BBR
BRAZILIAN BUSINESS REVIEW

ARTIGO

Um Novo Método para Avaliação dos Impactos da Transferência de Inovação e Tecnologia: Um Estudo de Caso de Fabricantes Brasileiros do Setor de Energia Elétrica

Rodrigo Oliveira Lima[1]
rolima91@hotmail.com | 0000-0003-2260-8570

Romulo Gonçalves Lins[1]
romulo.lins@ufabc.edu.br | 0000-0001-9878-0081

Alexandre Acácio de Andrade[1]
aacacio@ufabc.edu.br | 0000-0002-9794-8687

RESUMO

Este estudo tem como objetivo identificar e avaliar os impactos e os resultados dos projetos de Inovação e Transferência de Tecnologia (ITT) nos fabricantes brasileiros do setor de energia elétrica brasileiros. Para tanto, primeiramente foram descritas as ações para avaliar tais projetos, na sequência, foram identificados os fatores envolvidos e diagnosticados os pontos críticos. A partir dos fatores anteriores devidamente determinados, foi aplicada uma metodologia de pesquisa quantitativa para avaliação dos impactos dos projetos de inovação e transferência de tecnologia, que utilizou dados de um questionário com especialistas das indústrias brasileiras envolvidas nos projetos. Posteriormente, uma sequência de testes t foi realizada para validar as hipóteses estabelecidas, utilizando-se os resultados obtidos com a aplicação do questionário. Os resultados indicaram que as indústrias brasileiras não possuem um modelo para avaliar os seus projetos de inovação e transferência de tecnologia e seus respectivos impactos. Assim, a metodologia proposta pode suprir essa lacuna e pode ser utilizada de forma prática e eficaz.

PALAVRAS-CHAVE

Inovação e Transferência de Tecnologia, Impactos da Inovação, Nacionalização, Fatores de Avaliação, Setor de Energia Elétrica

[1]Universidade Federal do ABC,
Campus Santo André, Santo André, SP, Brasil

Recebido: 15/04/2020.
Revisado: 02/06/2021.
Aceito: 09/08/2021.
Publicado Online em: 08/04/2022.
DOI: http://dx.doi.org/10.15728/bbr.2022.19.3.2.pt

THIS ARTICLE IS DISTRIBUTED UNDER THE TERMS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico das indústrias em seus centros de pesquisa e desenvolvimento tem sido um destaque para o crescimento econômico sustentável em todo o mundo. Devido ao grande número de tecnologias criadas e produtos inovadores, as empresas multinacionais precisam desenvolver processos de transferência de ciência, novos produtos, conhecimento, novos processos e tecnologia em busca da nacionalização da inovação e ganho no aumento da competitividade. Assim, a Inovação e Transferência de Tecnologia (ITT) nas indústrias de países em desenvolvimento tornam-se um poderoso instrumento para que empresas ou países obtenham as tecnologias de que precisam para seu crescimento. (Braga *et al.*, 2009).

A implantação de projetos ITT, especialmente para países em desenvolvimento, possui uma alta taxa de implantação malsucedida devido a vários aspectos. Durante o processo de implantação nesses países, o fracasso às vezes é trágico, pois os recursos financeiros são muito escassos e a tal deficiência inviabiliza necessidades básicas. Além disso, as falhas criam constantemente a ideia de uma descoberta inevitável de que nada funciona no local de destino. Uma das principais razões para as falhas de ITT é a falta de avaliação das necessidades de tecnologia e seus impactos em muitos aspectos da sociedade (Hübler & Finus, 2013).

Ao decidir pela transferência de um país desenvolvido para um em desenvolvimento, as empresas devem considerar muito mais do que apenas os custos e benefícios que vêm com a compra e o recebimento do produto/tecnologia. Além das características tecnológicas "difíceis" relacionadas ao projeto em si, muitos fatores devem ser considerados, incluindo o ambiente no qual a tecnologia deve funcionar, habilidades de manuseio de equipamentos, peças sobressalentes, experiência em manutenção, organização, gerenciamento e procedimentos. A introdução e transferência de conhecimento técnico, utilizado no desenvolvimento de novos produtos ou processos, entre organizações podem ser incorporadas em equipamentos de produção ou bens manufaturados (Rood, 2018).

Levando em consideração esse cenário, ITT surgiu como um tópico de pesquisa recente e relevante entre negócios, indústria, negócios não governamentais, governo e, claro, na comunidade acadêmica (Boddewyn, 2016). O desenvolvimento, o comércio e a aplicação dessas novas tecnologias nos países em desenvolvimento trazem novas maneiras de explorar ativos tecnológicos, resultando em maior lucratividade e crescimento global multidimensional devido à exploração de ativos.

ITT é reconhecida como uma abordagem útil para obter vantagem competitiva sobre outras organizações em suas cadeias de suprimentos. No Brasil, país em desenvolvimento, a Lei de Inovação (Lei 10.973/ 2004) veio incentivar e facilitar o processo de inovação em que diferentes estratégias de interação são utilizadas para estimular a produção, o mercado e os arranjos institucionais por meio de soluções tecnológicas por meio de contratos de transferência de tecnologia (Cirani, 2016). Assim, ITT é utilizado como uma ferramenta na tentativa de duas organizações em perseguir um objetivo comum, resultando na satisfação das partes envolvidas.

Apesar dos benefícios da ITT, alguns autores acreditam que o principal obstáculo desse processo é a falta de infraestrutura física, humana e socioeconômica, que não pode garantir o uso sustentável deste processo pelas indústrias (Giuliani & Macchi, 2014). No entanto, outros autores afirmam que, neste mercado competitivo e em constante evolução, a transferência é parte efetiva das estratégias tecnológicas e corporativas das empresas.

O processo de ITT ocorre efetivamente por meio do compartilhamento da inovação que geralmente começa e é desenvolvido em uma agência governamental e/ou em uma organização privada. Nas negociações entre organizações privadas, deve-se levar em consideração se as partes envolvidas são de países industrializados ou em desenvolvimento para a tomada de decisão

(Fernandes & Machado, 2019). Além disso, todo processo é baseado no desenvolvimento de tecnologia onde os paradigmas tecnológicos são modificados pela inovação de processos, produtos ou difusão tecnológica.

A representação e o desenvolvimento das responsabilidades são divididos entre instituições do lado da oferta e do lado da demanda. Essas instituições buscam novos "consumidores" para a tecnologia que desenvolveram. Além disso, as instituições de demanda tecnológica atuam em empresas com necessidades tecnológicas e buscam trazer a tecnologia adequada para elas. No entanto, as pesquisas encontradas na literatura não mencionam especificamente a falta de infraestrutura de informação e dificilmente reportam a necessidade de serviços de informação especializadas ou profissionais da informação para aumentar e facilitar o fluxo de conhecimento científico e tecnológico entre os setores de pesquisa e econômico.

O campo da manufatura possui documentação, software e conhecimento codificado como os elementos centrais para a transferência, tornando-se uma área amplamente negligenciada e inexplorada nos estudos de transferência de tecnologia. Desse modo, a avaliação das necessidades, para avaliar as reais necessidades dos usuários de tecnologia, deve ser a primeira etapa do processo de ITT. Os requisitos devem ser identificados e o desempenho das características mapeado. Concentrando-se principalmente na ITT, entre economias e nos países em desenvolvimento, eles se concentram no nível da empresa e abrangem uma ampla gama de tecnologias que apoiam as políticas de desenvolvimento comunitário e regional, nacional e internacional.

Portanto, um dos elementos chave para o sucesso do projeto ITT está relacionado à identificação, caracterização e avaliação de cinco fatores principais e seus impactos envolvidos no ITT na indústria, que inclui os aspectos econômicos, sociais, culturais, tecnológicos e ambientais.

Assim, neste artigo a questão de pesquisa é a seguinte: as empresas brasileiras aplicam uma metodologia para avaliar os impactos dos projetos ITT em relação aos cinco fatores implicados neles?

Para responder à questão de pesquisa, primeiramente, é realizada uma investigação sobre os fatores estabelecidos. Especificamente, o objetivo é investigar se os fabricantes brasileiros estão analisando e avaliando tais aspectos antes de transferir inovação e tecnologia a serem comercializadas. A metodologia proposta é baseada em três pilares: 1) um método de coleta de informações, 2) uma pesquisa realizada em empresas multinacionais brasileiras e 2) um modelo estatístico para análise de resultados.

