



# FTT JOURNAL

*of Engineering and Business*

*5ª Edição*

**FUNDAÇÃO SALVADOR ARENA**  
**ENTIDADE MANTENEDORA**

Conselho Curador

**Presidente: Regina Celi Venâncio**

Carlos Alberto Legori  
Edson Marcos Zoccante  
Hélio dos Santos Junior  
Iara Satoco F. Yamada  
Luis Carlos Rabello  
Marcia Thiemi Uemura  
Maria Luzia de Almeida  
Marlene Barbieri Taveira  
Nelson da Silva Leme  
Toshihiko Kumamoto  
Valcir Shiguero Omori  
Venize Aparecida F. Vigatto

**FACULDADE DE TECNOLOGIA TERMOMECANICA**

**Diretor Geral**

Valcir Shiguero Omori

**Diretora Acadêmico**

Luciana Guimarães Naves Lemos Borges

**Coordenadores**

Administração: Andrea Firmino de Sá  
Engenharia de Alimentos: Márcia Edilamar Pulzatto  
Engenharia de Controle e Automação: Silvio Celso Peixoto Gomes  
Engenharia de Computação: Michele Bazana de Souza  
Pesquisa e Extensão: Márcia Edilamar Pulzatto

FTT Journal of Engineering and Business	São Bernardo do Campo	v. 5	n. 5	p. 1-104	Dez. 2019
---	--------------------------	------	------	----------	-----------

**CONTATO**

Faculdade de Tecnologia Termomecanica

E-mail: [journal@ftt.com.br](mailto:journal@ftt.com.br)

**EDITOR ACADÊMICO**

Prof. Dr. Fernando Felício Pachi Filho

**COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO EDITORIAL**

Simone dos Santos Faria

**APOIO EDITORIAL**

Fernanda Santana  
Kátia Alves Aquino Guariso  
Luciane Alves  
Mara de Godoy  
Milena Medeiros de Andrade  
Shirley Mayara Ferreira  
Valéria Pompermayer Fazolim

**SUPORTE TÉCNICO**

Marcelo Salles

**PRODUÇÃO EDITORIAL**  
Helena Cristina da Silva Santos

**REVISÃO**  
Sérgio Martins

**COMITÊ EDITORIAL CIENTÍFICO**

Prof. Dr. Antonio Tavares da Silva (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro)  
Profa. Dra. Claudia Fonseca Rosès (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo)  
Prof. Dr. Daniel Oliveira (Faculdade de Tecnologia Termomecanica)  
Prof. Dr. Edmir Prado (Universidade de São Paulo-Leste)  
Profa. Dra. Ilana Racowski (Faculdade de Tecnologia Termomecanica)  
Prof. Dra. Isabel Machado (Universidade de São Paulo)  
Prof. Dr. Jean Bonvent (Universidade Federal do ABC)  
Profa. Dra. Júlia Maria D'Andrea Greve (Universidade de São Paulo)  
Profa. Dra. Lidia Maria Ruv Carelli Barreto (Universidade de Taubaté)  
Prof. Dr. Leo Kugnik (Faculdade de Tecnologia Termomecanica)  
Prof. Dr. Marco Antonio Fumagalli (Faculdade de Tecnologia Termomecanica)  
Prof. Dr. Mario Francisco Guerra Boaratti (Universidade Metodista de São Paulo)  
Profa. Dra. Márcia Edilamar Pulzatto (Faculdade de Tecnologia Termomecanica)  
Profa. Dra. Martha Regina Verruma-Bernardi (Universidade Federal de São Carlos)  
Prof. Dr. Paulo Roberto Garcia Lucarelli (Universidade Nove de Julho)  
Profa. Dra. Rosely Imbernon (Universidade de São Paulo- Leste)  
Prof. Dr. Wagner Wuol (Faculdade de Tecnologia Termomecanica)

**AVALIADORES DESTA EDIÇÃO**

Prof. Dr. Alexandre Luís Prim (Faculdade Senac Blumenau)  
Prof. Me Alexandre Ferreira Nascimento (Universidade Estácio de Sá)  
Profa. Ma. Aline Fernanda Furtado Silva Souza (Instituto Federal do Triângulo Mineiro)  
Profa. Ma. Ana Sara Leite Santos (Universidade Estadual do Ceará)  
Prof. Dr. André Stein Silveira (QI Faculdade e Escola Técnica)  
Profa. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Rodrigues Barquilha (Universidade Federal do Paraná)  
Ma. Caroline Subirá Pereira (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)  
Profa. Dra. Daniele Souza Carvalho (Instituto Federal de São Paulo)  
Ma. Denise de Cuffa (Universidade Federal de Santa Catarina)  
Prof. Dr. Diego Aires Silva (Universidade do Estado do Pará)  
Prof. Me. Djalma Sá (Centro Universitário UniOpet)  
Profa. Dra. Eliana Silva de Almeida (Universidade Federal de Alagoas)  
Me. Étory Madrilles Arruda (Universidade Federal de Itajubá)  
Prof. Dr. Fabiano Larentis (Universidade de Caxias do Sul)  
Prof. Dr. Fábio Evangelista Santana (Instituto Federal de Santa Catarina)  
Profa. Dra. Fernanda Versiani de Rezende (Centro Universitário Uniorizontes)  
Prof. Me. Francisco Silva (Instituto Federal do Maranhão)  
Me. Gabriel de Andrade Conradi Barni (Universidade Federal de Santa Catarina)  
Me. Glalber Luiz da Rocha Ferreira (Universidade Federal de Goiás)  
Profa. Dra. Glessia Silva de Lima (Universidade Federal de Sergipe)  
Prof. Dr. Guilherme Lorencini Schuina (Universidade Estadual de Maringá)  
Dra. Heloiza Cristina Holgado da Silva (Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul)  
Me. Ivan de Marco (Universidade Federal de Santa Catarina)  
Prof. Me. José Aglailson Silva de Olivindo (Instituto Federal do Ceará)  
Prof. Dr. José Luis Hermosilla (Universidade de Araraquara)  
Prof. Me. José dos Santos Machado (Instituto Federal de Sergipe)  
Prof. Me. José Wellington Brandão (Universidade Federal do Ceará)  
Me. Kassiano José Matteussi (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)  
Prof. Me. Jonathan Carvalho Silva (Instituto Nacional de Telecomunicações)  
Profa. Dra. Kécia da Silveira Galvão (Universidade Federal de Pernambuco)  
Prof. Dr. Lucas Charão Brito (Universidade Franciscana)

Profa. Dra. Luciana Maria Vieira Lopes Mendonça (Instituto Federal do Sul de Minas)  
Prof. Dr. Luciano Ferreira da Silva (Universidade Nove de Julho)  
Me. Luiz Henrique Jorge Machado (Universidade Federal de Minas Gerais)  
Prof. Dr. Marcelo Pitanga Alves (Unibeau)  
Prof. Me. Márcio Moraes Lopes (Universidade Federal de Goiás)  
Profa. Ma. Máriane Cásseres de Souza (Universidade Federal do Rio Grande)  
Prof. Me. Mario Leite (Universidade de Uberaba)  
Profa. Ma. Mary Dayane Souza Silva (Universidade Estadual da Paraíba)  
Prof. Dr. Núcio Elvino Mateus Theodório (Faculdades Educative)  
Profa. Dra. Paula Patrícia Ganzer (Faculdade CNEC Farroupilha)  
Prof. Me. Paulo Henrique Lixandrão Fernando (Instituto Federal de São Paulo)  
Prof. Dr. Pelayo Munhoz Olea (Universidade de Caxias do Sul)  
Prof. Dr. Paulo César Bontempo (Faculdades Alves Farias)  
Prof. Me. Renier Felinto Julião da Rocha (Instituto Federal do Ceará)  
Profa. Dra. Rita Vieira Garcia (Instituto Federal Baiano)  
Prof. Dr. Roberto Padilha Moia (Centro Universitário Senac)  
Prof. Dr. Sady Mazzioni (Unochapecó)  
Profa. Ma. Tamires dos Santos Vieira (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)  
Ma. Thaís Duek Araújo Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)  
Prof. Dr. Vágner Ricardo de Araújo Pereira Souza (Instituto Federal de São Paulo)  
Prof. Dr. Valdenildo Pedro Silva (Instituto Federal do Rio Grande do Norte)  
Prof. Me. Wagner Lourenzi Simões (Universidade Luterana do Brasil)  
Prof. Dr. Wilnei Adir Schneider (Universidade do Estado de Santa Catarina)

# Sumário

## 7 Editorial

### Administração

#### 8 ***Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre gestão educacional***

*Alex Paubel Junger*

*Diogo Martins Gonçalves de Moraes*

*Eduardo César de Oliveira*

*Rafael Ricardo Jacomossi*

*Victor Inácio de Oliveira*

#### 19 ***Desenvolvimento de modelagem de liderança para a Revolução 4.0***

*Luciana Guimarães Naves Lemos Borges*

*Amanda Boton Sales*

*Guilherme Carbhiaki*

*Lauane Destro Viana*

### Engenharia de Computação

#### 34 ***Arquiteturas de Fog Computing para Internet das Coisas baseadas nas plataformas Fiware e Helix***

*Filippo Valiante Filho*

*Fábio Henrique Cabrini*

*Sérgio Takeo Kofugi*

#### 50 ***Um modelo preditivo da evasão de estudantes do ensino superior***

*Diogo Martins Gonçalves de Moraes*

*Arthur Augusto Micheletti de Souza*

*Vittoria Cassoni*

62

***Smart baby: aplicação prática dos conceitos de Internet das Coisas (Iot) para prevenção de acidentes na infância***

*Fábio Henrique Cabrini*

*Marcelo Vianello Pinto*

*Bruno Barreto Amorim*

*Jônatas Prado dos Santos*

*Leticia Batista Lima*

*Thainá França Chaves Damasio*

## **Engenharia de Controle e Automação**

75

***Desenvolvimento de barra portátil de aceleração e frenagem para automóveis de pessoas com deficiência***

*Marcelo Vianello Pinto*

*Nilson Yukihiro Tamashiro*

*Beatriz Santos Bini*

*Júlio Matos Silva*

*Luíza Melo Tegani*

*Natan Tadeu Bosco Salemmme*

91

***Proposta de metodologia de ensino nos cursos de engenharia por meio de desenvolvimento de produto***

*Juliane Stecker Nascimento*

*Fábio Rubio*

## *Editorial*

A quinta edição da FTT Journal é especialmente dedicada à produção científica de alunos e professores da FTT. Os artigos aqui publicados reafirmam o propósito da FTT em apoiar e estimular a pesquisa realizada por sua comunidade acadêmica, contribuindo assim para a formação de novos pesquisadores. No total, apresentamos sete artigos distribuídos nas seções de Administração, Engenharia de Computação e Engenharia de Controle e Automação. A preocupação com o desenvolvimento de aplicações tecnológicas e a pesquisa em educação são os eixos temáticos abordados nesta edição.

A evolução das pesquisas dedicadas ao papel da gestão educacional no contexto brasileiro é o tema do trabalho apresentado pelos professores da FTT Alex Paubel Junger, Diogo Martins Gonçalves de Moraes, Eduardo César de Oliveira, Rafael Ricardo Jacomossi e Victor Inácio de Oliveira. Por meio de um estudo bibliométrico, os autores demonstram o aumento paulatino da pesquisa em gestão educacional, sobretudo em universidades federais e na região Sudeste. O desenvolvimento de um modelo de preparação de líderes para atuarem no contexto da quarta revolução industrial é o objeto de estudo de Amanda Boton Sales, Guilherme Carbiaki e Lauane Destro Viana, graduados em Administração pela FTT em 2018 e orientados pela diretora acadêmica Luciana Guimarães Neves Lemos Borges.

Na seção de Engenharia de Computação, os professores da FTT Filippo Valiante Filho, Fábio Henrique Cabrini, juntamente com o professor Sérgio Takeo Kofugi, orientador de doutorado dos docentes na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, apresentam um estudo sobre computação em névoa (fog), apontada na literatura da área como solução para problemas de comunicação e processamento em aplicações de Internet das Coisas (IoT). Os autores analisam arquiteturas para aplicações de IoT baseadas nas plataformas FIWARE e Helix. O professor Diogo Martins Gonçalves de Moraes, juntamente com os alunos de Engenharia de Computação Arthur Augusto Micheletti de Souza e Vittoria Cassoni, apresenta a proposta de desenvolvimento de um modelo preditivo da evasão de estudantes no ensino superior. O objetivo do trabalho é oferecer uma ferramenta estratégica para a gestão educacional. O modelo criado conseguiu prever com sucesso a evasão de estudantes a partir de 11 variáveis explicativas, com taxa de acerto de 76%. Os professores Marcelo Vianello Pinto e Fábio Henrique Cabrini trabalharam com os alunos Bruno Barreto Amorim e Jônatas Prado dos Santos na proposta de um protótipo de pulseira inteligente baseada nos conceitos de Internet das Coisas (IoT), microcontrolador Arduino e aplicativo móvel para prevenção de acidentes com crianças de primeira infância no ambiente doméstico.

A seção de Engenharia de Controle e Automação abre com o trabalho realizado pelos professores Marcelo Vianello Pinto e Nilson Yukihito Tamashiro e pelos alunos do curso de Administração Beatriz Santos Bini, Julio Matos Silva, Luiza Melo Tegani, Natan Tadeu Bosco Saleme. O estudo tem por objetivo propor o desenvolvimento de um protótipo de barra móvel portátil de aceleração e frenagem manual para pessoas com deficiência. O professor Fábio Rubio e a aluna Juliana Stecker Nascimento relatam experiência de ensino de engenharia por meio da simulação de um ambiente corporativo na qual o professor é cliente de empresas criadas pelos alunos.

Os artigos desta edição são estudos com grande potencial de desenvolvimento. Esperamos que os autores invistam no prosseguimento de suas pesquisas e que possam em breve apresentar mais resultados de seus trabalhos para a comunidade científica.

Boa leitura!



# Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre gestão educacional

*Bibliometric analysis of Brazilian scientific production on educational management*

**Alex Paubel Junger** ([pro15846@cefsa.edu.br](mailto:pro15846@cefsa.edu.br))

Doutor em Energia pela Universidade Federal do ABC (UFABC) e professor da Universidade Cruzeiro do Sul (Unicsul) e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Diogo Martins Gonçalves de Moraes** ([pro7113@cefsa.edu.br](mailto:pro7113@cefsa.edu.br))

Doutor em Administração pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Rafael Ricardo Jacomossi** ([pro13424@cefsa.edu.br](mailto:pro13424@cefsa.edu.br))

Doutor em Administração pela Fundação Educacional Inaciana Padre Saboia de Azevedo (FEI), professor da FEI e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Victor Inácio de Oliveira** ([pro14724@cefsa.edu.br](mailto:pro14724@cefsa.edu.br))

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Eduardo César de Oliveira** ([pro14740@cefsa.edu.br](mailto:pro14740@cefsa.edu.br))

Doutorando em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie de São Paulo e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

## *Resumo*

Diante do aumento da complexidade no processo de aferição da qualidade das instituições de ensino brasileiras por parte do Ministério da Educação, bem como por outros fatores, como a competitividade entre as instituições de ensino particulares, que nos últimos anos passaram a competir com novos e grandes grupos empresariais, observou-se a necessidade de se usar práticas administrativas mais eficazes para a gestão das organizações educativas. Nesse sentido, faz-se necessário entender a evolução das pesquisas que se dedicam ao papel da gestão educacional no contexto brasileiro; para tanto, emprega-se uma pesquisa bibliométrica. A análise bibliométrica revelou que desde 2012 o número de estudos sobre esse tema vem crescendo paulatinamente, com uma concentração dos esforços em universidades federais e da região sudeste. A principal contribuição deste estudo é apresentar a atual situação das pesquisas sobre a gestão educacional das instituições educacionais brasileiras, além de buscar maiores entendimentos e revelações sobre o tema, a fim de que se possa melhorar o processo de institucionalização da gestão educacional no Brasil.

**Palavras-chave:** Análise bibliométrica. Gestão educacional. Administração. Educação.

## *Abstract*

Considering the increase in complexity in the process of measuring the quality of Brazilian educational institutions by the Ministry of Education, as well as other factors, such as competitiveness among private educational institutions, which in recent years have new and large business groups competing, it was observed the need to use more effective administrative practices for the management of educational organizations. In this sense, it is necessary to understand the evolution of researches that are dedicated to the role of educational management in the Brazilian context, so that through bibliometric research this success is attempted. The bibliometric analysis revealed that since 2012 the number of studies on that subject has been growing gradually, with a concentration of efforts in federal universities and in the Southeast region, through authors and periodicals that are presented in this article. The main contribution of this study is to present the current situation of researches on the educational management of Brazilian Educational Institutions, besides seeking a greater understanding and revelation about the subject, to improve the process of institutionalization of educational management in Brazil.

**Keywords:** Bibliometric analysis. Educational management. Administration. Education.

# Introdução

Nos últimos anos, a gestão das instituições de ensino tem passado por grandes transformações, decorrentes do aumento da complexidade no processo de aferição da qualidade de seus processos.

Tal fato se dá por parte do Ministério da Educação e também por outros fatores, como a competitividade entre as instituições de ensino particulares, o que torna ainda mais complexa essa relação.

Diante disso, instituições de ensino públicas e privadas, independentemente de atenderem à educação básica ou superior, passaram a se preocupar com um modelo de gestão mais técnico e estratégico, de modo a controlar com maior acurácia a qualidade de seus serviços (MORAIS, 2016).

Se, por um lado, observa-se a necessidade de se usar práticas administrativas mais eficazes para a gestão das organizações educativas, por outro lado, essas organizações possuem em sua cultura uma característica peculiar em seus quadros profissionais. Nesse sentido, observa-se a existência de administradores profissionais com pouco ou nenhum conhecimento em educação, assim como, professores que se tornaram gestores com nenhum ou pouco conhecimento da administração empresarial.

Com o objetivo de transpor o caráter hipotético do cenário apresentado sobre os conflitos que poderiam se relacionar à gestão das instituições de ensino, emerge a pergunta principal: Qual a situação atual das discussões e pesquisas científicas acerca da gestão educacional no Brasil?

O presente estudo tem o objetivo de apresentar a situação da pesquisa científica que envolve o tema Gestão Educacional em nosso país, considerando o período entre 2004 e 2018. Assim, foram utilizados estudos bibliométricos como método de análise quantitativa para a pesquisa científica. Os dados estatísticos obtidos indicam a contribuição do conhecimento científico derivado das publicações em determinadas áreas e apontam para as atuais tendências de pesquisa, além de identificar temas para novas pesquisas (SU; LEE, 2010; RIVERA *et al.*, 2018).

Ao apresentar o resultado da análise bibliométrica, espera-se que o estudo possa contribuir para um melhor entendimento de como as publicações da área estão posicionadas.

A partir daí, que se ofereça algum tipo de subsídio, a fim de nortear tanto as práticas de gestão educacional como aquelas atinentes à gestão pública que se dedicam à área.

# *A gestão educacional no Brasil*

O uso da expressão “gestão educacional” é relativamente novo no Brasil e aparece na literatura a partir do ano 2000, com destaque para os trabalhos de Luck (2000,2005, 2006, 2009). O autor afirma que a ideia de gestão educacional desenvolve-se associada a outros conceitos globalizantes e dinâmicos em educação, como por exemplo, o destaque à sua dimensão política e social, ação para a transformação, globalização, participação, práxis e cidadania.

Outro aspecto que pode estar associado ao crescimento dos estudos acerca da gestão educacional a partir do ano 2000 é a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em 1996, que configurou o modelo institucional de estabelecimentos educacionais lucrativos. Contudo, a legislação não abdica a qualidade como fio condutor de integração social, considerando a formação humana e profissional como aparatos imprescindíveis ao contexto educacional.

Assim, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 1996, caracterizou as instituições de ensino privadas como grupos empresariais, conforme consta em seu texto (Brasil, 1996):

Artigo 20. As instituições privadas de ensino se enquadrarão nas seguintes categorias:

I – particulares em sentido estrito, assim entendidas as que são instituídas e mantidas por uma ou mais pessoas físicas ou jurídicas de direito privado que não apresentem as características dos incisos abaixo;

II – comunitárias, assim entendidas as que são instituídas por grupos de pessoas físicas ou por uma ou mais pessoas jurídicas, inclusive cooperativas educacionais, sem fins lucrativos, que incluam na sua entidade mantenedora representantes da comunidade; (redação dada pela Lei nº 12.020, de 2009)

III – confessionais, assim entendidas as que são instituídas por grupos de pessoas físicas ou por uma ou mais pessoas jurídicas que atendem à orientação confessional e ideologia específicas e ao disposto no inciso anterior;

IV – filantrópicas, na forma da lei.

