

## **Priorização de oportunidades de pesquisa em engenharia de produção: estudo de caso alinhado ao processo de cooperação universidade-empresa**

### **Prioritization of research opportunities in production engineering: case study aligned with the university-enterprise cooperation process**

DOI: 10.34140/bjbv3n1-030

Recebimento dos originais: 20/11/2020

Aceitação para publicação: 20/12/2020

#### **Paulo Henrique dos Santos**

Graduação em Engenharia de Produção pela Unifei - Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG)

Instituição: Universidade Federal de Itajubá (Unifei)

Endereço: Avenida BPS 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, Brasil

E-mail: dossantospaulo@gmail.com

#### **Sandra Miranda Neves**

Doutora em Engenharia de Produção pela UNESP - Departamento de Produção  
Instituição: Universidade Federal de Itajubá (Unifei) - Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG)

Endereço: Avenida BPS 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, Brasil

E-mail: sandraneves@unifei.edu.br

#### **Carlos Eduardo Sanches da Silva**

Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC  
Instituição: Universidade Federal de Itajubá (Unifei) - Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG)

Endereço: Avenida BPS 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, Brasil

E-mail: sanches@unifei.edu.br

#### **Carlos Henrique de Oliveira**

Mestre em Engenharia de Produção pela Unifei - Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG)

Instituição: Universidade Federal de Itajubá (Unifei) - Instituto de Engenharias Integradas (IEI)

Endereço: Rua Irmã Ivone Drumond - Distrito Industrial II, Itabira - MG, Brasil

E-mail: carlos.henrique@unifei.edu.br

#### **Marcel Fernando da Costa Parentoni**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Unifei - Instituto de Sistemas Elétricos e Energia (ISEE)  
Instituição: Universidade Federal de Itajubá (Unifei) - Instituto de Sistemas Elétricos e Energia (ISEE)

Endereço: Avenida BPS 1303 - Pinheirinho, Itajubá - MG, Brasil

E-mail: parentoni@unifei.edu.br

## **RESUMO**

A importância da cooperação entre universidades e empresas, como propulsora do crescimento econômico e de desenvolvimento dos sistemas de inovação, se destaca dentro do modelo da hélice

tríplice. Nessa direção, o objetivo deste trabalho é priorizar oportunidades de pesquisa dentro das áreas da engenharia de produção no setor industrial da cidade de Itajubá (MG). A pesquisa se classifica como quanti-qualitativa, utilizando-se de um estudo de caso e da aplicação do método de auxílio à tomada de decisão *analytic hierarchy process* (AHP) como ferramenta de priorização. Importantes membros da hélice tríplice do município realizaram as priorizações e, como resultado, a estrutura final obtida ressaltou a relevância das agências transversais de pesquisa e desenvolvimento para fomentar pesquisas em engenharia de produção no setor industrial de Itajubá. Por fim, foram identificadas três implicações práticas da pesquisa, no âmbito das instituições de ensino superior de Itajubá; das empresas do setor industrial de Itajubá; e das agências governamentais e de fomento à pesquisa de Itajubá.

**Palavras-chaves:** Hélice-Tríplice, Engenharia De Produção, Analytic Hierarchy Process (AHP).

## ABSTRACT

The importance of university-industry cooperation as a booster for economic growth and innovation system development is highlighted in the triple-helix model. Therefore, the goal of this work is to prioritize research opportunities in production engineering areas from the industrial sector of Itajubá, Brazil. The research is quanti-qualitative, applying a case study and the analytic hierarchy process decision model as the prioritization tool. The prioritization was performed by important members of Itajubá's triple-helix. Its final structure focused on the relevance of cross-functional research and development agencies to foster production engineering research in Itajubá's industrial sector. Lastly, the study has three practical implications for Itajubá's: higher education institutions; industrial companies; and government and research agencies.

**Keywords:** Triple-Helix, Production Engineering, Analytic Hierarchy Process (AHP).

## 1 INTRODUÇÃO

Antes entendidas como organizações autônomas, a universidade, a indústria e o governo não mais são esperados de trabalhar independentemente uns dos outros. De fato, esses três atores são cada vez mais encorajados a empregar projetos conjuntos, por meio das chamadas relações universidade-indústria-governo (U-I-G), como afirma o Modelo de Hélice Tríplice (MHT). Assim, pesquisadores vêm trabalhando em análises sobre o papel dos atores no MHT, como, por exemplo, o papel proeminente da universidade na sociedade e nas relações governo-indústria, fomentando e criando as condições necessárias para a inovação e o desenvolvimento socioeconômico (ETZKOWITZ; DZISAH, 2008; FARINHA; FERREIRA; GOUVEIA, 2016; ROSENLUND; ROSELL; HOGGLAND, 2017).

