

INOVAÇÃO EM TEMPO DE PANDEMIA E AMEAÇA À VIDA: O CASO DO “CAPACETE ELMO”

NATHALIA COSTA

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA (UNIFOR)

VASCO FURTADO

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA (UNIFOR)

JOSÉ EDNILSON DE OLIVEIRA CABRAL

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA (UNIFOR)

JORGE SOARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

TARCISIO HAROLDO CAVALCANTE PEQUENO

Agradecimento à órgão de fomento:

Os autores agradecem à Fundação Edson Queiroz, a FUNCAP e a Esmaltec todo o apoio no desenvolvimento do Elmo e a este estudo.

INOVAÇÃO EM TEMPO DE PANDEMIA E AMEAÇA À VIDA: O CASO DO “CAPACETE ELMO”

1. INTRODUÇÃO

Apesar de estar sistematicamente subindo degraus no ranking dos países que mais produzem publicações científicas no mundo, o Brasil está na 62ª posição do Índice Global de Inovação (IGI) de 2020, ranking que abrange 131 países (Dutta *et al.*, 2020). A baixa produção de inovações relaciona-se com fatores importantes, a exemplos:

- Pouco investimento, tanto público como privado, em pesquisa e inovação;
- Produção científica desconectada das necessidades do mercado;
- Estruturas compartimentalizadas de produção de conhecimento que dificultam a produção de inovações que envolvam *multi-expertise*;
- Desenvolvimento de produtos e processos com prazos excessivamente longos do que levam a perda do *timing* para a inovação;
- Desenvolvimento de produtos e processos sem considerar fatores socioeconômicos essenciais ao sucesso da inovação;
- Pouca estrutura das empresas para incorporar a inovação na produção;
- Meio empresarial com cultura de compra de tecnologia ao invés de produção de soluções próprias.

Como forma de minimizar as barreiras e reunir facilitadores, mecanismos de fomento à inovação têm crescentemente sido disponibilizados no País como editais de subvenção econômica com recurso público, incubadoras e aceleradoras tanto no setor público como privado e inovação aberta (BERKHOUT, 2006). A eficácia desses modelos é objeto constante de avaliação, mas alguns estudos (TANAKA, 2018; MARZANO, 2011) mostram que eles ainda não foram capazes de provocar impacto significativo na realidade atual.

Assim, a identificação dos processos de inovação dos casos de sucesso é valiosa para a compreensão dos fatores desse sucesso e pode tanto iluminar o caminho para o desenvolvimento de outras inovações como novas formas de fomento. Neste artigo, o objetivo principal é a descrição do processo de desenvolvimento de uma inovação que ocorreu no contexto da pandemia da Covid-19: o capacete Elmo. Será avaliado como o contexto pandêmico fez nascer uma rede solidária de atores com o objetivo comum de apoiar a sociedade e “salvar vidas”, o que foi essencial para criar as condições adequadas para o desenvolvimento de uma inovação de sucesso. O Elmo é um equipamento de apoio a respiração não-invasiva resultado de um processo criativo multi-institucional. Ele se constituiu como alternativa, durante a urgência sanitária, a respiradores mecânicos de custo alto e com disponibilidade na crise bem inferior à necessária, na infraestrutura hospitalar no Estado do Ceará.

Em cerca de nove meses, o Elmo foi concebido, desenhado, produzido, comercializado e passou a ser usado por pacientes de hospitais de todo o Estado do Ceará e mesmo de outros estados brasileiros. Até essa data, mais de 10.000 elmos já foram produzidos. Relatos de pacientes, fisioterapeutas e trabalhos científicos na área médica (HOLANDA; PINHEIRO, 2020; HOLANDA, 2021) evidenciam o sucesso do produto (G1 Ceará, 2021; Diário do Nordeste, 2021). Cerca de 60% dos pacientes que usam o capacete não precisam ser intubados. Em um cenário onde a taxa de mortalidade de pacientes intubados é maior que 50%, a efetividade desse novo produto é indiscutível, fator importante para o sucesso comercial do equipamento.

Para alcance do objetivo deste artigo, definiu-se um quadro conceitual que descreve os fatores críticos de sucesso de um projeto de inovação. A partir desse quadro conceitual definiu-se o conceito de *Arranjo Produtivo da Inovação* (API), fundamento para comparar diferentes modelos de fomento à inovação e medir o quanto eles promovem APIs.

Além dessa introdução, o artigo se estrutura da seguinte forma. Na seção 2, é apresentado o referencial teórico. Na seção 3, apresenta-se a metodologia do estudo. Na seção 4, descreve-se o projeto Elmo, seu contexto de aparecimento, os atores envolvidos, as fases de desenvolvimento, produção e comercialização. Na seção 5, é feita, primeiramente, sob a luz da literatura científica, uma síntese dos principais fatores de sucesso do empreendimento. E num segundo momento, faz-se a análise sob o ponto de vista dos empreendedores envolvidos no projeto com o intuito de identificar o sentimento dos sujeitos de pesquisa quanto à importância relativa de cada um desses fatores e o quanto a percepção deles agrega e corresponde ao modelo teórico. Por fim, a partir dos principais modelos de fomento à inovação existentes no País, identificam-se as características desses modelos evidenciadas no Elmo e a relação com o conceito de Arranjo Produtivo da Inovação. As considerações finais e sugestões de estudos futuros são descritas ao final.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão abordados os conceitos de inovação, processos de inovação, formação de ecossistemas e redes, além dos fatores facilitadores e dificultadores do processo de inovação destacados na literatura, bem como a descrição dos antecedentes e o conceito de arranjos produtivos locais - elementos que fundamentam o estudo do caso Elmo.

2.1 Inovação e Processo de Inovação

A inovação é uma prática que objetiva tornar a vida das pessoas mais confortável, tornando-se importante não somente para o bem-estar da humanidade, mas também para garantir a sobrevivência das pessoas, das instituições, das organizações e até mesmo das nações e civilizações (MEISSNER; KOTSEMIR, 2016). A inovação não se trata de um resultado, mas sim de um processo e um fluxo de atividades tomadas para resolver um problema conhecido ou mesmo desconhecido, a partir da associação de conhecimento já existente e novos conhecimentos, com a finalidade de superar um desafio e gerar uma solução (MEISSNER; KOTSEMIR, 2016).

Schumpeter (1912) propôs cinco tipos de inovação: introdução de novos produtos, introdução de novos métodos de produção, abertura de novos mercados, desenvolvimento de novas fontes de abastecimento de matéria-prima e criação de novas estruturas de mercado em uma indústria. Para ele, “inovação não precisa necessariamente surgir de novas descobertas científicas, mas pode ser a combinação de tecnologias já existentes ou suas aplicações em um novo contexto (...) **A inovação é, portanto, uma espécie de ato criativo em economia, exigindo uma atitude do negócio** (IŽLAVSKÝ, 2013, p.2, grifo do autor)”. Com base na interpretação dos conceitos Schumpeterianos, a inovação precisa ter impactos técnicos e econômicos, ou seja, transformações nos processos de produção e mudanças de paradigmas no setor tecnológico e econômico.

