

Inovações de recursos restritos como resposta à pandemia de COVID-19

1. INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 que tem assolado o mundo nos últimos meses teve seu primeiro caso registrado no dia 31 de dezembro de 2019, em Wuhan – China. Identificado como um vírus pouco conhecido e com alto índice de contágio, tomou a atenção da Organização Mundial de Saúde ainda na primeira semana de janeiro do ano seguinte. A informação em poucos dias foi objeto de atenção do mundo, com orientações da OMS a respeito do monitoramento e realização de testes em casos suspeitos. (Portal PEBMED, 2020). Passaram-se algumas poucas semanas até que o número de casos registrados comesse a ter uma rápida elevação em diversos lugares do globo, levando a doença a ser oficialmente considerada uma pandemia e causa de grande preocupação a respeito da velocidade com que estava se espalhando pelos continentes. Desde então, diversos países viveram com a possibilidade de colapso de seus sistemas de saúde e de suas economias (Portal G1, 2020).

Dentro de tal contexto, as instituições (privadas, públicas e não governamentais) passaram a procurar soluções para contornar a falta de recursos. A inovação com recursos restritos, em especial, a inovação frugal tem sido considerada como uma das maneiras de lidar com os efeitos da pandemia devido ao seu impacto no uso de recursos e proteção do meio ambiente (Herstatt & Tiwari, 2020). A inovação frugal é caracterizada por ofertar soluções de maior acessibilidade, por um custo mais baixo que o mercado, focada nas funcionalidades centrais, e garantindo um desempenho superior à média do mercado (Weyrauch & Herstatt, 2016). Desse modo, percebe-se que a inovação frugal concede maior acessibilidade aos produtos e serviços. Todavia, é necessário que a ideia de acessibilidade seja definida de maneira mais holística, considerando não somente aspectos financeiros, mas também sociais, de infraestrutura e de sustentabilidade. Isso se torna cada vez mais importante, pois é perceptível a tendência de que o mundo pós pandêmico passe a se preocupar com o desenvolvimento de produtos e serviços de forma mais abrangente. (Herstatt & Tiwari, 2020).

Desse modo, o objetivo deste estudo é compreender as soluções de inovação frugal como resposta ao contexto da pandemia do Covid-19. Isso implica nos seguintes objetivos secundários: (a) identificar soluções de inovação frugal como resposta ao contexto da pandemia do Covid-19; e (b) analisar a proposta de valor das soluções de inovação frugal identificadas. Para tanto, o presente estudo foi realizado por meio de uma abordagem qualitativa, por meio de estudo de casos, oriundos inicialmente de fontes de dados documentais e analisadas por meio da análise de conteúdo.

Busca-se trazer valor por meio da construção de um panorama dos avanços de soluções inovadoras em meio à crise. Por meio do acompanhamento da evolução de inovações frugais com um olhar para o processo como um todo, trará informações capazes de auxiliar os estudos em inovação frugal sob um viés prático, ressaltando os principais pontos de erros e acertos durante o período analisado. Além disso, voltando-se para o âmbito empresarial, é esperado que o estudo seja concluído com a identificação de boas práticas que poderão ser absorvidas. Mediante o entendimento de estratégias que permitiram um resultado satisfatório, busca-se maior clareza a respeito do processo necessário para que uma inovação frugal chegue ao mercado e seja bem-sucedida. Por fim, sob um olhar focado no desenvolvimento de políticas públicas, espera-se trazer pontos importantes a serem levantados a respeito do desenvolvimento de diretrizes para esse nicho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Evolução do Conceito da Inovação Frugal

O conceito de inovação frugal pode ser descrito como uma série de princípios usados para lidar com situações de restrição de recursos, e tem chamado atenção de muitos estudiosos por seu potencial dentro de nichos de mercado desassistidos, enxergando-os como oportunidades de negócio (Santos, Borini & Oliveira, 2020). Por ainda ser um nicho de estudo com pouca abrangência no universo científico, muitas vezes o modelo de inovação frugal apresenta certa confusão quando comparado com outras terminologias. No geral, ainda não é encontrada uma definição única e padronizada, o que pode trazer dificuldades à discussão no meio acadêmico. As diferentes interpretações, porém, se cruzam em alguns pontos gerais onde descrevem tal modelo de trabalho como a capacidade de fazer mais com menos, criando mais valor comercial e social, ao mesmo tempo em que os recursos usados são minimizados (Koerich & Cancellier, 2019).

Enquanto as inovações de custo se resumem na redução dos custos operacionais, as inovações good-enough acrescentam ao processo a remoção de funcionalidades não essenciais do produto. Nesse cenário, assume-se que inovações frugais são atingidas apenas depois de passarem pelos estágios de custo e good-enough, onde além dos pontos já citados buscam aplicar inovações tecnológicas, trazendo a um custo menor produtos com ótimos níveis de qualidade e usabilidade (Zeschky, 2014).