Diante disso, essa pesquisa se predispõe a responder à seguinte questão: **Considerando o processo de Cooperação entre universidades e empresas, quais seriam os principais interesses, dentro das áreas da Engenharia de Produção, para o desenvolvimento de pesquisas?**

O estudo foca nas dimensões da cooperação universidade-empresa, concentrando sua análise inicial no setor industrial da cidade de Itajubá, localizada na região sul do Estado de Minas Gerais.

Tem-se como objetivo, priorizar oportunidades de pesquisa dentro das áreas da Engenharia de Produção no setor industrial da cidade de Itajubá (MG).

O trabalho foi estruturado conforme se segue. A primeira seção apresentou as justificativas, a questão de pesquisa e o objetivo. A segunda seção contempla o referencial teórico utilizado para embasar as discussões sobre o tema de pesquisa. Os procedimentos metodológicos são delineados na terceira seção. A quarta seção apresenta a discussão dos resultados. Por fim, a quinta seção se dedica às implicações da pesquisa e considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O recorte teórico utilizado para embasar a discussão centrou-se no debate em torno da cooperação universidade-empresa e o modelo de hélice tríplice no processo de inovação e no uso do método de auxílio à tomada de decisão *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

### 2.1 A COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA E O MODELO DE HÉLICE TRÍPLICE NO PROCESSO DE INOVAÇÃO

De acordo com Etzkowitz (2003, p. 295), o Modelo de Hélice Tríplice (MHT) “é a chave para aprimorar as condições para a inovação na sociedade baseada em conhecimento”. Representa as transformações em torno do relacionamento universidade-governo-indústria, a partir de estruturas de cooperação comuns (ETZKOWITZ, 2003; ETZKOWITZ; DZISAH, 2008). O MHT surgiu como um modelo para os – cada vez mais complexos – sistemas de inovação, envolvendo os três principais atores quando se trata de desenvolvimento científico e tecnológico: a universidade, o governo e a indústria (ETZKOWITZ, 2003; ETZKOWITZ; DZISAH, 2008; AMIR; NUGROHO, 2013; RODRIGUES; MELO, 2013; LUNDBERG, 2013; MEYER *et al.*, 2014; RIEU, 2014; FARINHA; FERREIRA; GOUVEIA, 2016; GUSTAFSSON; JARVENPAA, 2017; ROSENLUND; ROSELL; HOGLAND, 2017). Ainda, Rodrigues e Melo (2013) afirmam que o MHT procura superar o modelo linear de inovação, onde a contribuição da pesquisa científica para o desenvolvimento econômico acontece a longo prazo, pelo modelo espiral, expondo que esta contribuição pode ocorrer também em curto prazo, capturando os diferentes estágios da capitalização do conhecimento.

Contudo, como é sabido, a universidade, o governo e a indústria podem possuir propósitos diferentes quando se trata de inovação e desenvolvimento socioeconômico (LUNDBERG; 2013; MILLER; MCADAM; MCADAM, 2017). A universidade tem papel significativo na transferência do conhecimento entre as organizações (governo e/ou indústria) (ARZENSEK; KOSMRLJ; SIRCA, 2014; COMUNIAN; TAYLOR; SMITH, 2014; FELIU; RODRÍGUEZ, 2017). O papel da universidade não se restringe apenas na produção, mas também na organização e comercialização

do conhecimento, envolvendo seus parceiros (governo e/ou indústria), e balanceando as questões de (inter)dependência entre as partes (EISEBITH; WERKER, 2013; WECKOWSKA, 2015; FARINHA; FERREIRA; GOUVEIA, 2016). No que diz respeito ao território, a universidade pode contribuir com capital humano, *spin-offs*, via educação empreendedora, como estimuladora da inovação e articuladora de ações de melhoria das condições socioeconômicas de onde está sediada (EISEBITH; WERKER, 2013; ZUBIELQUI *et al.*, 2015).

## 2.2 O MÉTODO DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método baseado em múltiplos critérios para justificar a tomada de decisão, sendo amplamente utilizado ao redor do mundo (SAATY, 1990; VAIDYA; KUMAR, 2006). Esse método apoia a tomada de decisão pela aproximação sistemática e matemática das formas pelas quais as decisões são tomadas, daí sua ampla utilização em várias áreas do conhecimento (SAATY, 2008; VARGAS, 2017; KHAIRA; DWIVEDI, 2018; BAIDYA *et al.*, 2018; INUIGUCHI, 2018; HO; MA, 2018). De acordo com Saaty (1990, p.9), no AHP os critérios importantes e necessários de serem considerados para a tomada de decisão são escolhidos e organizados “em uma estrutura hierárquica que descende de um objetivo geral para critérios, subcritérios e alternativas em níveis sucessivos”.

O AHP apoia a tomada de decisão por meio de comparações por pares dos critérios utilizados para avaliação, a partir de ponderações de especialistas (SAATY, 2008). Assim, a tomada de decisão deve ser realizada de uma forma organizada, seguindo algumas etapas, e se fundamentando em uma escala numérica. O Quadro 1 apresenta as etapas da tomada de decisão dentro do AHP.

