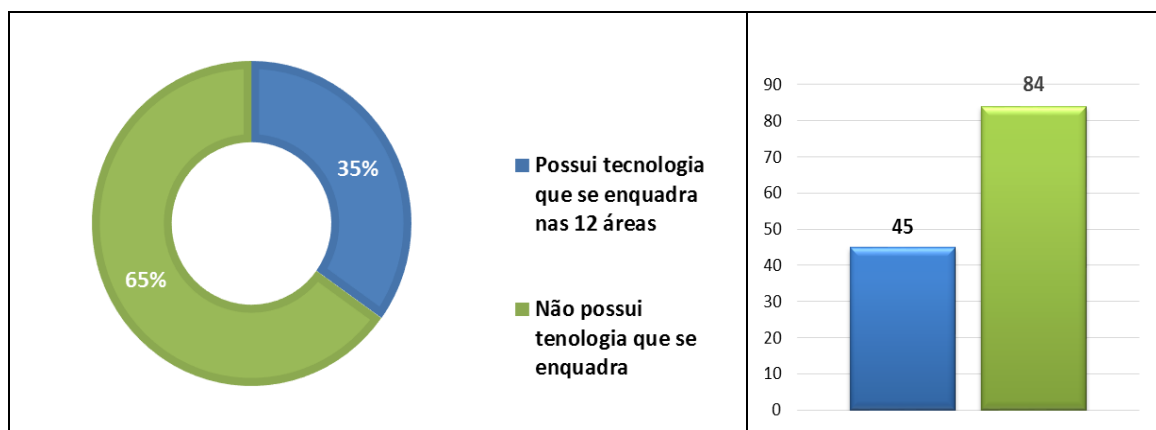


Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

#### 4. Resultados

Das 129 patentes analisadas, 45 possuem grande potencial para disrupção, como é mostrado na Figura 6. Este número é consideravelmente alto, quando se leva em consideração a extensa variedade de tecnologias e áreas tecnológicas que são desenvolvidas anualmente. Por exemplo a pesquisa que levou Manyika et al. (2013) a chegar nas 12 áreas tecnológicas contou inicialmente com mais de 100 áreas.

Figura 6- Classificação de patentes com/sem tecnologia com potencial para disrupção patentes com/sem tecnologia