O artigo foi regulamentado pelo Decreto nº 2.207/1997, posteriormente substituído pelo Decreto nº 2.306/1997, no governo Fernando Henrique Cardoso. Esse aparato normativo estabeleceu uma série de requisitos necessários para diferenciação entre as instituições não lucrativas e as empresas educacionais.

Além disso, foi na década de 1990 que se iniciaram os programas de avaliação externa de larga escala como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM e o Exame Nacional de Cursos (Provão), que foi substituído pelo Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes – Enade.

Portanto, tornou a gestão das instituições de ensino privadas mais complexa, na medida em que os indicadores de qualidade expuseram a qualidade dos serviços prestados, acirrando, dessa maneira, a competição entre as instituições de ensino particulares.

Desde então, estudos sobre a Gestão Educacional passaram a ter espaço na literatura sobre administração e educação, os quais serão apresentados neste artigo.

## *Procedimentos metodológicos*

O estudo bibliométrico possibilita a observação do nível alcançado pela ciência e pela tecnologia por meio de toda a produção científica registrada em um repositório de dados. É um método que permite situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país e cientistas individuais em relação às próprias comunidades científicas.

O estudo é realizado por meio da análise criteriosa de artigos científicos, patentes e citações, que devem ser delimitados de forma prévia à seleção dos dados. As informações utilizadas devem responder aos objetivos da pesquisa e podem ser tanto o texto que compõe a publicação como os elementos presentes em registros sobre publicações extraídos da base de dados bibliográficos, como nome de autores, título, fonte, idioma, palavras-chave, classificações e citações.

A bibliometria pode auxiliar na identificação de tendências de crescimento do conhecimento em determinada disciplina, dispersão e obsolescências de campos científicos, autores e instituições mais produtivos e periódicos mais utilizados na divulgação de pesquisas em determinada área do conhecimento (SOARES *et al.*, 2016).

No presente estudo, foram utilizados dados da produção científica brasileira baseados em artigos publicados em periódicos revisados por pares, indexados na base de dados disponível no Portal de Periódicos da Capes, da área do conhecimento de Gestão Educacional.

O Portal de Periódicos da Capes foi criado em 2000, no âmbito do Programa de Apoio à Aquisição de Periódicos Eletrônicos, e se constitui atualmente como um dos maiores acervos mundiais nesse setor. Diversos estudos realizados sobre a utilização desse material constataram que ele se consolidou como o principal mecanismo para o apoio bibliográfico às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil, o que garantiu uma base para os excepcionais avanços recentes da ciência brasileira (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Para a realização da coleta dos dados, o presente estudo usou como critério de seleção a categoria com dois termos: “administração” e “gestão educacional”, além da delimitação por meio da seleção de artigos publicados apenas em periódicos revisados por pares.

A coleta dos dados para a análise bibliométrica foi realizada em março de 2019, resultando em 79 artigos, publicados no período de 2004 a 2018, que foram criteriosamente analisados neste estudo, com base em seus títulos, resumos, palavras-chave e que, inclusive, foram considerados princípios de qualidade; além disso, tais critérios foram principalmente definidos por meio de crivos utilizados para efeito de seleção dos artigos com revisão por pares.

Dos 79 artigos analisados, constatou-se a impertinência de 24, que foram selecionados pela ferramenta de busca, mas que não tinham relação direta e nem indireta com o tema Gestão Educacional. Tal constatação foi obtida por meio de seus resumos, cuidado este que foi tomado em função de se manter o foco no objeto da pesquisa. Desta maneira, foram considerados 55 artigos no estudo bibliométrico.

## Análise dos resultados

O primeiro artigo publicado e disponível no Portal de Periódicos da Capes foi do ano de 2004, de autoria de Borges (2004), professor da Universidade de Brasília. Ele é intitulado “Lições de reformas da gestão educacional: Brasil, EUA e Grã-Bretanha”, e foi publicado na revista *São Paulo em Perspectiva*. Entre 2005 e 2010 houve um pequeno número de publicações, mas, a partir de 2012, foi possível observar um crescimento significativo em relação aos anos anteriores. Os dados podem ser observados na Figura 1.

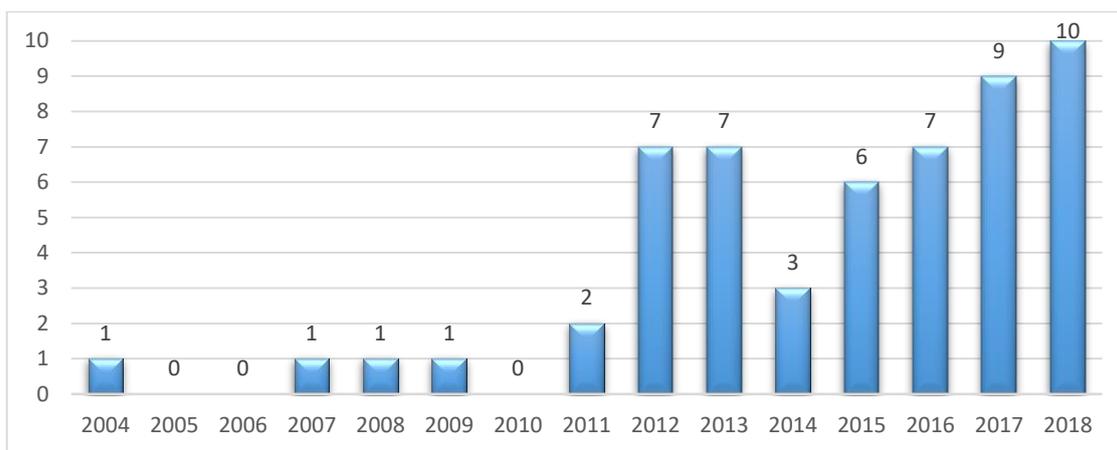


Figura 1: Frequência absoluta da evolução da produção científica brasileira sobre Gestão Educacional entre 2004 e 2018  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

A análise também revelou o ranking das instituições brasileiras com maior número de autorias de publicações na área de Gestão Educacional. Das 21 instituições de ensino superior (IES) com pelo menos três autorias nos artigos analisados na base do Portal de Periódicos da Capes, nove (44%) são instituições federais de ensino, seis (28%) são universidades estaduais e seis (28%) são instituições particulares.

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) ocupa o primeiro lugar, com nove autorias associadas. Por autoria associada, entende-se um autor de um artigo que informou ser filiado a uma determinada instituição. Um artigo pode ser contado mais de uma vez, dependendo do número de seus autores. Foram identificadas, nos 55 artigos selecionados, 147 autorias, correspondendo a uma média de 2,7 autores por artigo. Os valores que aparecem na Figura 2 referem-se às autorias de artigos associadas às IES, de forma exclusiva.

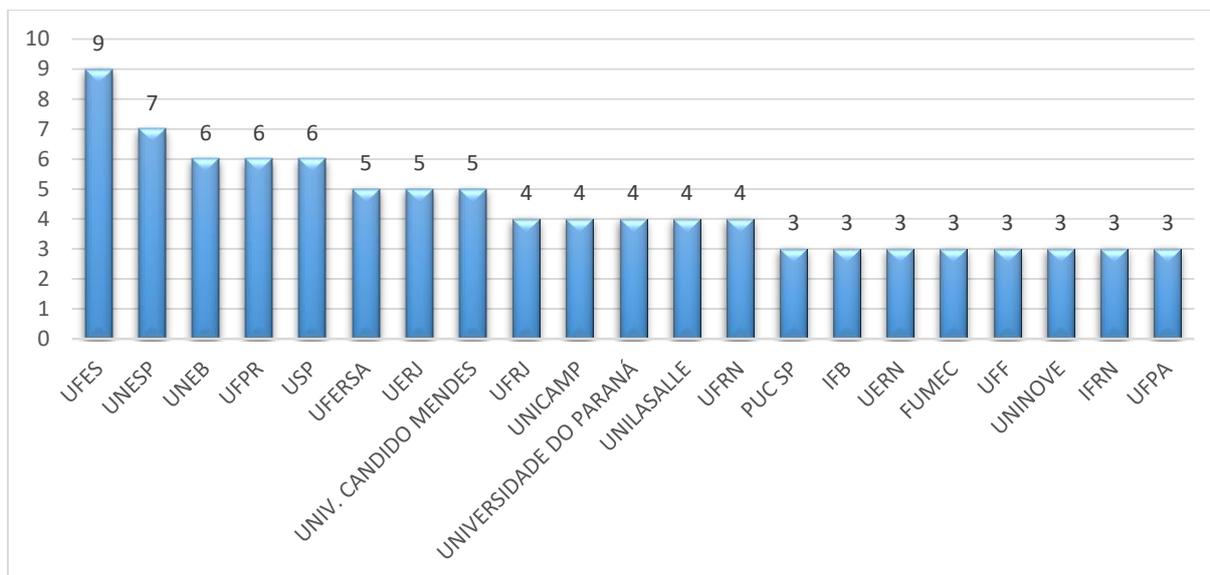


Figura 2: Frequência absoluta de autorias de publicações brasileiras sobre Gestão Educacional associadas às instituições de ensino superior  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Na Tabela 1 é possível verificar que, entre as IES com até três autorias de artigos analisados no Portal de Periódicos da Capes na área de Gestão Educacional, somente uma IES pertence à região Norte e uma à região Centro-Oeste do Brasil. A região Sudeste contou com o maior número de IES (11) e a maior quantidade de autorias associadas (52). O estado com maior número de autorias foi São Paulo (23), seguido pelo Rio de Janeiro (17) e pelo Rio Grande do Norte (15).

**Tabela 1:** Frequência absoluta de autorias de publicações brasileiras sobre Gestão Educacional associadas às instituições de ensino superior indexadas no Portal de Periódicos da Capes no período de 2004 a 2018, considerando quantidades de IES e de autorias.

Região	Estado	Quant. de IES	Quant. de autorias
<b>Centro-Oeste</b>	DF	1	3
<b>Norte</b>	PA	1	3
<b>Nordeste</b>	BA	1	6
	RN	4	15
<b>Sudeste</b>	ES	1	9
	SP	5	23
	MG	1	3
	RJ	4	17
<b>Sul</b>	PR	2	10
	RS	1	4
<b>Total</b>		21	93

Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Segundo Soares *et al.* (2016), a produção científica na região Sudeste pode estar associada à grande concentração de instituições de ensino superior nessa área, bem como de programas de pós-graduação e projetos apoiados por fundações estaduais de ciência e tecnologia, implementados pelas agências de fomentos locais e federais, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

A análise bibliométrica permitiu observar que existem autores que possuem artigos focados em gestão educacional, mas não há autores que adotam como foco de seu estudo o tema gestão educacional. A única exceção foi a pesquisadora Krawczyk (2007, 2008), da UNICAMP, que no período considerado publicou dois artigos intitulados: “O PDE: Novo Modo de Regulação Estatal?” e “Homogeneidad y Heterogeneidad: un Estudio Comparativo sobre la Reforma Educativa de la Década del 90 en Argentina, Brasil, Chile y México”.

No primeiro artigo, publicado em 2008 na revista *Cadernos em Pesquisa*, a autora discute o plano de desenvolvimento da educação e traz uma reflexão sobre a afirmação de que a educação deve ser o eixo estruturante da ação do Estado para que o país possa continuar se desenvolvendo.

Tal como afirmado pelo MEC, é uma reviravolta em relação aos velhos princípios da teoria do capital humano, que inverte a relação entre educação e desigualdade social, colocando a responsabilidade sobre a primeira.

No segundo artigo, publicado em 2007 na revista *Estudios Pedagógicos*, a pesquisadora faz comparação entre Argentina, Brasil, Chile e México e conclui que a dificuldade em inovação na educação foi detectada em todos esses países.

Em relação aos periódicos, constatou-se que há cinco deles com mais do que dois artigos sobre gestão educacional, os quais concentram 49% de todos os artigos publicados. (Tabela 2)

Tabela 2: Frequência da produção científica brasileira por periódico.

<b>Periódicos</b>	<b>Nº de artigos</b>	<b>%</b>
<b>Revista Brasileira de Política e Administração da Educação</b>	9	16
<b>HOLOS</b>	6	11
<b>Revista on-line Política e Gestão Educacional</b>	6	11
<b>Revista de Gestão e Secretariado</b>	3	5,5
<b>Revista SUSTINERE</b>	3	5,5

Fonte: Elaboração dos autores (2019)

O periódico mais utilizado para as publicações na área de Gestão Educacional foi a *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação* (RBP AE), editado pela Associação Brasileira de Política e Administração da Educação (Anpae). Segundo o próprio editorial da revista, seus leitores são educadores e gestores educacionais, especialistas em sistemas de ensino e formuladores de políticas públicas de educação, estudantes, professores universitários e dirigentes de escolas, universidades e outros espaços de aprendizagem e formação cidadã.

Por fim, a análise bibliométrica permitiu que se construísse um retrato da evolução dos temas relacionados à Gestão Educacional ao longo do tempo. Após a leitura do conteúdo, os artigos selecionados foram classificados em subáreas do conhecimento. Para apresentar uma síntese dos temas discutidos nos diversos artigos analisados, foram utilizadas categorias que sintetizam o objetivo principal dos artigos, de modo que elas remetesse os leitores às subáreas de conhecimento organizadas pela CAPES na classificação dos cursos de pós-graduação.

De acordo com a CAPES, uma área do conhecimento é um conjunto de saberes inter-relacionados, coletivamente construído, reunido segundo a natureza do objeto de investigação com finalidades de ensino, pesquisa e aplicações práticas, enquanto uma subárea é uma segmentação da área do conhecimento estabelecida em função do objeto de estudo e de procedimentos metodológicos reconhecidos e amplamente utilizados.

Dessa forma, emergiram as seguintes subáreas: História da Educação, Administração Educacional, Planejamento e Avaliação Educacional, Política Educacional, Métodos e Técnicas de Ensino, Tecnologia Educacional, além de uma categoria denominada Tópicos Específicos de Educação, na qual são considerados os estudos que trataram de características do perfil e relações específicas entre docentes, discentes, coordenadores e demais profissionais do campo educacional. A Figura 3 apresenta a evolução dos temas.

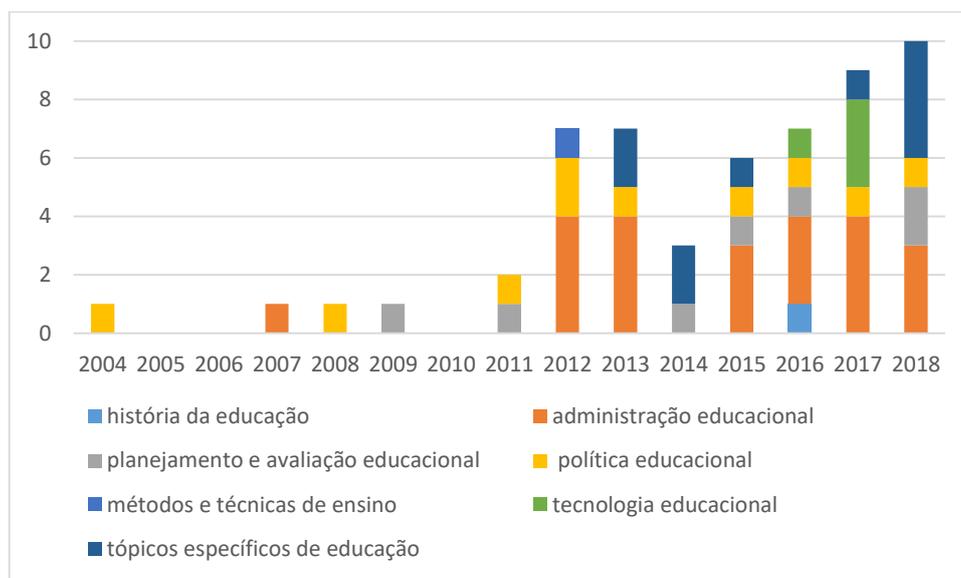


Figura 3: evolução dos temas discutidos nos periódicos selecionados.

Fonte: elaboração dos autores (2019)

A partir da organização e associação desses dados com as subáreas de avaliação da CAPES, é possível observar que os estudos acerca da gestão educacional foram ampliados no decorrer dos anos. Antes limitavam-se às discussões sobre políticas educacionais e avaliação da educação, evoluindo para temas associados também à administração educacional, planejamento e avaliação educacional, relações e comportamento de pessoal envolvido com a educação (Tópicos Especiais de Educação), além dos temas anteriormente debatidos, como a Política Educacional.

## Considerações finais

A análise bibliométrica apresentou um retrato atual da pesquisa científica que envolve o tema Gestão Educacional no Brasil, mostrando que administração e educação se relacionam nos estudos a partir de 2004, com maior volume a partir do ano de 2012.

Esta observação fortalece as hipóteses aventadas neste artigo de que o aumento dos estudos científicos relacionados à gestão educacional está associado ao crescimento das instituições privadas no Brasil a partir de 1996, com a instituição da LDB (BRASIL, 1996).

Constatou-se com esse tipo de análise que os artigos investigados, na sua maioria, se mantiveram circunscritos às áreas de política educacional, planejamento e avaliação da educação, administração educacional, além de relações e comportamento de pessoal envolvido com a educação.

O estudo evidenciou que o periódico mais utilizado foi a *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação (RBPAAE)* e a instituição de ensino com o maior número de autorias foi a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Ficou definido também que a região do país com o maior número de autorias foi a Sudeste, com destaque para os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, fato que pode estar associado à grande concentração de instituições de ensino superior nessa área, assim como de programas de pós-graduação e aqueles apoiados por fundações estaduais de ciência e tecnologia (SOARES, 2016).

Por fim, observou-se que a análise bibliométrica se mostrou uma ferramenta quantitativa eficaz para a compreensão da situação da pesquisa científica brasileira relacionada à Gestão Educacional.

# Referências

ALMEIDA, Elenara Chaves Edler de; GUIMARÃES, Jorge Almeida; ALVES, Isabel Teresa Gama. Dez anos do Portal de Periódicos da Capes: histórico, evolução e utilização. *Revista brasileira de pós-graduação*, v. 7, n. 13, p. 218 - 246, 2010.

BORGES, André. Lições de reformas da gestão educacional: Brasil, EUA e Grã-Bretanha. *São Paulo em Perspectiva*, v. 18, n. 3, p. 78 – 89, 2004.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996 e atualizações – *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília, 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 30 abril. 2019.

KRAWCZYK, Nora Rut; VIEIRA, Vera Lúcia. Homogeneidad y Heterogeneidad: un Estudio Comparativo sobre la Reforma Educativa de la Década del 90 en Argentina, Brasil, Chile y México. *Estudios Pedagógicos*, v. 33, n. 2, 2007.

KRAWCZYK, Nora Rut. O PDE: Novo Modo de Regulação Estatal?. *Cadernos de Pesquisa*, v. 38, n. 135, p. 797 – 815, 2008.

LÜCK, Heloísa. org. *Gestão escolar e formação de gestores*. Brasília: INEP, 2000.

\_\_\_\_\_. *A escola participativa: o trabalho do gestor escolar*. Petrópolis: Vozes, 2005.

\_\_\_\_\_. *Gestão Educacional: uma questão paradigmática*. I. ed. Petrópolis: Vozes, 2006.

\_\_\_\_\_. *Concepções e processos democráticos de gestão educacional*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2006.

\_\_\_\_\_. *Dimensões da gestão escolar e sua competências*. 2a. ed. Curitiba: Editora Positivo, 2009.

\_\_\_\_\_. *Liderança em gestão escolar*. 4a . ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MORAIS, D. M.G. *Modelagem do desempenho das instituições de ensino superior privadas: um estudo para o segmento de pequeno e médio porte*. Tese de doutorado – USCS. São Caetano do Sul. 2016.