Quadro 1 - Etapas do AHP.

Etapa	Descrição
1	Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado
2	Estruturar a hierarquia de decisão com o objetivo da decisão, depois os objetivos de uma perspectiva ampla, passando pelos níveis intermediários (critérios dos quais os elementos subsequentes dependem) até o nível mais baixo (que geralmente é um conjunto de alternativas)
3	Construir um conjunto de matrizes de comparação entre pares. Cada elemento em um nível superior é usado para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo com relação a ele
4	Utilizar as prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades no nível imediatamente abaixo, para cada elemento. Então, para cada elemento no nível abaixo, adicionar seus valores ponderados e obter sua prioridade global. Continuar este processo de pesagem e adicionar até que as prioridades finais das alternativas no nível mais baixo sejam obtidas

Fonte: Saaty (2008).

A classificação utilizada por meio das comparações por pares, etapa 2, permite, ao final, distinguir os critérios mais importantes dos menos importantes, otimizando o processo de tomada

de decisão (ANSAH *et al.*, 2015). A Tabela 1 apresenta um exemplo da sequência de cálculo para se obter o vetor dos critérios utilizados no AHP considerando  $n = 3$  (SANTOS *et al.*, 2019).

Tabela 1 - exemplo de cálculo do Vetor dos Critérios.

Critérios	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	Autovetor	Vetor dos Critérios (W)
C <sub>1</sub>	1	$a_{12}$	$a_{13}$	$V_i = \prod_{i=1}^n a_{ij}^{\frac{1}{n}}$	$W_i = V_i / \sum V_i$
C <sub>2</sub>	$1/a_{12}$	1	$a_{23}$		$W_i = V_i / \sum V_i$
C <sub>3</sub>	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1		$W_i = V_i / \sum V_i$
Autovalor $\lambda_{\max}$	$\sum C_{ji} \times W_i$			$\sum V_i$	$\sum W_i = 1$

Fonte: Santos *et al.* (2019).

Dessa forma, o AHP auxilia na tomada de decisão em grupos, por meio do uso de questionários, além de apresentar a possibilidade de ser integrado com várias ferramentas (programação linear, desdobramento da função qualidade, lógica *fuzzy*, *etc.*), fortalecendo a tomada de decisão e a visão geral dos benefícios das demais técnicas integradas (VAIDYA; KUMAR, 2006; BAIDYA *et al.*, 2018).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo é exploratório e adota uma abordagem quanti-qualitativa por meio de um estudo de caso caracterizado pela utilização do método AHP nas entrevistas. O estudo de caso foi utilizado devido a abordar questões profundas e variadas de um fenômeno em um cenário da vida real, para possibilitar sua compreensão (CROWE *et al.*, 2011).

O método AHP foi aplicado (seção 4) a partir dos resultados obtidos na Fase 1 desta pesquisa realizada com gestores de 12 (doze) importantes empresas do setor industrial da cidade de Itajubá (MG). Para a realização da Fase 1 os autores utilizaram o questionário proposto e validado por Neves *et al.* (2018), organizado em seções que correspondem às áreas da Engenharia de Produção de acordo com a ABEPRO (2020). A Figura 1 apresenta a ordenação das áreas da Engenharia de Produção obtida a partir desse primeiro levantamento.

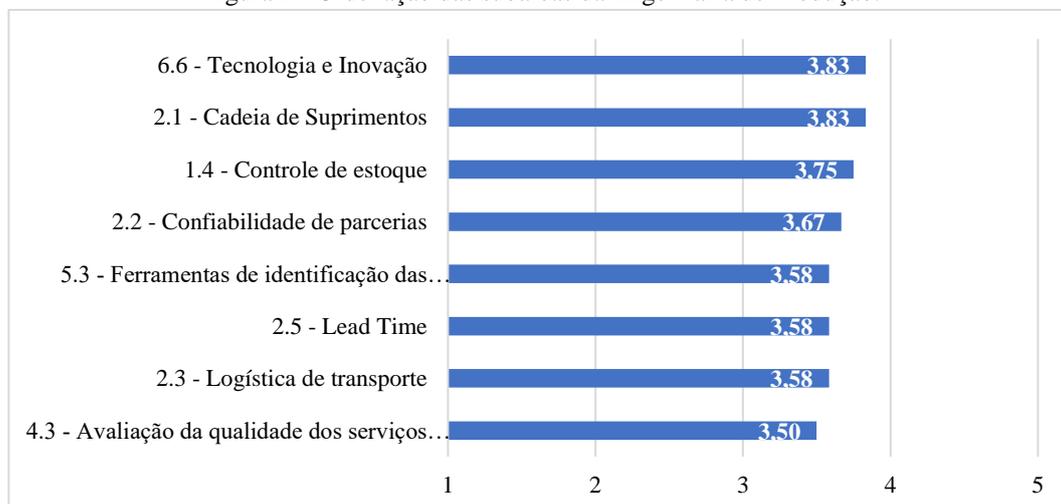
Figura 1 – ordenação das áreas da Engenharia de Produção.