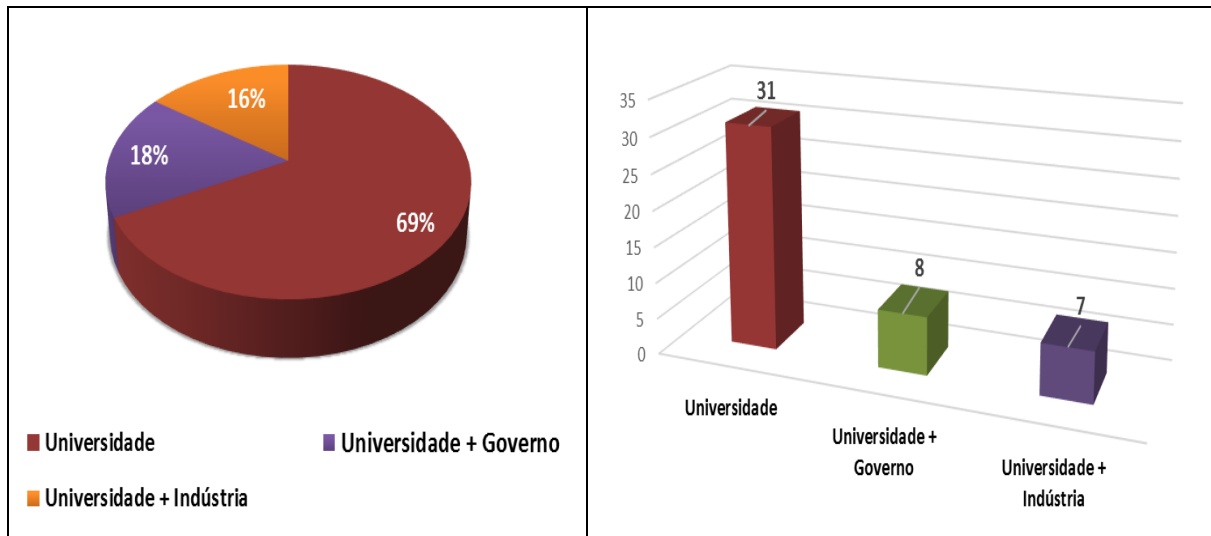


Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

- Relação patente com tecnologia potencial para disrupção x hélice tríplice

Como mostra a Figura 7, das 45 patentes que possuem tecnologia com potencial para disrupção, 69% foram desenvolvidas apenas pela Universidade (30 patentes). Esse resultado confirma a teoria da hélice tríplice, onde a universidade é a principal fonte de conhecimento. O modelo *laissez-faire* definido por Etzkowitz (2013) na forma de interações bilaterais (universidade + governo) foi o segundo maior responsável pelo desenvolvimento tecnológico potencial, consistindo em 18% das patentes (8 patentes), seguido da relação bilateral do mesmo modelo porém entre universidade + indústria, que foi responsável pelo desenvolvimento dos 16% de patentes restante.

Figura 7 - Patentes com tecnologia potencial para disrupção x hélice tríplice



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

A relação de hélice tríplice unilateral Governo ou Universidade, bem como a relação do modelo *laissez-faire* bilateral entre esses dois atores não é possível de ser encontrada nas patentes analisadas. Isso se dá porque o CDT/UnB, escritório de patentes da UnB, atende apenas a patentes proveniente das pesquisas que envolvam a UnB como desenvolvedor, ou seja, o CDT/UnB só atua redigindo e solicitando a proteção de patentes cuja invenção seja desenvolvida com o envolvimento da universidade. Tudo isso limitando a análise aos detentores da patente.

Isso aponta para a fraca evolução do modelo de hélice tríplice no desenvolvimento de tecnologias com maior potencial para disrupção, visto que mais de metade das patentes foram desenvolvidas sem o relacionamento entre pelo menos dois dos três agentes que deveriam trabalhar em parceria. Este resultado está também alinhado com o que foi encontrado por Amandei e Torkomian (2009) em sua pesquisa realizada em algumas universidades públicas paulistas. Estes verificaram que em 80% das patentes depositadas pelas universidades, as próprias universidades são as únicas titulares da invenção, ou seja, em apenas 20% há o envolvimento de um outro ator, seja ele o governo ou a indústria.

- Desenvolvimento das 12 áreas com maior potencial para disrupção e hélice tríplice

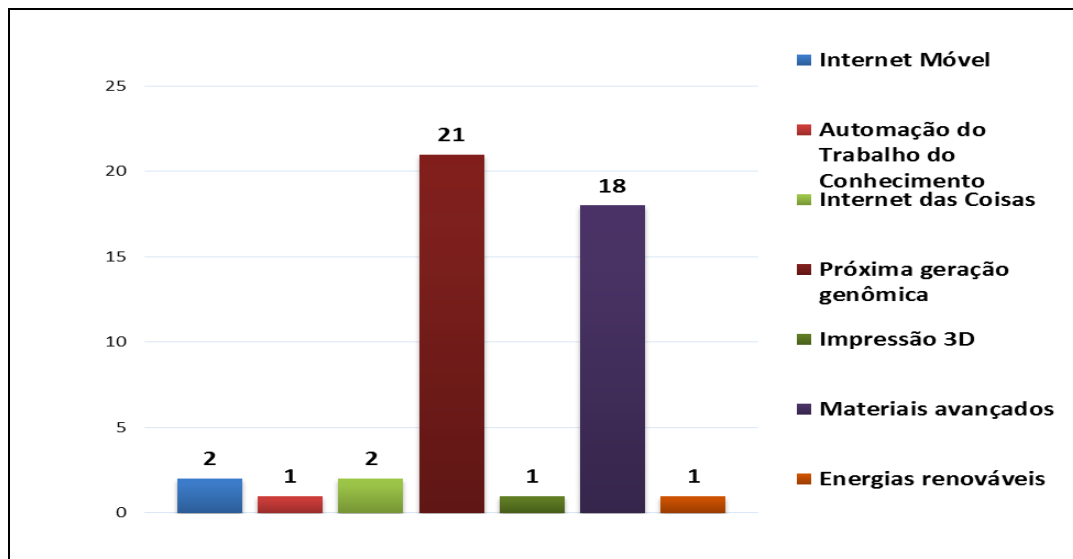
A classificação das 45 patentes com tecnologia para disrupção dentro das 12 áreas tecnológicas com maior potencial para disrupção é mostrada pela Figuras 8. Esta mostra que as tecnologias presentes nas classificadas como potenciais para disrupção atendem a apenas sete das doze áreas aqui trabalhadas. Isso significa que durante o período de 2006 a 2016, pouco menos da metade das áreas tecnológicas com maior potencial para disrupção ou não foram desenvolvidas de maneira alguma, ou não foram desenvolvidas o suficiente para gerar invenções ou produzir melhorias funcionais em produtos existentes passíveis de proteção por patente.