Rothwell (1994), identificou que o desenvolvimento dos processos de inovação poderia ser descrito a partir de cinco gerações: modelo de tecnologia “push” (primeira geração), modelo de atração de mercado (segunda geração), modelo interativo, acoplando pesquisa e desenvolvimento e marketing (terceira geração), modelo de processos de negócios integrados (quarta geração) e sistema de integração e modelo de rede (quinta geração).

Inspirado pelas gerações no modelo de Rothwell, Izlavsky (2013) sugere que o processo de inovação compreende seis fases: A fase 1, linha de partida do processo de inovação, é baseada no estudo dos ambientes interno e externo da empresa, impulsionada por uma pressão competitiva do mercado e o esforço da empresa em inventar algo novo. A fase 2, carregada de pesquisa e desenvolvimento, envolve a existência de diferentes estágios de desenvolvimento de protótipos, incluindo teste de viabilidade, até a versão final do produto. A fase 3 engloba a pré-produção e a produção. É a fase na qual o conhecimento é aplicado ao produto final inovador, sendo uma das mais longas e caras de todo o processo de inovação. A fase 4 envolve o lançamento da inovação no mercado, além da gestão da sua aceitação inicial e da sustentação dessa aceitação ao longo do ciclo de vida do produto, a partir de muita coleta de dados vindos do próprio mercado. A fase 5 é marcada pelo conflito entre crescimento econômico, proteção ambiental e conservação dos recursos naturais, tornando as empresas mais conscientes de suas responsabilidades pela preservação do meio ambiente. A fase 6 é do feedback da aprendizagem, na qual se analisa, reflete e revisa o comportamento da inovação no mercado, para entender o sucesso ou o fracasso da inovação. É a fase de aprendizagem, no sentido de construir conhecimento sobre qualquer experiência adquirida, e de desaprendizagem, ou seja, esquecer ideias antigas.

Meissner & Kotsemir (2016), por sua vez, apontam e descrevem a evolução dos modelos dos processos de inovação em seis gerações, com base nos conceitos desenvolvidos por Marinova-Phillimore (2003), destacando-se a visão mais recente de que a inovação atinge todos os setores, seja de empresas pequenas, grandes, públicas e privadas; gera impactos socioeconômicos; e tem seus efeitos no meio inter-organizacional. No modelo de ambiente de inovação (sexta geração), a ênfase está na formação de clusters para geração do conhecimento, ou seja, nas relações territoriais ativas, envolvendo diversos atores inter-firmas e caracterizada por um processo dinâmico de desenvolvimento do conhecimento dentro da comunidade e de aprendizagem por parte das empresas (MEISSNER; KOTSEMIR, 2016). “Atualmente, o pensamento predominante é que a inovação é o resultado de múltiplos relacionamentos de diferentes entidades e organizações no paradigma de inovação aberta” (MEISSNER; KOTSEMIR, 2016, p. 11) e de redes.

2.2 Ecossistemas e Redes de Inovação

De acordo com Granstand e Holgersson (2020), ecossistemas de inovação, um conceito que tem se popularizado nos últimos anos, podem ser compreendidos como “um conjunto em evolução de atores, atividades e artefatos, instituições e relações, complementares e substitutas, que são importantes para o desempenho inovador de um ator ou de uma população de atores (p.3). Para esses autores, os artefatos referem-se a produtos e serviços tangíveis, recursos intangíveis, recursos tecnológicos e não tecnológicos. Compreende uma rede de atores atuando colaborativamente (complementar) e competitivamente (substituto) com ou sem uma empresa focal. Para Autio e Thomas (2014), “ecossistemas” é um conceito atraente por descrever as interações e interligações entre várias organizações para realização de um propósito.

Para Alekseevna (2014), por volta do final dos anos 1980, como forma de manter a competitividade e a permanência no mercado, as organizações começaram a implementar parcerias em rede:

Aumentou o número de alianças estratégicas. A alta direção de grandes empresas voltou-se para o desenvolvimento de estratégias globais visando a redução do tempo necessário para o desenvolvimento de novos produtos e melhoria da qualidade. O desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação aumentou a intensidade da troca de informações. (ALEKSEEVNA, 2014, p.121)

Nos anos de 1990, complementa o autor, essa competitividade aumenta juntamente com a necessidade de as organizações aumentarem qualidade e produtividade, bem como reduzirem o tempo de criação de novos produtos. Controlar a velocidade do processo de desenvolvimento de um novo produto tornou-se habilidade fundamental, como forma de evitar perdas de lucro. “As estratégias das empresas adquiriram um caráter abrangente e global, reunindo diferentes tipos de estratégias: tecnológica, em rede, entrada avançada no mercado, produção” (ALEKSEEVNA, 2014, p.121). A autora destaca que nessa época diversos modelos de processo de inovação surgiram, a exemplo do modelo “funil” de S. Wheelwright e K. Clark, o modelo “Stage-Gate” de R. Cooper, e modelos de networking e integração de sistema de R. Roswell.

Essa interatividade e coletividade refletem o fato de que os processos de negócios estão cruzando as fronteiras tradicionais das empresas levando-as a estabelecer alianças com outros setores industriais - comportamento que está moldando o processo de inovação na atualidade. Estes modelos caracterizam-se por fortalecimento de parcerias (inovação aberta); interação entre ciência e negócios; cruzamento de conhecimento sobre tecnologias emergentes e mercados emergentes; gerenciamento do processo e da formação das redes de inovação; e destaque no empreendedorismo (BERKHOUT *et al.*, 2006). Em seu estudo, Berkhout et al (2006) apresentam o Modelo Cíclico de Inovação (CIM) representado por um círculo contendo quatro “nós de mudança” (exploração científica, pesquisa tecnológica, desenvolvimento de produtos e transições de mercado) e conectados por quatro “ciclos de mudança”.

Os referidos modelos incorporam os principais componentes – Instituições, atores, atividades e artefatos - na definição de ecossistemas de Granstand e Holgersson (2020), conforme Figura 1.