Das áreas de pesquisa apresentadas, a área de Logística apresentou o maior Índice de Priorização de Interesse (IPI), com média igual a 3,58.

Considerando a análise de interesse das subáreas da Engenharia de Produção, a Figura 2 apresenta aquelas cujos IPIs tiveram médias iguais ou superiores a 3,5. Esse valor foi adotado por considerar uma tendência das respostas das empresas de “Interesse” para “Muito Interesse” e “Prioritário Interesse” dessas subáreas para P&D em Engenharia de Produção. As subáreas 6.6 – Tecnologia e Inovação e 2.1 – Cadeia de Suprimentos apresentaram os maiores índices de interesse, ambos iguais a 3,83, seguidas por 1.4 – Controle de Estoque (3,75). Apenas a área 2 – Logística apresentou mais de uma subárea com IPI igual ou superior a 3,5 (2.1 – Cadeia de Suprimentos, 2.2 – Confiabilidade de Parcerias, 2.3 – Logística de Transporte e 2.5 – *Lead time*).

Figura 2 - Ordenação das subáreas da Engenharia de Produção.



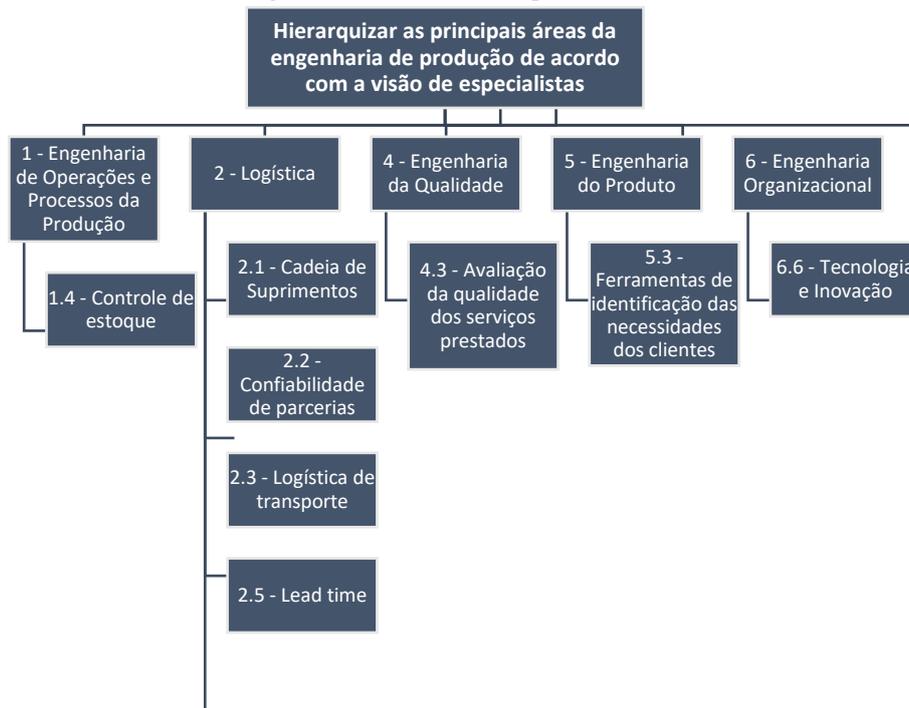
Juntamente com os resultados das áreas (Figura 1), a ordenação das subáreas (Figura 2) contribuiu para reforçar as evidências de que a área 2 – Logística desperta maior interesse das empresas do setor industrial da cidade de Itajubá para a realização de pesquisas. A partir dos dados apresentados foram, então, realizadas as entrevistas com importantes membros da hélice tríplice do município para explorar a visão dos mesmos sobre os resultados obtidos a partir da pesquisa realizada no setor industrial e priorizar os campos de maior interesse em pesquisas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### 4.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

Foram realizadas entrevistas com especialistas para hierarquizar as áreas da Engenharia de Produção cujos IPs de suas respectivas subáreas foram iguais ou superiores a 3,5 (Figuras 1 e 2). Essas áreas foram: 6 – Engenharia Organizacional, 2 – Logística, 1 – Engenharia de Operações e Processos da Produção, 5 – Engenharia do Produto e 4 – Engenharia da Qualidade. A estrutura hierárquica do AHP utilizada nas entrevistas é apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura hierárquica do AHP.



Os especialistas entrevistados representaram as seguintes esferas do MHT da cidade de Itajubá (Quadro 2).

Quadro 2 - Caracterização dos especialistas.