RIVERA, J.R.A; JACOMOSSI, R.R.; BARRICHELLO, A.; MORANO, R.S.. Using structural equation modeling: patterns and trends of publications in Brazilian journals. *Revista de Gestão*, v. 25, n. 3, pp.291-302, 2018.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. da C. de O. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre tecnologia de construção e edificações na base de dados Web of Science. *Ambiente Construído*, v. 16, n. 1, p. 175-185, jan./mar. 2016.

SU, H.; LEE, P. Mapping knowledge structure by keyword co-occurrence: a first look at journal papers in technology foresight. *Scientometrics*, v. 85, n. 1, p.65-79, jun. 2010.



# Desenvolvimento de modelagem de liderança para a Revolução 4.0

*Leadership modeling development for  
Revolution 4.0*

**Luciana Guimarães Naves Lemos Borges** ([lborges@cefsa.edu.br](mailto:lborges@cefsa.edu.br))  
*Doutoranda em Energia pela Universidade Federal do ABC (UFABC)  
e Diretora Acadêmica da Faculdade de Tecnologia Termomecânica  
(FTT).*

**Amanda Boton Sales** ([amandaboton@outlook.com](mailto:amandaboton@outlook.com))  
*Bacharel em Administração pela Faculdade de Tecnologia  
Termomecânica (FTT).*

**Guilherme Carbhiaki** ([guiboov@gmail.com](mailto:guiboov@gmail.com))  
*Bacharel em Administração pela Faculdade de Tecnologia  
Termomecânica (FTT).*

**Lauane Destro Viana** ([laau\\_destro@hotmail.com](mailto:laau_destro@hotmail.com))  
*Bacharel em Administração pela Faculdade de Tecnologia  
Termomecânica (FTT).*

## *Resumo*

A quarta revolução industrial é uma realidade e apresenta carência de líderes preparados para atuarem nesta que não se trata do avanço tecnológico baseado somente na evolução das revoluções precedentes, mas da revolução que tem como base o planejamento e a gestão em sua implantação. Desta maneira, procura-se responder, nesta pesquisa, à pergunta “Diante dos avanços tecnológicos advindos da quarta revolução industrial, como preparar, treinar e desenvolver líderes, a fim de atuarem nesse novo modelo de negócio?”. O objetivo deste estudo é desenvolver uma modelagem de liderança para a Revolução 4.0 no âmbito de empresas instaladas no Estado de São Paulo. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória e a pesquisa qualitativa, através de entrevistas com pesquisadores da Indústria 4.0 e gestores de organizações no Estado de São Paulo onde a Indústria 4.0 já está implantada ou que estão em vias de estabelecê-la. Para o desenvolvimento da modelagem de liderança, foram utilizadas ferramentas de gestão já consolidadas. Como resultado, foi criada a modelagem de liderança para a Revolução 4.0, composta por etapas, utilizando ferramentas de gestão adaptadas ao mesmo. A modelagem resultante do estudo é adaptável a cada organização, haja vista a necessidade de compreender a cultura de cada empresa.

**Palavras-chave:** Liderança. Indústria 4.0. Quarta revolução industrial. Gestão de pessoas. Revolução 4.0.

## *Abstract*

The fourth industrial revolution is already a reality and it is lacking in prepared leaders to operate in it, which is not only a technological advance, based on the evolution of its precedents, but it is the revolution based on planning and management in its deployment. So, we try to answer, in this research, the question: “Considering the technological advances from the fourth industrial revolution, how to empower, train and develop leaders, in order to enable them to operate in this new business model?” The purpose of this study is to develop a leadership modeling for the Revolution 4.0 in São Paulo State. The methodology used was the exploratory research and the qualitative research through interviews with Industry 4.0 researchers and managers of the companies where the Industry 4.0 is already implemented or is about to be established. Consolidated management tools were used to develop the leadership modeling. As a result, the leadership model for the Revolution 4.0 was created for companies from the State of São Paulo, adapting management tool to this. This modeling is adaptable to each company, considering the need to better understand each organization culture.

**Keywords:** Leadership. Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution. People management. Revolution 4.0.

# Introdução

As revoluções industriais trouxeram mudanças consideráveis em todos os setores da sociedade, inclusive nas infraestruturas empresariais, como desenvolvimento de máquinas para automatização do trabalho, linhas de produção e uso de computadores (SCHWAB, 2016). Contudo, durante as revoluções industriais, percebe-se que não houve atenção específica para desenvolvimento do capital humano a fim de acompanhar tais mudanças estabelecidas, uma vez que seus esforços estavam concentrados em adaptação estruturais e tecnológica (SCHWAB, 2016). Considerando isso, houve dificuldades na adaptação das pessoas com relação às transformações trazidas por essas revoluções, assim como houve a ausência de uma liderança preparada para lidar com as novas situações e conduzir com eficácia seus liderados, seja em termos de tecnologia, mercado ou até mesmo do conflito de gerações (MAGALDI e SALIBI NETO, 2018).

Partindo do conceito da hélice tríplice, utilizado no vale do Silício<sup>1</sup>, onde a inovação, que se trata do ato de criar algo novo, de transformar a abstração em realidade onipresente (MAGALDI e SALIBI NETO, 2018), é promovida através da interação entre as universidades, as indústrias e o governo (ETZKOWITZ e ZHOU, 2017) e sabendo-se que o ponto de inflexão da quarta revolução industrial está próximo (SCHWAB, 2016), isto é, acontecimentos de eventos como *bitcoins*, impressão 3D e adventos de cidades inteligentes, este estudo teve como diretriz a busca pela resposta da pergunta-problema: Diante dos avanços tecnológicos advindos da quarta revolução industrial, como preparar, treinar e desenvolver líderes, a fim de atuarem nesse novo modelo de negócios? Atualmente, é possível encontrar diversos estudos a respeito da quarta revolução industrial e sobre liderança, distintamente, porém ainda sem evidências de estudos publicados que tratem da conexão entre ambos os temas e os impactos que um exerce sobre o outro (MAGALDI e SALIBI NETO, 2018).

Com o intuito de responder à pergunta-problema, foi proposto como objetivo geral o desenvolvimento de uma modelagem de liderança para a Revolução 4.0 a ser aplicado nas empresas instaladas no Estado de São Paulo, onde a Indústria 4.0 já está implantada ou que estão em vias de estabelecê-la. Além disso, tem-se como objetivos específicos discorrer acerca do *gap* relacionado à adaptação do capital humano no que se refere à estrutura da Indústria 4.0, uma vez que as organizações estão se preparando para desenvolver novos produtos e aumentar suas produtividades, mas não estão concentrando esforços em preparação e desenvolvimento de seus talentos e recursos humanos (DELLOITE, 2017); e identificar ferramentas de gestão que irão auxiliar no desenvolvimento da modelagem de liderança em questão.

Os pilares que sustentam este estudo são a liderança em relação aos seus conceitos e aplicações; a Revolução 4.0 como cenário principal e ambiente de aplicação do produto final do estudo; e o desenvolvimento e treinamento de líderes em relação a técnicas e metodologias, para, de fato,

---

<sup>1</sup> Polo de inovação, localizado na Baía de São Francisco, na Califórnia (EUA), onde há uma concentração de empresas de alta tecnologia.

preparar essas pessoas para atuar nos novos modelos de negócios provenientes da quarta revolução industrial.

Para isto, foram utilizadas ferramentas de gestão já consolidadas como metodologia, tais como a Análise *SWOT*, para análise de ambiente; o Diagrama de Ishikawa, junto à técnica de *brainstorming*, para encontrar a causa raiz do *gap* já mencionado; a Matriz Ansoff, para definição da melhor estratégia e o *PDCA*, integrando 5W2H, DISC, MBTI e Análise 360º, para estabelecimento de plano de ação e avaliação do mesmo após aplicação da modelagem nas organizações. Os dados qualitativos utilizados para análise nessas ferramentas citadas foram obtidos através de entrevistas com pesquisadores da área da Indústria 4.0 e com gestores de organizações onde a Indústria 4.0 já está implantada ou que estão em vias de estabelecê-la.

# Referencial teórico

## Revolução 4.0

A Revolução 4.0 deve fazer a integração de sistemas utilizando inteligência artificial e internet das coisas (*IoT*), desenvolvendo de forma inteligente inovações nos carros autônomos, impressoras 3D, nano e biotecnologia, o armazenamento de energia, entre outros. Isto leva a uma tendência de automatização através de sistemas ciberfísicos integrados à internet e computação em nuvem, com processos digitais combinados às máquinas, tornando capaz a tomada de decisões descentralizadas (PERASSO, 2016). Tais fatos demonstram potencial de melhorar a qualidade de vida e a elevação dos níveis globais de rendimento (SCHWAB, 2016), através da adoção da Indústria 4.0.

O termo “Indústria 4.0” é utilizado para referir-se à quarta revolução industrial, no entanto, vale ressaltar que há diferença entre os dois termos, sendo que indústria 4.0 refere-se à infraestrutura e tecnologia aplicada e é apenas um dos componentes da nova revolução, que por sua vez é todo o processo de mudança cultural referente ao setor produtivo de bens e serviços. Mencionado pela primeira vez na feira de Hannover<sup>2</sup>, em 2011, o termo caracteriza o uso de processos totalmente digitalizados e automatizados com o objetivo de explorar os resultados potenciais ao usar extensivamente a internet, com a integração de processos técnicos e processos de negócio, juntamente com o mapeamento digital e a virtualização do mundo para criar produtos de modo inteligente (VDE, 2013).

O avanço tecnológico, constatado por Schumpeter (1939) na quinta onda de sua Teoria das Ondas de Inovação<sup>3</sup>, possui atributos importantes, tais como a presença de redes digitais, *softwares* e novas mídias, evidenciando que, ao surgirem inovações, as indústrias evoluem e aumentam a sua eficiência. Diante disso, a melhora da produtividade, eficiência industrial, competitividade, assim como criação de novos empregos (FIESP, 2017) e o trabalho em conjunto da inteligência artificial e capital humano (BLANCHET, RINN, *et al.*, 2014) serão iminentes. Neste contexto, novas nomenclaturas têm surgido para evidenciar a inclusão de características consideradas necessárias para acompanhar essa revolução tecnológica, como Marketing 4.0 (KOTLER, KARTAJAYA e SETIAWAN, 2017) e Liderança 4.0 (HERDER-WYNNE, AMATO e WEERD, 2017).

## Liderança

Liderança é a capacidade de influenciar pessoas para atingir um objetivo (ROBBINS, JUDGE e SOBRAL, 2010). Com isso, os líderes têm a propriedade de impactar diretamente na relação com seus liderados e no desempenho financeiro da empresa, por exemplo (NAZARIAN, SOARES e LOTTERMOSER, 2017). Assim, torna-se plausível que o líder saiba lidar com conflitos, sendo empático e eficiente nas tomadas de decisões (SAEED, ALMAS, *et al.*, 2014) e buscar resultados através da adequação de estratégias (STRATEGIC DIRECTION, 2016). Essa ação deve envolver frequentemente uma estruturação ou

---

<sup>2</sup> Principal feira do mundo no quesito de tecnologia industrial

<sup>3</sup> Teoria que descreve o processo onde as inovações mais recentes substituem as inovações mais antigas de uma forma disruptiva, sendo a quinta onda a respeito de redes digitais, *softwares* e novas mídias.

reestruturação de percepções e expectativas de todos os envolvidos neste processo (POLICARPO e BORGES, 2017) para oferecer aos liderados reconhecimento, perspectivas e condições de desenvolvimento, a fim de que possam tomar de decisões, além de propiciar a criação de novos líderes na organização (CALAÇA e VIZEU, 2015).

A respeito da liderança na história da indústria, Schwab (2016) aponta que as empresas repensaram primeiramente suas estruturas física e tecnológica, enquanto a preocupação com a liderança e gestão de pessoas ficou em segundo plano, fazendo com que o capital humano se adaptasse conforme as mudanças estruturais ocorridas, mas sem um preparo específico para todas as mudanças que ocorreram com a chegada das máquinas a vapor e o tear mecânico, seguida da produção em série, avanço nas áreas de química, elétrica e siderúrgica e, posteriormente, o avanço da velocidade dos dados através do desenvolvimento de satélites, aparecimento do computadores, internet e robótica, características da primeira, segunda e terceira revolução industrial, respectivamente.

Fazendo uma análise de custo de oportunidade, as empresas enfrentaram dificuldades com os recursos humanos, como a diminuição da produtividade, refletindo em uma queda de vendas e, conseqüentemente, na diminuição de seu lucro, até que eles estivessem novamente alinhados aos processos estabelecidos com as mudanças organizacionais. Com isso, estas deixaram de aproveitar a oportunidade de se posicionarem estrategicamente no mercado ao não otimizarem a gestão de pessoas.

Magaldi e Salibi Neto (2018) afirmam que nos mais distintos setores da sociedade existe uma evolução e melhoria contínua, contudo, ao tratar-se da liderança, as melhorias e evoluções aparentam não ocorrer na mesma velocidade e planejamento. Dito isso, os autores concluem ser imperativo, portanto, a quebra do *status quo* no modelo de gestão tradicional, para que a liderança acompanhe a quarta revolução industrial.

Analisando o perfil do líder na gestão clássica, Magaldi e Salibi Neto (2018) apontam que podem ser encontradas dez qualidades essenciais para liderança, sendo elas honestidade, saber delegar, comunicação, confiança, compromisso, atitude positiva, criatividade, intuição, capacidade de inspirar os liderados e sintonia com as pessoas. Todavia, os autores complementam que estas qualidades tornam-se insuficientes quando o líder depara-se com o processo de transição e inovação referente à quarta revolução industrial, sendo indispensável que este agregue ao seu perfil a capacidade de criar o futuro; pensar grande; ter um propósito transformador massivo; aceitação e submissão aos riscos; deter a habilidade de unir em prol de um objetivo em comum; compreender a Lei de Moore<sup>4</sup>, as plataformas e as novas tecnologias; possuir foco no cliente; e, por fim, ter a capacidade de fazer grandes perguntas, porquanto, Schwab (2016, p. 17) afirma que “os níveis exigidos de liderança e compreensão sobre as mudanças em curso [...] são baixos quando contrastados com a necessidade, em resposta à quarta revolução industrial [...]”.

---

<sup>4</sup> A lei de Moore, criada em 1965 por Gordon Earl Moore, diz que o poder de processamento dos computadores dobraria a cada 18 meses.

Considerando os fatos, observa-se a necessidade de inovação em liderança para a quarta revolução industrial. De acordo com o Manual de Oslo<sup>5</sup>, produzido pelo OCDE (2006) - fórum onde governos de 30 democracias discutem quanto aos desafios econômicos, sociais e ambientais da globalização - trata-se como inovação a criação ou melhoramento significativo de produtos, serviços, processos, métodos de marketing ou métodos organizacionais, aplicados em práticas de negócio, locais de trabalho ou relações externas. Para o caso da inovação em liderança, esta é classificada como inovação em método organizacional, que se dá quando ocorrem novas maneiras de organizar as pessoas, por exemplo, trazendo novos métodos de recrutamento, treinamento e desenvolvimento para colaboradores (3M, 2018). Estes três considerados necessários para a indústria 4.0, a fim de que a estrutura de capital humano seja alinhada aos novos processos, evitando diminuição da produtividade, queda de vendas e lucro decrescente, além de que os líderes possam ser levados a pensar de forma estratégica ao invés da forma tradicional linear (SCHWAB, 2016).

Para construção de uma modelagem, faz-se necessário o estabelecimento de algumas etapas específicas nas quais é importante utilizar diferentes ferramentas de gestão de forma integrada, a fim de possibilitar o diagnóstico de uma situação ou ambiente e outras de planejamento e monitoramento.

Para análise dos ambientes interno e externo, é possível fazer uso de algumas ferramentas, sendo uma das mais utilizadas a Análise SWOT, sigla que significa respectivamente em inglês: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). Para a verificação do atual cenário em que se encontra, a fim de que as empresas possam se posicionar de maneira estratégica no meio em que atuam, os tópicos forças e fraquezas analisam o ambiente interno, enquanto as oportunidades e as ameaças são analisadas sob o enfoque do ambiente externo (ALMEIDA e CARDOSO, 2014).

Após a análise de ambiente, é preciso entender as causas e efeitos do que foi identificado como problema na aplicação da Análise SWOT para a criação da modelagem proposta. Desta forma, o diagrama de Ishikawa, também chamado de diagrama de causa e efeito, possui por finalidade identificar possíveis causas relacionadas a um efeito específico (CAMPOS, 1992) organizado em sua estrutura original por 6Ms, a saber, método, matéria-prima, máquinas, mão de obra, meio ambiente e medidas, utilizado para detectar a causa raiz de problemas da indústria, porém, pode ser adaptado para identificar os principais motivos pelos quais os líderes estão despreparados para atuarem na Indústria 4.0.

Para definição da postura estratégica, uma das ferramentas mais utilizadas é a Matriz Ansoff (1957), que define quatro oportunidades de crescimento para a organização, baseadas na relação entre produtos e mercados, existentes e novos, sendo elas, penetração de mercado, desenvolvimento de mercado, desenvolvimento de produtos e diversificação.

Quando se trata de definir planos de ação, mantendo o controle de processos da qualidade, a ferramenta do PDCA é uma das mais utilizadas por ser simples de se aplicar. Proveniente da abreviação em inglês de *Plan* (Planejar), *Do* (Fazer), *Check* (Checar) e *Act* (Agir), a ferramenta trata-se da aplicação das quatro fases que dão nome ao ciclo PDCA, visando não só o máximo de eficiência, mas promovendo também a melhoria contínua (MARTINS e LAUGENI, 2005).

---

<sup>5</sup> Uma das principais referências para as atividades de inovação da indústria brasileira por sua abrangência e flexibilidade quanto a suas definições e metodologias de inovação tecnológica (OCDE, 2006).

Para auxiliar na avaliação de perfil, é possível fazer uso da ferramenta DISC, capaz de traçar e analisar o perfil comportamental de um indivíduo, seja no campo pessoal ou profissional, classificando o comportamento humano nas quatro bases principais que dão origem ao nome dela. DISC é uma abreviação em inglês para *Dominance* (Dominância), *Influence* (Influência), *Stability* (Estabilidade) e *Conformity* (Conformidade) (A TOOLS, 2018).

Do inglês Myers-Briggs *Type Indicator*, isto é, classificação tipológica de Myers-Briggs, essa ferramenta poderá auxiliar na identificação de uma possível combinação de personalidades que a serem definidas, por exemplo, para o líder na Revolução 4.0. Também é possível utilizar a Análise 360º para avaliação do desenvolvimento do líder, visto que se trata de um método onde o líder é analisado por seus superiores, parceiros, subordinados e por si mesmo, gerando assim uma análise de perfil completa que pode servir de indicador para promover a potencialização de sua performance (MARQUES, 2017).

## *Metodologia*

Como método de estudo, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório, através de revisão bibliográfica em livros, relatórios de referência nacional e artigos científicos de periódicos com classificações A1, A2, B1 e B2, proporcionando a familiarização com o objeto de estudo e busca de padrões e hipóteses, a fim de produzir o avanço na fronteira do conhecimento através das descobertas em relação a este assunto, até então com poucos estudos precedentes.

Logo a seguir foi realizada uma pesquisa de campo de caráter qualitativo com pesquisadores da Indústria 4.0, com objetivo de saber o que está sendo abordado nos estudos da Indústria 4.0 no Estado de São Paulo, tais como os desafios e o processo de adaptação; e com gestores de grandes empresas estabelecidas no Estado de São Paulo que estão implantando ou já operam no modelo da Indústria 4.0, a fim de identificar as ações que estão sendo tomadas para a gestão de pessoas frente aos desafios propostos pela mesma e avaliar o ambiente interno dessas organizações para entender as necessidades e os desafios.

A escolha da região do Estado de São Paulo deu-se pelo fato de ser o local do Brasil onde a Indústria 4.0 está mais avançada em sua implantação, visto a preocupação de instituições como FIESP, CIESP, SENAI, SEBRAE, SESI e das próprias empresas que estão se preparando para esta revolução com a implantação de *big data*, inteligência artificial, internet das coisas (*IoT*), manufatura aditiva, realidade aumentada, robótica, sensores inteligentes e simulações virtuais, por exemplo (PAES, 2018).