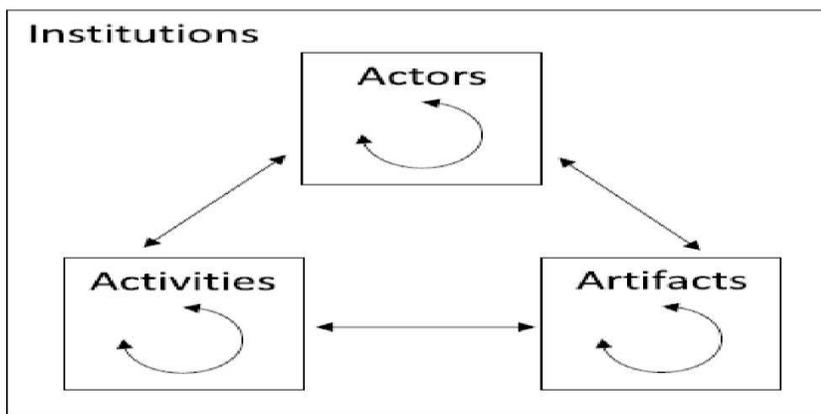


Figura 1. Componentes de um ecossistema de inovação

Fonte: Granstand e Holgersson (2020)

Atores, artefatos e atividades foram definidos anteriormente e instituições são definidas pelas “regras do jogo”. Esse modelo inspirou o estudo do caso Elmo neste trabalho. Além da análise desses componentes, também se avaliam os facilitadores e dificultadores do processo da inovação, revisados a seguir, bem como da formação do arranjo para a inovação, revisado no item 2.4.

2.3 Facilitadores e Dificultadores do Processo de Inovação

Em seu estudo com empresas de biotecnologia na Austrália, Bernstein & Singh (2006) distinguem quatro estágios do processo de inovação: geração de ideia, apoio à inovação, desenvolvimento da inovação e implementação de inovação – apontados pelos sujeitos de pesquisa como fatores de sucesso de inovação de seus produtos. Em seguida, relacionam tais

estágios de inovação a quatro construtos organizacionais que parecem contribuir para resultados bem-sucedidos de inovação, que são: gestão, comunicação, estrutura e controle – cujos papéis se modificam a depender da progressão da inovação.

Dentre os achados da pesquisa de Bernstein & Singh (2006), destaque para o fato de que a natureza da gestão facilita o processo de inovação, sendo o estilo participativo fundamental para os estágios iniciais, com ênfase para a interatividade da equipe e recompensas pela geração de ideias. Porém, à medida que a inovação avança para estágios finais, o estilo de gestão se torna mais formal e com ênfase em aspectos de natureza administrativa. Do ponto de vista de comunicação, a ligação entre o gerador da ideia e seu gerente é importante para obter apoio e garantir os recursos organizacionais para a ideia seguir adiante. Envolver setores diversos da organização na geração de ideias também é primordial, segundo o estudo. Contudo, ao passo que o processo de inovação evolui, torna-se importante a comunicação formal. Já no quesito estrutura, esta tem pouco impacto no estágio inicial do processo de inovação, com hierarquia relativamente plana, focada mais nos indivíduos. Mas no avançar das etapas, a estrutura passa a assumir papel central, sendo fundamental para minimizar as dificuldades de comunicação e também fornecer status de independência, formalidade e reconhecimento para as equipes de inovação. Finalmente, na análise sobre o controle, a pesquisa apontou a existência de critérios bem definidos utilizados pela gestão para controlar os estágios de inovação, mesclando um sistema mais flexível na fase de geração de ideias com uma estrutura mais rígida na fase de desenvolvimento da inovação, incluindo sensibilidade para averiguar as necessidades do mercado e o potencial de aceitação dos produtos no mercado antes do investimento dos recursos (BERNSTEIN; SINGH, 2006).

Em contraponto, Berkhout *et al.* (2006) apontam dois obstáculos expressivos para o desenvolvimento do ciclo de mudança que leva à inovação: o “isolamento científico”, devido a uma barreira entre a ciência e a comunidade industrial; e a “arrogância técnica”, por causa de uma barreira entre a engenharia e a utilização de suas funções técnicas. E apontam as instituições como promotoras desses obstáculos. “Em uma sociedade estática, as instituições tradicionais são as principais barreiras na criação de valor no círculo de mudança, geralmente devido a uma cultura e estrutura internas desatualizadas” (BERKHOUT *et al.*, 2006).

Souza & Bruno-Faria (2013) classificam a inovação como “um processo complexo, dinâmico, caracterizado por interações coletivas e grau de incerteza, que pode ou não ser bem-sucedido devido a implicações de fatores os quais o facilitam ou o dificultam, merecendo atenção daqueles que buscam gerenciar o processo de inovação” (SOUZA; DE FÁTIMA BRUNO-FARIA, 2013, p. 113). A partir de estudo com organizações brasileiras, os autores apresentam dez facilitadores e doze fatores dificultadores do processo de inovação dentro das organizações e concluem que estes interagem entre si, minimizando ou reforçando o processo de inovação (SOUZA; DE FÁTIMA BRUNO-FARIA, 2013).

Os fatores facilitadores são: apoio da alta administração, apoio da gerência de nível médio, apoio de grupos de trabalho e colaboradores, diversidade de competências do grupo responsável pela implementação da inovação, divulgação de informações acerca da inovação, estratégias para incorporação da inovação às rotinas organizacionais, participação de colaboradores provenientes do meio externo, planejamento de ações necessárias à implementação, reconhecimento do valor e da necessidade da inovação, perspectiva sistêmica da inovação e de interações entre unidades organizacionais (SOUZA; DE FÁTIMA BRUNO-FARIA, 2013). Já os obstáculos são: descrença em relação à inovação, dificuldades de integração interorganizacional, excesso de atividades e escassez de tempo, falta de apoio da alta

administração, limitações em termos de pessoas, limitações em termos de recursos financeiros, limitações em termos de recursos tecnológicos, obstáculos provenientes do meio externo, priorização de atividades fim e/ou de curto prazo, receio das consequências da inovação, resistência à inovação por perda de poder e resistência à inovação por senso de acomodação (SOUZA; BRUNO-FARIA, 2013).

2.4 Antecedentes de Inovação: Arranjos

Inovação é a busca disciplinada por algo e concretizada com a geração de valor, fruto de uma percepção combinada a conhecimento prévio. Não acontece de forma isolada, mas reúne grande número de pessoas e organizações. Garud *et al.* (2016) apresentam essas características da inovação ao relatarem o processo de criação do produto Post-it Notes (3M) e apontam que o desenvolvimento de uma inovação é caracterizado por três fatores principais: arranjos do lugar, esforços de pessoas e materiais disponíveis. Os autores revisitam o modelo de Usher (1954) – para quem a jornada da inovação é composta de percepção sobre um padrão incompleto, configuração do palco, ato de *insight* e revisão crítica – e apresentam uma visão performativa de inovação como processo. Garud *et al.* (2016) destacam que a inovação como processo é feita por: 1) processos adaptativos complexos, que resultam da interação de grande número de entidades com ações guiadas por regras simples; 2) processos relacionais complexos, caracterizado por esforço contínuo dos atores, acúmulo de muitos atos de percepção e interação da inovação com pesquisa; e 3) processo temporal complexo, com síntese cumulativa de passado, presente e futuro, a partir da qual a inovação ocorre através da capacidade de voltar adiante do tempo para lidar com a continuidade e a mudança.