Especialista	Caracterização
1	Possui mais de 20 de experiência na tutoria, monitoramento e avaliação de empresas de base tecnológica, bem como consultoria e coordenação de projetos para novos negócios inovadores. É por mais de 10 anos gerente da Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Itajubá (INCIT) e da Associação Itajubense de Inovação e Empreendedorismo (INOVAI), a principal agência de P&D de Itajubá e região.
2	Possui mais de 20 anos de experiência nas áreas de Engenharia Mecânica e Produção, atuando em projetos de coordenadoria, gerência, consultoria e assessoria. É por mais de 4 anos diretora da Prefeitura de Itajubá, na Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia, Indústria e Comércio (SMCTIC), que implementa continuamente projetos e programas de cooperação U-I-G e é um dos fundadores da INOVAI.
3	Possui mais de 15 anos de experiência em ensino, pesquisa e extensão nas áreas de planejamento urbano, logística empresarial, reversa e urbana, com coordenação de projetos de P&D. É também por mais de 15 anos professor da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), e coordenador do Laboratório de Logística, Transportes e Sustentabilidade (LogTranS).

A matriz síntese da média geométrica dos resultados obtidos no AHP pela consulta aos especialistas é apresentada na Tabela 2. É importante ressaltar que o índice de inconsistência dos julgamentos individuais dos especialistas, bem como o julgamento obtido na matriz síntese dos resultados foram menores que 10%, garantindo a aceitabilidade dos resultados.

Tabela 2 - Matriz síntese dos resultados do AHP para as áreas da Engenharia de Produção.

	Área 1	Área 2	Área 4	Área 5	Área 6	Auto Vetor	Auto Vetor (N)
<b>1 - Engenharia de Operações e Processos da Produção</b>	<b>1</b>	3/5	2/3	2/3	2/7	5,025	0,108
<b>2 – Logística</b>	1 2/3	<b>1</b>	2	1	1/2	5,053	0,197
<b>4 - Engenharia da Qualidade</b>	1 1/2	1/2	<b>1</b>	½	2/7	5,038	0,116
<b>5 - Engenharia do Produto</b>	1 1/2	1	2	<b>1</b>	1/2	5,055	0,193
<b>6 - Engenharia Organizacional</b>	3 1/2	2	3 1/2	2	<b>1</b>	5,045	<b>0,386</b>
<b>Soma (Auto Valor)</b>	<b>9,17</b>	<b>5,10</b>	<b>9,17</b>	<b>5,17</b>	<b>2,57</b>	<b>25,22</b>	<b>1,00</b>

Da mesma forma, os subcritérios da área 2 – Logística, foram hierarquizados pelos especialistas consultados. A matriz síntese dos resultados obtidos no AHP é apresentada na Tabela 3.

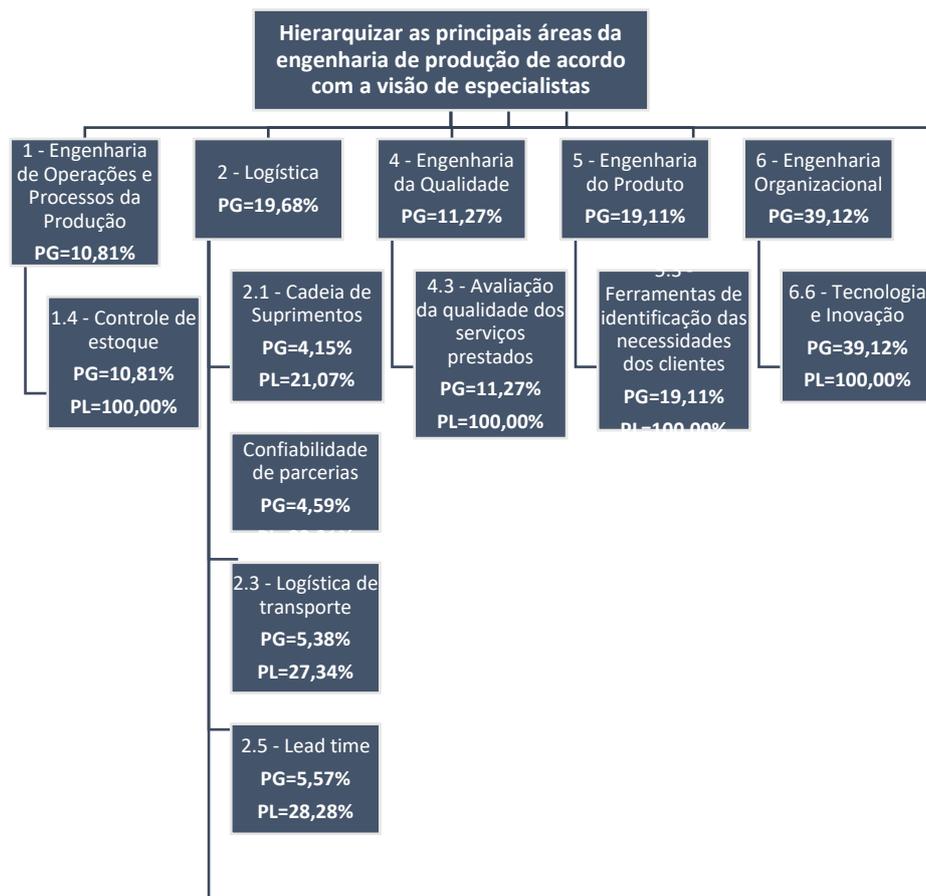
Tabela 3 – Matriz síntese dos resultados do AHP para as subáreas da logística.