2. ITT E INDICADORES PARA AVALIAÇÃO

A inovação é um elemento essencial para a sobrevivência e competitividade das organizações empresariais. Inovação geralmente se refere a uma ferramenta usada por empreendedores na exploração de oportunidades para muitos tipos de operações de negócios, por meio da qual os empreendedores fazem escolhas inteligentes sobre as ideias, ou fontes de inovação, que podem fornecer os resultados desejados (Lopes, 2018).

O sucesso da inovação pode ser medido utilizando o processo, produto, marketing e inovação gerencial de uma empresa. No entanto, a definição do escopo deste estudo está focada apenas nos impactos da inovação de produtos e processos nos cinco principais indicadores previamente estabelecidos.

A forma de impacto da ITT depende do grau de influência e do ambiente. Por definição, a inovação tem inerentemente um certo grau de impacto direto, que está sempre relacionado à

função proposta da tecnologia básica. O verdadeiro impacto da tecnologia inovadora é percebido e avaliado por meio das capacidades que ela aprimora e do uso de indicadores adequados (Guan, 2006). Para tanto, são introduzidos nesta seção os cinco indicadores (aspectos econômicos, sociais, culturais, tecnológicos e ambientais) adotados para avaliação e mensuração dos projetos ITT, as respectivas hipóteses formuladas, bem como o modelo de pesquisa proposto.

2.1. Inovação e Transferência de Tecnologia

ITT não é apenas definida como a transferência de conhecimento de uma nação para outra. É um método de transferência de qualquer conjunto de progresso científico de uma empresa para outra com foco na expansão do potencial de inovação (Audretsch *et al.*, 2014). No entanto, a transferência de tecnologia não é simplesmente um movimento para transferência de inovação, ela é um método dinâmico, complexo e multidisciplinar cujo sucesso se deve a uma série de circunstâncias.

A ITT também é reconhecida como um campo onde ocorre uma sucessão de atividades que requerem uma estratégia multidimensional e ferramentas de interação entre duas ou mais empresas durante o desenvolvimento da inovação, gerando um método para criar um novo processo ou produto (Gervais *et al.*, 2015).

A ITT tem contribuído para o surgimento de muitas definições e conceitos (Rodrigues Fernandes, 2019). No entanto, a concepção de transferência de tecnologia inclui o uso, mobilização, emprego, intercâmbio, desenvolvimento e gestão relacionados a serviço, tecnologia, produto e conhecimento.

Definitivamente, os processos de ITT estão constantemente se remodelando em uma transição contínua com quatro atores, permitindo interfaces envolvendo: indústria-indústria, indústria-universidade, governo-governo e universidade-governo. No entanto, o relacionamento entre as indústrias desempenha um papel fundamental na ITT em todo o mundo.

Levando em consideração os modelos utilizados no desenvolvimento de ITT, muitos deles foram desenvolvidos ao longo dos anos para ajudar as empresas a decidirem sobre a melhor forma para planejar e implantar projetos de ITT de forma eficaz. Os modelos são classificados como modelos qualitativos e quantitativos.

Os modelos qualitativos referem-se aos métodos cujo objetivo principal é delinear as atividades que envolvem a gestão de ITT e a elicitação de elementos e preocupações que impactam o sucesso e eficácia de ITT (Iyer & Banerjee, 2018), e (Khabiri *et al.*, 2012). Enquanto os modelos quantitativos, em vez disso, visam quantificar os parâmetros significativos no processo ITT, como o modelo quantitativo baseado no conceito de um parâmetro de Distância de Tecnologia Potencial (DTP) entre um cedente e um cessionário foi proposto em (Sharif & Haq, 1980). No entanto, uma revisão da literatura existente indica que a avaliação dos impactos dos projetos de ITT nos países em desenvolvimento tem sido muito discutida, mas pouco compreendida, especialmente em termos de análise quantitativa de indicadores, como proposto nesta pesquisa.

2.2. Impactos Econômicos

Conforme a visão de Schumpeter sobre Inovação e Empreendedorismo, a economia de cada país pode ser impactada positivamente pela inovação de várias maneiras localmente, regionalmente, nacionalmente e/ou globalmente. Mais precisamente, o efeito econômico é visto através da adição de novos mercados que às vezes é gerado por tecnologia radicalmente disruptiva, por uma ampliação da eficiência em muitos processos ou por mudanças incrementais na manufatura.

A inovação é a principal fonte de crescimento econômico, criação de empregos e competitividade na economia global de hoje, conforme relatado pelo ex-presidente dos Estados Unidos, Barack

Obama. Não há dúvida de que as empresas de classe mundial geram mais do que lucros. Eles estão constantemente inovando e podem promover o crescimento econômico, o emprego e melhorar significativamente a qualidade de vida das pessoas (Hall & Rosenberg, 2010). O crescimento econômico sustentado promove o crescimento estável de longo prazo da renda per capita, e a inovação é especialmente importante para as pessoas que formam a base da pirâmide econômica.

A correlação entre inovação e progresso econômico é amplamente investigada. No entanto, isso não significa que as pessoas tenham um bom entendimento. Vários pesquisadores já mencionaram que aqueles que não acreditam que a inovação prejudicará as oportunidades de emprego não têm experiência para apoiá-la. Com efeito, as evidências apontam para outra direção e estabelecem uma relação positiva entre emprego e inovação (Ribeiro *et al.*, 2019). A relação existe e é efetiva em muitos setores, gera renda e melhora vidas.

Diferentes tipos de inovação geralmente levam a diferentes resultados econômicos. A inovação de processo pode melhorar a eficiência da produção de produtos e serviços, enquanto a inovação de produto pode melhorar a qualidade, expandir categorias de produtos e até abrir novos mercados. Eles têm resultados de emprego diferentes: a inovação de processo pode aumentar a produtividade e substituir o trabalho, enquanto a inovação de produto tem o potencial de gerar novos empregos estabelecendo novos clientes ou ampliando os existentes (Edquist *et al.*, 2001).

O impacto da inovação na economia pode ser medido por meio de várias métricas, como o número de exportações, salários, vendas, valor agregado por funcionário e assim por diante. As empresas inovadoras costumam ser mais competitivas em nível global e podem exportar mais e, consequentemente, devido à sua alta produtividade, pagam salários mais elevados.

Considerando o cenário atual da ITT nas empresas e os impactos econômicos mencionados acima, o estudo qualitativo proposto é baseado no aspecto econômico dos projetos, que é o elemento chave para a tomada de decisão. Portanto, a dimensão econômica e seus aspectos é a variável principal, e as demais hipóteses são formuladas respeitando tal premissa.

2.3. Impactos Sociais

O crescimento social promovido pela ITT é responsável pela expansão sustentável, notadamente no Sul global. Desde a década de 1990, cerca de 1 bilhão de pessoas evitaram a pobreza extrema, 2,1 bilhões de pessoas alcançaram maior limpeza e mais de 2,6 bilhões de pessoas têm acesso a fontes de água mais adequadas (Assembly, 2013). Nas últimas três décadas, a taxa global de mortalidade de menores de cinco anos caiu significativamente de 91 por 1.000 nascidos vivos para 43, assim como outros avanços sociais são relatados hoje.

Levando em consideração esses avanços, a ITT desempenhou um papel crucial nesse avanço. As tecnologias inovadoras estão ajudando os cidadãos e os governos a interagirem uns com os outros de forma mais eficaz e aumentando o alcance e a eficiência dos serviços públicos. Como a taxa de penetração dos serviços de telecomunicações continua crescendo nos últimos anos, muitos países podem utilizá-los para expandir os serviços oferecidos à população, que incluem assistência médica, serviços financeiros, dentre outros.

ITT é um dos fatores-chave para diminuir a lacuna entre os países em desenvolvimento e os países industrializados. Além de infraestrutura, força de trabalho eficiente e saudável, estradas e acesso à informação e educação, a tecnologia também pode ajudar esses países a seguir em frente (Sachs, 2015). Hoje em dia, as fontes tradicionais de energia, como os combustíveis fósseis, estão diminuindo, e o uso de energia renovável à base de água, vento ou energia solar pode oferecer uma oportunidade para os países em desenvolvimento não copiarem o mesmo caminho escolhido pelos países industrializados, mas seguir em frente com o setor de energia. Portanto, ITT pode exercer influência social em muitos campos da sociedade em todo o mundo.