A evolução das pesquisas a respeito de tal contexto trouxe ainda três diferentes ondas que construíram suas definições a partir de perspectivas distintas. No início, a essência estava no produto, com explicações focadas nas diferenças no resultado que levariam a classificação dos diferentes tipos de inovação. Logo após vê-se uma mudança de modo de pensar, por meio do surgimento de definições mais amplas, focadas no fato de que o ambiente externo era necessariamente o que impulsionava a frugalidade, limitando tais criações a ecossistemas de recursos restritos (Pisoni, Michelini & Martignoni, 2018). Por fim, a terceira geração trouxe a construção de teorias mais objetivas, voltando aos primórdios da discussão e considerando três principais pontos capazes de definir uma inovação frugal - grande redução de custos, foco em funcionalidades essenciais e nível de performance otimizado (Weyrauch & Herstatt, 2016). Desse modo, a inovação frugal é observada como a busca pela diminuição do uso de recursos materiais e financeiros, caracterizada por preços mais baixos que a concorrência, design compacto, uso limitado de matéria prima e de fácil utilização, alinhada a tecnologia de ponta que auxilia na redução de custos em todo o processo (Tiwari & Herstatt, 2012; Rao, 2013).

2.2. Proposta de Valor da Inovação Frugal

Dando início a discussão a respeito da proposta de valor das inovações frugais, é essencial que sejam considerados três pilares: econômico, social e ambiental.

A vantagem econômica, como a mais elementar, é explicada por meio do aumento de lucro e de vendas das companhias, como consequência do uso de menos recursos e do atingimento de uma maior parcela do mercado. Com o tempo, houve uma evolução para que preocupações sociais e ambientais, também tomassem destaque, uma vez que tal processo de inovação resulta em diferenciais, mesmo que indiretos, fazendo mais com menos (Santos, Borini & Oliveira, 2020).

A inovação frugal tem um impacto social muito significativo derivado de seu foco na criação de soluções para parcelas sub atendidas do mercado, construindo ideias improvisadas e gerando renda com sua comercialização ao mesmo tempo. Clientes com grandes restrições de renda, muitas vezes não vistos como um bom público-alvo, passam

a ter suas necessidades atendidas ao mesmo tempo em que empresas conseguem obter o lucro desejado, enquanto simultaneamente expandem seus horizontes de consumidores em potencial (Santos, Borini & Oliveira, 2020).

Do viés de sustentabilidade, em um primeiro momento os impactos trazidos foram mera consequência de processos de produção com um uso racional de recursos. A evolução desse modo de pensar, porém, desabrochou abordagens que hoje em dia são consideradas um dos principais motivos pelos quais países desenvolvidos se veem cada vez mais atraídos à adoção do modelo. O foco não passa a ser somente a geração de valor por meio de preços menores, mas, também, por um apelo à proteção do meio ambiente, que tem tomado a consciência de parcelas cada vez maiores do mercado consumidor (Santos, Borini & Oliveira, 2020).

O método de acompanhamento da evolução do processo de cada um dos projetos de forma sistemática e padronizada foi feito pela Cadeia de Valor da inovação. Tal framework apresenta a inovação como um processo sequencial dividido em três fases: geração de ideias, desenvolvimento de ideias e difusão. O objetivo no uso de tal mecânica esteve na separação das etapas de cada um dos projetos a fim de facilitar a análise de seus pontos fortes e, principalmente, de seus gargalos. Dessa forma, a construção de padrões e pontos de melhoria foi feita de forma mais clara e concisa. (Hansen & Birkinshaw, 2007)

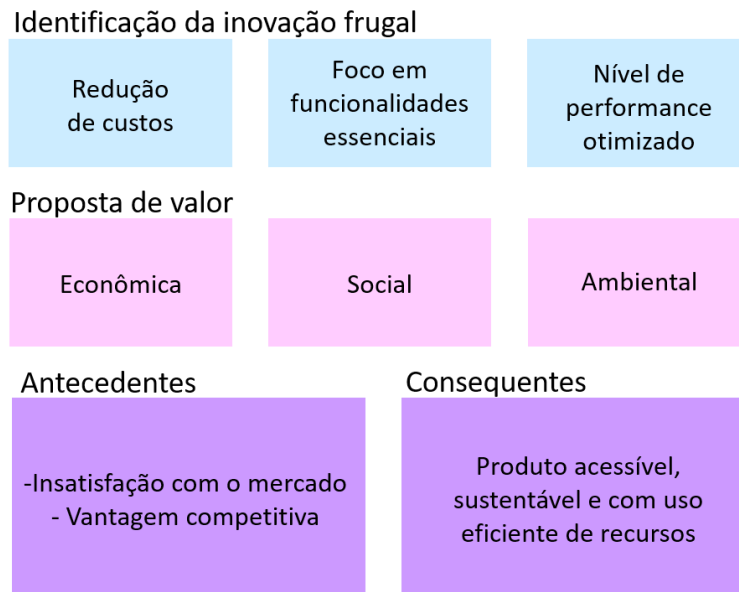
2. METODOLOGIA PROPOSTA

O estudo em questão foi feito por meio de uma abordagem qualitativa de caráter exploratório. Foi realizada uma pesquisa documental, que se vale de materiais que ainda não receberam tratamento analítico (Beltrão & Nogueira, 2011), por meio do levantamento de dados secundários como notícias de jornais, revistas e documentos oficiais. As fontes de pesquisa foram, principalmente, grandes jornais como Estadão, Folha de São Paulo, BBC e CNN, além da busca em fontes diretamente ligadas a universidades e centros de pesquisa, como o Jornal da USP e a Agência FAPESP. Entre as palavras-chave a serem utilizadas estão “Coronavírus”, “COVID-19”, “inovação”, “novo estudo”. A abordagem em questão foi alinhada à estudos dos casos coletados, com foco no mapeamento e estudo de inovações com recursos restritos como resposta ao contexto pandêmico.