	Subárea 2.1	Subárea 2.2	Subárea 2.3	Subárea 2.5	Auto Vetor	Auto Vetor (N)
<b>2.1 - Cadeia de Suprimentos</b>	1	2/3	1 2/9	3/5	4,131	0,211
<b>2.2 - Confiabilidade de Parcerias</b>	1 4/9	1	5/6	2/3	4,134	0,233
<b>2.3 - Logística de Transporte</b>	5/6	1 1/5	1	1 4/9	4,136	0,273
<b>2.5 - Lead time</b>	1 5/7	1 4/9	2/3	1	4,134	<b>0,283</b>
<b>Soma (Auto Valor)</b>	<b>4,97</b>	<b>4,32</b>	<b>3,75</b>	<b>3,72</b>	<b>16,53</b>	<b>1,00</b>

Os resultados obtidos para as subáreas foram categorizados de acordo com a importância obtida para a respectiva área. A agregação dos julgamentos permitiu identificar o peso local (PL) e o peso global (PG) das subáreas.

O PG considera o peso do fator em relação a todos os fatores existentes. O PL, por outro lado, diz respeito ao vetor de decisão do fator dentro do grupo ao qual pertence. A Figura 4 apresenta a estrutura hierárquica a partir dos resultados obtidos.

Figura 4 - Estrutura hierárquica do AHP.



Conforme Figura 4, a área 6 – Engenharia Organizacional foi identificada como prioritária pelos especialistas consultados, ao contrário da área de Logística, que foi priorizada pelas empresas do setor industrial. Para os avaliadores 1 e 2, a Engenharia Organizacional é a mais importante para o setor industrial de Itajubá, porque “a estrutura da organização dá a direção e a estratégia de ação”, e “essa área de conhecimento considera os aspectos sensíveis para a inovação das organizações atualmente, uma vez que as empresas têm que inovar pra sobreviver”, respectivamente. Para o avaliador 3, por outro lado, a área de Logística é a mais importante, “por causa da localização interiorana da cidade de Itajubá”.

Os avaliadores levantaram algumas considerações a respeito da priorização realizada pelas empresas do setor industrial de Itajubá (Figuras 1 e 2). Para o avaliador 1, “as empresas estão preocupadas com a questão da inovação e a competição global, e procuram otimizar os recursos escassos”. O avaliador 2 apontou que, com relação aos resultados relacionados às operações de Logística, ocorrem “por serem empresas localizadas no interior do estado, com uma disponibilidade mais limitada tanto de suprimentos como de mão-de-obra”, na mesma direção, com relação a esse item, o avaliador 3 reforçou: “é um reflexo de mercado, uma vez que o setor industrial é bem globalizado, e esse resultado reflete a tendência mundial da gestão da cadeia suprimentos”.

Foi solicitado aos avaliadores que indicassem quais outras áreas da Engenharia de Produção, consideradas não-prioritárias pelas empresas, que deveriam ser priorizadas para pesquisas no setor industrial de Itajubá. A área 7 – Engenharia Econômica foi indicada pelos avaliadores 1 e 2, “porque os projetos de engenharia precisam ser viáveis economicamente, considerando a escassez de recursos”. Os avaliadores 2 e 3 indicaram a área 9 – Engenharia da Sustentabilidade, “porque é o futuro e vai ser aplicada em todas as áreas da empresa”, e “porque ser sustentável hoje não é um diferencial, é um pré-requisito, já que a competição é mundial”.

Os especialistas também comentaram questões relacionadas aos aspectos da cooperação universidade-empresa no setor industrial de Itajubá. Os especialistas ressaltaram a importância dessa cooperação, porque “a universidade tem conhecimento para oferecer, e necessita de ser explorado de forma adequada. Mesmo as empresas tradicionais precisam utilizar mais dos ativos da universidade para sobreviver e inovar, aumentando o fluxo de interação” (especialista 1). Os especialistas 2 e 3 concordaram com o fato de que essa cooperação favorece a formação de estudantes mais qualificados (especialista 3: “levar pra sala de aula casos reais das empresas, para ampliar a formação dos alunos”), e levam benefícios às empresas (especialista 2: “as empresas de Itajubá trabalhando junto com a universidade podem obter soluções mais baratas para seus problemas”).

Entretanto, alguns desafios para a cooperação universidade-empresa na cidade de Itajubá foram identificados, a saber: aspectos culturais engessados das empresas/universidades do município; burocracia envolvida para o estabelecimento de acordos de cooperação; falta de visão empresarial e apoio do setor universitário. Para superá-los, foi ressaltada a importância da INOVAI como órgão facilitador e intermediário para as relações universidade-empresa, e criação/desenvolvimento de núcleos voltados às necessidades das empresas do setor industrial de Itajubá.