Ao investigar o processo de inovação em economias emergentes, Lingelbach *et al.* (2015) analisaram o processo de inovação sob a ótica da restrição de recursos e da teoria da efetuação. Além das dimensões evolutiva, relacional e temporal, entra em cena a dimensão cultural como fator importante para compreender o processo de inovação. A partir da análise de casos em ambientes com relativa escassez de recursos, o estudo propõe que o processo de inovação em economias emergentes superestima o pré-compromisso e sub enfatiza a flexibilidade quando comparado com o processo em economias desenvolvidas; o tipo e o mix de mecanismos de inovação dependem do contexto institucional e da indústria; a mistura de efetuação e causalidade em todo o processo de inovação depende, em parte, do grau e tipo de restrições de recursos que os inovadores enfrentam; e, com recursos reduzidos, os inovadores são mais propensos a empregar estratégias de causalidade no processo de inovação (LINGELBACH, 2015).

Em seu estudo sobre antecedentes internos e externos do processo de inovação em organizações públicas, Walker (2014) descobriu que o tamanho da organização e a capacidade administrativa são antecedentes internos determinantes para a adoção de inovações nos governos locais. Capacidade de aprendizagem organizacional, a partir da interação social através da ação colaborativa, também se mostrou uma condição relativamente positiva na adoção de inovação. Contudo, o estudo gerou resultados inconsistentes na análise do ambiente organizacional externo (a partir das variáveis privação de recursos, riqueza e urbanização) e sua relação com a inovação, contrariando a literatura que apresenta a restrição de recursos como um fator para inovação e concluindo que os antecedentes internos da organização são mais determinantes que os antecedentes externos para o processo de inovação.

Portanto, as proposições teóricas em ecossistemas e arranjos, os facilitadores e dificultadores de inovação são orientadores da análise do caso Elmo. Na sequência, apresenta-se a metodologia do estudo.

3. METODOLOGIA

O artigo é resultado de uma pesquisa qualitativa, descritiva, a partir da análise de caso do capacete Elmo. A unidade de análise foi o processo de inovação e a formação de redes ou arranjos produtivos da inovação para a solução de problemas de impacto. Foi utilizada como técnica de coleta de dados primários a realização de entrevistas em profundidade com gestores e funcionários das 05 (cinco) instituições envolvidas na criação do produto. Todos os 10 (dez) entrevistados participaram diretamente do projeto de inovação. Em virtude da pandemia, as entrevistas foram realizadas a partir de formulário eletrônico, *Google Forms*, com submissão de questionário estruturado contendo perguntas abertas. Apenas um integrante do corpo de acadêmicos envolvidos no projeto de desenvolvimento do Elmo não foi entrevistado, por ter participação direta neste artigo.

No que se refere a dados secundários, foram reunidas e analisadas informações obtidas a partir da leitura das notícias publicadas nos sites e nas redes sociais das respectivas instituições sobre o capacete Elmo. O objetivo foi que nenhum detalhe escapasse ao relato do caso e à análise e compreensão do processo de inovação e da formação da rede de inovação.

Utilizou-se a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2000) para averiguar todos os dados (primários e secundários) coletados (entrevistas em profundidade e notícias). As respostas foram segregadas por instituição, nas seguintes categorias temáticas: função de cada instituição no processo de inovação, como se deu a formação da rede entre as instituições, quais os principais agentes facilitadores e quais os fatores dificultadores do processo de desenvolvimento do capacete Elmo.

4. O PROJETO ELMO

4.1 Contexto

O capacete Elmo partiu de uma problemática enfrentada em todo o mundo por conta da pandemia de Covid-19: a restrição nas fronteiras comerciais em março de 2020, que impediu a livre circulação de produtos e insumos de saúde e uma competição mundial predatória por insumos e equipamentos da área de saúde. Os respiradores mecânicos foram, sem dúvida, o equipamento símbolo deste cenário. Como a Covid-19 debilita fortemente o funcionamento dos pulmões dos pacientes, muitos deles passaram a necessitar de suporte respiratório invasivo por meio de respiradores mecânicos. A produção mundial desses equipamentos não foi capaz de atender a demanda, o que afetou, em especial, países que dependiam da importação desses equipamentos. Trata-se do caso brasileiro.

A mobilização da indústria e governo estadual para a estruturação do parque produtivo e aumento da produção do capacete foi buscada, o que gerou a união de industriais, governo e academia. Essa união de atores no Estado do Ceará se concretizou com a criação de um grupo de trabalho que envolveu as seguintes instituições públicas e privadas: Universidade de Fortaleza (Unifor), Universidade Federal do Ceará (UFC), Escola de Saúde Pública (ESP), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico (Funcap) e Serviço Nacional da Indústria (SENAI). A primeira reunião do grupo de trabalho se deu no dia 04/04/2020, logo no início do pico da pandemia e em pleno *lockdown*, caracterizando o ponto de partida da inovação.

“Especificamente a ideia do Elmo nasceu de uma conversa da Funcap com a ESP sobre possíveis ações relevantes, de maior impacto, e que pudessem ser desenvolvidas de forma ágil e com competências locais; sobretudo, que tal desenvolvimento fosse mais rápido do que um respirador de baixo custo, como estava proposto em outros estados e que chegou a

ser originalmente considerado quando primeiro aproximamos as instituições envolvidas”. (ENTREVISTADO 01)

Os instrumentos mais importantes para reuniões utilizados pelo grupo foram o *WhastApp* (criação de uma conta própria) e o *Google Meet*. O grupo de *WhatsApp* foi criado no dia 3 de abril de 2020, logo antes da primeira reunião virtual da equipe. As primeiras reuniões dos representantes do grupo serviram para que rapidamente se percebesse que atacar a deficiência da produção de respiradores mecânicos não podia ser feita com a rapidez que a circunstância exigia. O Estado não possuía qualquer indústria do tipo, nem mesmo de equipamentos similares que pudessem ser adaptados. Ficou claro que novas alternativas de baixa complexidade precisavam surgir e, principalmente, que fossem viáveis de produção rápida. Precisava-se considerar pelo menos o fato de que a matéria-prima fosse obtida a partir da cadeia de produção local visto que existia, além da competição internacional, uma competição nacional pelos insumos e equipamentos da área de saúde. Vale ressaltar que o Ceará é um estado relativamente pobre com economia baseada em serviços e que contribui com apenas 2% do PIB brasileiro.