O desenvolvimento dos estudos de caso teve do como base, além da coleta documental já citada, e então, entrevistas realizadas com pesquisadores responsáveis por cada um dos projetos escolhidos. No caso do Respirador Inspire, o entrevistado foi o Professor Sérgio Shimura, um dos responsáveis pelo desenvolvimento da parte mecânica do aparelho. No segundo projeto escolhido, a pesquisadora entrevistada foi a Professora Marisa Beppu, docente da Faculdade de Química da Universidade de Campinas e coordenadora da equipe SprayCov. Por fim, a Professora Maria Rita Passos-Bueno, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, foi entrevistada a respeito do caso do Teste Rápido USP, do qual foi coordenadora.

O protocolo de pesquisa atuou como base para a busca de maiores detalhes a respeito de cada uma das categorias que foram posteriormente analisadas no processo de exploração. O método de análise do conteúdo utilizado, por sua vez, foi composto por três principais etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos. A figura 1 representa as categorias a serem analisadas no processo de exploração.

Figura 1. Categorias utilizadas na categorização do material coletado



Fonte: autora baseada em (Weyrauch & Herstatt, 2016), (Santos, Borini & Oliveira, 2020) e (Hossain, 2020).

3. CASOS DE USO

3.1. Respirador Inspire

O Caso do Respirador Inspire é o caso do respirador mecânico desenvolvido por uma equipe de engenheiros da Escola Politécnica da USP. Dentre suas diversas vantagens estão o baixo custo e a produção feita exclusivamente com matéria prima brasileira, sem dependência de importações. (Jornal da USP, 2020). Com início de seu desenvolvimento em março de 2020, alguns meses se passaram até que o projeto já estivesse aprovado em suas etapas finais de testes, realizadas em quatro pacientes do Instituto do Coração (Incor). Foi um projeto viabilizado por meio de um montante total de doações que chegaram aos R \$7 milhões, vindos de empresas e recursos provenientes de mais de 800 pessoas físicas dentro do programa USP Vida. (Jornal da USP, 2020)

A partir de uma entrevista com o professor Sérgio Shimura, pertencente à equipe responsável pelo desenvolvimento do Inspire, foi possível aprofundar o entendimento de todo o processo de desenvolvimento do equipamento, que será apresentado em maiores detalhes abaixo.

A idealização do equipamento partiu de uma iniciativa do professor Raul Gonzalez, engenheiro mecânico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Já tendo em sua trajetória grande experiência na área de pneumologia e desenvolvimento de alguns outros projetos com o Hospital das Clínicas, o docente se uniu ao professor Marcelo Zuffo, engenheiro eletrônico também da POLI-USP, a fim de projetar um respirador pulmonar de menor custo e acesso facilitado para o mercado nacional brasileiro. (Sérgio Shimura, 2021)

Em paralelo, o professor Sérgio havia iniciado o desenvolvimento de um respirador derivado de uma parceria entre o IFSP (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo) e a startup Pi Project, com base em um projeto aberto do MIT. O projeto em questão possuía apenas a parte mecânica, carecendo de maiores detalhes da parte eletrônica do equipamento, que foi desenvolvida em conjunto entre a startup e o

IFSP. Tal parceria resultou em uma primeira versão muito interessante e funcional de um respirador, mas nas mãos de um grupo que não sabia como viabilizar o projeto de forma que a doação para os hospitais fosse permitida. (Sérgio Shimura, 2021)

Em meados de abril de 2020 ocorreu então a primeira reunião do que mais tarde seria a força tarefa oficial do projeto Inspire. A partir de uma troca rica de informações entre os envolvidos, discutiu-se a complexidade de homologação de um respirador pela ANVISA e quais seriam os próximos passos para que tal resultado fosse possível. Para tal, toda a cadeia de fornecimento e manufatura deve atender exigências muito críticas, além da necessidade de realização de diversos processos atrelados a homologação, desde testes em animais e humanos até o desenvolvimento de projetos de pesquisa em conjunto com o Comitê de Ética. Surgiu então a ideia da união de esforços para a tentativa de homologação de um único equipamento. (Sérgio Shimura, 2021)

Enquanto a versão inicial do Inspire ainda necessitava de um computador ao lado para funcionar, a versão derivada do projeto do MIT trouxe os aparatos necessários para o funcionamento independente do equipamento. Já visando a homologação da ANVISA, toda a eletrônica também foi adaptada para trabalhar com um sistema operacional mais robusto (plataforma Labrador), que é fabricado no próprio CITI USP (Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas). (Sérgio Shimura, 2021)

Como resultado, após a construção de 5 versões diferentes, surgiu então oficialmente o respirador Inspire. A invenção tornou-se um equipamento de fácil produção e montagem, visual próximo a um equipamento hospitalar tradicional, e com custo muito menor em relação às opções disponíveis no mercado. (Sérgio Shimura, 2021)

3.2. SprayCov

Por meio de entrevista com a professora Marisa Beppu, idealizadora do projeto, foram colhidas informações detalhadas a respeito de todo o curso da criação, a serem expostas em maiores detalhes abaixo.