As pesquisas foram realizadas através de entrevistas presenciais, *phone calls* e via *e-mail*, com roteiro desenvolvido para focar no caráter subjetivo do objeto, compreendendo suas particularidades e os pontos de vista complementares entre os dois grupos de pesquisa para, através da Análise *SWOT*, mapear o ambiente da Indústria 4.0, no que diz respeito à liderança.

Foram realizados dois tipos de questionários, sendo um voltado para gestores e outro voltado para pesquisadores das áreas de Indústria 4.0 e liderança, ambos com questões exclusivamente qualitativas e dissertativas, cujas categorias estão descritas na Tabela 1, com duração aproximada

de 30 minutos para respondê-los. Com relação ao perfil dos entrevistados (Tabela 2), foi importante selecionar profissionais tanto da área da indústria quanto da parte da liderança para entender quais eram os pensamentos de cada perfil e o quão preparados eles estavam para liderar as mudanças que virão com a implantação Indústria 4.0.

Tabela 1 – Categorias das perguntas feitas aos entrevistados

Gestores		Pesquisadores	
Categoria	Qtde	Categoria	Qtde
Implementação da Indústria 4.0 e a importância da liderança nela	7	Implementação da Indústria 4.0 no Brasil	3
A atuação da liderança na Indústria 4.0	8	O impacto da Indústria 4.0	8
Preparação e desenvolvimento de líderes e colaboradores para a Indústria 4.0	8	Perfil e desenvolvimento dos líderes para a Indústria 4.0	9
Perfil esperado pelas empresas de líderes de colaboradores na Indústria 4.0	4		
<b>Total</b>	<b>23</b>		<b>18</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Tabela 2: Perfil dos profissionais entrevistados

Gestores			Pesquisadores		
Identificação	Área de Atuação	Ramo Empresarial	Identificação	Área de Atuação	Ramo Empresarial
Gestor 1	Operações	Automotivo	Pesquisador 1	Mestre	Educacional
Gestor 2	Vendas	Pneumático	Pesquisador 2	Doutor	Educacional
Gestor 3	Recursos Humanos	Automação	Pesquisador 3	Pesquisador	Institucional
<b>Total de Entrevistados</b>	<b>3</b>			<b>3</b>	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para desenvolvimento da modelagem proposta de liderança para a Revolução 4.0, foram utilizadas ferramentas de gestão com o objetivo de entender o contexto da Indústria 4.0 no Estado de São Paulo, definir a visão estratégica da aplicação desta pesquisa e sugerir um plano de ação para implantação da modelagem desenvolvida. Dentre as ferramentas selecionadas, estão a Análise SWOT, o Diagrama de Ishikawa, a Matriz Ansoff e o PDCA, no qual também serão integrados o 5W2H, o DISC, o MBTI e a Análise 360º.

## Análise de resultados

Durante a validação das respostas abertas obtidas através dos questionários para líderes e pesquisadores, foi possível notar que as organizações e o próprio Estado estão se preparando severamente para a Indústria 4.0 no quesito estruturais e tecnológicas, mas não estão focando na preparação e desenvolvimento do capital humano, inclusive em nível de liderança. Eles afirmam acreditar que os perfis dos colaboradores serão diferentes dos atuais, mas que esta mudança não mensurável dificulta em estabelecer alguma preparação e desenvolvimento para os mesmos.

Com o intuito de começar a solucionar o *gap* notado acima a fim de encontrar uma solução à pergunta problema: “Diante dos avanços tecnológicos advindos da quarta revolução industrial, como preparar, treinar e desenvolver líderes, a fim de atuarem nesse novo modelo de negócios?” e atender os objetivos já expostos, o início da construção da modelagem de liderança, se deu,

primeiramente, através dos conceitos de liderança já existentes e do estudo de novas tecnologias a serem implantadas, tanto na infraestrutura quanto na gestão das organizações, e a correlação entre os temas, foi criada a modelagem de liderança para a Revolução 4.0, neste caso especificamente para empresas atuantes no Estado de São Paulo, através de ferramentas de gestão adaptadas ao mesmo, conforme Figura 1, que demonstra o passo a passo de desenvolvimento e implantação da modelagem nas empresas.

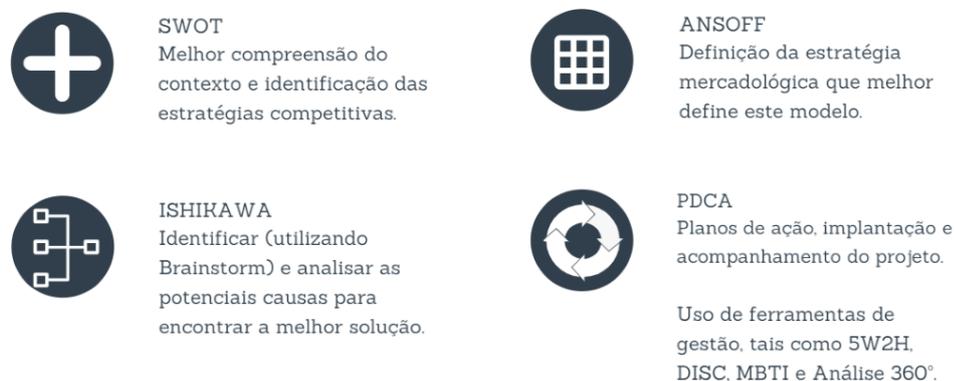


Figura 1: Modelagem de liderança para a Revolução 4.0  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

A princípio, faz-se necessária a compreensão do contexto da Indústria 4.0, no que diz respeito à liderança, focando na região do Estado de São Paulo. Para isso, foi realizada uma análise *SWOT* (Figura 2) com o objetivo identificar forças e fraquezas da Indústria 4.0 no ambiente citado, sob a ótica da liderança, como também apontamentos das oportunidades a serem aproveitadas e das ameaças a serem estrategicamente vencidas. Os tópicos da matriz foram identificados através da pesquisa exploratória e da pesquisa de campo e selecionados de acordo com aqueles que tinham impacto na liderança.

<b>SWOT da Indústria 4.0, no que diz respeito à liderança</b>		
	<b>FORÇAS</b>	<b>FRAQUEZAS</b>
<b>FATORES INTERNOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Universidades começam a introduzir a Indústria 4.0 nos projetos pedagógicos de seus cursos;</li> <li>2. Adaptação da equipe/empresa de acordo com seu perfil de gestão;</li> <li>3. Automatização dos processos das organizações;</li> <li>4. Principais empresas que estão à frente da quarta revolução industrial têm filiais no país;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incipiência da Indústria 4.0 no Brasil;</li> <li>2. Poucos estudos sobre liderança sob a ótica estratégica para a Indústria 4.0;</li> <li>3. Elevados custos de preparação e desenvolvimento de líderes para a Indústria 4.0;</li> <li>4. Dificuldade na estruturação de desenvolvimento de líderes para a Indústria 4.0;</li> <li>5. Potencial perda de controle sobre a empresa;</li> <li>6. Falta de mão de obra qualificada;</li> </ol>
<b>FATORES EXTERNOS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMEAÇAS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incentivo fiscais que fomentem os investimentos em tecnologia (Lei 11.196/05);</li> <li>2. Crescimento da demanda de empregos em áreas correlatas à estruturação da indústria 4.0;</li> <li>3. Criação de novos postos de trabalho, devido à necessidade de adaptação para recolocação das pessoas no mercado;</li> <li>4. Posicionamento estratégico da equipe/empresa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frente a um cenário de avanço tecnológico, não há o hábito das empresas trabalharem com pessoas antes da preocupação com a estrutura, como visto nas revoluções anteriores;</li> <li>2. Desemprego em todos os níveis;</li> <li>3. Colaboradores e algumas indústrias não terem conhecimentos suficientes ou meios para adaptar-se à Indústria 4.0 e, conseqüentemente, ficarem para trás;</li> <li>4. Relação desarmoniosa entre robôs e seres humanos.</li> </ol>

Figura 2: SWOT da Indústria 4.0, no que diz respeito à liderança  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Entendido este conceito, foi desenvolvida uma outra matriz *SWOT* (Figura 3), desta vez voltada para a modelagem de liderança, de forma a identificar as estratégias competitivas para viabilização desta inovação em meio ao contexto da Indústria 4.0, no Estado de São Paulo. Os tópicos da matriz foram identificados através da pesquisa exploratória e do cruzamento dos conhecimentos de liderança com os da Indústria 4.0.

<b>SWOT do Projeto</b>		
	<b>FORÇAS</b>	<b>FRAQUEZAS</b>
<b>FATORES INTERNOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparação e desenvolvimento de líderes para as mudanças da quarta revolução industrial;</li> <li>2. Redução do tempo de adaptação das pessoas em relação às mudanças da Indústria 4.0;</li> <li>3. Não existe rigidez que engesse o projeto;</li> <li>4. Modelo flexível;</li> <li>5. Projeto inédito;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incertezas por falta de comprovação sobre a eficiência do projeto;</li> <li>2. Não há uma estrutura rígida que norteie o projeto;</li> <li>3. Modelo novo, podendo sofrer alterações de acordo com o porte, tipo de empresa;</li> <li>4. Por ser um projeto novo, os custos de aplicações nos níveis gerenciais das empresas podem ser elevados;</li> </ol>
<b>FATORES EXTERNOS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMEAÇAS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inovação - Ainda não há publicações referentes ao elo entre Liderança e Indústria 4.0;</li> <li>2. Pode se tornar um modelo para ser estruturado, melhorado e aplicado em outros países e em todo tipo de empresa;</li> <li>3. Valorização estratégica a respeito de preparação da liderança sendo fortalecido nas indústrias brasileiras;</li> <li>4. Posicionamento estratégico das organizações com base na liderança/gestão;</li> <li>5. Abertura de novo mercado para coaches e desenvolvedores de líderes;</li> <li>6. Equipes melhores estruturadas e preparadas;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. As empresas podem não se interessar;</li> <li>2. As empresas não se interessando, o tempo para adequação, enriquecimento e melhoria do modelo de liderança levará mais tempo;</li> <li>3. Pequeno número de empresas brasileiras com estrutura de indústria 4.0;</li> </ol>

Figura 3: SWOT do projeto  
 Fonte: Desenvolvido pelos autores (2019)

Em seguida, foi aplicado o Diagrama de Ishikawa (1993) adaptado para a gestão de pessoas, empregando os 4Ps – políticas, procedimentos, pessoas e plantas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE COACHING, 2018) –, juntamente a adição dos pilares Educação e Governo, inseridos após a utilização da técnica Brainstorming (OSBORN, 1953), onde foi identificada a influência desses dois agentes no despreparo de líderes para atuação na quarta revolução industrial (Figura 4).



Figura 4: Diagrama de Ishikawa: Líderes despreparados para atuar na Revolução 4.0  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com base nas causas identificadas no *Brainstorm* e analisadas e selecionadas através do Diagrama de Ishikawa, foi adaptada a Matriz Ansoff (1957), colocando como produto o líder e como mercado as empresas, onde o conceito de liderança permanece o mesmo, mas as empresas-alvo ainda são poucas. Desta forma, a estratégia mercadológica que melhor define esta modelagem é a de desenvolvimento de mercado.

Após compreender o contexto, encontrar as causas e definir a postura estratégica da modelagem, define-se o plano de ação através da ferramenta do PDCA, integrando as técnicas de *5W2H*, para melhor direcionamento do planejamento de implantação, e *DISC*, *MBTI* e *Análise 360º*, para adaptação da modelagem ao perfil dos líderes. O plano de ação também avalia os resultados de implantação de forma a promover a melhoria contínua da modelagem nas organizações.

Por fim, a modelagem de liderança a ser implantado nas organizações é demonstrada através das ferramentas de gestão utilizadas no seu desenvolvimento, podendo assim ser adaptado a qualquer empresa, independentemente do porte, segmento de atuação ou região geográfica na qual se encontra, visto as análises ambientais e de perfis previstas na modelagem.

## Considerações finais

O estudo foi desenvolvido visando avançar a fronteira do conhecimento e auxiliar as empresas a enfrentarem os novos desafios da Revolução 4.0 voltado à gestão de pessoas, no que tange a uma modelagem de liderança que se enquadre nas necessidades deste novo cenário. Os desafios serão diversos, desde a instalação da infraestrutura, até a gestão de pessoas que irão trabalhar com as novas tecnologias e, para o enfrentamento destes, é preciso um modelo de liderança adaptado para essa nova realidade.

Em relação ao elo dos temas Revolução 4.0 e modelagem de liderança, não foram encontrados estudos relevantes divulgados que tratassem desta relação em específico. Com isso, o presente estudo de inovação em liderança, classificado como inovação em método organizacional, de acordo com o *Manual de Oslo* (OCDE, 2006), visa um mercado ainda em formação que, conforme a concretização da quarta revolução industrial, o estudo pode ser aprimorado para que as organizações possam alinhar os aspectos tecnológicos, de gestão e comportamentais de revoluções e novas ondas.

Os pilares que sustentam este estudo são a liderança em relação aos seus conceitos, modelagens e aplicações; a Revolução 4.0; e o desenvolvimento e treinamento de líderes. Resultante desses pilares citados, foi observada a possibilidade de criação da modelagem de liderança para a Revolução 4.0, proposta, neste caso, para empresas atuantes no Estado de São Paulo, através de ferramentas de gestão adaptadas à modelagem. Fator decisivo para a efetividade da modelagem é a consolidação das ferramentas utilizadas, uma vez que a aplicação de cada uma delas converge com a intenção da modelagem ser adaptável a cada organização, conforme mencionado na Análise SWOT, haja vista a necessidade de compreender a cultura de cada empresa

A pergunta direcionadora do estudo, complementar aos objetivos, é respondida no desenvolvimento da modelagem, já que nela se sustenta a visão de preparar líderes para o novo modelo de negócios advindos da Revolução 4.0.

## Referências

- 3M. Os tipos de inovação. *3M*, 2018. Disponível em: <<https://3minovacao.com.br/aprenda/cursos/os-tipos-de-inovacao>>. Acesso em: 21 de Outubro de 2018.
- A TOOLS. DISC - Ferramenta para Análise de Perfil Comportamental. *A Tools*, 2018. Disponível em: <<https://a.tools/ferramentas/disc-ferramenta-para-analise-de-perfil-comportamental/>>. Acesso em: 01 de Outubro de 2018.
- ALMEIDA, A. C. L. D.; CARDOSO, A. J. G. Diagnóstico Rápido Participativo e Matriz Swot: Estratégias de Planejamento Estratégico com Base na Atual Posição do Curso de Secretariado Executivo UEPA. *Revista de Gestão e Secretariado (GeSeC)*, São Paulo, 23 de Junho de 2014. 117-137. Disponível em: <<https://www.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/283>>.
- ANSOFF, H. I. Strategies for diversification. *Harvard Business Review*, p. 113-124, 1957. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a237/78fc820674d0553f6c6e6a6cbf61bb0f6b66.pdf>>. Acesso em: 18 de Setembro de 2018.
- BLANCHET, M. et al. *Industry 4.0 the new industrial revolution*. Roland Berger. Munich, p. 24. 2014.
- CALAÇA, P. A.; VIZEU, F. Revisando a perspectiva de James MacGregor Burns: qual é a ideia por trás do conceito de liderança transformacional? *Cadernos EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, Janeiro de 2015. 121-135. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/11016>>.
- CAMPOS, V. F. *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Bloch, v. 7ª, 1992.
- DELLOITTE. The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready? Deloitte, dezembro de 2017. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/industria-4-0-estudo-da-deloitte.html>>.
- ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. *Estudos Avançados da Universidade de São Paulo*, São Paulo, 21 de Julho de 2017. 1-26. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000200023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200023)>. Acesso em: 08 de Dezembro de 2018.
- FIESP. *A quarta revolução industrial já chegou!* FIESP. São Paulo, p. 26. 2017.
- HERDER-WYNNE, F.; AMATO, R.; WEERD, F. U. D. *Leadership 4.0: a review of the thinking*. Oxford Leadership. Oxford, p. 32. 2017.
- ISHIKAWA, K. *Controle de qualidade total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- KOTLER, P.; KARTAJAYA, H.; SETIAWAN, I. *Marketing 4.0: do tradicional ao digital*. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.
- MAGALDI, S.; SALIBI NETO, J. *Gestão do amanhã: tudo o que você precisa saber sobre gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª revolução industrial*. São Paulo: Gente, 2018.
- MARQUES, J. R. Como funciona a avaliação 360 graus? *Portal IBC*, 2017. Disponível em: <<https://www.ibccoaching.com.br/portal/coaching/como-funciona-avaliacao-360-graus/>>. Acesso em: 02 de Outubro de 2018.

- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2005.
- NAZARIAN, A.; SOARES, A.; LOTTERMOSER, B. Inherited organizational performance? The perceptions of generation Y on the influence of leadership styles. *Leadership & Organization Development Journal*, London, 16 de Março de 2017. 1078-1094. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/LODJ-05-2016-0119>>.
- OCDE. *Manual de Oslo*: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. FINEP. Paris, p. 184. 2006.
- OSBORN, A. *Applied Imagination*: principles and procedures of creative writing. New York: C. Scribner's sons, 1953.
- PAES, M. Empresas de SP atuam como 'indústrias 4.0'. *Diário Comércio Indústria & Serviços*, 2018. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/dci-sp/empresas-de-sp-atuam-como-industrias-4-0-1.681261>>. Acesso em: 16 de Outubro de 2018.
- PERASSO, V. O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas. *BBC*, 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>>. Acesso em: 02 de Outubro de 2018.
- POLICARPO, R. V. S.; BORGES, R. S. G. E. Mudança organizacional: os efeitos dos estilos de liderança no comportamento dos trabalhadores. *Revista Economia & Gestão da PUC Minas*, Belo Horizonte, 10 de Fevereiro de 2017. 78-102. Disponível em: <<https://doi.org/10.5752/P.1984-6606.2016v16n45p78>>.
- ROBBINS, S. P.; JUDGE, T. A.; SOBRAL, F. *Comportamento organizacional: teoria e prática no contexto brasileiro*. São Paulo: Pearson, 2010.
- SAEED, T. et al. Leadership styles: relationship with conflict management styles. *International Journal of Conflict Management*, Pakistan, Dezembro de 2014. 214-225. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/IJCMA-12-2012-0091?journalCode=ijcma>>.
- SCHUMPETER, J. A. *Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. New York, Toront, London: McGraw-Hill, 1939.
- SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. 1ª. ed. São Paulo: Edipro, 2016.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE COACHING. Diagrama de Ishikawa: Guia Completo Passo a Passo. *SBCoaching*, 2018. Disponível em: <<https://www.sbcoaching.com.br/blog/colaboradores/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em: 13 de Agosto de 2018.
- STRATEGIC DIRECTION. The leadership cocktail: blending styles to succeed. *Strategic Direction*, Dezembro de 2016. 34-36. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/SD-12-2015-0189>>.
- VDE. The German Standardization Roadmap Industrie 4.0. *DKE*, 2013. Disponível em: <[https://www.dke.de/de/std/documents/rz\\_roadmap%20industrie%204-0\\_engl\\_web.pdf](https://www.dke.de/de/std/documents/rz_roadmap%20industrie%204-0_engl_web.pdf)>. Acesso em: 13 de Maio de 2018.



# Arquiteturas de Fog Computing para Internet das coisas nas plataformas Fiware e Helix

*Fog Computing Architectures for Internet of Things based on Fiware and Helix Platforms*

**Fillipo Valiante Filho** ([filippo@usp.br](mailto:filippo@usp.br))

*Doutorando em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) e professor do Centro Universitário Senac e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

**Fábio Henrique Cabrini** ([fabio.cabrini@usp.br](mailto:fabio.cabrini@usp.br))

*Doutorando em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) e professor da Faculdade de Informática e Administração Paulista (Fiap), da Faculdade de Tecnologia de São Caetano do Sul (Fatec) e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

**Sérgio Takeo Kofuji** ([kofuji@usp.br](mailto:kofuji@usp.br))

*Doutor em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) e professor da Poli-USP.*

FTT Journal of Engineering and Business. • SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP

DEZ. 2019 • ISSN 2525-8729

Submissão: 2 jul. 2019. Aceitação:

18 Out.2019

Sistema de avaliação: às cegas dupla (*double blind review*).