4.2 A Equipe

A aproximação dos cientistas idealizadores e criadores do Elmo com os industriais, em uma típica formação de rede reunindo instituições públicas e privadas, foi fundamental para agilizar a concretização da inovação. A equipe possuía membros com perfis diversos e conhecimento acumulado: gestores públicos e privados, gestores de projetos de inovação, engenheiros e professores pesquisadores de tecnologia da informação, engenharia elétrica, desenho industrial e engenharia mecânica, médicos e fisioterapeutas especialistas em pneumologia e cardiologia e técnicos da área de engenharia clínica. Dessa maneira, cada instituição da rede contribuiu com sua *expertise* (Quadro 01) para a implementação da inovação, demonstrando bastante capacidade absorviva.

Quadro 01. Funções desempenhadas por cada instituição.

Instituição	Atuação
Unifor	<ul style="list-style-type: none"> - Atuou nas fases de Problematização, Levantamento de Dados e Anteprojeto - Forte atuação no design do produto - Disponibilizou laboratório para a realização dos primeiros testes de conceito do Elmo - Gestão técnica, de pessoal e a articulação do desenvolvimento do Elmo como um todo
UFC	<ul style="list-style-type: none"> - Atuou nas fases de Problematização, Levantamento de Dados e Anteprojeto - Forte atuação nos aspectos de estanqueidade de gases do produto
Funcap	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilizou os recursos necessários para a fase do Projeto Executivo do produto (Linha Emergencial para apoiar projetos de enfrentamento à pandemia) - Gestão técnica, de pessoal e a articulação do desenvolvimento do Elmo como um todo
Senai/FIEC	<ul style="list-style-type: none"> - Atuou na articulação e comunicação com diversas empresas e indústrias do estado do Ceará em busca de material e de futuros fornecedores - Viabilizou os recursos financeiros para a aquisição dos materiais necessários para a produção dos protótipos - Realizou a confecção dos protótipos, torneamento de peças, encaixes e executou os primeiros testes de usabilidade - Gestão técnica, de pessoal e a articulação do desenvolvimento do Elmo como um todo
Escola de saúde Pública	<ul style="list-style-type: none"> - Idealização - Atuou desde as fases iniciais, principalmente como consultora da área de saúde, essencial num projeto de equipamento médico. - Nas fases de teste do produto, teve participação direta, realizando testes com voluntários e em seguida com pacientes - Gestão das atividades de saúde
Esmaltec	<ul style="list-style-type: none"> - Atuou na fabricação do produto, contudo, teve uma participação antecipada, ainda na fase de anteprojeto, disponibilizando sua rede de fornecedores e compartilhando

	conhecimentos sobre os processos de fabricação que seriam usados no Elmo - Participou efetivamente da solução definitiva do projeto, contribuindo para a eliminação de alguns materiais no processo de montagem, como como na definição do teste de estanqueidade
--	--

Fonte: quadro elaborado pelos autores

4.3 O Processo de Concepção, Desenvolvimento e Avaliação

O processo de inovação do Elmo não foi um processo linear, pois não pode ser caracterizado por etapas sequenciais de ideia, desenvolvimento e difusão. No processo, basicamente em função da urgência e da necessidade, essas etapas se mesclaram até a utilização do Elmo. Também não foi um processo ligado a uma só Organização, pois contou com colaboração em rede e *feedbacks* contínuos de várias Organizações até se chegar ao protótipo final para produção em escala industrial.

Capacetes para respiração não-invasiva têm sido usados para tratar mergulhadores quando sofrem traumas em função de diferenças abruptas de pressão. Pequenas indústrias ao redor do mundo fabricam tais equipamentos (ver exemplos em <https://www.helmetbasedventilation.com>). Algumas delas foram consultadas pela equipe do Elmo sobre a disponibilidade de participação no desenvolvimento e de fornecimento do capacete, o que se mostrou inviável devido a pouca capacidade de produção das empresas e da prioridade em atender o mercado interno crescente que elas passaram a ter dos produtos em seus portfólios. Adicionalmente, encontrar materiais adequados e disponíveis para testes e confecção de modelos constituía um dos principais desafios do projeto.

Então, foi preciso buscar uma solução entre as Organizações integrantes do Projeto (100% local). A concepção envolveu a equipe técnica de engenheiros, médicos e designer industrial dessas Organizações. Em paralelo, a equipe de profissionais da empresa industrial no grupo fazia uma varredura entre os fornecedores existentes para saber que tipo de matéria-prima poderia ser usada considerando a viabilidade de fornecimento, estoque e custo. Ressalte-se que todo esse processo ocorreu em momentos de restrição de deslocamento e mesmo *lockdown* completo na cidade.

O primeiro protótipo serviu para mostrar a viabilidade do equipamento (figura 2). Testes básicos com voluntários foram realizados e apontaram para duas frentes que foram imediatamente abertas: i) estruturar um projeto de pesquisa que permitisse realizar a validação médica em pacientes; e, ii) trazer para a equipe do projeto um parceiro que seria responsável pela produção e comercialização do capacete. Essas duas frentes se mostraram essenciais. O parceiro industrial selecionado e consultado, a empresa Esmaltec, do Grupo Edson Queiroz, aceitou o desafio de adaptar sua planta industrial, originalmente para produção de eletrodomésticos, para a produção do Elmo. Vale destacar que a empresa aceitou esse desafio considerando a função da importância social e humanitária do Projeto. As adaptações na planta foram feitas para atender aos requisitos dos órgãos de controle sanitário e agências reguladoras (Secretaria de Saúde do Estado, Agência de Vigilância Sanitária etc). Além disso, engenheiros da empresa passaram a participar efetivamente do processo de desenho da solução com informações sobre como tornar o processo de produção mais rápido, barato e seguro. Por outro lado, o projeto de pesquisa, financiado pela Funcap (agência de fomento à pesquisa do Governo do Estado do Ceará), permitiu que os testes com voluntários e pacientes fossem desenvolvidos com segurança e devidamente aprovados em comitês de ética.



Figura 2. Primeiro protótipo

Fonte: autores

As variações no conceito, em linhas gerais, se referem às formas de encaixe entre a base rígida do Elmo e o capuz. Diferenças sobre a ordem de montar as peças e segurança nos encaixes dominaram as discussões. Pelo menos três dessas variações foram produzidas e passaram por teste de vazamento, pois uma das características importantes do Elmo é de que ele mantém a segurança dos profissionais de saúde por não permitir que se espalhem gotículas que podem transmitir o vírus. A expiração passa por filtros acoplados ao capacete. Depois de três protótipos com alternativas de projeto desenvolvidos, chegou-se a uma versão que foi aplicada em testes clínicos. A descrição dos testes e resultados dos mesmos fogem do escopo deste artigo e podem ser consultadas em (HOLANDA; PINHEIRO, 2020; HOLANDA, 2021). Em resumo, o Elmo mostrou-se seguro para uso.