Desde 2002, a Faculdade de Engenharia Química da Unicamp já trabalhava com sais iônicos e metálicos e a interação deles com polímeros naturais com projetos voltados para a área ambiental. Tal linha de pesquisa foi sendo aprimorada ao longo dos anos, aprofundando-se no entendimento das interações entre os dois materiais e em aplicações práticas das descobertas. Exemplo disso foi a criação de uma vertente do estudo que buscava entender a interação das proteínas naturais existentes no cérebro com os íons de cobre, o que explica as diferenças entre um cérebro saudável e um com a doença de Alzheimer. (Marisa Beppu, 2021)

Os testes para entender se os íons seriam eficientes contra a COVID foi, portanto, um caminho natural derivado de um longo percurso de estudo já existente. O grupo de pesquisadores já vinha estudando sais que demonstravam capacidade não necessariamente virucida, mas sim bacteriostática, se mostrando eficiente para evitar proliferação de algumas bactérias. Quando surgiu o COVID foi natural a seleção dos compostos que já sabiam que possuíam esse tipo de propriedade para testes contra o vírus. (Marisa Beppu, 2021)

A grande novidade que surgiu como ponto crucial para o sucesso do projeto foi a parceria com a professora Clarice Arns, que já possuía um laboratório com os níveis de biossegurança necessários para a realização dos testes com o vírus. Clarisse é viróloga e já estudava o coronavírus com uma abordagem veterinária desde muito antes da pandemia. Além da parceria com a bióloga, houve também a participação de três alunos

de doutorado diretamente envolvidos no desenvolvimento, que já lidavam com os materiais e equipamentos necessários. (Marisa Beppu, 2021)

“Gastamos realmente muito pouco nesse desenvolvimento final. Juntamos uma professora do Instituto de Biologia que já estudava coronavírus antes da pandemia, e nossa faculdade, que já estudava os compostos do SprayCov para outras finalidades. Quando apareceu a força tarefa UNICAMP, passamos naturalmente a conhecer esses profissionais que estavam atuando em pesquisas voltadas para o COVID. Foi natural que selecionássemos as melhores tecnologias para realizar as adaptações finais necessárias.” (Marisa Beppu, 2021)

Com um feedback praticamente às cegas, uma vez que a professora Clarice não conhecia as composições, foram feitos diversos testes para entender quais combinações teriam melhor funcionamento. Por meio desse ciclo de interações, depois de cerca de 3 meses nasceu a formulação oficial do SprayCov. (Marisa Beppu, 2021)

3.3. Teste rápido USP

Além de dados documentais registrados, a realização de entrevista aprofundada com a professora responsável pelo projeto, Maria Rita Passos-Bueno, trouxe uma perspectiva mais detalhada a respeito de toda a trajetória de desenvolvimento dos Testes Rápidos USP, a ser elucidada abaixo.

O despertar da ideia de desenvolvimento de um novo teste para identificação da COVID-19 se deu a partir de uma busca do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo em tentar colaborar de alguma forma para o combate à pandemia no Brasil. O grupo, que já possuía expertise em testes moleculares, enxergou no cenário de falta de testes e reagentes para a produção uma oportunidade de contribuir.

“Percebemos a falta de teste e estávamos vivendo a grande questão da falta de reagentes, falta de tudo. Como temos uma área de testes moleculares, pensamos em colaborar nessa área.” (Maria Rita Passos-Bueno, 2021)

“Nossas principais motivações foram: a situação de falta de testes no mercado, a necessidade de existência de testes de custo mais baixo, para tentar ajudar a nossa população, e a criação de um teste a partir de matéria prima diferente, para que não fique refém dos mesmos reagentes que estavam em falta para outras versões de diagnóstico do COVID.” (Maria Rita Passos-Bueno, 2021)

O grupo responsável já detinha conhecimento a respeito de testes genéticos, que são utilizados principalmente em crianças ou outras pessoas com difícil acesso a outro tipo de material biológico. Tal histórico trouxe facilidade para a troca do método SWAB (também utilizado em outros testes) para a coleta de material através da saliva, mudança que foi essencial para a simplificação e, conseqüentemente, diminuição de custos do processo. A metodologia utilizada é ainda muito pouco conhecida para diagnóstico de doenças humanas, mas altamente aplicada na pecuária, possuindo diversos estudos acadêmicos que facilitaram a descoberta da nova composição do teste.

“No começo estávamos trabalhando com amostras de SWAB, mas já em abril começaram a sair artigos mostrando que tinham vírus na saliva. Resolvemos então mudar a fonte biológica usada. Nós já trabalhamos com a criação de testes genéticos e já usamos saliva, especialmente em crianças e outras pessoas em que a coleta é mais difícil.” (Maria Rita Passos-Bueno, 2021)

O grande ponto de inovação que surgiu com algumas semanas de trabalho está no processo de estabilização do vírus. Com custos significativamente altos e demora considerável, esse passo também era dependente dos reagentes importados que estavam em falta no mercado. Com a construção de um novo “mix de ingredientes”, foi possível chegar a um método de estabilização do vírus sem que a extração do RNA fosse necessária, tornando o chamado método LAMP mais simples e barato.