No entanto, a necessidade de impacto social da ITT em todo o mundo ainda é grande. Muita esperança foi colocada na inovação tecnológica. No entanto, a inovação por si só não é suficiente, portanto, o impacto social das mesmas é um novo parâmetro a ser considerado na implementação de uma ITT e no uso de tais tecnologias em larga escala. O impacto social significa uma mudança positiva para a sociedade, mas o impacto social da ITT permanece tão limitado porque seus efeitos na sociedade são negligenciados durante a fase de conceito dos projetos de ITT.

As considerações acima, juntamente com as visões dos impactos sociais dos projetos da ITT, é consenso que elas têm a capacidade de afetar positivamente a qualidade de vida das pessoas, o que orientou os autores a proporem que o impacto social está provavelmente correlacionado positivamente com a inovação em o contexto dos países em desenvolvimento, conforme a seguinte hipótese:

- **H1:** Os projetos de ITT com foco em resultados econômicos possibilitam impactos sociais positivos nos países em desenvolvimento.

2.4. Impacto Cultural

Novos produtos, processos e serviços inovadores são geralmente lançados em todo o mundo todos os dias, mas não é incomum, pois eles têm altas taxas de adoção em alguns países, mas baixas taxas em outros. Consequentemente, a ITT pode influenciar a base cultural das populações em nível regional e mais amplamente na sociedade como um todo.

Os fenômenos de como as novas tecnologias, incluindo aquelas criadas por meio da ITT, podem ser explicados, mas não apenas, pela teoria das "inovações de difusão" (Rogers, 2003). Essa teoria discute a influência da cultura em como a inovação se espalhou pela civilização humana. O autor enfatiza que a difusão é o método pelo qual a notícia e a captação de inovação são transmitidas por meio de conexões e redes sociais no que diz respeito ao tempo. A experiência desta teoria é distinta e multidisciplinar onde quatro elementos afetam diretamente a taxa de difusão da inovação, sendo eles: 1) a própria inovação; 2) os canais de comunicação; 3) tempo; e 4) o sistema social.

O principal resultado é que uma eventual seleção de tecnologia, processo ou produto pela comunidade depende da mudança na ação comportamental que deve aumentar a partir da nova adoção que torna a distribuição ou disseminação da ideia ou produto viável. A seleção de um desses elementos citados anteriormente não ocorre concomitantemente e são adotados por pessoas selecionadas com características diferenciadas da norma social. Assim, para obter o apelo da inovação a um público-alvo mais amplo, é necessário que seu perfil seja previamente compreendido. Tal procedimento irá garantir uma promoção mais eficiente da tecnologia.

Com base na discussão anterior, os projetos de ITT têm o potencial de afetar positivamente o tecido cultural das populações, o que orientou os autores a sugerir que o impacto cultural pode estar positivamente relacionado com a inovação no tema dos países em desenvolvimento, como na seguinte hipótese:

- **H2:** Os projetos da ITT com foco em resultados econômicos possibilitam impactos culturais positivos nos países em desenvolvimento.

2.5. Impactos Tecnológicos

A inovação é o elemento chave nas teorias modernas de desenvolvimento e crescimento (Fagerberg *et al.*, 2005). Também está intimamente relacionado com mudanças na estrutura

econômica, atualização tecnológica dos sistemas de produção e promoção de atividades de maior valor agregado em várias cadeias produtivas globais.

Essa atualização tecnológica se reflete em uma nova geração de máquinas e equipamentos e em uma nova geração de trabalhadores qualificados. Produtos e tecnologia de processo também têm um impacto indireto, que resulta de investimentos formais e informais em pesquisa e desenvolvimento (P&D), capacidades e aprendizagem no trabalho. Mudanças tecnológicas diretas e indiretas são as razões para o aumento da produção global, que explicam mais da metade da diferença nas taxas de crescimento econômico entre os países (Helpman, 2004). No entanto, essas mudanças não só aumentam a quantidade de produção econômica, mas também a qualidade dos produtos fabricados.

Os poderosos impactos das mudanças tecnológicas são adequadamente descritos por (Lipsey *et al.*, 2005), onde os autores afirmam que as pessoas que viveram na primeira década do século 20 não se beneficiaram dos avanços médicos modernos, avanços da indústria eletrônica, preços acessíveis para acesso às universidades e assim por diante. Portanto, a mudança tecnológica transformou a vida humana.

As teorias do crescimento endógeno e do crescimento evolutivo indicam que os fatores de produção comuns, como o capital e o trabalho, estão sujeitos à diminuição do retorno do capital, enquanto o investimento em conhecimento tem retornos crescentes devido a um conjunto de fatores positivos na conexão entre atores econômicos. A teoria do crescimento endógeno explica que as economias avançadas com o melhor sistema de inovação lucram mais com o investimento em conhecimento do que as menos avançadas por alguns motivos. Em primeiro lugar, as aplicações de P&D e o progresso científico concentram-se notavelmente nas economias mais avançadas. Em segundo lugar, a transferência de conhecimento e tecnologia dos pioneiros para os seguidores é rápida, de modo que a inovação se espalha rapidamente por toda a economia.

No entanto, a inovação e os avanços tecnológicos podem acelerar ainda mais alavancagem econômica nos países em desenvolvimento porque podem absorver e modificar criativamente o conhecimento tecnológico global para alcançar um crescimento acelerado. Algumas teorias argumentam que as economias retardatárias podem lucrar com as vantagens do atraso tecnológico. Eles podem se beneficiar da difusão global da tecnologia porque podem obter novas tecnologias sem arcar com todos os custos e riscos de um investimento em novos conhecimentos.

No entanto, também é importante levar em conta o contexto dos países em desenvolvimento para o desenvolvimento de novas tecnologias a partir de um desenvolvido. Quando uma empresa está planejando um projeto ITT, em um país em desenvolvimento, pode ser necessário adaptar essa tecnologia para o mercado local.

De acordo com as discussões anteriores, o projeto ITT pode ter um impacto positivo no status tecnológico do país, o que orientou os autores a sugerir que as melhorias tecnológicas são prováveis de serem impactadas positivamente pelo ITT no ambiente dos países em desenvolvimento, como mostrado a seguir hipótese:

- **H3:** Os projetos da ITT enfocaram os resultados econômicos em melhorias tecnológicas positivas nos países em desenvolvimento.

2.6. Impactos Ambientais

As dificuldades trazidas com a competição econômica global, as disparidades sociais e a dimensão dos problemas ambientais aumentaram a consciência e aprofundaram a atenção sobre

a necessidade de modificar a tecnologia atual para alterar os modelos de comportamento social e conduzi-la a uma forma mais sustentável de crescimento (Teng *et al.*, 2002).

Levando em consideração, mais especificamente, os impactos de novos produtos, processos no meio ambiente, as empresas estão mais preocupadas com tais aspectos. Assim, muitas metodologias são encontradas na literatura, cujo objetivo principal é o enfrentamento desses impactos. No entanto, o estabelecimento de indicadores voltados para as questões ambientais é fundamental para as empresas, fornecendo referências para medir o comportamento ambiental e os resultados das indústrias.

O estabelecimento de indicadores visando à inovação ambiental deve refletir o fato de que todas as fases da produção podem influenciar o meio ambiente, como exemplo, desde a seleção dos materiais até a especificação das características dos processos produtivos e dos produtos fabricados. Além disso, as consequências ambientais não se limitam à fase de produção, mas provavelmente podem ocorrer durante o ciclo de vida completo do produto.

Existem duas classes principais para inovações ambientais. O primeiro é baseado nas razões do avanço dessas inovações, enquanto o segundo é focado em seu propósito. Em outras palavras, enquanto na primeira o esforço primário é feito para gerar um produto responsável por diminuir a poluição ambiental, a segunda classe inclui inovações que não foram desenvolvidas para objetivos ambientais, mas tiveram impactos ambientais positivos ou negativos (Kemp *et al.*, 2000).

A existência de duas classes principais requer dois conjuntos diferentes de indicadores para medir os impactos: um para inovações criadas em resposta a leis e outro capaz de reconhecer elementos ambientais de outros tipos de inovações. Assim, independentemente das categorias de projeto de ITT acima mencionadas, os aspectos importantes a serem considerados e analisados em um projeto em termos de parâmetros ambientais são os seguintes: 1) Controle da poluição; 2) Gerenciamento de resíduos; 3) Tecnologia limpa; 4) Produtos limpos; 5) Reciclagem; 6) Inovações para o desenvolvimento de novos produtos e 7) Tecnologia de limpeza.