4.4 O processo de Produção e Comercialização

Mesmo antes do final dos testes clínicos, os preparativos para que a empresa pudesse produzir as partes do Elmo e montar seus componentes já haviam se iniciado. O molde da base de polipropileno, uma parte demorada do processo de produção, foi feito em três semanas. Os contratos com os principais fornecedores, todos do Estado do Ceará, foram igualmente providenciados em paralelo. Da mesma forma, o encaminhamento de documentos e solicitação de vistorias ao ambiente adaptado da fábrica foi feito junto aos órgãos competentes. Por fim, após os últimos testes clínicos, a documentação completa foi enviada à Anvisa para que o produto fosse autorizado.

A autorização da Anvisa ocorreu no dia 29 de outubro de 2020. A produção começou no final de novembro do mesmo ano e a distribuição dos Elmos começou com doações a hospitais filantrópicos e públicos em dezembro de 2020. O primeiro Elmo foi oficialmente comercializado em janeiro de 2021. Menos de 10 meses depois da criação do grupo, os Elmos chegaram aos hospitais.

A Esmaltec selecionou quatro representantes comerciais para fazer o papel de divulgação, venda e assistência técnica dos Elmos.

4.5 Assistência técnica e capacitação das instituições de saúde

A última etapa do processo de inovação refere-se às atividades que precisam ser feitas para que a inovação seja devidamente apropriada por aqueles que dela se beneficiarão. No caso do Elmo, uma atividade fundamental foi a qualificação dos operadores do Elmo nos hospitais. Por se tratar de um produto que não existia nos hospitais, foi preciso criar um programa de treinamento para enfermeiros, médicos e fisioterapeutas que os ensinassem a manusear o Elmo e os instruísem sobre os protocolos de uso do equipamento. Aqui, novamente, ressalta-se a convergência de se ter no arranjo produtivo da inovação uma instituição responsável por essa

etapa. A Escola de Saúde Pública, órgão estadual responsável por capacitar profissionais da saúde pública no Estado, uma das instituições que tinha profissionais na equipe de projeto, passou a ofertar um programa de capacitação presencial e *on line*. Além da capacitação, os profissionais da ESP criaram um canal de comunicação entre a equipe de projeto técnico e os profissionais da linha de frente que utilizam o Elmo. *Feedbacks* críticos e sugestões de melhorias passaram a ser coletados através de depoimentos e pesquisas de satisfação.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DO PROCESSO DA INOVAÇÃO

A descrição do processo feita acima resume uma inovação como fruto de um trabalho colaborativo, cuja finalidade era o bem comum da sociedade. Esse fator motivador é crucial para se compreender o sucesso do projeto Elmo. A importância da causa e o senso de urgência foram aglutinadores que ajudaram a dirimir dúvidas e reduzir conflitos. O tempo da inovação foi compactado fortemente. Muitas das atividades desenvolvidas em paralelo no caso do capacete Elmo teriam sido feitas de forma sequencial não fora esse contexto. Será possível fomentar a reprodução disso em um cenário de não-pandemia?

Nesta seção, propõe-se o conceito de Arranjo Produtivo da Inovação. Este conceito se fundamenta no arranjo formado pelos atores participantes do projeto Elmo e de como eles contribuíram para os fatores críticos de sucesso (FCS) da empreitada. Serão analisados esses FCS segundo o referencial teórico, bem como sob a perspectiva dos membros da equipe de projeto.

5.1 Fatores Críticos de Sucesso a partir da visão dos membros da equipe

Os achados da pesquisa confirmaram a teoria no que diz respeito aos fatores facilitadores do processo de inovação. A formação da aliança estratégica entre as instituições foi o ponto inicial para o desenvolvimento do capacete Elmo. A diversidade das instituições do grupo de trabalho – academia, instituição de fomento, poder público, equipe médica e industriais – foi outro ponto positivo para o sucesso da inovação. Cada membro do grupo de trabalho chegou com seu conhecimento prévio acumulado e atualizado que, associado, contribuiu para o desenvolvimento de um produto que demandava conhecimentos múltiplos.

Dentre os facilitadores do projeto Elmo, os mais destacados pelos entrevistados foram os aspectos comportamentais do grupo de trabalho. Cooperação, união, altruísmo, comprometimento, vontade, disposição, harmonia e sinergia foram algumas das palavras citadas pelos integrantes como aspectos importantes para o desenvolvimento da inovação (Quadro 02). O apoio da alta administração e o patrocínio das instituições envolvidas no projeto também foram destacados, assim como o uso da tecnologia em si. O ambiente de pandemia, ao mesmo tempo que foi um desafio, também se apresentou como facilitador no sentido de que as reuniões virtuais permitiam encontros com mais frequência e em horários flexíveis.

Quadro 02: Fatores facilitadores do processo de criação do capacete Elmo

Aspecto central	Fatores
Inovação tecnológica	- Uso da tecnologia
Formação de rede	- Rede de conhecimento - Rede de interação pessoal pré-existente
Conhecimento prévio	- Conhecimento prévio, respeito e confiança entre os diretamente envolvidos no projeto - Conhecimento técnico multidisciplinar
Recursos humanos (grupo diverso e preparado)	- Diversidade no perfil dos recursos humanos envolvidos - Time destacado na sua complementaridade, comunicação e capacidade de trabalho - Equipe médica atualizada sobre Covid e estrutura disponível para ensaio clínico - Diversidade de instituições envolvidas, facilitando a resolução de aspectos

	complicados
Aspectos comportamentais	<ul style="list-style-type: none"> - Grupo de pessoas envolvido teve enorme facilidade na cooperação - União do grupo - Espírito de altruísmo dos profissionais - Comprometimento de todos os integrantes da força tarefa - Grande sinergia do grupo reunido, todos estavam focados em resolver um problema - Disposição para trabalhar juntos - Integrantes abriram mão de vaidades - Vontade de todos em fazer acontecer - Todos com o mesmo propósito, o mesmo objetivo - Harmonia do grupo interinstitucional - Relacionamento com os membros dos diferentes canais de participação no sentido de agilizar e otimizar o tempo de resposta
Apoio da alta gestão/patrocínio das instituições	<ul style="list-style-type: none"> - Gestores maiores das instituições trabalharam como facilitadores e encorajadores de suas equipes - Participação e apoio da alta administração de cada instituição - Apoio das instituições e da Funcap - Reconhecimento e confiança das instituições financiadoras e da indústria no grupo formado - Apoio de cada instituição - Ambiente de confiança e apoio
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Em virtude da Covid-19, as reuniões virtuais permitiram encontros com mais frequência e em horários flexíveis, colocando muitas pessoas numa mesma sala e num mesmo horário, com frequência

Fonte: quadro elaborado pelos autores

Há de se ressaltar também os fatores apontados como obstáculos para o desenvolvimento do Elmo (Quadro 03), uma vez que podem ser observados em situações futuras e evitados a fim de se obter sucesso no desenvolvimento de inovações.