“O que temos de inovação no nosso teste é o desenvolvimento de uma solução, através de dados da literatura e de um novo “mix” de ingredientes para que o vírus fique estável mesmo após todos os tratamentos aplicados no vírus para impedir o poder de contágio e possibilitar a testagem.” (Maria Rita Passos-Bueno, 2021)

“Nós reduzimos significativamente o custo do teste porque cortamos uma etapa do processo de custo relativamente alta. A etapa eliminada necessitava de uma infraestrutura muito boa de segurança para a manipulação do vírus, além de pessoas muito bem treinadas e paramentadas para realização do processo e do uso de reagentes importados caros e escassos. Tal mudança também resultou na redução do tempo de preparo dos testes.” (Maria Rita Passos-Bueno, 2021)

Dentro de poucos meses, então, o Teste Rápido USP chegou a sua formulação final necessária para iniciar o seu uso. Chegou ao consumidor final já a partir de dezembro de 2020, com o oferecimento do teste na capital paulista em quantidade reduzida e por um preço consideravelmente menor comparado ao mercado.

4. RESULTADOS

Com o objetivo de condensar todas as ideias tratadas ao longo dos casos de uso, a presente discussão apresenta uma análise comparativa entre as três inovações estudadas, de acordo com as categorias utilizadas para categorização do material coletado. Além disso, também serão apresentadas as principais contribuições do material para as esferas sociais de interesse.

4.1. Análise comparativa

O quadro 1 apresenta os três pilares da Inovação Frugal analisados de forma comparativa entre os três casos de uso:

Pilares da Inovação Frugal	Redução de custos	Foco em funcionalidades essenciais	Nível de performance otimizado
Respirador Inspire	Equipamento simplificado com valor até 10x mais baixo que o mercado	Modelo mecânico sem uso de ar comprimido	Desempenho similar a equipamentos do mercado com uso de oxigênio 50% abaixo da média
SprayCov	Material de aplicação barata e que gera aumento da durabilidade dos EPIs	Material já utilizado na agricultura simplificado e adaptado para o uso contra o COVID-19	Aumento da durabilidade e do grau de proteção de EPIs como máscaras e aventais
Teste Rápido USP	Simplificação do processo de tratamento do vírus	Corte de etapas usadas em testes convencionais e não uso de reagentes importados	Teste com resultado rápido e confiável por preço inferior à média do mercado

Quadro 1. Análise comparativa dos pilares da Inovação Frugal entre os três casos de uso apresentados.

Fonte: autora baseada nos casos de uso expostos no presente estudo

A partir dos pontos explicitados acima, é possível notar a presença de pontos em comum que caracterizam todos os casos estudados como inovações frugais, sendo a simplificação de processos o principal ponto de intersecção entre eles. A busca por formas menos complexas de chegar a um resultado final similar a alternativas presentes no mercado acabou por gerar ótimas alternativas que foram essenciais ao combate do COVID-19, além de abrir portas para que elementos pouco explorados no Brasil ganhassem maior visibilidade, trazendo à tona a importância da valorização da pesquisa e produção local de alguns itens.

É importante também ressaltar que, apesar do menor uso de recursos e do uso de substituições e alternativas pouco óbvias, o resultado final das inovações apresentadas trouxe não somente resultados satisfatórios, mas totalmente disruptivos e até mesmo superiores aos presentes no mercado.

O quadro 2., por sua vez, apresenta uma análise comparativa das propostas de valor tratadas em detalhe nos três casos de uso apresentados:

Propostas de Valor	Econômico	Social	Ambiental
Respirador Inspire	Desenvolvimento com tecnologia nacional e preço até 10x mais baixo que o mercado	Resolução do problema de falta de respiradores no mercado devido à pandemia de COVID-19	Menor consumo de oxigênio e não uso de componentes importados
SprayCov	Aumento da vida útil de EPIs	Aumento do grau de proteção dos EPIs, auxiliando o combate à pandemia de COVID-19	Diminuição da quantidade e frequência de descarte de EPIs no meio ambiente
Teste Rápido USP	Custo mais baixo que outras opções de teste no mercado	Aumento da disponibilidade de testes para a população	Sem necessidade de importação de reagentes e menor uso de recursos no processo

Quadro 2. Análise comparativa dos pilares das propostas de valor dos três casos de uso apresentados

Fonte: autora baseada nos casos de uso expostos no presente estudo

Após análise em profundidade das propostas de valor tratadas nos casos de uso, alguns padrões podem ser traçados. Dentro do contexto tão específico e alarmante da pandemia de COVID-19, a motivação social foi, nos três casos analisados, a primeira e principal alavanca para o desenvolvimento dos respectivos projetos. A constante falta de equipamentos e alternativas imprescindíveis para o combate ao vírus trouxe aos pesquisadores uma forte motivação para a busca de formas de contribuir para a melhora do cenário nacional.