As considerações anteriores e as visões dos projetos de ITT sobre os efeitos ambientais têm um impacto negativo no meio ambiente onde está inserido, o que levou o autor a propor que os impactos ambientais têm probabilidade de ter uma correlação negativa com a inovação. A situação nos países em desenvolvimento, conforme demonstrado pela seguinte hipótese:

- **H4:** Os projetos do ITT enfocaram os efeitos econômicos de maneira negativa sobre o meio ambiente nos países em desenvolvimento.

2.7. Método Delphi

A técnica Delphi é um método sistemático que obtém opiniões de especialistas. O resultado esperado é chegar a um acordo confiável no grupo de especialistas selecionado. Normalmente, o Delphi é realizado por meio de um conjunto de questionários. Os membros do grupo permanecem anônimos entre si e suas interações são gerenciadas de uma maneira completamente desconhecida (Robinson, 1991). Após cada rodada da pesquisa, a resposta será investigada e, com base na avaliação, um segundo questionário poderá ser desenvolvido e enviado aos mesmos membros da equipe na próxima rodada. O caráter iterativo da metodologia permite fornecer aos associados cada rodada que envolve *feedback* sobre novas informações. Portanto, eles podem reconsiderar com base nos resultados gerais, as informações que forneceram nas rodadas anteriores. O processo dura por uma quantidade pré-determinada de rodadas, ou até que alguns critérios propostos sejam atendidos, ou seja, chegar a um consenso no grupo de pesquisa (Mullen, 2003).

O método tem sido utilizado em uma ampla área de aplicações, como em engenharia, saúde, ciências sociais, avaliação de negócios, entre outras, onde os pesquisadores precisam levantar informações de especialistas no desenvolvimento de pesquisas quantitativas ou qualitativas (Yeoh & Koronios, 2010). Assim, a partir da discussão dos principais indicadores e da definição das hipóteses, a Figura 1 ilustra o desenvolvimento do método de pesquisa para avaliação dos impactos dos projetos de ITT.

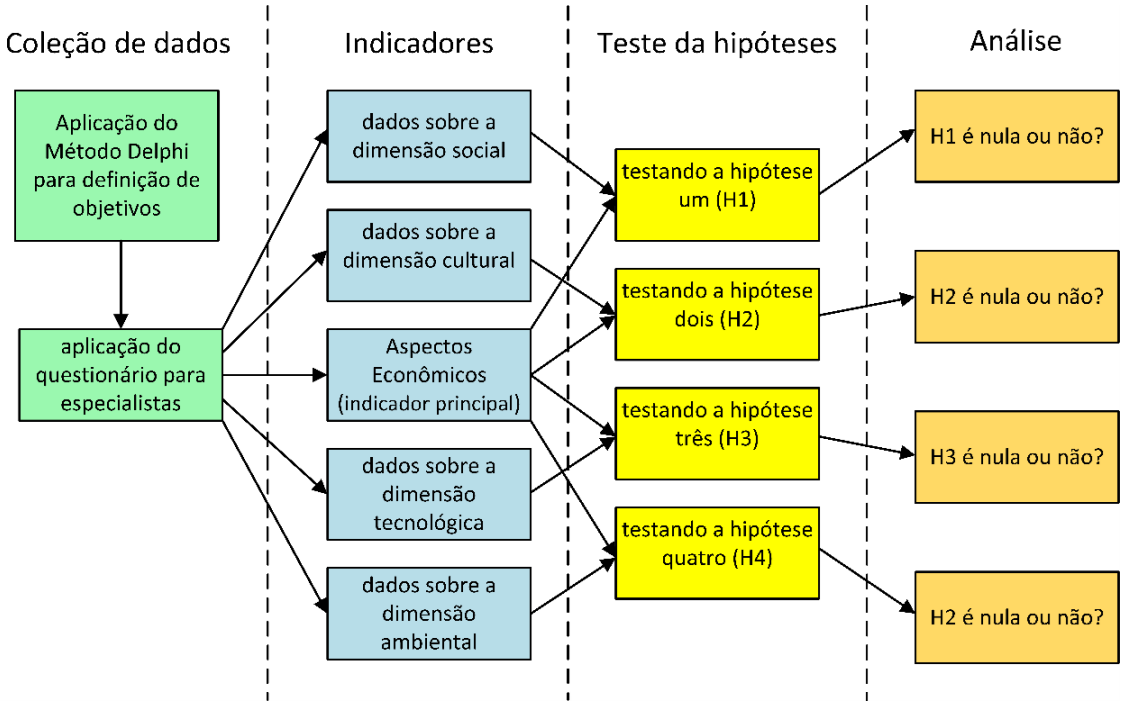


Figura 1. Desenvolvimento de método de pesquisa para avaliação dos projetos de ITT.

3. METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia da pesquisa, a coleta de dados e a abordagem estatística para avaliar e responder à questão da pesquisa. Deve-se notar que a abordagem adotada nesta pesquisa é quantitativa descritiva, cujo objetivo é estabelecer a associação entre as variáveis.

3.1. Método de Pesquisa Proposto

A capacidade de uma empresa em transferir tecnologia avançada e perceber os benefícios esperados de sua implantação dependerá das capacidades técnicas existentes internamente. No entanto, uma abordagem de gerenciamento diferente pode influenciar significativamente os projetos de ITT. Assim, a metodologia proposta para avaliação de projetos considera as etapas e fatores cruciais e seus respectivos impactos antes de uma decisão ser tomada. A Figura 2 ilustra as etapas comuns utilizadas pelas empresas para avaliar um projeto de ITT e nas etapas, destacadas em verde, são os locais onde a metodologia proposta pode ser aplicada pelas empresas.

A etapa de identificação do problema consiste nas ações de identificação das principais características do produto, no que se refere a elementos como volume de vendas estimado, preço e aspectos culturais onde o produto será inserido. Uma vez estabelecidos, então, a segunda etapa consiste em identificar e estudar as melhores possibilidades disponíveis para satisfazer os requisitos iniciais.