Quadro 03: Obstáculos no processo de criação do capacete Elmo

Categoria	Dificuldade relatada
Insumos e fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> - Encontrar os materiais e peças adequados para testes e confecção de modelos - Encontrar fornecedores com capacidade de entrega no curto prazo exigido - Lojas fechadas em função da pandemia
Cognitivos	<ul style="list-style-type: none"> - Medo dos profissionais de pegarem Covid-19 - O risco de contaminação nos encontros presenciais - A dúvida se haveria tempo do Elmo salvar vidas na primeira onda
Aspectos gerenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Incerteza sobre conclusão da inovação a tempo, em virtude do processo de registro na Anvisa - Risco do Elmo perder o <i>timing</i> da pandemia - Falta de amparo legal/administrativo - Falta de arcabouço gerencial para a inovação - Ausência de liderança definida e reconhecida - Informalidade das documentações - Culturas organizacionais e operacionais bem diversificadas entre os participantes
Pressão do contexto pandêmico	<ul style="list-style-type: none"> - A urgência nas entregas do projeto - Impossibilidade de encontros presenciais
Desenvolvimento do produto	<ul style="list-style-type: none"> - Curva de aprendizagem sobre os requisitos para um projeto de equipamentos de saúde para as equipes que não são da área da saúde - Necessidade de ensaios presenciais em plena pandemia. - Ajustes de ergonomia e usabilidade - Eficiência do Elmo nos testes clínicos em campo no tempo suficiente para atender a primeira onda

Fonte: quadro elaborado pelos autores

5.2. Análise de instrumentos de fomento à inovação sob a luz dos Fatores Críticos de Sucesso identificados no Elmo

Qual a receita da geração da inovação? A análise dos Fatores Críticos de Sucesso identificados no capacete Elmo apresenta um arranjo produtivo da inovação que pode e deve seguir para além da pandemia de Covid-19: articulação para formação de rede, conhecimento prévio, equipe diversa, comportamento disposto a resolver problemas, apoio da alta gestão, financiamento e ambiente propício. Porém, “falta cultura e políticas de inovação; há a necessidade e papel da Funcap na mediação da interação convidando os atores adequados; e há desconhecimento sobre inovação e os seus marcos regulatórios”, destaca um dos entrevistados.

A análise das respostas às questões levantadas aponta que o senso de urgência provocado pela pandemia foi um indutor importante para a criação do capacete Elmo, inclusive, acelerando o tempo de desenvolvimento da inovação.

“Entendo que a aproximação academia-indústria já acontecia no nosso Estado, em diferentes graus, por meio da interação entre alguns grupos de pesquisa da academia e a indústria em geral, nas suas mais diversas áreas. Todavia, talvez nunca tivesse sido experimentada a necessidade urgente e um foco específico que agregasse uma gama de especialistas tão rapidamente como ocorreu com o Elmo.” (ENTREVISTADO 01)

“É verdade que este tipo de aproximação não acontecia, da forma como aconteceu, antes. Mas ela já ocorre de outras formas, mesmo antes da pandemia, mas de uma forma mais tímida e limitada, talvez por causa dos custos, dos riscos e da insegurança do empresário, em investir em inovação, algo que a universidade ‘respira’. O senso de urgência teve um papel importante, e talvez para alguns dos envolvidos, foi o fator preponderante.” (ENTREVISTADO 06)

Contudo, se por um lado, a pandemia foi apontada como fator decisivo, em virtude da vontade de todos os integrantes do grupo em salvar vidas, por outro, alguns fatores dificultadores de alianças estratégicas entre a academia e a indústria também foram apresentados nas entrevistas.

“As aproximações aconteciam, mas com uma frequência e instituições em número menor. Em muitos casos, o conhecimento de grupos que poderiam colaborar não existia, em outros, os egos em quem seria o coordenador/executor acabavam por desestimular ambas as partes participantes. Em alguns casos, o desconhecimento da indústria sobre o potencial do grupo formado, ou dos tomadores de decisão das empresas também dificulta esse tipo de ação.” (ENTREVISTADO 05)

Para que o Arranjo Produtivo de Inovação do Elmo se expanda para outras inovações potenciais é preciso que os obstáculos da colaboração indústria-academia sejam suplantados, como destacado por um dos entrevistados.

“Falta incentivo para a indústria inovar, o que poderia ser melhor trabalhado pelo poder público nas situações em que a competição ou a cultura inovadora ainda não estão presentes; ainda somos carentes de plataformas de ‘matches’ de demandas industriais e ofertas de soluções; somos carentes da formação e da cultura na academia capaz de facilitar a comunicação com a indústria (há ilhas nas universidades, mas não há algo estruturado e amplo, pelo menos não ainda); assim como somos carentes de setores de P&D nas indústrias capazes de qualificar melhor as respectivas demandas. (ENTREVISTADO 02)

A necessidade de reagir à pandemia foi fundamental para o desenvolvimento do capacete Elmo, contudo, como um dos entrevistados pontuou, não é preciso que novas tragédias

aconteçam para que a indústria e a academia, assim como o poder público, concretizem o arranjo produtivo de inovação.

“O reconhecimento por parte da indústria do que a academia é capaz de produzir, e de como isto pode ter reflexos positivos na produção, nos lucros, e na própria sociedade, pode fazer com que novas parcerias ocorram no futuro. E, também, cabe à academia se fazer ser vista, mostrando que ela não se resume a uma simples fábrica de diplomas, e que lá dentro se produz conhecimento, que se busca entender e melhorar o mundo, e que tudo isso pode e deve voltar para a sociedade. O projeto do Elmo é um perfeito exemplo de tudo isso. A indústria viu que para poder fazer algo que ‘fizesse a diferença’ e em tão pouco tempo, ela precisaria buscar um celeiro de ideias, e que se ela juntasse as suas forças com a da academia, grandes feitos poderiam surgir. E o próprio resultado de tudo que foi feito, está servindo para mostrar para a sociedade, que além dos diplomas, além do lucro, esta parceria pode fazer a diferença na vida de muitas pessoas.” (ENTREVISTADO 06)

“Observo que o setor acadêmico, do qual faço parte, precisa ter mais dinamismo e visão de mercado. Penso que muitas pesquisas ficam ‘fechadas’ dentro das universidades por falta de relacionamento com o mercado e investidores (apoiadores para materialização dos projetos com fins de comercialização). A universidade perde-se em questões extremamente acadêmicas quando poderia contar com ajuda de investidores para ‘tirar os projetos da prateleira’ e produzir renda e investimento para novas pesquisas. No meu entender o cenário da pandemia provocou movimento de associação de forças para um fim comum: salvar vidas. Espero que, passado o momento atual, fiquem os aprendizados e as alianças feitas no passado possam retornar com a produção de novos produtos para o mercado consumidor.” (ENTREVISTADO 8)

Contudo, a inovação em si, no sentido nato de desenvolvimento de um produto e serviço à disposição do mercado, foi o grande impulsionador do capacete Elmo, conforme apontou o entrevistado 10. “O senso de urgência contribuiu, mas acredito que o principal fator foi o fato de todos enxergarem uma situação concreta e factível, que pudesse inclusive, além de salvar vidas, transformar-se em negócio. Para que a interação Academia x Indústria ocorra tem que haver íntima relação mercadológica”.