O valor econômico gerado nos três casos, por sua vez, também seguiu caminhos similares nas diferentes circunstâncias, e teve dois principais papéis dentro da trajetória de cada uma das inovações. Primeiramente, a diminuição de custos foi, desde o início, fator de preocupação dos pesquisadores, já que o desejo estava em encontrar soluções que pudessem ser de fácil acesso a toda a população. Além disso, o fator econômico também pode ser entendido como consequência da busca por um menor uso de recursos que acabou sendo imposta pelas condições de isolamento da pandemia, comuns aos três casos.

Por fim, os três casos analisados mostraram a proposta de valor ambiental como fator secundário de prioridade. Apesar de não ter sido apresentada como foco em nenhuma das situações, acabou sendo estabelecida derivada de uma diminuição do uso de recursos e, principalmente, pelo impedimento do uso de materiais importados, que acabou por incentivar a construção de alternativas com recursos próximos e de fácil acesso.

O quadro 3. apresenta a categoria de Cadeia de Valor da Inovação de forma comparativa entre os três casos estudados:

Cadeia de Valor da Inovação	Geração de ideias	Desenvolvimento de ideias	Difusão
Respirador Inspire	União de ideias de diferentes grupos de pesquisadores para o desenvolvimento otimizado de um respirador	Diversas pessoas e instituições envolvidas - pesquisadores, Marinha, iniciativa privada	Colaboração da Marinha, iniciativa privada e Associação de Ex Alunos da POLI-USP
SprayCov	Projeto nascido de pesquisas já desenvolvidas e bem estabelecidas	Colaboração de pesquisadores de outros institutos para o desenvolvimento da fórmula final	(em andamento) Dificuldade de encontrar empresas dispostas a levar a tecnologia para o mercado de forma benéfica e segura para a população
Teste Rápido USP	Utilização de técnicas e descobertas derivadas de outros projetos já existentes	Grupo ainda não tinha expertise do funcionamento do vírus	Difusão baixa, dificuldade de comunicação com a iniciativa privada e disseminação da tecnologia

Quadro 3. Análise comparativa das etapas da Cadeia de Valor da Inovação dos três casos de uso apresentados.

A Cadeia de Valor da Inovação, dividida em três principais etapas, foi apresentada como uma forma mais objetiva de análise dos principais pontos fortes e também de melhoria presentes no contexto de desenvolvimento de inovações dentro das universidades públicas brasileiras.

Quanto à etapa de geração de ideias, o que se percebe entre os diferentes casos estudados é a presença comum da junção de uma série de ideias e pesquisas pré-existentes que acabam percorrendo um caminho natural de união de esforços e busca de formas de aplicabilidade para a situação em questão. Os pesquisadores acabam enxergando uma chance de mudança de foco de pesquisas já encaminhadas, facilitando e permitindo que ideias concretas sejam criadas com extrema agilidade em situações atípicas como a pandemia de COVID-19.

Em segundo lugar, a etapa de desenvolvimento de ideias também coloca importantes padrões a serem analisados. Apesar de diferenças significativas nas instituições e órgãos envolvidos no desenvolvimento de cada um dos projetos, é nítida a importância da colaboração de profissionais de diversas áreas e especialidades para que a ideia seja trazida à vida de forma bem-sucedida. Os três casos apresentaram uma série de colaborações mais e menos óbvias que foram cruciais para a evolução de cada uma das iniciativas.

Finalmente, a etapa de difusão se colocou como sendo a mais complexa e deficitária do processo. Do ponto de vista da escalabilidade, o Respirador Inspire foi o projeto com maior capacidade de desenvolvimento, tendo milhares de unidades distribuídas e já em uso por todo o país. As demais iniciativas, por sua vez, enfrentaram diversos empecilhos no que diz respeito à entrega da tecnologia desenvolvida a nível de larga escala e fácil acesso, sendo a falta de comunicação entre as iniciativas públicas e privadas o principal motivo para tal dificuldade.

5. DISCUSSÃO

5.1. Contribuição para literatura

O presente estudo buscou aprofundar o conhecimento acadêmico referente às inovações frugais. Como primeira das principais contribuições para a literatura está a categorização dos diferentes tipos de inovação, realizada a partir de estudo aprofundado de diversas teorias e definições de cada um dos três tipos de inovação presente no espectro de inovações de recursos restritos.

A partir da análise dos três casos de uso selecionados, o destaque da construção de valor em três esferas - econômica, social e ambiental - também se apresenta como importante subsídio, tendo sido explanado de forma categorizada e objetiva juntamente com a análise da Cadeia de Valor da Inovação. Tais fatores estão presentes com o objetivo de construir padrões de análise capazes de contribuir para o desenho de boas práticas.

Os resultados confirmam as proposições de Asakawa, Cassura & Un, (2019), que apresenta a inovação frugal em mercados emergentes não somente como forma de atingir o público de menor renda, mas também como solução para contornar situações de restrições externas, como foi o caso do colapso no fornecimento de diversos materiais essenciais no período crítico da pandemia de COVID-19. Os casos de uso trazem como ponto essencial a necessidade de diminuição da dependência de importações e, portanto, de criação de tecnologias locais, principalmente quando se trata de produtos tão necessários como é o caso dos equipamentos de saúde.