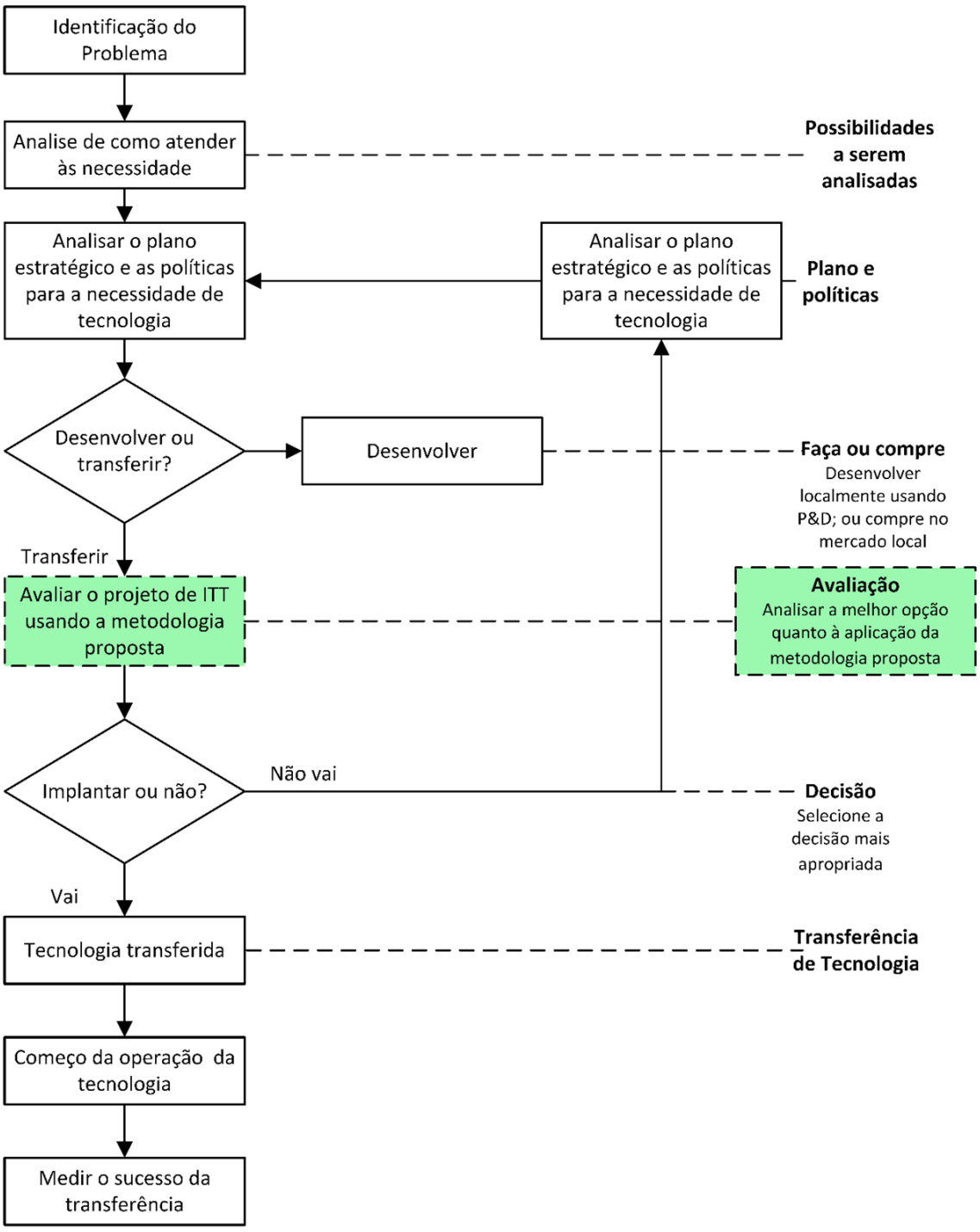


Figura 2. Modelo de transferência de tecnologia adotado pelas empresas com a adoção da metodologia proposta.
Fonte: autores (2019).

Na sequência, é necessário planejar estratégias e políticas para atender e organizar as prioridades a serem comprometidas com a execução do plano. A partir das etapas anteriores cumpridas, então, as empresas devem tomar a decisão de transferir ou desenvolver a tecnologia localmente, o que depende do interesse econômico, plano estratégico, entre outros. Além disso, em caso de acordo para desenvolvimento do projeto, outro julgamento é obrigatório e está relacionado ao desenvolvimento interno da empresa por meio de investimento em equipe de Pesquisa & Desenvolvimento ou compra de tecnologia de fornecedores locais.

No caso de uma decisão de transferência, então, a metodologia proposta deve ser aplicada e ela contribui de forma efetiva quando os gestores analisam os impactos do projeto para tomar uma decisão com base em uma avaliação clara que indique os impactos realistas do projeto em cinco dimensões, que é a principal contribuição desta pesquisa. Essa etapa é composta por três fases: 1) Uma análise aprofundada das cinco dimensões existentes e da definição do questionário; 2) Coleta de dados por aplicação de questionário digital; 3) Medição de dados usando o teste T de estudante.

Após a etapa de avaliação, então, dentre as possibilidades, em termos de tecnologias disponíveis, é selecionada a mais adequada. Se não houver uma opção satisfatória para preencher os requisitos iniciais, o plano estratégico e as políticas devem ser reconsiderados.

Nas duas próximas etapas, o processo de transferência física visa prosseguir com a instalação real do material e de todos os elementos necessários. Inclui todos os processos de compra, transporte e instalação realizados por uma equipe bem treinada. A fase de startup é o processo final onde a implementação é efetivamente realizada e na seqüência ocorre o comissionamento e o começo da operação.

Uma vez concluído todo o processo de transferência, é necessário medir o fracasso ou o cumprimento do projeto ITT de forma que os erros ocorridos nele possam trazer reconhecimento para projetos futuros.

3.2. Método Estatístico e Proposta para Coleta de Dados

A novidade da metodologia proposta para análise dos projetos de ITT é baseada em cinco pilares e uma pesquisa realizada com todos os profissionais de alguma forma envolvidos nele. Desse modo, o método Delphi tem sido adotado para tanto por ser um processo estruturado comumente usado para levantar dados de indicadores de qualidade (Wang *et al.*, 2012) e pode ser aplicado aos respondentes por meio de plataformas baseadas na web, que é uma enorme vantagem para os pesquisadores.

Primeiramente, é desenvolvido e implantado o questionário estruturado para coleta de dados seguindo as características da inovação a ser avaliada. Essa pesquisa aborda os produtos dos fabricantes brasileiros de eletrônicos. Desse modo, o questionário é elaborado considerando os aspectos econômicos, sociais, culturais, tecnológicos e ambientais envolvidos nos projetos do ITT. Dentro de cada área, os impactos são avaliados de acordo com as características de cada produto em repasse, conforme mostra a Tabela 1.

Na sequência, o questionário visa coletar dados de um grupo pré-determinado por meio do método Delphi baseado na web, cujo objetivo é estruturar um processo de comunicação voltado para um grupo específico de especialistas, permitindo que os pesquisadores descubram sua opinião técnica sobre como lidar com problemas complexos, e detectar o cenário atual das indústrias brasileiras. Tal método deve ser aplicado seguindo três premissas básicas: 1) anonimato; 2) interação com *feedback* controlado; e 3) geração de respostas estatísticas. A Tabela 2 ilustra as questões definidas e suas respectivas escalas de resposta.

Finalmente, um método estatístico Student T-test é usado para tratar os dados coletados, o que resulta em uma quantificação detalhada dos impactos do projeto ITT e como resultado, a correlação entre as variáveis é exibida. O teste T de Student confirma ou não as hipóteses sobre a média de uma pequena amostra extraída de uma população normalmente distribuída quando o desvio padrão da população é desconhecido. Consequentemente, é possível avaliar os impactos do projeto ITT comparando a correlação das variáveis.

Tabela 1
Fatores de avaliação propostos.

Fatores de Avaliação				
Econômico	Social	Cultural	Tecnológico	Ambiental
Recursos humanos (habilidades técnicas e interpessoais);	Fatores organizacionais, estrutura, flexibilidade para mudanças, poder de decisão;	Fatores culturais (hábitos, gostos pessoais, entre outros);	Instalações Físicas - Infraestrutura e tecnologia de suporte;	Condições geográficas e climáticas;
Capital, terra e outras matérias-primas;	Fatores sociais (religião, idioma, etnia);	Conduta ética (honra, respeito, entre outros).	Serviços e Sistemas (Operação, manutenção, atualização);	Sistemas ecológicos desequilibrados, efeitos contra a saúde humana;
Condições econômicas;	Fatores políticos (instabilidade política e corrupção).			Destruição ambiental e escassez de recursos.
Direitos e propriedades de mercado (patentes e licenças).				

Fonte: Autores (2019).

A partir das hipóteses definidas anteriormente, para análise e correlação do impacto, aplica-se Teste t da seguinte forma: elege-se a dimensão económica como variável principal e aplica-se uma série de Student T-test, com duas variáveis independentes, para comparar os impactos econômicos versus sociais, culturais, tecnológicos e ambientais.

Matematicamente, assumindo que as duas amostras independentes de variáveis têm variâncias iguais (ou seja, $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$), o Teste t é definido como:

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \textbf{(1)}$$

com:

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad \textbf{(2)}$$

onde:

$\overline{x_1}$ = Média da primeira amostra;

$\overline{x_2}$ = Média da segunda amostra;

n_1 = Tamanho da amostra da primeira amostra;

n_2 = Tamanho da amostra da segunda amostra;

s_1 = Desvio padrão da primeira amostra;

s_2 = Desvio padrão da segunda amostra;

s_p = Desvio padrão agrupado.

O valor *t* calculado é então comparado ao valor *t* crítico da tabela de distribuição *t* com graus de liberdade $n_1 + n_2 - 2$ e com o nível de confiança escolhido. Se o valor *t* calculado for maior que o valor de *t* crítico, então a hipótese nula deve ser rejeitada (Zimmerman, 1997).

Tabela 2

Perguntas que compõem a pesquisa aplicada aos funcionários das empresas.