FACULDADE TECNOLOGIA TERMOMECANICA, p. 34-49

## *Resumo*

Computação em nuvem tem sido usada como um padrão para o desenvolvimento de aplicações de Internet das Coisas (IoT) que se beneficiam de escalabilidade, disponibilidade e custos menores, mas também faz com que as aplicações de IoT dependam da conexão com a Internet e sejam suscetíveis a latências elevadas de comunicação e processamento. Computação em névoa (fog) é apresentada na literatura como a principal solução para esses problemas além de trazer possibilidades adicionais. O FIWARE é uma plataforma europeia para Internet do Futuro e suporta o desenvolvimento de aplicações de IoT oferecendo módulos chamados Generic Enablers para uso em nuvem. O Helix é uma plataforma baseada no FIWARE e em microsserviços para o desenvolvimento de aplicações para ambientes inteligentes. Neste artigo, são propostas e analisadas arquiteturas de fog computing para aplicações de IoT baseadas no FIWARE e Helix que apresentaram uma redução da latência, além da capacidade de possibilitar a comunicação horizontal e vertical através da federação de context brokers.

**Palavras-chave:** Internet das coisas. FIWARE. Helix. Computação em névoa. Arquitetura de névoa.

## *Abstract*

Cloud computing has been used as a standard for the development of Internet of Things (IoT) applications that benefit from scalability, availability and lower costs but it also makes IoT applications dependent on an Internet connection and susceptible to elevated processing and communication latencies. Fog computing is presented in the literature as the main solution for these problems while bringing additional possibilities. The FIWARE is a European platform for Future Internet and supports the development of IoT applications offering convenient modules named Generic Enablers for use in the cloud. The Helix is a microservice platform for the development of smart environments applications based on FIWARE. In this paper, we propose and analyze fog computing architectures for IoT applications based on FIWARE and Helix that presented latency reduction and enabled horizontal and vertical communication through a federation of context brokers.

**Keywords:** Internet of Things. FIWARE. Helix. Fog computing. Fog architecture.

# Introdução

Muitas implementações da Internet das Coisas (IoT) se valem do modelo de computação em nuvem, aproveitando suas vantagens, tais como escalabilidade, disponibilidade dos serviços e pagamento apenas pelos recursos utilizados. Porém, a adoção da computação em nuvem faz com que o sistema seja totalmente dependente de uma conexão com a Internet, inserindo restrições quanto à latência de comunicação e processamento. A adoção do modelo de fog computing (computação em névoa) é apontada na literatura como uma possível solução para esses desafios, além de promover uma diminuição do tráfego de dados, possibilitar uma maior variedade de aplicações e aumentar a disponibilidade do sistema (AL-FUQAHA, 2015; AAZAM, 2016; MUNIR, 2017; AHMED, 2016; DATTA, 2015 e HU et al, 2016).

A plataforma europeia FIWARE (2016), dedicada à Internet do Futuro, tem sido utilizada para a implementação de diversos projetos de Internet das Coisas, porém, em geral, as redes formadas por dispositivos de IoT são conectadas diretamente a uma nuvem central da plataforma, tendo incorporado o suporte à fog e edge computing muito recentemente. O FIWARE é uma plataforma aberta, fruto de uma parceria público-privada entre a Comissão Europeia e empresas privadas, lançada em 2011 e transformada em fundação em 2016.

Helix (CABRINI et al, 2019) é uma plataforma aberta, brasileira, baseada no FIWARE e certificada como “Powered by FIWARE” pela FIWARE Foundation. Ela é focada no desenvolvimento de aplicações para ambientes inteligentes (smart environments) e baseada em serviços containerizados, integrando e orquestrando os principais módulos da plataforma FIWARE de forma segura, além de possibilitar a operação em condições de alta resiliência. O Helix também prevê uma arquitetura em camadas que visa, através do processo de federação, a operação em ambientes de IoT: edge, fog e cloud.

Observando-se os projetos de IoT desenvolvidos nas plataformas FIWARE e Helix, bem como as vantagens apontadas na literatura para o uso de fog, é possível verificar os benefícios e a importância da proposta de uma arquitetura de fog adequada para o FIWARE e o Helix, o que será feito a partir da exposição da arquitetura para soluções de IoT na plataforma FIWARE, seguida pelas potencialidades do emprego de fog computing para Internet das Coisas relatadas na literatura. Assim sendo, serão propostas arquiteturas de fog computing para IoT na plataforma FIWARE e na plataforma Helix, seguidas das conclusões e trabalhos futuros.

A principal contribuição deste artigo é a proposta de arquiteturas de fog computing para IoT passíveis de implementação nas plataformas FIWARE e Helix.

# *Arquitetura IoT do FIWARE*

O FIWARE é uma plataforma voltada à inovação da Internet, ou à Internet do Futuro. Um dos capítulos técnicos, ou pontos focais, do FIWARE é a habilitação de serviços de Internet das Coisas (IoT) (FIWARE, 2019), além de: hospedagem em nuvem; gerenciamento de dados e contexto; entrega de dados, serviços e aplicações; garantia de segurança; interface para redes e dispositivos e interface avançada para usuários baseada na web (FIWARE, 2019b). Ele é uma plataforma aberta e possui um catálogo de módulos conhecidos como Generic Enablers (GEs) (FIWARE, 2019c). O desenvolvedor seleciona o conjunto de GEs mais adequado para cada aplicação. Para aplicações de IoT o FIWARE utiliza o protocolo OMA NGSI (Open Mobile Alliance - Next Generation Services Interface), que fornece interfaces para gerenciar e trocar informações de contexto entre entidades de contexto, que nesse caso incluiriam os dispositivos de IoT. As informações de contexto podem ser voláteis ou persistentes e descrevem o estado de uma entidade de contexto. Elas podem ser medidas por sensores e combinadas com outras informações de contexto resultantes da interação com humanos ou com sistemas de informação. O uso dos protocolos NGSI permite abstrair a complexidade do gerenciamento de conexões com gateways e dispositivos (FIWARE, 2019).

Os principais GEs do FIWARE ligados à Internet das Coisas são o Orion Context Broker (CEF Context Broker), o IDAS Backend Device Management e o FogFlow.

Orion Context Broker ou CEF Context Broker é um broker baseado em publicação e assinatura fazendo uso dos protocolos NGSI. Frequentemente utilizado com o Cygnus, que atua como um conector para sistemas de armazenamento permanente, como um sistema de banco de dados ou como um cluster Hadoop. O Orion armazena a informação de contexto atualizada de forma que as requisições são atendidas baseadas nessa informação. Ele atua como um mediador entre produtores, como sensores e consumidores de contexto, como aplicações que se utilizam dos dados de sensoriamento. Os consumidores de contexto podem realizar assinaturas para que os dados sejam atualizados de tempos em tempos ou a partir de uma mudança de estado. Trata-se do principal broker disponível na plataforma FIWARE (FIWARE, 2019d). A nomenclatura deste GE mudou recentemente para CEF Context Broker, dentro do projeto europeu “Connecting Europe Facility”.

IDAS Backend Device Management é um GE dedicado ao gerenciamento de dispositivos, viabilizando a conexão de dispositivos ou gateways com os demais GEs, ou aplicações, do FIWARE. Ele traduz protocolos específicos de IoT como o UL2.0, JSON, OMA-LWM2M, SIGFOX e MQTT no protocolo NGSI para a troca de informações de contexto adotado como padrão no FIWARE. Cada um dos módulos responsáveis pela tradução de um protocolo específico é chamado de IoT Agent. Esse GE é dispensável se o dispositivo, ou o IoT gateway, suportar o protocolo NGSI (FIWARE, 2019c);

FogFlow é um GE feito especialmente para serviços de IoT programados sobre edge e cloud computing. Ele também é baseado no padrão NGSI e é constituído principalmente pelos GEs anteriores, IoT Broker e IoT Discovery, descartados ao final de 2018 para viabilizar o gerenciamento de contexto, arquitetados com estruturas adicionais para o gerenciamento de serviços e processamento de dados. O FogFlow também constitui um framework provendo um modelo de programação baseado no NGSI usando dataflow e declarações especiais (declarative hints) para permitir facilidade de programação, interoperabilidade e escalabilidade (CHENG, 2018; FIWARE FOGFLOW, 2019).

As aplicações de IoT na plataforma FIWARE são concebidas para que os GEs mencionados sejam executados em uma nuvem. Não havia anteriormente menção formal sobre a fog computing no FIWARE, mas um relatório publicado por Antonelli et al (2016) destacou a necessidade de se adicionar funcionalidades à borda da rede para atender requisitos como qualidade, latência e tempo de processamento. Nessa época, o FogFlow estava sendo desenvolvido (CHENG, 2018; FIWARE FOGFLOW, 2019), mas só foi incorporado como um GE em 2018.

Além dos GEs específicos de IoT, é comum que aplicações dessa área combinem GEs de análise de dados com armazenamento permanente, a exemplo do GE Cosmos, e visualização de dados e dashboards, a exemplo do GE Wirecloud (FIWARE, 2019c). Por se basear totalmente em padrões abertos, é possível integrar outros softwares aos GEs do FIWARE, ou mesmo desenvolver novos. Uma típica arquitetura de aplicação de IoT no FIWARE, baseada apenas em nuvem, é essencialmente a mesma apresentada para a plataforma Helix na versão Sandbox (CABRINI et al, 2019). Cabe ressaltar ainda que a arquitetura de IoT do FIWARE se adequa ao modelo de referência IoT-A, conforme demonstrado por Krco et al (2014) e Preventis et al (2016).

## *Fog Computing e suas potencialidades para IoT*

Fog computing tem uma variedade de definições na literatura. É definida por Datta et al (2015) como uma extensão dos paradigmas de computação em nuvem em direção às bordas das redes, provendo os mesmos tipos de serviços, porém com as vantagens da proximidade com os consumidores, maior densidade e suporte à mobilidade. O uso de fog em IoT é indicado para reduzir a latência, melhorar a qualidade de serviço (QoS) e possibilitar a análise de dados em tempo real com atuação resultando em uma experiência de usuário superior e a criação de produtos de IoT centrados nos consumidores. A fog também é apontada como um meio de reduzir o uso dos canais de comunicação, prover maior tolerância a falhas, bem como disponibilidade e escalabilidade,

Fog, cloudlets e edge computing são apontados como sinônimos por Al-Fuqaha et al (2015). Os três termos são tomados como pontes entre dispositivos inteligentes e as grandes nuvens de computação e armazenamento, estendendo os serviços destas últimas em direção às primeiras. Além disso, são apontadas como vantagens o menor delay devido à proximidade com a borda da rede, a possibilidade de maior densidade de dispositivos, melhor desempenho para aplicações em tempo real, interoperabilidade com diferentes provedores de nuvem, possibilidade de agregação de dados diminuindo o tráfego para o datacenter em nuvem e suporte à mobilidade, podendo-se mencionar inclusive que as operadoras de telefonia móvel são apontadas como o provedor natural de serviços de fog. Como contrapontos são destacados alguns aspectos, entre eles, os de que em uma fog a confiabilidade e a segurança dos dados analisados nas bordas da rede são problemas em aberto e os recursos de computação, armazenamento e rede são limitados, muito embora possam ser implementados em escala e com menor custo. Smartphones e home gateways são apontados como possibilidades para a implementação de fogs.

Em Aazam e Huh (2016) são mencionadas algumas justificativas para o emprego de fog computing em aplicações de IoT, tais como: dificuldades para a realização eficiente de tarefas com restrições de energia e largura de banda, a necessidade de melhor gerir os recursos na nuvem com a presença de dados multimídia, a necessidade de resposta e processamento rápidos para IoT e a questão do pré-processamento e privacidade dos dados. Os autores apontam a fog como uma nuvem

localizada, de baixa latência e mais contextualizada, viabilizando um modelo de federação de IoTs e a criação de serviços "mais ricos", sendo também uma solução para diminuir a carga de dispositivos limitados. O modelo de fog previsto pelos autores é o de microdatacenters.

Baixa latência e economia de energia também são apontados por Huang et al (2016) juntamente com uma extensão dos serviços de nuvem para dispositivos com restrições de recursos, capacidade para filtrar os dados, incrementos na segurança e qualidade de serviço. Um ponto fraco indicado pelos autores é a questão de lidar com diferentes tipos de dados que impõem diferentes níveis de qualidade de serviço.

O uso de fog computing em aplicações de IoT que requerem processamento em tempo real é trazido como solução por Rauniyar et al (2016), justamente por minimizar delay, jitter e o volume de dados de uma comunicação direta com a nuvem. Também é prevista uma espécie de CEP (Complex Event Processing), na qual os dados processados e selecionados são enviados à nuvem para análise histórica e armazenamento de longo prazo. Os autores pontuam que qualquer dispositivo com conectividade de rede e capacidade de computação e armazenamento pode ser usado para a constituição de uma fog, incluindo dispositivos inteligentes, servidores embarcados e equipamentos de rede.

Munir et al (2017) analisa mais detalhadamente a distinção entre fog e cloud computing, bem como entre fog e edge computing, com a ressalva de que boa parte da literatura trata ambas como sinônimas. Quanto aos dispositivos empregados, são apontados servidores, equipamentos de rede, como roteadores, e de telecomunicações, como estações rádio-base. Fog computing é apresentada como tendo o objetivo de processar os dados próximo à sua fonte, isto é, as extremidades da rede, diminuindo fortemente o volume de dados trafegados entre os dispositivos e a nuvem e viabilizando processamento mais complexo como análise de dados junto à fonte. Análise similar pode ser encontrada no trabalho de Hu et al (2017), enquanto Chiang e Zhang (2016) destacam o uso de fog em aplicações que precisam assegurar serviços ininterruptos mesmo em condições de conectividade intermitente com a nuvem, pois uma implementação de fog confiável continuará a funcionar conforme projetado mesmo sob condições adversas de operação.

Essa distinção entre fog e edge é corroborada pela iniciativa OpenFog Consortium (2018), estabelecida em 2015 pelos membros fundadores ARM, Cisco, Dell, Intel, Microsoft e Universidade de Princeton, com o apoio de outras empresas e instituições, e unidos ao Industrial Internet Consortium (2019) Para o consórcio, edge computing é apresentada como parte da fog computing, frisando que uma arquitetura de edge computing pode ser de certa forma autocontida, com todo o processamento ocorrendo na borda da rede em nós independentes, enquanto em uma fog há um processamento hierárquico e uma arquitetura mais horizontal, onde diferentes nós de fog constituem uma rede com capacidade de comunicação direta entre os nós (peer-to-peer) sem necessitar que os dados sejam enviados à nuvem para isso. Uma fog trabalha de forma mais sinérgica do que independente com a nuvem, sendo esta última uma atribuição da edge computing. Essa definição foi ratificada na norma IEEE 1934-2018 - IEEE Standard for Adoption of OpenFog Reference Architecture for Fog Computing. A definição adotada no padrão é a de que fog computing é uma arquitetura horizontal em nível de sistema que distribui computação, armazenamento, controle e funções de rede para as proximidades dos usuários ao longo de um continuum da nuvem para as "coisas" (dispositivos) (OPENFOG, 2017). Esse continuum admite múltiplos níveis hierárquicos com comunicação horizontal e vertical entre os diversos nós de fog.

As arquiteturas de fog aqui propostas visam cumprir com as características relatadas e obter as vantagens apresentadas na literatura para o uso de fog computing. Os GEs disponíveis na plataforma

FIWARE permitem a criação de aplicações que se adequam tanto a edge como a fog dentro das diferenças estabelecidas em (OPENFOG, 2017; MUNIR et al, 2017 e HU et al, 2016).

## ***Arquitetura de Fog Computing para IoT na plataforma FIWARE***

Ao analisar-se a literatura apresentada sobre *fog computing*, nota-se que ela é caracterizada como um nível intermediário entre as redes de IoT e a nuvem. Para desenvolver uma arquitetura de *fog* na plataforma FIWARE, ou mesmo *edge*, faz-se necessário escolher os GEs apropriados para funcionarem nesse contexto. Há basicamente duas possibilidades: a utilização do GE FogFlow e o emprego de uma federação de GEs Orion *Context Broker*.

No nível da IoT, os dispositivos que suportam o protocolo NGSI podem se comunicar diretamente com os GEs mencionados. Para dispositivos que necessitem de tradução do protocolo de comunicação a ser usado, ou seja, dispositivos de baixa capacidade computacional, faz-se necessário o uso do GE IDAS para a comunicação entre os dispositivos, ou IoT *gateway*, e a *fog*, ou *cloud*, através do(s) IoT Agent(s) correspondente(s). Os IoT Agents permitem a conversão dos protocolos de comunicação empregados nos dispositivos das redes IoT específicas e podem ser implementados tanto na *fog* como no nível da IoT, em um *gateway* por exemplo. Em redes integradas por dispositivos de maior capacidade computacional é possível a comunicação direta desses protocolos com a *fog*.

O nível da *fog* pode ser implementado utilizando-se o GE FogFlow, conforme abordado em Cheng (2018) e FIWARE FogFlow (2019), muito embora o *framework* por eles proposto seja mais adequado à *edge computing*. Dessa forma, o modelo mais adequado de implementação para *fog computing* na plataforma FIWARE torna-se o de uma federação de *context brokers*.

A federação é basicamente um encadeamento hierárquico de GEs Orion *Context Broker* e pode se dar de duas formas conhecidas como *push* e *pull* (FIWARE, 2019e). Na federação do tipo *push*, as notificações de contexto enviadas por uma instância de Orion são processadas e então enviadas para a próxima instância do GE Orion. Já na federação do tipo *pull*, as notificações de contexto são apenas repassadas para a próxima instância do Orion, sem que a primeira instância precise armazenar nenhum dado. O processo de federação é feito através de assinaturas utilizando-se os parâmetros adequados. Uma federação de GEs Orion pode ser criada "horizontalmente" no nível da nuvem ou da *fog*, ou ainda "verticalmente", interligando um ou mais nós de *fog*, cada qual executando sua instância do Orion *Context Broker*, uns com os outros e com a instância central na nuvem. Esse modelo de federação pode ser visto na Figura 1.

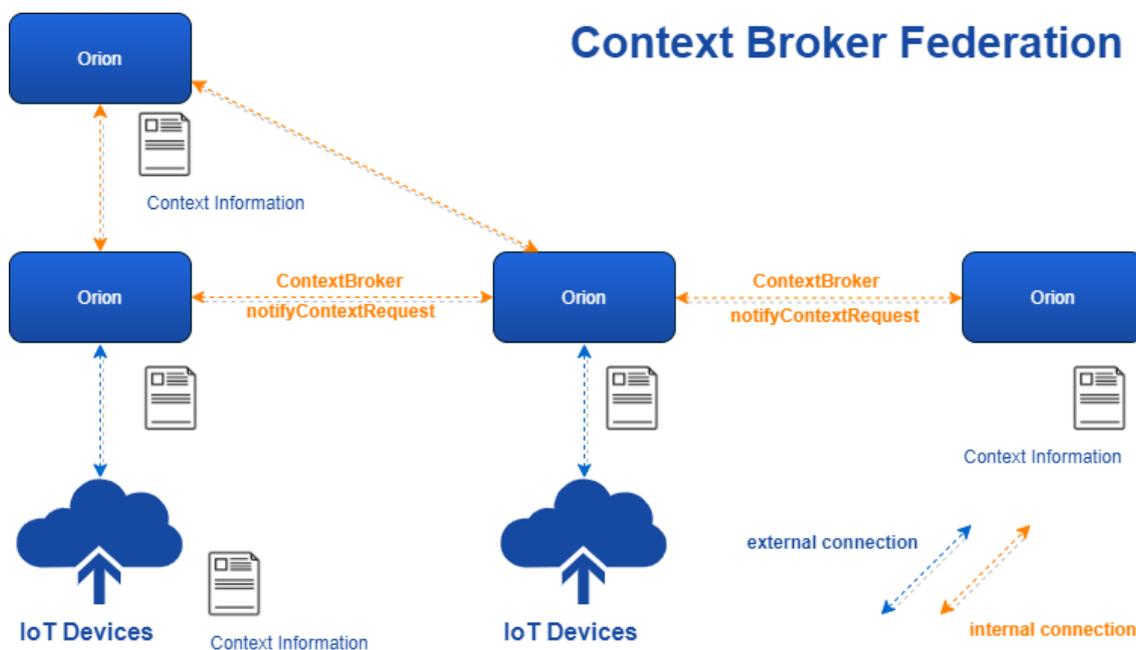


Figura 1: Arquitetura de fog computing proposta para o FIWARE utilizando a federação de Context Brokers.  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

A implementação de diversos nós de *fog* nesse modelo permite a comunicação com a nuvem e através dela, mas eles também podem se comunicar diretamente entre si graças à padronização do protocolo de comunicação baseado na troca de informações de contexto via API (*Application Programming Interface*) utilizando o protocolo NGSI, estabelecendo a comunicação vertical e horizontal entre os diversos nós, permitindo uma *fog* com diversas camadas.