As considerações realizadas pelos especialistas e os desafios levam a algumas constatações. Primeiro, a necessidade de se fortalecer a gestão do conhecimento nas empresas do setor industrial

de Itajubá. A otimização dos recursos (não somente financeiros), presença em mercados globais e a necessidade de se manter sustentáveis são aspectos-chave para o sucesso das empresas. Para atingir esses aspectos, é necessário que as empresas busquem e utilizem o conhecimento (de fontes externas e internas) para direcionar suas estratégias de negócios. Segundo, os sistemas de inovação são cada vez mais dinâmicos, e exigem das empresas a habilidade de mudar e inovar constantemente. Para isso, é preciso estreitar os relacionamentos com as fontes externas de conhecimento e inovação, como as universidades e institutos de pesquisa. Essas relações mais estreitas ocorrem por meio de novas estruturas organizacionais e modelos de criação de valor compartilhado, que possibilitam a melhora do desempenho da organização e inovação. É nessa direção que os Sistemas de Gestão do Conhecimento (SGC) devem ser utilizados de uma forma dinâmica para o compartilhamento, manutenção, recuperação, transferência e aplicação do conhecimento pelas empresas industriais e demais *stakeholders* envolvidos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo priorizar oportunidades de pesquisa dentro das áreas da Engenharia de Produção no setor industrial da cidade de Itajubá (MG) por meio de um estudo de caso. Os especialistas consultados priorizaram a área de Engenharia Organizacional, seguida por Logística e Engenharia do Produto. Na percepção dos especialistas, a estrutura organizacional das empresas tem papel determinante na sua estratégia e operação, influenciando diretamente as ações tomadas nas outras áreas. Ainda, pelas entrevistas, foi identificado que a INOVAI pode contribuir significativamente para fortalecer as relações de cooperação universidade-empresa no setor industrial de Itajubá.

Os resultados obtidos contribuem para aumentar a compreensão das dinâmicas envolvidas nas relações U-I-G na cidade de Itajubá e possui implicações práticas. Primeiro, as instituições de ensino superior e de pesquisa de Itajubá, dedicadas à P&D em Engenharia de Produção, podem utilizar os resultados desta pesquisa como *input* para direcionar suas estratégias de pesquisa, priorizar linhas de pesquisa e identificar potenciais parceiros na indústria. Segundo, as empresas do setor industrial de Itajubá podem, por meio das áreas de pesquisa listadas no presente estudo, identificar necessidades e oportunidades de crescimento e desenvolvimento nas áreas da Engenharia de Produção. Em seguida, poderão buscar parceiros na universidade para desenvolver e implementar pesquisas, programas, projetos e ações, voltados às suas necessidades, e que produzam resultados significativos de produtividade e desempenho, bem como aos *stakeholders* envolvidos. E, por fim, as agências governamentais do município podem identificar nos resultados do presente estudo oportunidades de facilitar e fortalecer as relações U-I-G no município. As agências de fomento à

pesquisa de Itajubá podem utilizar os resultados para aprimorar suas estratégias de relacionamento com os outros atores envolvidos em P&D. Os resultados também podem incentivar pesquisas futuras nas áreas de Engenharia de Produção identificadas como prioritárias, atendendo às necessidades das empresas do setor industrial de Itajubá, e fomentando a transferência de tecnologia.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio à realização do presente estudo.