Objetivo	Questão	Tipo e escala da resposta
Identificação	Nome da empresa	Preencha o formulário eletrônico com uma resposta objetiva
	Formação Inicial	
Caracterização da Empresa	Área de inovação de P&D	Múltipla escolha para classificação
	Tipo de inovação (incremental ou disruptiva)	
	Onde o P&D é desenvolvido	
	Onde o produto resultante do P&D é fabricado	
Relevância da Dimensão	Econômica	Múltipla escolha com escala de 1 a 3
	Social	
	Cultural	
	Tecnológica	
	Ambiental	
Econômica	Contribuição para o crescimento econômico local	Múltipla escolha com escala de 1 a 5
	Retorno financeiro	
	A inovação pode ser comercializada?	Múltipla escolha com duas opções
	A inovação desenvolvida é capaz de induzir outras?	
Social	Melhorar a infraestrutura local	Múltipla escolha com escala de 1 a 5
	Número de empregos gerados	
	Melhoria da qualidade de vida local	
	Número de acidentes reduzido	
	Risco de população	
Cultural	Melhoria na educação	Múltipla escolha com escala de 1 a 5
	Melhoria em outras áreas	
	Melhoria na acessibilidade	
Tecnológica	Impactos na infraestrutura local	Múltipla escolha com escala de 1 a 5
	Impactos em serviços e / ou sistemas existentes	
	Inovação em novos processos industriais	
	Risco de competição de reprodução de tecnologia	Múltipla escolha com duas opções
Ambiental	Interferência com a biodiversidade	Múltipla escolha com escala de 1 a 5
	Energia renovável	
	Uso de recursos naturais	
	Possíveis danos à saúde humana	
	Poluição visual	
	Poluição sonora	

Fonte: Autores (2019).

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A indústria eletroeletrônica brasileira abrange a fabricação de todos os equipamentos de geração, transmissão, distribuição e automação. É um conjunto de atividades econômicas envolvidas em P&D desenvolvido localmente, transferência de ITT e fabricação de diversos produtos, onde mais de $ 20 bilhões são investidos por ano. No entanto, a transmissão e a distribuição continuam a ser os principais elementos que afetam o preço final da energia elétrica para os cidadãos do país. Portanto, devido ao cenário mencionado, a seleção do segmento é relevante para testar o método.

Os impactos nas cinco dimensões foram definidos como as variáveis do modelo proposto por serem os aspectos mais importantes a serem considerados pelo especialista da área e entre os autores encontrados na literatura. Além disso, as perguntas foram aplicadas aos respondentes e ao formulário, baseado na web e disponibilizado pelo *google forms* e com as respostas coletadas em planilha *online*.

O questionário foi enviado (por e-mail) a mais de 300 profissionais (engenheiros diversos, gerentes, bacharéis em direito, entre outras ocupações) de empresas brasileiras que atuam diretamente no projeto ITT e P&D para o setor de energia. Como resultado, 117 (taxa de resposta próxima a 40%) pessoas responderam confidencialmente, sem identificação pessoal. As Figuras 3 e 4 mostram a identificação da empresa e a formação inicial dos respondentes.

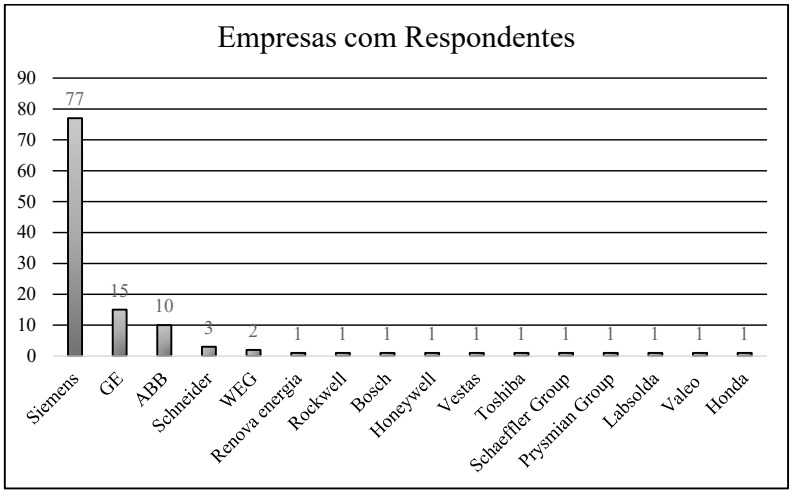


Figura 3. Gráfico das empresas consultadas. Fonte: autores (2019).

Conforme mostra o gráfico, as empresas consultadas somam 16 e são as maiores atuantes no mercado brasileiro com faturamento anual de bilhões de dólares.

Completando a etapa de identificação, a análise inicial da formação ilustra um perfil heterogêneo na formação inicial dos funcionários e suas respectivas ocupações dentro das empresas, o que é relevante e esperado para os projetos ITT.

Em termos do campo em que as empresas estão atuando, a Figura 5 ilustra as áreas específicas onde cada empresa está desenvolvendo seus projetos.

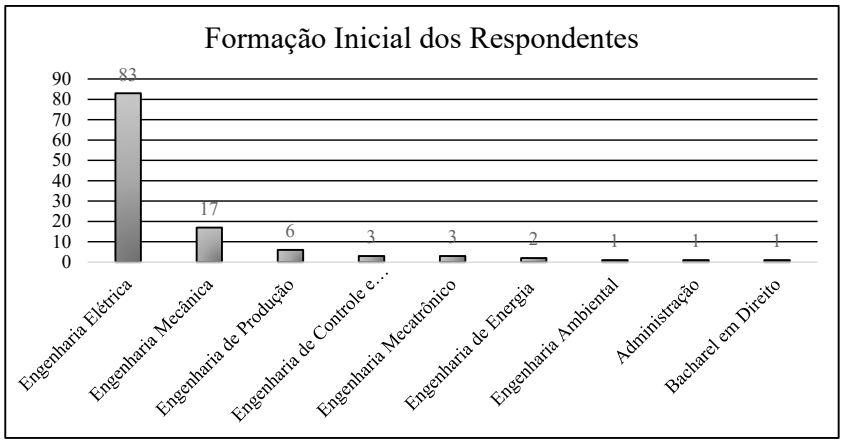


Figura 4. Gráfico da formação inicial dos respondentes. Fonte: autores (2019).

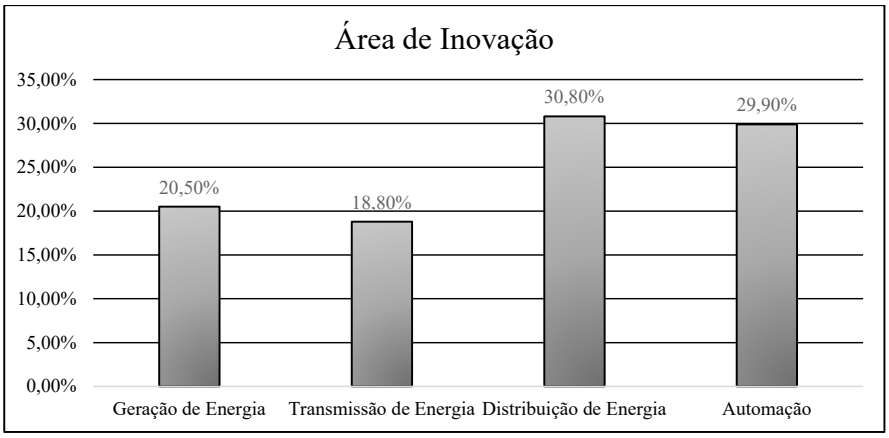


Figura 5. Gráfico da participação de cada subsetor. Fonte: autores (2019).

Conforme mostra o gráfico, mais de 60% das empresas desenvolvem produtos na área de distribuição de energia e equipamentos automatizados para gestão do consumo de energia. Enquanto a geração e transmissão de eletricidade são o foco de menos de 40% dos negócios das empresas. Completando as respostas de caracterização das empresas, a Tabela 3 tipifica o tipo de inovação em que estão trabalhando.

Tabela 3
Compilação com as respostas para ilustrar a atividade das empresas no Brasil.

Questão	Porcentagem das Respostas	
Tipo de Inovação	44% disruptiva	56% incremental
Local de atividade do P&D	15% no Brasil	85% no exterior
Local de fabricação de produtos de P&D	40% no Brasil	60% no exterior

Fonte: Os autores (2019).

Conforme detalhado na caracterização, as empresas brasileiras atuam majoritariamente em tecnologias incrementais, o que significa que os produtos existentes estão recebendo atualizações gradativamente, enquanto apenas 15% de todas as atividades de P&D são realizadas em território nacional. Além disso, apenas 40% dos produtos são produzidos localmente.

Em termos de relevância entre as cinco dimensões selecionadas anteriormente, as opções de questões seguem uma escala Likert de 1 a 3, cujo objetivo é compreender os aspectos mais importantes considerados pelas empresas na avaliação de seus projetos de ITT. A Tabela 4 traz a classificação dos fatores.

Tabela 4
Classificação dos fatores segundo os respondentes.