A estrutura de nuvem centralizada abriga como elemento principal um Orion *Context Broker* que atua recebendo e distribuindo os dados enviados da *fog* para os demais componentes da aplicação. Ele pode ser interligado a um banco de dados para armazenamento permanente através do conector Cygnus, frequentemente executado na mesma instância do GE Orion, além de um sistema para visualização de dados como um *dashboard*, por exemplo, constituindo uma aplicação mínima, conforme apresentado na seção II. Geralmente são adicionados outros GEs para a composição da aplicação final como um sistema de Hadoop para *Big Data e Analytics* através do GE Cosmos, ou do GE Knowage para administração de negócios (BI). O GE Kurento promove o processamento de *streaming* de mídia, enquanto o GE Perseo atua como um CEP permitindo realizar uma série de ações a partir de um sistema de regras. Além dos GEs mencionados, podem ser integradas ferramentas externas. Os GEs estão detalhados em FIWARE (2019c).

Quanto à implementação física (*hardware*) dos nós de *fog*, eles se adequam a partir do modelo de “*smart*” IoT *gateways* até o de *microdatacenters*, mas restritos à arquitetura x86. Os GEs do FIWARE podem ser instalados diretamente no sistema operacional (*bare metal*), compondo um sistema único integrado, ou mesmo com o uso de múltiplas máquinas virtuais ou contêineres Docker localmente ou espalhados em um *datacenter*. É possível escolher a solução mais adequada às demandas de desempenho computacional, comunicação e energia requeridas pela aplicação.

O caminho para se constituir uma federação de GEs Orion *Context Broker* foi adotado na plataforma Helix que, graças à sua arquitetura modular, também pode incorporar o GE FogFlow para facilitar a programação de aplicações baseadas em *fog computing*.

# *Plataforma Helix e sua arquitetura de Fog Computing*

A plataforma Helix (CABRINI *et al*, 2019) integra os principais GEs do FIWARE para a implementação de soluções para ambientes inteligentes com desempenho e segurança otimizados. O Helix possui as versões SandBox e Multi-Layred.

O Helix Sandbox é uma plataforma aberta para prototipação rápida de soluções para ambientes inteligentes que permite o uso dos principais GEs previstos na arquitetura FIWARE de forma segura e integrada. Foi desenvolvido visando fomentar iniciativas de pesquisa e empreendedorismo através do desenvolvimento de aplicações de Internet do Futuro sobre uma plataforma de baixo custo e com características sólidas que possibilitem a implementação e a integração com serviços de terceiros, tendo seu foco em *startups* que precisam validar e apresentar suas soluções a investidores em um curto período de tempo através da elaboração de MVPs (*Minimum Viable Product*) e para empresas e universidades que trabalham no desenvolvimento do PoCs (*Proof of Concepts*) para validar novos produtos e pesquisas. O Helix SandBox é baseado em serviços containerizados na plataforma Docker, de forma a orquestrar e integrar os principais GEs previstos pela FIWARE *Foundation* localmente, na *fog* ou na nuvem. Em setembro de 2018, a plataforma foi avaliada e certificada pela FIWARE Foundation como uma plataforma “*Powered by FIWARE*”.

O Helix SandBox integra de maneira segura os GEs Orion *Context Broker*, Cygnus e IoT Agent, além de utilizar uma base de dados única baseada no MongoDB, que é utilizado pelo Orion *Context Broker* para o armazenamento das informações de contexto e registros dos dados históricos coletados pela plataforma. Também possui o módulo Helix Compose que realiza a orquestração dos GEs e módulos adicionais que compõem a arquitetura. A estrutura pode ser vista na Figura 2, onde é possível notar a integração de dispositivos IoT com maior capacidade computacional diretamente ao *broker*, e a integração de dispositivos de menor capacidade através de IoT Agents para comunicação com os protocolos MQTT e CoAP. Também estão indicadas as portas-padrão utilizadas pelos GEs para comunicação através das conexões externas.

## Helix Sandbox Architecture

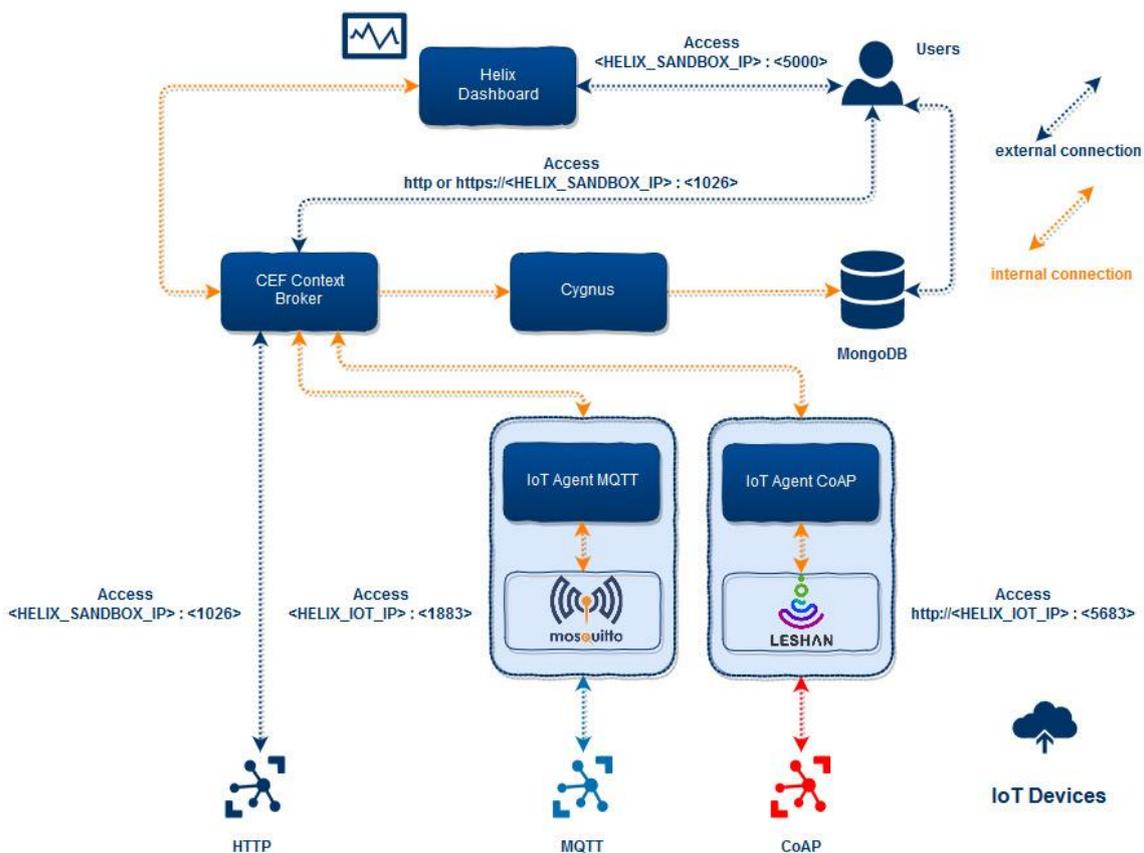


Figura 2: Arquitetura do Helix Sandbox (correspondente à arquitetura básica de aplicação de IoT em cloud no FIWARE).  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

A interface web de gerenciamento conta com recursos que possibilitam a integração e a configuração simplificada do Orion, do IoT Agent e dos dispositivos LWM2M seguindo as especificações do padrão da Open Mobile Alliance (2019) OMA LightweightM2M. A plataforma Helix conta com o módulo Helix IoT, que possibilita a conexão com dispositivos não NGSI na abordagem Helix Cloud, Fog e Edge através do uso de arquitetura x86 e ARM. Como exemplo, é possível citar o Helix IoT baseado no MQTT que possibilita a integração com o broker Mosquitto utilizando a abordagem Publisher/Subscriber (Helix IoT MQTT, 2019).

Os GEs presentes no Helix foram selecionados de acordo com critérios de maturidade e funcionalidade oferecidos pela FIWARE Foundation com o objetivo de garantir uma camada de back-end completa para ambientes inteligentes possibilitando a integração de sensores e atuadores, presentes no ambiente, a dashboards que possibilitam a visualização e análise dos dados.

A versão Helix Nebula prevê uma arquitetura em camadas que visa, através do processo de federação, a operação em ambientes de IoT, edge, fog e nuvem para aplicações críticas que exigem alta resiliência e baixa latência. Em acordo com OpenFog (2017), Munir et al (2017) e Hu et al (2016), assumimos edge como a infraestrutura mais próxima aos dispositivos de IoT enquanto fog pode ser implementada em algum lugar entre a nuvem e a borda da rede e suportando comunicação horizontal, isto é, entre distintos nós de fog. Na verdade, ao se trabalhar com o conceito de fog, a edge passa a ser um subconjunto dela (OpenFog, 2017).

Quanto aos requisitos de hardware, a Helix Edge pode ser implementada tanto em um pequeno single board computer como, por exemplo, a Raspberry Pi, comunicando-se com um nó de fog, ou cloud, passando por IoT gateways, servidores ou mesmo um microdatacenter. Já a implementação do Helix nos níveis de Fog e Cloud requerem arquitetura x86 de 64 bits para a execução do Orion Context Broker. É possível escolher a solução mais adequada às demandas de desempenho computacional, comunicação e energia, bem como aos requisitos temporais impostos pela aplicação.

A arquitetura multilayer da plataforma Helix pode ser vista na Figura 3. A nuvem abriga o Helix implementado em alta disponibilidade através da abordagem Swarm ou Kubernetes que inclui o Orion Context Broker e o banco de dados de forma a garantir a capacidade de se adaptar a grandes volumes de informação através de uma estratégia de scale up e down.

O nível da fog é implementado através de uma federação de Helix, aproveitando os recursos de federação do Orion Context Broker, automatizados através do Helix compose previstos na versão Nebula. Os diversos nós de fog podem se comunicar com a nuvem e através dela, mas também podem comunicar-se diretamente entre si. Esse modelo de implementação de fog permite a comunicação com outros GEs do FIWARE, ou módulos externos, como um sistema Hadoop para Big Data e Analytics para a composição de aplicações distribuídas e complexas. Graças à padronização do protocolo de comunicação, baseado na troca de informações de contexto via API utilizando-se do protocolo NGSI, é possível estabelecer a comunicação horizontal.

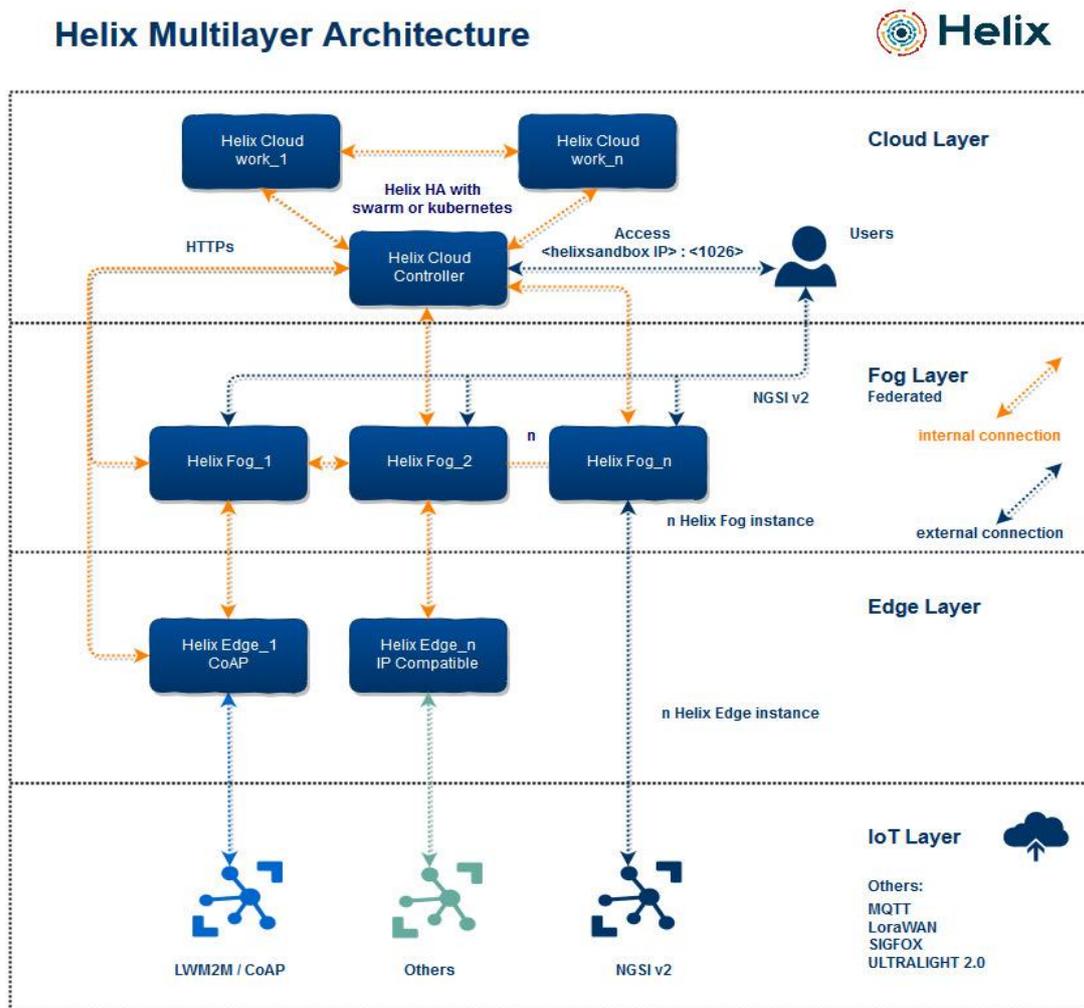


Figura 3: Helix Multilayer Architecture  
 Fonte: Cabrini et al. (2019)

Na camada Edge, o Helix implementa IoT *Agents*, que permitem a conversão dos protocolos de comunicação empregados nos dispositivos das redes IoT específicas. Nas redes IoT compostas por dispositivos de maior capacidade de processamento, eles podem interagir diretamente com a *fog* ou a *cloud*.

Tanto o Helix SandBox como o Nebula estão em conformidade com o CEF (*Connecting Europe Facility*) devido à sua compatibilidade com o NGSI-LD definido pelo ETSI (*European Network of Telecommunications Standards*), que tem como objetivo a interconexão de sistemas de Internet do Futuro no contexto da União Europeia.

## *Análise das arquiteturas propostas*

Do ponto de vista arquitetural, os modelos propostos para a implementação de fog computing em aplicações de IoT de tempo real na plataforma FIWARE e na plataforma Helix contemplam os principais benefícios e características relatados na literatura existente e apresentados na seção “Fog Computing e suas Potencialidades para IoT”, destacando-se:

- Redução da latência no tráfego de dados na rede e eventual redução do volume de dados trafegado;
- Racionalização dos recursos de nuvem;
- Padronização da comunicação entre a fog e a nuvem com o uso do protocolo NGSI;
- Possibilidade de comunicação horizontal entre os nós de fog;
- Suporte para a maior densidade de dispositivos no nível da IoT;
- Suporte para a maior heterogeneidade de componentes de IoT necessários para aplicações complexas;
- Possibilidade de implementação de fog em dispositivos de baixo custo, desde que adequados à aplicação;
- Aumento da disponibilidade e da resiliência da aplicação no nível da IoT.

O aumento da disponibilidade e da resiliência da aplicação se dá através de uma maior autonomia em relação à nuvem central, garantindo seu funcionamento, mesmo que ocorra a perda de comunicação com a nuvem, uma vez que a fog funciona mais próximo ou mesmo localmente em relação ao ambiente da rede IoT, e também devido à possibilidade de comunicação entre os nós de fog.

A redução da latência foi avaliada por meio de testes utilizando-se a ferramenta Apache Bench a partir de um dispositivo conectado a uma rede Ethernet 1Gbps. Foram feitas 10 baterias de teste com 10 requisições em cada uma nos níveis de edge, fog e cloud. A edge foi implementada na mesma rede local, a fog em um servidor na Amazon AWS na mesma região metropolitana (São Paulo - Brasil) e a nuvem no datacenter do FIWARE na Espanha. A diferença nos Round Trip Times (RTT) variou de 1,0 ms na edge, passando para 8,4 ms na fog, até atingir 608,1 ms na nuvem, conforme pode ser visto na Figura 4.

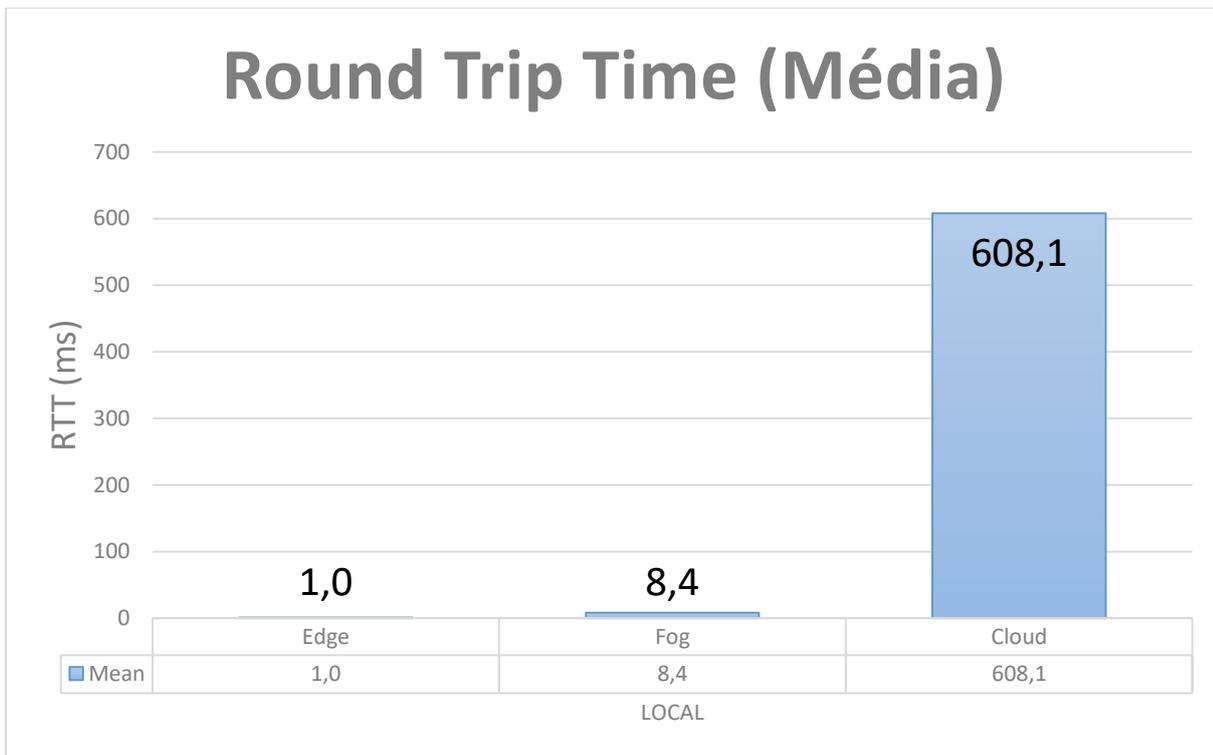


Figura 4: Médias dos Round Trip Time (RTT) medidos localmente na fog e na nuvem.  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Uma fragilidade do emprego de *fog computing* na plataforma FIWARE é o potencial aumento da complexidade e, eventualmente, do custo de implementação da solução de IoT, fato que deve ser avaliado em especial para soluções mais simples e homogêneas ou de menor porte. O desenvolvimento da plataforma Helix visou mitigar este problema.

Uma dificuldade oferecida é a infraestrutura para a implementação da *fog* que requer, de acordo com a aplicação, de um IoT *gateway* com maior capacidade computacional a um *microdatacenter*. Essas estruturas precisam ser projetadas, implantadas e operadas tanto física como logicamente.