6. CONCLUSÃO E ESTUDOS FUTUROS

Neste estudo, descreveu-se uma inovação do tipo disruptiva, não-linear, produzida a partir da formação de uma rede de atores locais. Foram analisados os fatores críticos de sucesso da inovação, buscando extrapolar formas de que as condições apresentadas no caso de sucesso possam ser apropriadas para o fomento de inovações locais que proporcionem produtos e serviços mais baratos e mais convenientes.

Como principal conclusão tem-se que um ecossistema de inovação previamente existente, porém desarticulado, evoluiu para desenvolvimento de uma inovação importante para minimizar dores e perdas de vida na sociedade, causadas por uma pandemia surgida inesperadamente. Observou-se, em comum com as conclusões da revisão de Dahlke *et al.* (2021), que o desenvolvimento do Elmo foi acelerado, reunindo os recursos necessários, como parte do combate aos efeitos nocivos da pandemia gerada pela Covid-19.

Como contribuição científica, foi averiguado o impacto da inovação na sociedade, a partir da formação de uma rede de inovação local em torno da resolução ágil de um problema local. A

partir da pressão social causada pela Covid-19, o arranjo produtivo local estruturou-se para encontrar uma solução, articulando rapidamente o capacete Elmo, confirmando o que se expõe Porter (1999) sobre as vantagens de uma empresa pertencer a um agrupamento.

Se o principal objetivo dos negócios é oferecer inovação que propiciam crescimento e entregam benefícios para a sociedade, o arranjo local formado para o desenvolvimento do capacete Elmo cumpriu sua missão. Inovações disruptivas são o caminho para suportar cada vez mais os problemas e novos desafios da sociedade, devendo ser o objetivo principal dos negócios (Ahlstrom, 2010). O êxito do capacete Elmo demonstra a importância da formação de alianças estratégicas, a diversidade dos atores, o conhecimento prévio e tácito acumulado foram fatores determinantes para o êxito do projeto Elmo - corroborando a teoria em torno da inovação em rede.

O estudo apresenta como limitação o fato de que a pesquisa de campo foi realizada quando do anúncio da produção do Elmo 2.0, o que não permitiu a análise da curva de aprendizado do processo de difusão e melhorias incrementais do produto – espécie de evolução do produto no mercado. Como trabalhos futuros destaca-se a possibilidade de estudar a curva de aprendizado do processo de difusão da inovação e melhorias incrementais do produto.

REFERÊNCIAS

- AHLSTROM, David. Innovation and growth: How business contributes to society. **Academy of management perspectives**, v. 24, n. 3, p. 11-24, 2010.
- ALEKSEEVNA, Mikhaylova Anna. Evolution of the innovation process models. **International Journal of Econometrics and Financial Management**, v. 2, n. 4, p. 119-123, 2014.
- AUTIO, E.; THOMAS, L.D.W. Innovation ecosystems: Implications for innovation management. In: Dodgson, M.; Philips, N.; Gann, D. M. (Eds), **The Oxford Handbook of Innovation Management**, Oxford University Press. (2014).
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo, Lisboa/Portugal: Edições 70, 2000.
- BERKHOUT, A. J. *et al.* **Innovating the innovation process. International journal of technology management**, v. 34, n. 3-4, p. 390-404, 2006.
- BERKHOUT, A. J. *et al.* Innovating the innovation process. **International journal of technology management**, v. 34, n. 3-4, p. 390-404, 2006.
- BERNSTEIN, Boaz; SINGH, Prakash J. An integrated innovation process model based on practices of Australian biotechnology firms. **Technovation**, v. 26, n. 5-6, p. 561-572, 2006.
- DAHLKE, J.; BOGNER, K.; BECKER, M.; SCHLAILE, M.P.; PYKA, A.; EBERSBERGER, B. Crisis-driven innovation and fundamental human needs: A typological framework of rapid-response COVID-19 innovations. **Technological Forecasting & Social Change**, 169, 2021.
- DUTTA, Soumitra; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation. **World Intellectual Property Organization**, 2020.
- GARUD, Raghu *et al.* From the process of innovation to innovation as a process. **The SAGE handbook of process organization studies**, p. 451-466, 2016.
- GRANSTAND, O.; HOLGERSSON, M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. **Technovation**, 90–91, p.1-12, 2020
- HOLANDA, Marcelo Alcântara *et al.* Desenvolvimento de um capacete para oferta de CPAP e oxigenoterapia com alto fluxo: ELMO 1.0. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 47, 2021.

- HOLANDA, Marcelo Alcantara; PINHEIRO, Bruno Valle. Pandemia por COVID-19 e ventilação mecânica: enfrentando o presente, desenhando o futuro. 2020.
- LINGELBACH, David et al. The innovation process in emerging economies: An effectuation perspective. **The International Journal of Entrepreneurship and Innovation**, v. 16, n. 1, p. 5-17, 2015.
- MARZANO, Fábio Mendes. **Políticas de inovação no Brasil e nos Estados Unidos: a busca da competitividade – oportunidades para a ação diplomática**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2011.
- MEISSNER, Dirk; KOTSEMIK, Maxim. Conceptualizing the innovation process towards the ‘active innovation paradigm’—trends and outlook. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2016.
- PORTER, Michael E. et al. **Clusters and the new economics of competition**. Boston: Harvard Business Review, 1998.
- SOUZA, Jonilto Costa; DE FÁTIMA BRUNO-FARIA, Maria. Processo de inovação no contexto organizacional: uma análise de facilitadores e dificultadores. **BBR-Brazilian Business Review**, v. 10, n. 3, p. 113-136, 2013.
- TANAKA, A. **Análise da atuação da FINEP à luz da abordagem de sistemas de inovação**. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2018.
- WALKER, Richard M. Internal and external antecedents of process innovation: A review and extension. **Public Management Review**, v. 16, n. 1, p. 21-44, 2014.
- ŽIŽLAVSKÝ, Ondřej. Past, present and future of the innovation process. **International Journal of Engineering Business Management**, v. 5, p. 47, 2013.