Dimensão	Média
Econômica	2,873
Tecnológica	2,695
Ambiental	2,136
Social	1,795
Cultural	1,703

Fonte: Os autores (2019).

Pela análise da pesquisa, a dimensão econômica é o aspecto mais relevante para uma empresa decidir, se o projeto de ITT vai continuar, o que corrobora com a afirmação inicial. Na ordem de classificação, os fatores tecnológicos, ambientais, sociais e culturais são as dimensões consideradas pelas empresas. Portanto, a dimensão econômica pode ser confirmada como a dimensão principal para os testes t.

Assim, a partir dos resultados do conjunto de questões para cada dimensão, com as opções de questões seguindo uma escala Likert variando de 1 a 5, então, é realizada uma série de quatro testes t *student* para verificação das hipóteses iniciais (**H1, H2, H3** e **H4**).

A primeira hipótese a ser testada é a H3, em que um projeto ITT focado em aspectos econômicos impacta positivamente a dimensão tecnológica. Estatisticamente, a hipótese é testada da seguinte forma:

$H3_0 : \mu_{econômica} = \mu_{tecnológica}$ é a hipótese nula;

$H3_1 : \mu_{econômica} \neq \mu_{tecnológica}$ é a hipótese alternativa.

A Tabela 5 mostra os resultados do Teste t auxiliado pelo software Excel ®.

De acordo com o teste t e o valor de P (T <= t) bicaudal por ser maior que 0,05, pode-se concluir que a hipótese nula é rejeitada e a hipótese alternativa aceita. Isso significa que em apenas 5% dos casos em que uma transferência tecnológica realizada com foco econômico impacta positivamente no aprimoramento tecnológico de infraestruturas, serviços e sistemas e processos industriais.

A segunda hipótese (H4) é que um projeto ITT focado nos aspectos econômicos tem impactos negativos na dimensão ambiental. Estatisticamente, a hipótese é testada da seguinte forma:

$H4_0 : \mu_{econômica} = \mu_{ambiental}$ é a hipótese nula;

$H4_1 : \mu_{econômica} \neq \mu_{ambiental}$ é a hipótese alternativa.

Tabela 5
Resultados do teste t de Student para as dimensões Econômica x Tecnológica.

Teste t: Supondo que as duas amostras tenham variância similar		
	Econômica	*Tecnológica*
Média	2,872881356	2,889830508
Variância	0,1460959	0,133058091
Observações	118	118
Variância de dados agrupados	0,139576996	
Hipótese de diferença de média	0	
gl	234	
Stat t	-0,348471345	
P(T<=t) uni-caudal	0,363899772	
T crítico uni-caudal	1,651391475	
P(T<=t) bi-caudal	**0,727799544**	
T crítico bi-caudal	1,970153643	

Fonte: Os autores (2019).

A Tabela 6 mostra os resultados do segundo teste t de Student.

Tabela 6
Resultados do teste t de Student para as dimensões Econômica x Ambiental.

Teste t: Supondo que as duas amostras tenham variância similar		
	Econômica	*Ambiental*
Média	2,872881356	2,144067797
Variância	0,1460959	0,534622628
Observações	118	118
Variância de dados agrupados	0,340359264	
Hipótese de diferença de média	0	
gl	234	
Stat t	9,595633717	
P(T<=t) uni-caudal	6,69558E-19	
T crítico uni-caudal	1,651391475	
P(T<=t) bi-caudal	**1,33912E-18**	
T crítico bi-caudal	1,970153643	

Fonte: Os autores (2019).

De acordo com o teste t e o valor de P (T <= t) bicaudal por ser menor que 0,05, pode-se concluir que a hipótese nula é verdadeira. Ou seja, em mais de 95% dos casos em que um ITT é realizado com enfoque econômico, ele afeta negativamente o meio ambiente local, ou seja, interfere na biodiversidade, no uso de recursos naturais, na poluição, entre outros impactos.

A terceira hipótese a ser testada (H1) é que um ITT focado nos aspectos econômicos impacta positivamente a dimensão social. Estatisticamente, a hipótese é testada da seguinte forma:

$H1_0 : \mu_{econômica} = \mu_{social}$ é a hipótese nula;

$H1_1 : \mu_{econômica} \neq \mu_{social}$ é a hipótese alternativa.

A Tabela 7 mostra os resultados do terceiro teste t de Student.

Tabela 7

Resultados do teste t de Student para as dimensões Econômica x Social.

Teste t: Supondo que as duas amostras tenham variância similar		
	Econômica	*Social*
Média	2,872881356	1,796610169
Variância	0,1460959	0,505287556
Observações	118	118
Variância de dados agrupados	0,325691728	
Hipótese de diferença de média	0	
gl	234	
Stat t	14,48586239	
P(T<=t) uni-caudal	1,12E-34	
T crítico uni-caudal	1,651391475	
P(T<=t) bi-caudal	**2,23999E-34**	
T crítico bi-caudal	1,970153643	

Fonte: Os autores (2019).

De acordo com o teste t de Student e o valor de P (T <= t) bicaudal por ser menor que 0,05, a hipótese nula foi aceita. Ou seja, em mais de 95% dos casos em que uma transferência tecnológica é realizada principalmente com foco nos aspectos econômicos, há um impacto social positivo na geração de empregos, infraestrutura local e qualidade de vida.

A quarta premissa a ser testada (H2) é que um ITT focado em aspectos econômicos impacta positivamente nas mudanças culturais da comunidade onde está prestando serviço. Estatisticamente, a hipótese é testada da seguinte forma:

$H2_0 : \mu_{econômica} = \mu_{cultural}$ é a hipótese nula;

$H2_1 : \mu_{econômica} \neq \mu_{cultural}$ é a hipótese alternativa.

A Tabela 8 mostra os resultados do quarto teste t de Student.

Conforme reportado no teste t de Student e o valor P (T <= t) bicaudal por ser menor que 0,05, a hipótese nula foi validada. Isso significa que em mais de 95% dos casos em que um ITT é realizado com foco nos aspectos econômicos, há um impacto cultural positivo no nível de educação das pessoas e outros fatores da cultura local.

Tabela 8
Resultados do teste t de Student para as dimensões Econômica x Cultural..

Teste t: Supondo que as duas amostras tenham variância similar		
	Econômica	*Cultural*
Média	2,872881356	1,720338983
Variância	0,1460959	0,562146893
Observações	118	118
Variância de dados agrupados	0,354121396	
Hipótese de diferença de média	0	
gl	234	
Stat t	14,87670745	
P(T<=t) uni-caudal	5,57392E-36	
T crítico uni-caudal	1,651391475	
P(T<=t) bi-caudal	**1,11478E-35**	
T crítico bi-caudal	1,970153643	

Fonte: Os autores (2019).

4.1. Análise e Discussão de Resultados

Com a aplicação da metodologia proposta, primeiramente, as empresas foram caracterizadas e classificadas quanto às suas áreas de atuação, tipo de inovação desenvolvida, local onde é realizada a atividade de P&D e onde são fabricados os produtos resultantes.

Foram consultados os maiores *players* do mercado brasileiro, e o cenário atual mostra que as empresas estão focadas em inovações incrementais, ou seja, estão apenas aprimorando produtos para o mercado brasileiro e tal afirmação é sustentada por apontar que apenas 15% das eles estão desenvolvendo novos tipos de produtos com pesquisas realizadas localmente. Por fim, outro aspecto importante é que apenas 40% desses produtos são fabricados localmente, o que significa que o país depende de outros países para melhorar sua eficiência no campo estudado.

A segunda análise visa comprovar o pressuposto principal, que é que as empresas estão focadas em projetos ITT relevantes para seus impactos econômicos, e as questões aplicadas em uma escala Likert foram respondidas, e obedecendo a classificação, o resultado corrobora com a afirmação anterior. Além disso, os aspectos tecnológicos e ambientais também são aspectos importantes a serem considerados, enquanto os aspectos sociais e culturais ficam à margem das empresas para decidir os projetos do ITT.