## *Considerações finais*

Este trabalho abordou detalhes das plataformas FIWARE e Helix com foco em soluções para ambientes inteligentes. A arquitetura básica de uma solução de IoT foi apresentada para ambas as plataformas. Em virtude do tempo, da dificuldade de integração dos diferentes GEs do FIWARE e dos recursos computacionais necessários, o Helix Sandbox apresenta-se como uma solução mais conveniente para testes e para o desenvolvimento de PoCs e MVPs devido à sua abordagem lightweight.

Foram relatadas também as vantagens do uso de fog computing como um nível intermediário entre a nuvem e os dispositivos de IoT, além da diferenciação entre os conceitos de fog e edge computing. Também foram apresentadas as possibilidades de implementação de fog e edge computing, através dos recursos de federação, previstos no Orion Context Broker, elemento central da plataforma FIWARE, com destaque para o modelo de federação de context brokers, que permite uma implementação mais adequada de fog, viabilizando a comunicação horizontal entre elas através da abordagem adotada na versão Nebula da Plataforma Helix.

Finalmente foi apresentada a arquitetura de multicamadas da plataforma Helix, que leva o poder de processamento e a capacidade de gerenciamento das informações de contexto às camadas de fog, além de oferecer recursos que potencializam a criação de soluções para ambientes inteligentes que integram recursos presentes na nuvem: fog, edge e IoT. Os potenciais benefícios e dificuldades das arquiteturas propostas foram devidamente analisados.

Na versão Helix Nebula é possível observar uma arquitetura multicamadas que evidencia o uso dos componentes da plataforma Helix operando em modo de alta resiliência nas camadas de edge, fog e nuvem.

A arquitetura multicamadas proposta para a plataforma Helix está em fase de testes para cenários mais complexos, com requisitos de ultrabaixa latência e alta concentração de dispositivos de IoT para suportar aplicações de IoT para ambientes inteligentes críticos, especialmente nos contextos de cidades inteligentes (smart cities), fazendas inteligentes (smart farms), indústria 4.0, grids de energia (smart grids), veículos autônomos e Internet Tátil.

A tese aqui apresentada demonstrou ser uma proposta promissora, e através da avaliação plena dos benefícios e dificuldades da implementação, comprovou que pode oferecer vantagens no futuro para a integração das camadas de edge e fog computing no contexto das aplicações de IoT para ambientes inteligentes. As arquiteturas propostas apresentam adesão à arquitetura de referência do OpenFog Consortium (2017) na norma IEEE 1934-2018 - IEEE Standard for Adoption of OpenFog Reference Architecture for Fog Computing. Com isso, espera-se oferecer uma diretriz detalhada e confiável para implementar soluções com arquitetura de fog utilizando as plataformas FIWARE e Helix, tendo por base os requisitos de cada aplicação.

# Referências

AAZAM, Mohammad; HUH, Eui Nam. *Fog Computing: the Cloud-IoT/IoE Middleware Paradigm*. *IEEE Potentials*, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 40–44, 2016.

AHMED, Arif; AHMED, Ejaz. A Survey on Mobile Edge Computing. In: 2016 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEMS AND CONTROL (ISCO) 2016, *Anais: IEEE*, 2016. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7727082/>.

AL-FUQAHA, Ala et al. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 2347–2376, 2015. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7123563>

ANTONELLI, Fabio et al. FIWARE Mundus: Map of technology and business challenges for the Future Internet. [s. l.], n. 632912, p. 22, 2016. Disponível em: [https://www.fiware.org/wp-content/uploads/tabs-img/tab-mundus-3/FutureInternetChallenges\\_web.pdf](https://www.fiware.org/wp-content/uploads/tabs-img/tab-mundus-3/FutureInternetChallenges_web.pdf).

CABRINI, F. H. et al. Helix SandBox : An Open Platform to Fast Prototype Smart Environments Applications. *2019 IEEE 1st Sustainable Cities Latin America Conference (SCLA)*, [s. l.], p. 1–6, 2019.

CHENG, Bin et al. FogFlow: Easy Programming of IoT Services Over Cloud and Edges for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 696–707, 2018.

CHIANG, Mung; ZHANG, Tao. Fog and IoT: An Overview of Research Opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, [s. l.], v. 4662, n. c, p. 1–1, 2016. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7498684>.

DATTA, Soumya Kanti; BONNET, Christian; HAERRI, Jerome. *Fog Computing architecture to enable consumer centric Internet of Things services*. *Proceedings of the International Symposium on Consumer Electronics, ISCE*, [s. l.], v. 2015- August, p. 6–7, 2015.

FIWARE. *Future Internet Core Platform*. Disponível em: <http://www.fiware.org/>. Acesso em: 2016.

\_\_\_\_\_. *Internet of Things (IoT) Services Enablement Architecture*. Disponível em: [https://forge.fiware.org/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Internet\\_of\\_Things\\_\(IoT\)\\_Services\\_Enablement\\_Architecture](https://forge.fiware.org/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Internet_of_Things_(IoT)_Services_Enablement_Architecture). Acesso em: 06.2019.

\_\_\_\_\_. *FIWARE Architecture*. Disponível em: [https://forge.fiware.org/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/FIWARE\\_Architecture](https://forge.fiware.org/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/FIWARE_Architecture). Acesso em: 06.2019.

\_\_\_\_\_. *FIWARE Catalogue*. Disponível em: <https://www.fiware.org/developers/catalogue/>. Acesso em: 06.2019.

\_\_\_\_\_. *Orion Context Broker*. Disponível em: <https://fiware-orion.readthedocs.io/en/master/>. Acesso em: 06.2019.

\_\_\_\_\_. *Context broker federation*. Disponível em: <http://fiware-orion.readthedocs.io/en/master/user/federation/>. Acesso em: 06.2019.

FIWARE *FogFlow*. FIWARE *FogFlow*. Disponível em: <https://fogflow.readthedocs.io/en/latest/>. Acesso em: 06.2019.

HELIX IoT MQTT. Disponível em: <https://github.com/fabiocabrini/helix-iot-mqtt>. Acesso em: 06.2019.

HU, Pengfei et al. Survey on fog computing : architecture , key technologies , applications and open issues. *Journal of Network and Computer Applications*, [s. l.], v. 98, n. April, p. 27–42, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2017.09.002>.

HUANG, Lina et al. Software-defined QoS provisioning for fog computing advanced wireless sensor networks. *2016 IEEE Sensors*, [s. l.], p. 1–3, 2016. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7808814/>.

Industrial Internet Consortium. Disponível em: <https://www.iiconsortium.org/>. Acesso em: 2019.

KRCO, Srdjan; POKRIC, Boris; CARREZ, Francois. Designing IoT architecture(s): A European perspective. *2014 IEEE World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2014*, [s. l.], p. 79–84, 2014.

MUNIR, Arslan; KANSAKAR, Prasanna; KHAN, Samee U. IFCloud: Integrated *Fog* Cloud IoT: A novel architectural paradigm for the future Internet of Things. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, [s. l.], 2017.

Open Mobile Alliance (OMA). OMA LightWeight M2M (LWM2M) Object and Resource Registry. Disponível em: <http://www.openmobilealliance.org/wp/OMNA/LwM2M/LwM2MRegistry.html>. Acesso em: 06.2019.

OpenFog Consortium. Disponível em: <https://www.openfogconsortium.org/>. Acesso em: 2018.

OpenFog Consortium Architecture Work Group. OpenFog Reference Architecture for Fog Computing. no. February, pp. 1–162, 2017. Disponível em: [www.OpenFogConsortium.org](http://www.OpenFogConsortium.org). Acesso em: 11 mar. 2019.

PREVENTIS, Alexandros et al. IoT-A and FIWARE: Bridging the barriers between the cloud and IoT systems design and implementation. *CLOSER 2016 - Proceedings of the 6th International Conference on Cloud Computing and Services Science*, [s. l.], v. 2, n. Closer, p. 146–153, 2016.

RAUNIYAR, Ashish et al. Crowdsourcing-based disaster management using fog computing in internet of things paradigm. In: *2016 IEEE 2nd International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)*. IEEE, 2016. p. 490-494.



# Um modelo preditivo da evasão de estudantes no ensino superior

*A predictive model of the evasion of students in higher education*

**Diogo Martins Gonçalves de Morais** ([pro7113@cefesa.edu.br](mailto:pro7113@cefesa.edu.br))  
*Doutor em Administração pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

**Arthur Augusto Micheletti de Souza** ([lanceart.a7@gmail.com](mailto:lanceart.a7@gmail.com))  
*Graduando em Engenharia de Computação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

**Vittoria Cassoni** ([VittoriaCassoni@outlook.com](mailto:VittoriaCassoni@outlook.com))  
*Graduanda em Engenharia de Computação Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

## *Resumo*

O presente estudo propõe o desenvolvimento de um sistema computacional (modelo preditivo) capaz de obter a probabilidade de evasão dos estudantes matriculados na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT), a partir da análise dos dados do perfil socioeconômico e desempenho, obtidos dos alunos ingressantes na ocasião do vestibular. Para tanto, pretende-se utilizar uma abordagem quantitativa em nível explicativo, pois o estudo investigará o grau de associação existente entre o perfil dos alunos ingressantes dos cursos de graduação da FTT e a evasão medida na instituição constatadas no período compreendido entre agosto de 2017 e dezembro de 2018. Além de oferecer uma ferramenta estratégica para a gestão educacional considerando as características específicas e perfil da FTT, o resultado desta pesquisa pretende estimular nesta instituição o desenvolvimento de novas aplicações de Data Science e Big Data. Concluiu-se nesse estudo que o modelo preditivo é viável e conseguiu prever com sucesso a evasão dos estudantes, a partir de 11 variáveis explicativas, com taxa de acerto de 76%. Além disso, constatou-se que o algoritmo genético se mostrou adequado para este tipo de aplicação.

**Palavras-chave:** Algoritmo genético. Evasão de estudantes. Modelo preditivo.

## *Abstract*

This research project proposes the development of a computational system (predictive model) capable of obtaining the probability of evasion of students enrolled in the Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT), based on data from the socioeconomic profile and performance, obtained from freshmen students at the time of the entrance exam. To do so, we intend to use a quantitative approach at an explanatory level, since the study will investigate the degree of association between the profile of incoming students of FTT undergraduate courses and the measured dropout in the institution observed in the period between August 2017 and December 2018. From this analysis, we intend to use this data for the creation and learning of a computer intelligence system capable of forecasting the evasion of new entrants. In addition to offering a strategic tool for educational management considering the specific characteristics and profile of FTT, the result of this research intends to stimulate in this institution the development of new Data Science and Big Data applications. It was concluded in this study that the predictive model is feasible and was able to predict successfully student avoidance, from 11 explanatory variables, with a success rate of 76%. In addition, it was found that the genetic algorithm was adequate for this type of application.

**Keywords:** Genetic Algorithm. Student evasion. Predictive model.

## *Introdução*

Nos últimos anos, o Brasil tem experimentado mudanças significativas na oferta e concepção da Educação Superior. Na leitura dos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (INEP) sobre a expansão do ensino superior no país, observa-se que em 2003 havia 1.859 Instituições de Ensino Superior (IES) com 16.505 cursos de graduação e 3.936.933 estudantes matriculados (BRASIL, 2003). Em 2013, dez anos depois, esses números aumentaram para 2.391 IES que passaram a oferecer 32.049 cursos, com 7.305.977 estudantes matriculados (BRASIL, 2013).

Em 2016, quando foram realizados os estudos do Ministério da Educação, até o desenvolvimento deste estudo, o número de IES subiu para 2.407 IES, com um total de 8.052.254 estudantes matriculados, sendo que 82,3% matriculados nas IES privadas (BRASIL, 2016).

De um lado, esse contexto, marcado pelo crescimento do ensino superior no país, sugere que os mantenedores e gestores das IES privadas passaram a enfrentar maiores desafios para a manutenção e desenvolvimento de seus negócios.

De outro, os estudos sobre gestão organizacional têm constatado a contribuição de alguns componentes desse processo para a construção dos resultados da organização, dentre os quais, a compreensão sobre a evasão dos estudantes se constitui como uma ferramenta estratégica para a gestão de instituições de ensino superior, em especial as IES privadas.

Dessa forma, o presente estudo se justifica por propor o desenvolvimento de um sistema com inteligência computacional capaz de prever a probabilidade de evasão dos seus ingressantes, a partir dos dados de seus perfis obtidos na ocasião do vestibular, para uso imediato dos gestores da Faculdade de Tecnologia Termomecânica.

## *Referencial teórico*

Na revisão da literatura, constatou-se que as teorias sobre evasão de estudantes de graduação estão bem fundamentadas, merecendo destaque os estudos de Tinto (1975), que desenvolveu um modelo teórico denominado Teoria de Integração dos Estudantes, e se tornou base para praticamente todos os modelos teóricos sobre o assunto.

Os estudos de Tinto (1975, 1987, 1993, 1996, 1997, 2010, 2012) apresentam um panorama abrangente sobre os motivos da evasão, avançam na construção de modelos preditivos, e se tornaram a maior referência para diversos outros estudos realizados nos Estados Unidos.

No Brasil, a Teoria da Integração dos Estudantes também se tornou referência para estudos realizados em um contexto brasileiro, e se transformando em temas para dissertações de mestrado, teses de doutorado e estudos dos mais diversos, como Tibola et al. (2012); Palácio (2012); Pereira Júnior (2012); Amaral (2013); Tontini, Walter (2014), e por fim, Sales Junior et al (2016).

Segundo Tinto (1975), alguns resultados que associam a permanência do aluno são:

- Status socioeconômico se revela inversamente relacionado à evasão;
- A renda tomada de forma isolada é menos determinante para a permanência que a qualidade das relações familiares e suas expectativas com relação à educação dos filhos;
- Nível de expectativa dos pais influencia a própria expectativa dos filhos, como também a sua permanência na faculdade;
- A expectativa educacional é tanto mais alta quanto maior é o status social do estudante;
- Desempenho é o melhor preditor para a permanência desde que as habilidades do estudante possibilitem as realizações exigidas naquele meio;
- A evasão é um comportamento mais impulsivo que persistente;
- Mais alto nível de planos (educacionais e de carreira) constitui o maior preditor para a permanência;
- Desenvolvimento intelectual como parte integral do desenvolvimento da personalidade da pessoa e como reflexo de sua integração dentro do sistema acadêmico relaciona-se à persistência;
- Grau de congruência entre o desenvolvimento intelectual do indivíduo e o clima intelectual da instituição é o elo que garante a permanência;
- Outros fatores sendo indiferentes à integração social aumentam a probabilidade de a pessoa permanecer na faculdade, etc.

Segundo Tibola et al. (2012), a evasão é considerada como a desistência do curso sem o ter concluído, ou a transferência para outra instituição de ensino superior. Fatores que levam o aluno a essa decisão são: cursos nos quais não se veem bem-sucedidos, ausência de apoio da instituição ao aluno (apoio social e pessoal), ausência de interação dentro da instituição e cursos que não promovam a aprendizagem.

De acordo com Palácio (2012), evasão é a saída definitiva do aluno do curso, sem concluí-lo tendo em vista tais motivos: falta de vocação para o curso; trabalho em horário incompatível com as aulas; falta de tempo para estudar e trabalhar; distância grande entre a residência e a faculdade;

transporte deficitário; dificuldades de acompanhamento do conteúdo; estrutura do curso, dentre muitas outras.

Amaral (2013) considera evasão como a interrupção do ciclo de estudo, temporariamente ou não, por meio de abandono, trancamento ou cancelamento da matrícula, ou transferência externa.

Conforme Pereira Júnior (2012), a evasão consiste na perda de parte do corpo discente durante o ciclo de estudos, onde o índice dela é maior em IES particulares do que em IES públicas. As variáveis que explicam a causa desse fenômeno são: integração acadêmica, integração social, compromisso com a instituição, compromisso com o graduar-se, compromisso com o curso, aprovação familiar e encorajamento de amigos, condições financeiras e de moradia, oportunidade de transferência, disponibilidade de tempo para estudo e intenção de permanência no curso. O autor utiliza em seu estudo regressão logística.

Tontini, Walter (2014) não chegou a um consenso acerca do termo evasão, analisa, então, as causas que levam a ela, onde as que mais se destacaram foram: colocação profissional e vocação do aluno, disponibilidade de tempo para estudo e fatores da vida pessoal. Em sua pesquisa, utilizou Redes Neurais Artificiais do tipo RBF para identificação do risco de evasão dos alunos e a análise de cluster.

Sales Junior et al (2016) considera evasão como o estudante que abandonou o curso antes de sua diplomação. Para determinar os fatores que levam o estudante a evadir-se, utilizou o Teste Qui-Quadrado, ajustando a um modelo de regressão logística obtendo como resposta formado ou evadido, onde os fatores são: contexto familiar (escolaridade e ocupação dos pais, renda familiar), atributos individuais (faixa etária, sexo, cor, cotista), escolaridade anterior (ENEM, fundamental, médio, cursinho), intenções em relação a metas e compromissos, experiências Institucionais (pesquisa, estágio, área do conhecimento) e compromissos externos e desempenho Acadêmico.

No presente estudo, a evasão será considerada a saída voluntária ou não do estudante de uma instituição de ensino superior, sem nenhum tipo de retorno por tempo indefinido, exceto a diplomação, seguindo as mesmas propostas de Tibola et al. (2012) e Palácio (2012).

A revisão da literatura possibilitou o embasamento teórico para a conceituação de evasão, utilizada no modelo proposto, assim como explorar os possíveis fatores de influência da evasão nos cursos de graduação de Administração, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Alimentos e Engenharia de Computação de uma IES privada.

## Procedimentos metodológicos

O estudo utilizou-se de uma abordagem quantitativa em nível explicativo, pois investigou o grau de associação existente entre o perfil acadêmico e socioeconômico dos alunos ingressantes e a sua evasão dos cursos de graduação da Faculdade de Tecnologia Termomecânica, constatadas no período compreendido entre agosto de 2017 e dezembro de 2018. Esta abordagem caracteriza, segundo Gil (2010), a natureza quantitativa pesquisa, além do seu nível explicativo.

A amostra utilizada no estudo é não probabilística e intencional, formada por 448 alunos que ingressaram nos cursos de Administração (3 turmas – desde 2º semestre/2017), Engenharia de Alimentos (3 turmas – desde 2º semestre/2017), Engenharia de Controle e Automação (3 turmas – desde 2º semestre/2017) e Engenharia de Computação (3 turmas – desde 2º semestre/2017).

Em cada uma das turmas ingressaram 40 alunos, que serão classificados como matriculados ou evadidos, em um corte transversal do tempo, que será no 1º semestre de 2019, precisamente no dia 26 de fevereiro de 2019.

Para a elaboração do modelo, inicialmente foram consideradas 13 variáveis coletadas por meio do questionário socioeconômico e pelo desempenho acadêmico, agrupadas em 3 blocos de acordo com a sua natureza e com o modelo proposto por Tinto (1997).

Para determinar os fatores que levam o estudante a evadir-se, uma análise estatística bivariada dos dados foi realizada utilizando o teste Qui-Quadrado.

O teste Qui-quadrado é um teste de hipótese que compara a distribuição observada dos dados a uma distribuição esperada dos dados. Nesse estudo, verificou-se se haviam diferenças significativas entre a distribuição constatada e esperada de cada uma das variáveis para os estudantes matriculados e evadidos.

Para utilizar os dados no modelo, é necessário converter cada resposta em 0 ou 1. Por exemplo, a variável situação tem como resposta ou vaga geral ou vaga social, se uma pessoa for vaga geral ela recebe 1 em vaga geral e 0, em vaga social.

Na elaboração do modelo, utilizou-se a técnica denominada algoritmo genético, escrita com a linguagem de programação denominada Python. O algoritmo genético foi inspirado pela biologia, e está representado na Figura 1.