A investigação das propostas de valor apresentadas em cada um dos casos estudados também traz subsídio para o discutido em Koerich & Cancellier, (2019), que questiona o papel da criação de valor ambiental no contexto das inovações frugais. Nos três casos apresentados, os benefícios ecológicos resultantes se mostraram como pontos secundários de interesse dos pesquisadores. Apesar do benefício intrínseco derivado da diminuição da utilização de recursos, a criação de inovações amigáveis ao meio ambiente não se mostrou como sendo grande alvo de preocupação em nenhum dos casos tratados.

Ainda, os processos de difusão de concepção e difusão das inovações tratadas confirmam o tratado por Hossain, (2020), que destaca os padrões únicos de inovações frugais, surgidas em grande parte a partir de uma demanda específica do mercado local e, portanto, difundidas nessa mesma esfera. No caso das inovações tratadas dentro do contexto da pandemia de COVID-19, o estopim para os três casos estudados foi a necessidade crítica do Brasil em obter insumos suficientes para o combate à doença. A partir daí, os pesquisadores buscaram formas de desenvolver e distribuir suas criações, mesmo que não em escala comercial, de forma mais rápida e orgânica possível, a fim de contribuir efetivamente para a melhora do cenário.

Por fim, o estudo dos casos dentro do contexto pandêmico traz insumos para a discussão trazida por Pérez & Balbinot, (2021), que trata preliminarmente da introdução do conceito de Inovações Sociais. Apesar de trazer a proposta de valor social como um de seus três pilares, as inovações frugais, em sua maioria, não apresentam a esfera social como motivação primária. O conceito de Inovação Social, por sua vez, introduz uma modalidade intrinsecamente relacionada à frugalidade, mas com o bem-estar social como foco. Com o auxílio no combate à pandemia como estopim dos projetos apresentados, torna-se relevante a discussão em torno da classificação em questão.

5.2. Contribuição para a prática

5.2.1. Pesquisadores e área de inovação

No tocante à pesquisa e às áreas de inovação, tanto no contexto público quanto privado, o presente estudo buscou explicitar de forma detalhada o processo prático de criação e desenvolvimento de uma inovação frugal, a fim de trazer insumos capazes de orientar as partes interessadas com base em casos que mostram exemplos reais e recentes de tal modelo de desenvolvimento.

É importante destacar o enfoque no contexto da pandemia de COVID-19, que trouxe uma situação extrema de restrição de recursos que acabou por servir como acelerador de diversas iniciativas e projetos de pesquisa, contribuindo direta e indiretamente para a expansão do modelo frugal de inovação no país.

Por fim, a análise minuciosa do processo de inovação com base nos pilares da Cadeia de Valor dá abertura para um olhar crítico do contexto de inovação brasileiro, destacando a importância do envolvimento de diferentes instituições e áreas de expertise necessárias para que os esforços de pesquisa sejam otimizados e seus produtos finais possam de fato chegar à população e atender às suas necessidades.

5.2.2. Papel da universidade

Como visto nos casos de uso tratados ao longo do texto, é crucial a participação ativa das universidades públicas brasileiras no processo de apoio à pesquisa e desenvolvimento. A Universidade se coloca como local onde a infraestrutura e o conhecimento necessários

para a para o pensamento disruptivo se encontram, sendo um ambiente essencial para a inovação.

Com um recorte mais específico para dentro do contexto pandêmico, onde o mundo enfrentou forte instabilidade e insegurança econômica, as iniciativas públicas foram ainda mais protagonistas de projetos que colaboraram de forma ativa para que o país enfrentasse uma crise tão profunda e inesperada.

Os projetos apresentados trazem alguns pontos de atenção, enfatizando a necessidade de que as universidades sejam mais presentes nos processos de desenvolvimento de pesquisa, buscando atuar de forma mais próxima aos pesquisadores e criando oportunidades de cruzamento de iniciativas dentro e fora de seus campuses, a fim de otimizar tudo o que tem sido produzido e garantir que tais inovações sejam viabilizadas para benefício da população.

5.3 Limitações e Sugestões

As principais limitações que puderem ser observadas ao longo do projeto estiveram no contato com demais membros da equipe envolvida em cada um dos projetos, a fim de agregar aos casos de uso diferentes perspectivas e maior riqueza de detalhes. Ademais, o período de um ano no desenvolvimento da pesquisa não permite que se tenha maior clareza a respeito da evolução das inovações analisadas no médio e longo prazo, impedindo a constatação de conclusões mais assertivas a respeito da chegada dos produtos no mercado e dos desdobramentos práticos que ocorrerão no cenário pós pandêmico.