A terceira e mais importante avaliação vem da aplicação da questão específica nas cinco dimensões e da respectiva análise do teste t. Ao analisar os resultados, foi possível correlacionar os efeitos entre as dimensões e comprovar ou não as quatro hipóteses iniciais. Dentre todas as hipóteses testadas, algumas análises importantes podem ser inferidas, como segue:

1) Há um impacto social positivo porque esses novos projetos do ITT costumam demandar novos empregos e gerar uma melhor qualidade de vida devido às melhorias na infraestrutura local, podendo ser comprovado pelo resultado do teste t;
2) É reportado que o ITT influencia positivamente o nível de educação e outros aspectos da cultura local, o que mostra a correlação do test t;

3) A transferência de ITT focada nos aspectos econômicos não traz muitos benefícios ao aprimoramento tecnológico, pois a transferência não estimula novos processos visando novos processos industriais ou novas tecnologias na infraestrutura das empresas. Portanto, pode-se afirmar que apenas a transferência não permite o avanço tecnológico local, o que pode ser suportado pelo baixo índice de projetos de P&D desenvolvidos localmente e do test t realizado;
4) As inovações trazidas pelas empresas afetam negativamente o meio ambiente onde esses produtos são instalados, impactando a biodiversidade local e assim por diante, embora, em alguns casos, as inovações possam impactar positivamente, conforme suportado pelo teste t processado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil possui uma grande demanda por energia elétrica e, consequentemente, necessita de novos produtos e inovações. Neste artigo um estudo foi realizado para avaliar os impactos da ITT e, em seguida, propor um método prático para que as empresas o façam com base nos aspectos teóricos investigados.

De acordo com a metodologia, após a definição da área, inicialmente foram definidas as cinco dimensões (econômica, tecnológica, ambiental, social e cultural) consideradas as mais importantes para a avaliação dos projetos de ITT, após um rigoroso levantamento bibliográfico.

Na sequência, as questões foram elaboradas e aplicadas aos especialistas das empresas, por meio do método Delphi, e as respostas foram coletadas e organizadas para serem avaliadas. A análise descritiva dos dados foi realizada para caracterizar as empresas, respondentes e, em seguida, foi realizada uma série de testes t de Student para correlacionar as variáveis selecionadas e concluir sobre sua correlação. Por fim, a equipe responsável pelo projeto de ITT pode tomar uma decisão sobre o mesmo apoiada em uma metodologia organizada, que é a principal novidade do estudo.

Os resultados mostraram que as empresas não possuem um método estruturado para avaliação de tais projetos e comumente elegem a dimensão econômica como principal variável para decidir a implantação de um projeto, porém as outras quatro dimensões também são importantes, principalmente aquelas que podem trazer vantagens às empresas nacionais, ou seja, a melhoria de novos processos.

A partir da análise estatística pode-se afirmar que apenas em projetos restritos de ITT contribuem com o avanço da tecnologia no Brasil, principalmente no novo processo de fabricação e P&D de novas tecnologias conduzidas localmente, ao mesmo tempo que impactam negativamente o meio ambiente e impactam positivamente o social e cultural aspectos relacionados a ele. Portanto, a presente pesquisa foi capaz de retratar o cenário atual das empresas brasileiras quanto aos seus projetos de ITT e os impactos de sua implantação, bem como a principal contribuição da pesquisa foi a introdução de um método estruturado de apoio à decisão e o estabelecimento dos principais parâmetros a serem considerados em um projeto ITT.

Quanto às limitações do estudo, são aquelas inerentes a todos os estudos de caso, indicando que os resultados consolidados nesta pesquisa não são passíveis de generalização para outros campos. O estudo também teve como foco as empresas brasileiras da cadeia de geração de energia elétrica. Assim, em termos de pesquisas futuras, pode-se sugerir a realização de mais levantamentos e a coleta de dados sobre o tema para determinar se os resultados apresentados são passíveis de generalização. A metodologia proposta também pode ser expandida para se concentrar em outros campos e nações.

REFERÊNCIAS

Assembly, U. (2013). *A life of dignity for all: accelerating progress towards the Millennium Development Goals and advancing the United Nations development agenda beyond 2015*. A Report of the Secretary-General. https://www.un.org/millenniumgoals/pdf/A%20Life%20of%20Dignity%20for%20All.pdf

Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., & Wright, M. (2014). Technology transfer in a global economy. *The Journal of Technology Transfer*, *39*(3), 301-312.

Boddewyn, J. J. (2016). International business-government relations research 1945-2015: Concepts, typologies, theories and methodologies. *Journal of World Business*, *51*(1), 10-22.

Braga, E., Jr., Pio, M., & Antunes, A. (2009). O processo de transferência de tecnologia na indústria têxtil. *Journal of technology management & innovation*, *4*(1), 125-133.

Cirani, C. B. (2016). The role of public institutions for innovation support in Brazil. *BBR Brazilian Business Review*, *13*(6), 210-230.

Edquist, C., Hommen, L., & McKelvey, M. D. (2001). *Innovation and employment: Process versus product innovation*. Edward Elgar Publishing.

Fagerberg, J., Mowery, D. C., & Richard, N. R. (2005). *The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press.

Fernandes, C. R., & Machado, A. G. (2019). Technology Transfer Capability: Development dynamics in higher education institutions. *BBR Brazilian Business Review*, *16*(1), 1-15.

Gervais, M.-J., Marion, C., Dagenais, C., Chiocchio, F., & Houlfort, N. (2015). Dealing with the complexity of evaluating knowledge transfer strategies: Guiding principles for developing valid instruments. *Research Evaluation*, *25*(1), 62-69.

Giuliani, E., & Macchi, C. (2014). Multinational corporations' economic and human rights impacts on developing countries: A review and research agenda. *Cambridge Journal of Economics*, *38*(2), 479-517.

Guan, J. C. (2006). Technology transfer and innovation performance: Evidence from Chinese firms. *Technological Forecasting and Social Change*, *73*(6), 666-678.

Hall, B. H., & Rosenberg, N. (2010). *Handbook of the Economics of Innovation*. (Vol. 1). Elsevier.

Helpman, E. (2004). *The mystery of economic growth*. Harvard University Press.

Hübler, M., & Finus, M. (2013). Is the risk of North-South technology transfer failure an obstacle to a cooperative climate change agreement? *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, *13*(4), 461-479.

Iyer, C. K., & Banerjee, P. S. (2018). Facilitators and inhibitors in sector wide technology transfer projects in developing economies: An empirical study. *The Journal of Technology Transfer*, *43*(1), 172-197.

Kemp, R., Smith, K., & Becher, G. (2000). How should we study the relationship between environmental regulation and innovation? In J. Hemmelskamp, K. Rennings, & F. Leone, *Innovation-oriented environmental regulation* (pp. 43-66). Physica.

Khabiri, N., Sadegh, R., & Aslan, A. S. (2012). Identifying main influential elements in technology transfer process: A conceptual model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *40*, 417-423.

Lipsey, R. G., Carlaw, K. I., & Bekar, C. T. (2005). *Economic transformations: General purpose technologies and long-term economic growth*. Oxford University Press.

Lopes, J. N. (2018). Peeking beyond the wall: analysing university technology transfer and commercialisation processes. *International Journal of Technology Management*, *78*(1-2), 107-132.

Mullen, P. M. (2003). Delphi: myths and reality. *Journal of Health Organization and Management*, *17*(1), 37-52.

Ribeiro, Á. H., Monteiro, P. R., & Luttembarck, L. (2019). The Use of the'Job to Be Done'methodology to identify value co-creation opportunities in the context of the Service Dominant Logic. *BBR Brazilian Business Review*, *16*(1), 32-45.

Robinson, J. B. (1991). Delphi methodology for economic impact assessment. *Journal of Transportation Engineering*, *117*(3), 335-349.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*, 5th ed. New York: Simon & Schuster, Inc.

Rood, S. A. (2018). *Government Laboratory Technology Transfer: Process and Impact: Process and Impact*. Taylor & Francis Group.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.

Sharif, N. M., & Haq, A. K. (1980). A time-level model of technology transfer. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *27*(2), 49-58.

Teng, J. T., Grover, V., & Guttler, W. (2002). Information technology innovations: General diffusion patterns and its relationships to innovation characteristics. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *49*(1), 13-27.

Wang, X., Gao, Z., & Guo, H. (2012). Delphi method for estimating uncertainty distributions. *Information: An International Interdisciplinary Journal*, *15*(2), 449-460.

Yeoh, W., & Koronios, A. (2010). Critical success factors for business intelligence systems. *Journal of Computer Information Systems*, *50*(3), 23-32.

Zimmerman, D. W. (1997). Teacher's corner: A note on interpretation of the paired-samples t-test. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *22*(3), 349-360.

CONFLITO DE INTERESSE

Não temos conflito de interesses a declarar.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Os autores um, dois e três contribuíram com a concepção, execução da pesquisa, levantamento, análise dos resultados e redação do manuscrito.