Dentre as doze áreas tecnológicas com maior potencial para disrupção até o ano de 2025, a área Próxima geração genômica foi a mais atendida pelas patentes depositadas pela UnB, estando presente em 21 patentes. Logo após a Próxima Geração Genômica encontra-se a área tecnológica Materiais avançados, com um total de presença em 18 patentes. Juntas equivalem a 86% das 45 patentes.

Os demais 14% das tecnologias presentes nas patentes cobrem outras cinco áreas tecnológicas com maior potencial para disrupção: empatadas no terceiro lugar com 4%, ou um total duas patentes em cada área, estão a Internet Móvel e a Internet das coisas; as áreas Automação do Trabalho do Conhecimento, Impressão 3D e Energias renováveis estão empatadas em 4º lugar, onde cada uma equivale a 2% do total de patentes com tecnologia potencial, ou seja, cada área tecnológica possui desenvolvimento ou utilização em apenas uma das 45 patentes. As áreas de Robôs Avançados, Tecnologia de Nuvem, Veículos Autônomos, Armazenamento de Energia e Exploração e Recuperação Avançada de Óleo e Gás não foram contempladas em nenhuma das 45 patentes.

Figura 8 - Quantidade de patentes que contemplam cada área tecnológica





Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

A participação do modelo proposto pela hélice tríplice dentro das sete áreas potencialmente disruptivas contempladas pelas patentes foi analisada individualmente dentro de cada uma dessas áreas. O objetivo principal desse aprofundamento é verificar se houve alguma relação entre os modelos de hélice tríplice e o grau de desenvolvimento das áreas, como por exemplo, se uma área mais bem desenvolvida possui a participação de mais agentes da hélice tríplice do que uma área menos desenvolvida, ou vice versa. Os resultados dessa investigação seguem.

- Internet Móvel, Automação do Trabalho do Conhecimento, Internet das Coisas, Impressão 3D e Energias Renováveis

As áreas tecnológicas de Internet Móvel, Automação do Trabalho do Conhecimento, Internet das Coisas, Impressão 3D e Energias Renováveis também contaram com um desenvolvimento baixo para o caso estudado (Quadro 3). É possível observar que apenas a área Internet Móvel teve em seu desenvolvimento um relacionamento bilateral (para apenas uma de suas duas patentes) entre universidade e indústria. O grande responsável pelo desenvolvimento das demais áreas foi a universidade.

Isso demonstra que o governo e a indústria não têm participação no desenvolvimento dessas áreas, prevalecendo então o modelo estatista da hélice tríplice.

Quadro 3 – Informações de desenvolvimento das áreas

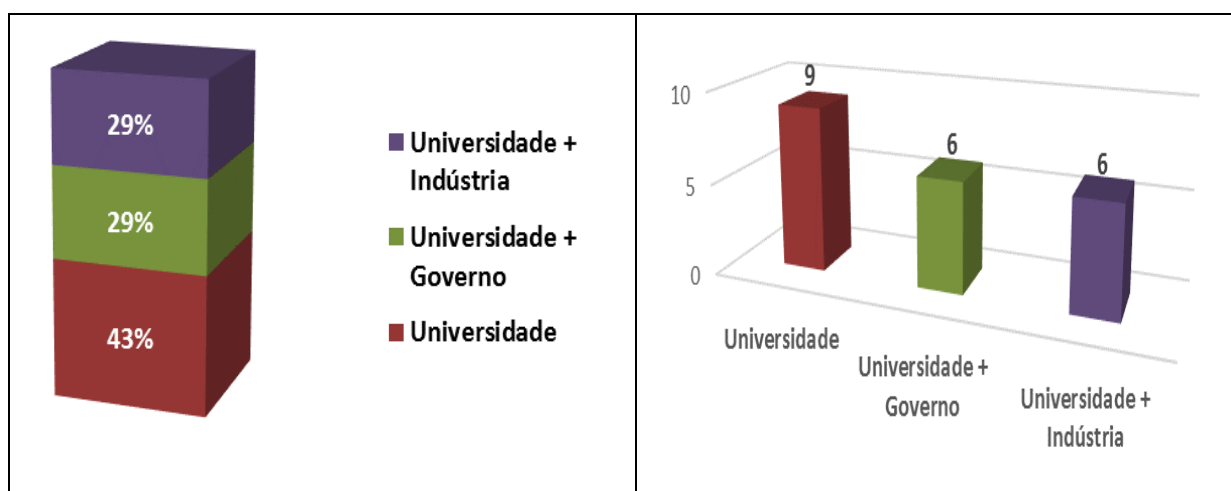
Área tecnológica	Quantidade de patentes	Agente da Hélice Tríplice
Internet Móvel	2	1 Universidade; 1 Universidade + Indústria
Automação do Trabalho do Conhecimento	1	Universidade
Internet das Coisas	2	Universidade
Impressão 3D	1	Universidade
Energias Renováveis	1	Universidade