Por fim, em linha dos principais questionamentos e temáticas levantados ao longo do trabalho, o estudo da difusão de inovações de recurso restrito se mostra como recorte importante para o desenvolvimento de futuros projetos de pesquisa, tendo se mostrado como um dos principais gargalos presentes no processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, Veja (org.). **Unicamp cria spray que mata coronavírus em um minuto**. 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/unicamp-cria-spray-que-mata-o-coronavirus-em-um-minuto/>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- ASAKAWA, Kazuhiro; CUERVO-CAZURRA, Alvaro; UN, C. Annique. Frugality-based advantage. **Long Range Planning**, [S.L.], v. 52, n. 4, p. 101-879, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2019.04.001>.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Traduzido por Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. Tradução de: L'Analyse de Contenu.
- BBC (org.). **Máscara pode reduzir carga viral e gravidade da covid-19, diz estudo**. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53687363>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- BELTRÃO, R. E., & NOGUEIRA, F. A. (2011, setembro). A Pesquisa Documental nos Estudos Recentes em Administração Pública e Gestão Social no Brasil. **Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 35.
- CNN (org.). **Pandemia de coronavírus desencadeia disputa global por máscaras de proteção**. 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/2020/04/05/pandemia-de-coronavirus-desencadeia-disputa-global-por-mascaras-de-protecao>. Acesso em: 28 dez. 2020.

FAPESP (org.). **A importância do uso de máscaras de proteção como barreira na disseminação da COVID-19.** 2020. Disponível em: <https://fapesp.br/14348/a-importancia-do-uso-de-mascaras-de-protecao-como-barreira-na-disseminacao-da-covid-19#:~:text=%E2%80%9CO%20uso%20cont%C3%ADnuo%20de%20m%C3%A1scaras,assintom%C3%A1ticos%E2%80%9D%2C%20refor%C3%A7a%20Professor%20Paulo..> Acesso em: 28 dez. 2020.

FAPESP (org.). **Teste de COVID-19 pela saliva desenvolvido na USP já está disponível.** 2020. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/teste-de-covid-19-pela-saliva-desenvolvido-na-usp-ja-esta-disponivel/34718/>. Acesso em: 16 jan. 2021.

FAPESP, Agência (org.). **A importância de testar em larga escala.** 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-importancia-de-testar-em-larga-escala/#:~:text=Testar%20maci%C3%A7amente%20a%20popula%C3%A7%C3%A3o.,proteger%20a%20popula%C3%A7%C3%A3o%20da%20pandemia..> Acesso em: 07 fev. 2021.

G1 (org.) **Pesquisadores da Unicamp criam spray que inativa coronavírus e permite uso de máscara por três dias seguidos.** 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2020/11/17/pesquisadores-da-unicamp-criam-spray-que-inativa-coronavirus-e-permite-uso-de-mascara-por-tres-dias-seguidos-veja-video.ghhtml>. Acesso em: 28 dez. 2020.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

HANSEN, Moren T.; BIRKINSHAW, Julian. **The Innovation Value Chain.** Harvard Bussiness Review, [S. l.], p. 121-130, 12 jun. 2007.

HERSTAT, Cornelius; TIWARI, Rajnish (2020) : **Opportunities of frugality in the post-Corona era**, Working Paper, No. 110, Hamburg University of Technology (TUHH), Institute for Technology and Innovation Management (TIM), Hamburg

HOSSAIN, Mokter. Frugal innovation: conception, development, diffusion, and outcome. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 262, p. 121-456, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121456>.

HOSSAIN, Mokter. Mapping the frugal innovation phenomenon. **Technology In Society**, [S.L.], v. 51, n. -, p. 199-208, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.09.006>.

KOERICH, Grazielle Ventura; CANCELLIER, Éverton Luís Pellizzaro de Lorenzi. Inovação Frugal: origens, evolução e perspectivas futuras. **Cadernos Ebape.Br**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 1079-1093, out. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395174424>.

PAIVA, Deslange. **Da descoberta de uma nova doença até a pandemia: a evolução da Covid-19 registrada nos tuites da OMS.** [S. l.], 3 abr. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/04/03/da-descoberta-de-uma-nova-doenca-ate-a-pandemia-a-evolucao-da-covid-19-registrada-nos-tuites-da-oms.ghhtml>. Acesso em: 11 maio 2020.

PISONI, Alessia; MICHELINI, Laura; MARTIGNONI, Gloria. Frugal approach to innovation: state of the art and future perspectives. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 171, p. 107-126, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.248..>

SANTOS, Leandro Lima; BORINI, Felipe Mendes; OLIVEIRA JÚNIOR, Moacir de Miranda. In search of the frugal innovation strategy. **Review Of International Business And Strategy**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 245-263, 14 mar. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ribs-10-2019-0142>.

TIWARI, Rajnish; HERSTATT, Cornelius. Frugal Innovation: a global network's perspective. **Die Unternehmung**, [S.L.], v. 66, n. 3, p. 245-274, mar. 2012. Nomos Verlag. <http://dx.doi.org/10.5771/0042-059x-2012-3-245..>

WEYRAUCH, Timo; HERSTATT, Cornelius. What is frugal innovation? Three defining criteria. **Journal Of Frugal Innovation**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 4-17, 27 dez. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40669-016-0005-y>.

ZESCHKY, Marco B.; WINTERHALTER, Stephan; GASSMANN, Oliver. From Cost to Frugal And Reverse Innovation: mapping the field and implications for global competitiveness.

Research Technology Management, [s. l], v. -, n. -, p. 20-27, 07 jan. 2014.