## REFERÊNCIAS

- ABEPRO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Áreas e sub-áreas da engenharia de produção*. 2020. Disponível em: <http://portal.abepro.org.br/a-profissao/>. Acessado em: 20 mar. 2020.
- AMIR, Sulfikar; NUGROHO, Yanuar. Beyond the triple helix: framing STS in the developmental context. *Bulletin of Science, Technology and Society*, v.33, n.3-4, p.115-126, 2013.
- ANSAH, Richard Hannis; SOROOSHIAN, Shahryar; MUSTAFA, Shariman Bin. Analytic Hierarchy Process Decision Making Algorithm. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, v.11, n.4, p.2403–2410, 2015.
- ARZENSEK, Ana; KOSMRLJ, Katarina; SIRCA, Nada Trunk. Slovenian young researchers' motivation for knowledge transfer. *Higher Education*, v.68, n.2, p.185-206, 2014.
- BAIDYA, Rahul; DEY, Prasanta Kumar; GHOSH, Sadhan Kumar; PETRIDIS, Konstantinos. Strategic maintenance technique selection using combined quality function deployment, the analytic hierarchy process and the benefit of doubt approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.94, n.1-4, p.31–44, 2018.
- COMUNIAN, Roberta; TAYLOR, Calvin; SMITH, David N. The role of universities in the regional creative economies of the UK: hidden protagonists and the challenge of the knowledge transfer. *European Planning Studies*, v.22, n.12, p.2456-2476, 2014.
- CROWE, Sarah; CRESSWELL, Kathrin; ROBERTSON, Ann; HUBY, Guru; AVERY, Anthony; SHEIKH, Aziz. The case study approach. *BMC Medical Research Methodology*, v.11, p.100, 9p., 2011.
- EISEBITH, Martina Fromhold; WERKER, Claudia. Universities' functions in knowledge transfer: a geographical perspective. *The Annals of Regional Science*, v.51, n.3, p.621-643, 2013.
- ETZKOWITZ, Henry. Innovation in innovation: the triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, v.42, n.3, p.293-337, 2003.
- ETZKOWITZ, Henry; DZISAH, James. Rethinking development: circulation in the triple helix. *Technology Analysis & Strategic Management*, v.20, n.6, p.653-666, 2008.
- FARINHA, Luís; FERREIRA, João; GOUVEIA, Borges. Networks of innovation and competitiveness: a triple helix case study. *Journal of Knowledge Economy*, v.7, n.1, p.259-275, 2016.
- FELIU, Vicente Ripoll; RODRÍGUEZ, Anadairin Díaz. Knowledge transfer and university-business relations: current trends in research. *Intangible Capital*, v.13, n.4, p.697-719, 2017.
- GUSTAFSSON, Robin; JARVENPAA, Sirkka. Extending community management to industry-university-government organizations. *R&D Management*, v.48, n.1, p.121-135, 2017.
- HO, William; MA, Xim. The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, v.267, n.2, p.399–414, 2018.

INUIGUCHI, Masahiro. *An Evidence Theoretic Approach to Interval Analytic Hierarchy Process*. In: HUYNH, V. N.; INUIGUCHI, M.; TRAN, D.; DENOEU, T. (Eds.). *IUKM 2018: Integrated Uncertainty in Knowledge Modelling and Decision Making*, p.60–71, 2018.

KHAIRA, A.; DWIVEDI, R. K. A State of the Art Review of Analytical Hierarchy Process. *Materials Today: Proceedings*, v.5, n.2, p.4029–4035, 2018.

LUNDBERG, Heléne. Triple helix in practice: the key role of boundary spanners. *European Journal of Innovation Management*, v.16, n.2, p.211-226, 2013.

MEYER, Martin; GRANT, Kevin; MORLACCHI, Piera; WECKOWSKA, Dagmara. Triple helix indicators as an emergent area of enquiry: a bibliometric perspective. *Scientometrics*, v.99, n.1, p.151-174, 2014.

MILLER, Kristel; MCADAM, Rodney; MCADAM, Maura. A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda. *R&D Management*, v.48, n.1, p.7-24, 2018.

NEVES, I. F. M.; DELBOUX, T. V.; NEVES, S. M.; PAIVA, E. J.; PINTO, J. A. Research opportunities in production engineering: a diagnosis instrument proposal. *Brazilian Journal of Development*, v.4, n.1, p.1789-1807, 2018.

RIEU, Alain-Marc. Innovation today: the triple helix and research diversity. *Triple Helix Journal*, v.1, 22p., 2014.

RODRIGUES, Carlos; MELO, Ana I. The triple helix model as inspiration for local development policies: an experience-based perspective. *International Journal of Urban and Regional Research*, v.37, n.5, p.1675-1687, 2013.

ROSENLUND, Joacim; ROSELL, Erik; HOGLAND, William. Overcoming the triple helix boundaries in and environmental research collaboration. *Science and Public Policy*, v.44, n.2, p.153-162, 2017.

SAATY, Thomas Lorie. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Service Sciences*, v.1, n.1, p.83–98, 2008.

SAATY, Thomas Lorie. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, v.48, n.1, p.9–26, 1990.

SANTOS, Paulo Henrique dos; NEVES, Sandra Miranda; SANT'ANNA, Daniele Ornaghi; OLIVEIRA, Carlos Henrique de; CARVALHO, Henrique Duarte. The Analytic Hierarchy Process Supporting Decision Making For Sustainable Development: An Overview Of Applications. *Journal of Cleaner Production*, v. 212, p. 119-138, 2019.

VAIDYA, Omkarprasad S.; KUMAR, Sushill. Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, v.169, n.1, p.1–29, 2006.

VARGAS, Luis. The Legacy Of The Analytic Hierarchy/Network Process. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, v.9, n.3, 2017.

WECKOWSKA, Dagmara M. Learning in university technology transfer offices: transactions-

focused and relations-focused approaches to commercialization of academic research. *Technovation*, v.41-42, p.62-74, 2015.

ZUBIELQUI, Graciela Corral; JONES, Janice; SEET, Pi-Shen; LINDSAY, Noel. Knowledge transfer between actors in the innovation system: a study of higher education institutions (HEI) and SMEs. *Journal of Business and Industrial Marketing*, v.30, n.3-4, p.436-458, 2015.