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

- Próxima Geração Genômica

Além de ser a área tecnológica mais bem desenvolvida nessa pesquisa, a Figura 9 mostra também resultados importantes quanto aos conceitos de hélice tríplice. Nota-se que as invenções que foram desenvolvidas nessa área tiveram maior participação (a ponto de se tornarem detentores da patente) dos agentes externos à universidade do que nas outras doze áreas. Um total de 43% das 21 patentes que se encaixam nessa área tecnológica foram desenvolvidas na relação unilateral da hélice tríplice, tendo como desenvolvedor apenas a universidade. Todavia, 57% das patentes contaram com a participação bilateral da hélice tríplice, onde seis patentes foram desenvolvidas com a participação entre universidade + governo e outras seis patentes tiveram a universidade + indústria.

Figura 9 - Relação Hélice Tríplice no desenvolvimento das patentes em Próxima Geração Genômica



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

O cruzamento dos dados dessa área com o que foi encontrado nas outras 11 áreas tecnológicas dá insumo para acreditar que apesar de a universidade ter sido a única responsável pelo desenvolvimento da maioria das invenções que se encaixam nessa área

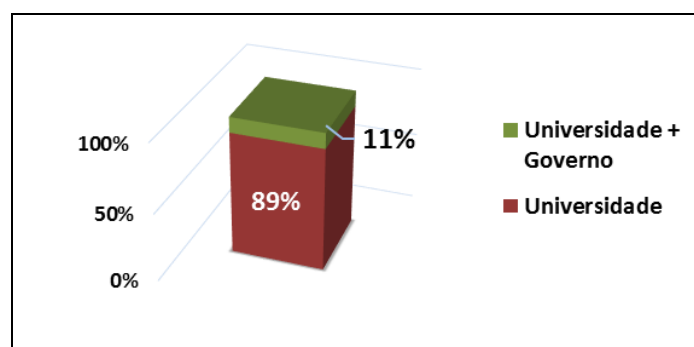
(nove invenções), a presença do modelo *laissez-faire* pode ser um importante fator que atribui força ao progresso desse tipo de tecnologia com potencial para disrupção. Isso porque as duas relações bilaterais (universidade + governo e universidade + indústria) juntas correspondem ao desenvolvimento de mais de metade dessas patentes, que corresponde a um total de 12 patentes.

Em conjunto com os demais resultados de hélice tríplice das outras 11 áreas, essa informação sustenta a inferência de que a presença de pelo menos dois agentes da hélice tríplice é uma variável bastante importante no desenvolvimento de tecnologias com maior potencial para disrupção, e por consequência, para o aumento da probabilidade do nascimento da inovação disruptiva como apontado por Etzkowitz (2013).

- **Materiais Avançados**

Na relação de hélice tríplice mostrada na Figura 10, 89% das 18 invenções com tecnologia nessa área foram desenvolvidas unicamente pela universidade, ou seja, 16 patentes têm apenas a relação unilateral de desenvolvimento. Os demais 11% das invenções foram desenvolvidas com apoio da relação bilateral entre universidade e governo.

Figura 10 - Relação Hélice Tríplice no desenvolvimento das patentes em Materiais Avançados



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

Por ser a segunda área tecnológica mais bem desenvolvida, o resultado de hélice tríplice desta área não está alinhado com o que foi encontrado em hélice tríplice na área de Próxima Geração Genômica. Verificou-se que na área de Próxima Geração Genômica houve maior presença das relações bilaterais como detentores das patentes (mais de 50%), e isso sugere que essa maior presença do modelo *laissez-faire* pode ter sido o motivo de a área ser a mais bem desenvolvida no período analisado.

Todavia, para a área de Materiais Avançados (segunda mais bem desenvolvida), o resultado é totalmente diferente, pois apenas 11% das patentes possuem como detentor agentes de uma relação bilateral. Portanto, não é possível afirmar com propriedade que as relações de hélice tríplice são fatores que atribuem maior força para o desenvolvimento dessa tecnologia.

## 5. Considerações finais

Das 129 patentes analisadas, 45 delas possuem alguma tecnologia que se enquadra em pelo menos uma das doze áreas tecnológicas com maior potencial disruptivo investigadas nesse projeto.

O resultado geral de hélice tríplice apontou que o modelo estatista é quem predomina no desenvolvimento desse tipo de tecnologia, onde o responsável geral por avanços disruptivos protegidos pela Universidade de Brasília tem sido em singularidade a própria universidade. Há uma baixa participação do governo e da indústria nos resultados da produção de tecnologias com maior potencial para disrupção.

Quanto aos resultados individuais de participação dos agentes da hélice tríplice dentro de cada área desenvolvidas pelas patentes, verificou-se que a área tecnológica mais desenvolvida foi também a área onde a participação das relações bilaterais propostas pelo modelo *laissez-faire* foi mais intensa, com participação direta de mais de um agente na patente em si. Apesar disso, a segunda área tecnológica mais bem desenvolvida, assim como as áreas menos desenvolvidas configuraram o modelo estatista na relação unilateral da universidade comprovando que de fato o modelo de hélice tríplice de interação entre seus agentes é ainda muito fraco no desenvolvimento disruptivo no órgão estudado.

## REFERÊNCIAS

AMADEI, J. R. P.; TORKOMIAN, A. L. V. As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas. *Ciência da Informação*, v. 38, n. 2, p. 9-18, 2009.

BESSANT, J.; TIDD, J. *Inovação e empreendedorismo: administração*. Bookman Editora, 2009.

CHRISTENSEN, C. M. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause great Firms to Fail*. Boston: HBS Press, 1997.

CHRISTENSEN, C. M.; RAYNOR, M.; MCDONAL, R. What Is Disruptive Innovation? *Harvard Business Review*, v. 93, n. 12, p. 44-53, 2015.

DANNEELS, E. Disruptive technology reconsidered: A critique and research agenda. *Journal of Product Innovation Management*, v. 21, n. 4, p. 246–258, 2004.

ETZKOWITZ, H. Hélice tríplice: universidade-indústria-governo: inovação em movimento. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2013.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 4 ed., 2007.

KEMENY, T.; OSMAN, T. The wider impacts of high-technology employment: Evidence from U.S. cities. *Research Policy*, n. April, p. 0–1, 2018.

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. The triple helix as a model for innovation studies. *Science and public policy*, v. 25, n. 3, p. 195–203, 1998.

MANYIKA, J. et al. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. McKinsey Global Institute, n. May, p. 163, 2013.

MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento. São Paulo: Hucitec, 1993.

ROBIN, S.; SCHUBERT, T. Cooperation with public research institutions and success in innovation: Evidence from France and Germany. *Research Policy*, v. 42, n. 1, p. 149–166, 2013.

ROTOLO, D.; HICKS, D.; MARTIN, B. R. What is an emerging technology? *Research Policy*, v. 44, n. 10, p. 1827–1843, 2015.

ROZENFELD, H. et. Al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SCHUMPETER, J. A. The theory of economic development. New York: McGraw Hill, 1911.

SCHUMPETER, J.A.. Capitalism, Socialism and Democracy. London: Allen & Unwin, 1942.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Florianópolis. 2005.

TAALBI, J. What drives innovation? Evidence from economic history. *Research Policy*, v. 46, n. 8, p. 1437–1453, 2017.

TIDD, J.; BESSANT, J. Gestão da inovação-5. Bookman Editora, 2015.