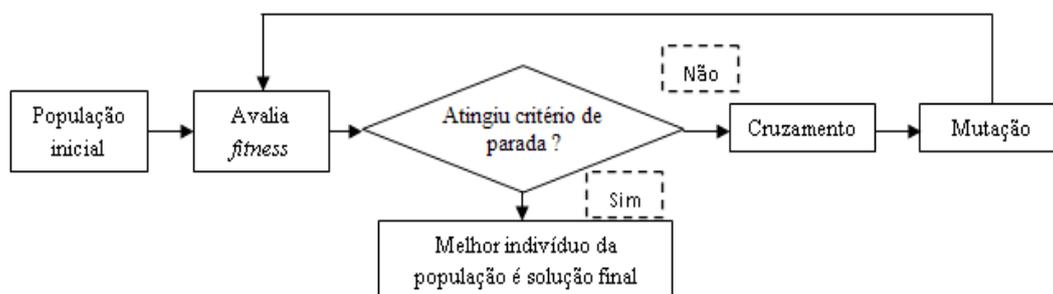


Figura 1: Fluxograma do Algoritmo genético  
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para o cálculo do Fitness de cada cromossomo de acordo com a seguinte relação matemática:

$$Fitness = \left( \frac{n^\circ \text{ de matriculados descobertos}}{n^\circ \text{ de matriculados do banco de dados}} \right) \times \left( \frac{n^\circ \text{ de evadidos descobertos}}{n^\circ \text{ de evadidos do banco de dados}} \right)$$

Em 1858 Charles Darwin apresentou sua teoria da evolução através da seleção natural dos indivíduos da natureza e após um tempo, em 1900, o trabalho de Gregor Mendel sobre herança genética ficou em alta. E então graças a estes estudos fundamentou-se a técnica de Algoritmo genético, sobre o qual John Holland começou a desenvolver as primeiras pesquisas e em 1975 lançou o livro *Adaptation in natural and artificial systems*, considerado a bíblia do algoritmo genético, que tem como finalidade solucionar problemas de forma otimizada (ICM USP).

Os algoritmos genéticos são algoritmos de busca e otimização global, baseado nos procedimentos de seleção natural e da genética.

A princípio é gerada uma população inicial, formada por diversos indivíduos (cromossomos, ou cadeia de bits onde cada bit é um gene) aleatórios, que podem ou não já ser a solução do problema.

Durante a evolução, cada indivíduo (cromossomo) é avaliado recebendo um valor de aptidão (fitness), que diz sobre sua habilidade de adaptação ao meio.

Após a avaliação uma quantia de indivíduos (cromossomos) com aptidões melhores é mantida enquanto os outros são descartados.

Essa quantia armazenada está sujeita a modificações em seus genes, por meio de cruzamento (crossover) e mutações, assim gerando descendentes para a próxima geração.

Esse processo anterior é chamado de reprodução será repetido até que apareça uma solução que seja satisfatória.

Para o desenvolvimento do modelo, utilizou-se os seguintes equipamentos utilizados: HP Compaq Pro 4300 SFF Brazil PC (Windows 7 Enterprise – 64 bits, memória RAM 8GB, Intel Core™ i7 - 3ª geração); Dell OptiPlex 7020 (Windows 10 Pro – 64 bits, memória RAM 8GB, Intel Core™ i7 - 4ª geração)

A estratégia de busca ocorre de forma paralela e estruturada, de modo aleatório, onde se busca aptidão (solução) satisfatória (ROSA; LUZ, 2009).

## *Apresentação e discussão dos resultados*

Para decidir quais variáveis serão utilizadas no estudo, realizou-se o teste Qui-Quadrado, com as variáveis organizadas em três categorias, a saber: contexto familiar, atributos individuais e escolaridade, constatando quais as variáveis se diferenciaram do que seria esperado para uma distribuição de alunos matriculados e evadidos, apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Resultados do Teste Qui-Quadrado para as variáveis do estudo

Natureza da variável	Variável	Respostas	Valor-p
Atributo Individual	Idade	17 ou menos, 18 anos, 19 anos, 20 anos, 21 a 24 anos, 25 anos ou mais	0,002
	Curso	Administração, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Computação e Engenharia de Controle e Automação	0,023
	Situação	Vaga Geral e Vaga Social	0,007
Escolaridade	Instituição de Ensino Médio	Todo em escola pública, Todo em escola particular, Maior parte em escola pública, Maior parte em escola particular e CTM – Colégio Termomecanica	0,004
	Tipo de curso de ensino médio	Ensino médio tradicional Profissionalizante técnico, Profissionalizante magistério, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e/ou supletivo ou Outra modalidade	0,035
	Ano de conclusão do ensino médio	Antes de 2002, Entre 2002 e 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017	0,011
	Nota da redação no vestibular	[0, 10]	0,168
	Nota final no vestibular	[0, 10]	0,003
Contexto Familiar	Quem incentivou a cursar graduação	Pais, Colegas/Amigos, Outros ou Ninguém	0,005
	Familiar concluiu superior	Sim ou Não	0,04
	Ocupação do Pai	Desempregado, Aposentado, Operário com pouca qualificação, Proprietário ou administrador de pequeno negócio, Técnico de nível médio, Profissional liberal, professor ou técnico de nível superior Proprietário ou administrador de grande ou média empresa	0,011
	Ocupação da Mãe	Desempregada, Aposentada, Operária com pouca qualificação, Proprietária ou administradora de pequeno negócio, Técnica de nível médio, Profissional liberal, professora ou técnica de nível superior, Proprietária ou administradora de grande ou média empresa, ou Do lar	0,003
	Quantidade de pessoas que vivem da renda	Número de pessoas	0,086

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com a realização do teste do Qui-quadrado, mantiveram-se apenas as variáveis cujas diferenças entre a distribuição constatada e esperada para os alunos matriculados e evadidos se mostraram significativas ( $p < 0,05$ ).

Desta forma, foram mantidas 11 das 13 variáveis, sendo elas: idade, instituição de ensino médio, quem incentivou a cursar graduação, familiar concluiu ensino superior, ano de conclusão do ensino médio, ocupação do pai, ocupação da mãe, nota final no vestibular, tipo de curso de ensino médio, situação e curso.

Definidas as variáveis e a situação atual de cada um dos estudantes, como matriculado ou evadido, elaborou-se o modelo, por meio da criação de uma população inicial de 6 cromossomos.

A quantidade de cromossomos utilizada no estudo possui esse valor por conveniência e a quantidade de variáveis foi definida posteriormente ao teste Qui-quadrado, relacionadas ao perfil socioeconômico e acadêmico dos estudantes.

Registra-se que o modelo preditivo foi elaborado em uma versão preliminar, considerando as 13 variáveis indicadas no Quadro 1, e conseguiu acertar 70% dos evadidos e matriculados, e quando utilizado apenas as 11 variáveis mantidas após o teste do Qui-Quadrado, o modelo passou a ter uma taxa de acertos de 76% dos evadidos e matriculados em um intervalo de tempo de 4h.

## *Considerações finais*

O modelo preditivo elaborado se mostrou eficaz na identificação de estudantes ingressantes que possuem potencial para evadir-se dos cursos de graduação, por meio de suas características socioeconômicas e desempenho no vestibular, com a taxa de acerto esperada.

O algoritmo genético se mostrou adequado para tratar desse tipo problema, uma vez que o tempo utilizado para a execução do programa escrito foi compatível com outros algoritmos utilizados na literatura.

A linguagem Python se mostrou apropriada para a elaboração do modelo preditivo, visto que é uma linguagem de programação orientada a objetos, interpretada, interativa e de código aberto. Possui clareza quanto a sua sintaxe e pode ser utilizada como linguagem de scripting associada a outras linguagens de programações.

Dada a importância da identificação prematura da evasão dos alunos ingressantes, o modelo preditivo elaborado se tornou uma ferramenta estratégica para a gestão educacional da instituição ofertante dos dados utilizados, considerando as suas características específicas, além de estimular na instituição o desenvolvimento de novas aplicações de Data Science e Big Data.

O modelo preditivo se mostrou facilmente replicável em outras instituições de ensino, independente de modalidade e nível de escolaridade, desde que possuam dados organizados acerca dos seus estudantes.

Para futuros estudos, recomenda-se a implementação de outras variáveis que não estavam disponíveis para a elaboração deste modelo, mas poderiam ter influência sobre a evasão, apontadas por autores na revisão da literatura.

## Referências

AMARAL, João Batista do. *Evasão discente no ensino superior: estudo de caso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (Campus Sobral)*. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior) – Programa de Pós-Graduação em Superintendência de Recursos Humanos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Censo da educação superior*. Brasília, DF: Inep, 2003. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br>>. Acesso em 15/08/2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Censo da educação superior*. Brasília, DF: Inep, 2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br>>. Acesso em 15/08/2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Censo da educação superior*. Brasília, DF: Inep, 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br>>. Acesso em 15/08/2018.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PALÁCIO, Paula da Paz. *Políticas de acesso e permanência do estudante da Universidade Federal do Ceará (UFC)*. 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

PEREIRA JÚNIOR, Edgar. *Compromisso com o graduar-se, com a instituição e com o curso: estrutura fatorial e relação com a evasão*. 2012. 414 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

ROSA, Thatiane de Oliveira, LUZ, Hellen Souza. Conceitos Básicos de Algoritmos Genéticos: Teoria e Prática. In: XI ENCONTRO DE ESTUDANTES DE INFORMÁTICA DO TOCANTINS, 2009, Palmas. *Anais do XI Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins*. Palmas: Centro Universitário Luterano de Palmas, 2009. p. 27-37.

SALES JUNIOR, Jaime Souza; BRASIL, Gutemberg Hespanha; CARNEIRO, Teresa Cristina Janes; CORASSA, Maria Auxiliadora de Carvalho. Fatores Associados à Evasão e Conclusão de Cursos de Graduação Presenciais na UFES. *Meta: avaliação*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 24, p. 488-514, set. /dez. 2016.

TIBOLA, Jucélia Appio et al. Factors of students' continued attendance at a higher education institution: a confirmatory model. *Revista Alcance*, Itajaí, v. 19, n. 1, p. 83-100, jan./mar. 2012.

TINTO, Vincent. Dropout from higher education. A theoretical synthesis of recent research. *Review of Educational Research*, Washington, v. 45, p. 89-125, 1975.

TINTO, Vincent. *Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition*. Chicago: University of Chicago, 1987.

TINTO, Vincent. *Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition*. 2. ed. Chicago: University of Chicago, 1993.

TINTO, Vincent. Reconstructing the first year of college. *Planning for Higher Education, Michigan*, v. 25, n. 1, p. 1-6, 1996.

TINTO, Vincent. Classrooms as communities: exploring the educational character of student persistence. *Journal of Higher Education, New Jersey*, v. 68, n. 6, p. 599-623, 1997.

TINTO, Vincent. From theory to action: exploring the institutional conditions for student retention. In: SMART, Jonh C. (Ed.). *Higher Education: handbook of theory and research*, University of Chicago, p. 51-89. v. 25, 2010.

TINTO, Vincent. *Completing college: rethinking institutional action*. Chicago: The University of Chicago Press, 2012.

TONTINI, Géron; WALTER Silvana Anita. Pode-se identificar a propensão e reduzir a evasão de alunos? Ações estratégicas e resultados táticos para instituições de ensino superior. *Avaliação, Campinas*, v. 19, n. 1, p. 89-110, mar. 2014.



# Smart Baby: aplicação dos conceitos da Internet das Coisas (IoT) para prevenção de acidentes na infância

*Smart baby: practical application of the Internet of Things (IoT) concepts for prevention of childhood accidents*

**Fábio Henrique Cabrini** ([fabio.cabrini@usp.br](mailto:fabio.cabrini@usp.br))

Doutorando em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) e professor da Faculdade de Informática e Administração Paulista (Fiap), da Faculdade de Tecnologia de São Caetano do Sul (Fatec) e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Marcelo Vianello Pinto** ([marcelo.vianello@gmail.com](mailto:marcelo.vianello@gmail.com))

Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté (Unitau) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Bruno Barreto Amorim** ([amorim-bruno@hotmail.com](mailto:amorim-bruno@hotmail.com))

Graduando em Engenharia de Computação na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Jônatas Prado dos Santos** ([jonatasprado@hotmail.com](mailto:jonatasprado@hotmail.com))

Graduando em Engenharia de Computação na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Letícia Batista Lima** ([lele\\_leticiabl@hotmail.com](mailto:lele_leticiabl@hotmail.com))

Graduanda em Engenharia de Computação na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Thainá França Chaves Damasio** ([tatafranca7@hotmail.com](mailto:tatafranca7@hotmail.com))

Graduanda em Engenharia de Computação na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

FTT Journal of Engineering and Business. • SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP

DEZ. 2019 • ISSN 2525-8729

Submissão: 4 mai. 2019. Aceitação:

17 Out..2019

Sistema de avaliação: às cegas dupla (*double blind review*).

FACULDADE TECNOLOGIA TERMOMECANICA, p. 62-74

## Resumo

No Brasil, os acidentes, ou lesões não intencionais, são hoje a principal causa de morte de crianças na faixa etária de 1 a 14 anos e representam uma séria questão de saúde pública no país. De acordo com dados do Ministério da Saúde, cerca de 3,7 mil crianças brasileiras morrem por ano vítimas de acidentes e, em média, 113 mil são hospitalizadas só na rede pública de saúde por esse motivo. Segundo a ONG *Safe Kids Worldwide* ([s.d.]), em todo o mundo, mais de 1 milhão de crianças morrem por causas acidentais anualmente. Diante desse cenário, este artigo tem por objetivo desenvolver o protótipo de uma pulseira inteligente baseada nos conceitos de *Internet das Coisas* (IoT, ou *Internet of Things*, em inglês), utilizando ferramentas como o microcontrolador Arduino e um aplicativo móvel visando a prevenção de acidentes com crianças na primeira infância no ambiente doméstico. O método de pesquisa utilizado foi baseado em pesquisa bibliográfica de caráter exploratório. Como possível resultado desse estudo, espera-se que ele auxilie na identificação e exploração de novas oportunidades de negócios a partir de tecnologias inovadoras.

**Palavras-chave:** Inovação Tecnológica. Internet das Coisas (IoT). Aplicativo Móvel. Arduino.

## Abstract

In Brazil, accidents, or unintentional injuries, are now the leading cause of death for children aged 1 to 14 years old and represent a serious public health issue in the country. According to data from the Brazilian Ministry of Health, about 3.7 thousand Brazilian children die each year from accidents and, on average, 113 thousand are hospitalized only in the public health network for this reason. According to the NGO *Safe Kids Worldwide* (n.d.), around the world, 1 million children die from accidental causes each year. In this scenario, this article aims to develop the prototype of an intelligent bracelet based on the concepts of Internet of Things (IoT), using tools like Arduino microcontroller and mobile application aiming at the prevention of accidents involving children in the domestic environment. The research method used was based on exploratory bibliographic research. As a possible result of this study, it is expected that it will help in the identification and exploration of new business opportunities from innovative technologies.

**Keywords:** Technological Innovation. Internet of Things (IoT). Mobile Application. Arduino.

# Introdução

Filócomo (2017) nos diz que os acidentes na infância e adolescência são responsáveis por grande parcela da mortalidade infantil ao redor do mundo. Segundo a Organização Não Governamental *Safe Kids* (SAFE KIDS SONOMA COUNTY, 2009), em 2007, nos Estados Unidos da América, uma média de 12 crianças ficam feridas por minuto. A cada 101 minutos, uma criança morre em consequência dessas lesões, tornando-se a principal causa de morte e de incapacidade física na faixa etária de 1 a 14 anos. (FILÓCOMO et al, 2017).

No Brasil, os acidentes têm alcançado grandes proporções, tornando-se um sério problema de saúde pública. De acordo com a organização não governamental Criança Segura ([s.d.]), entre os anos de 2014 e 2016, cerca de 3.675 mortes envolvendo quedas, queimaduras e sufocamentos foram registradas abrangendo crianças de 0 a 14 anos no país. Neste mesmo período, contabilizando as causas citadas anteriormente, houve no âmbito hospitalar um total de 227.580 casos atendidos.

Segundo Blank (2005), “define-se acidente como uma série de eventos não intencionais em um tempo curto, no qual um agente externo provoca um desequilíbrio, ocasionando a transferência de energia do ambiente para o indivíduo, causando-lhe danos físicos, materiais e/ou psicológicos. Essa energia pode ser mecânica (quedas, colisões); térmica (queimaduras); elétrica (choques) ou química (envenenamentos)”. (apud FILÓCOMO et al, 2017).

Acidentes na infância são frequentemente tratados como obra do acaso ou considerados um evento normal para a idade, porém, Barcelos (2017) nos diz que “o baixo nível socioeconômico da família, supervisão inadequada, estresse familiar, condições impróprias de moradia e características da personalidade infantil como hiperatividade, agressividade, impulsividade e distração são fatores de risco para a ocorrência de acidentes”. Nesse contexto, torna-se cada vez mais latente a necessidade de criar soluções utilizando recursos disponíveis de Tecnologia da Informação (TI) para facilitar o monitoramento infantil visando evitar e reduzir acidentes domésticos.

De acordo com Albertin e De Moura Albertin (2001), o uso de Tecnologia da Informação é inevitável, pois “a oferta de TI e seu aproveitamento amplo e intenso pelas organizações têm sido considerados como realidade nos vários setores da economia e condição básica para as empresas sobreviverem e competirem”.

Seguindo essa tendência, observou-se no Brasil, a partir da década de 1990, um investimento crescente em políticas de inovação. O advento da Lei de Inovação Tecnológica foi um claro sinal da intenção de aliar as experiências e práticas de inovação tecnológica para proporcionar o aperfeiçoamento peremptório de parcerias estratégicas (TRIGUEIRO, 2002).

É descomunal a propensão a uma sociedade cada vez mais conectada. Sistemas baseados em arquitetura de *Internet das Coisas* (IoT, ou *Internet of Things*, em inglês), serão parte do cotidiano da população e da indústria em curto prazo, abrindo um mercado multibilionário. Apesar disso, IoT ainda é considerada uma área da tecnologia com desafios infindáveis e há muito espaço para o estudo e progressão de novas propostas (SCHWAB, 2016).

A expressão IoT é utilizada para designar a conectividade e a interação entre vários tipos de objetos do dia a dia, sensíveis à internet. Como afirma Nascimento (2015), fazem parte desse conceito os dispositivos de nosso cotidiano que são equipados com “sensores capazes de captar aspectos do mundo real, como por exemplo, temperatura, umidade e presença, e enviá-los a centrais que recebem estas informações e as utilizam de forma inteligente” (apud MAGRANI, 2018). A sigla refere-se a um mundo onde objetos e pessoas, assim como dados e ambientes virtuais, interagem uns com os outros no espaço e no tempo de forma ubíqua. Dessa forma, as aplicações de IoT, segundo Mancini (2017), “são inúmeras e diversas, e permeiam praticamente a vida diária das pessoas, das empresas e da sociedade como um todo”.

Os objetos inteligentes e interconectados podem efetivamente nos ajudar na resolução de problemas reais. Do ponto de vista dos consumidores, os produtos que hoje estão integrados com a tecnologia da IoT são das mais variadas áreas e têm funções diversas, como eletrodomésticos, meios de transporte e brinquedos. Existem também, atualmente, peças de vestuário com conectividade de IoT, integrando uma categoria denominada *Wearables*. Essas tecnologias vestíveis consistem em dispositivos que estão conectados uns aos outros produzindo informações sobre os usuários. Entre os principais produtos destacam-se pulseiras e tênis que monitoram a atividade física do usuário, além de relógios e óculos inteligentes que procuram prover ao usuário uma experiência de imersão na própria realidade.

O desenvolvimento paulatino da tecnologia e a busca por inovação exigem resultados cada vez menos dispendiosos; estas foram duas das motivações que geraram a criação de novos conceitos destinados a repensar as práticas econômicas e conectar os recursos sustentáveis e o ritmo tecnológico e comercial do mundo contemporâneo de forma harmoniosa, no qual se insere a economia circular.

Sendo assim, diante de todo esse cenário, o presente estudo focou no desenvolvimento de um protótipo de pulseira inteligente, baseado na plataforma Arduino e IoT, além de um protótipo de aplicativo móvel capaz de monitorar as crianças remotamente em ambiente residencial, o qual, como foi visto anteriormente, pode se transformar em um local de risco se não forem tomados os devidos cuidados para se prevenir acidentes.

Os questionamentos que este trabalho trouxe foram: Qual é o método de monitoramento que melhor se adapta às crianças e aos responsáveis? Qual é a melhor maneira de avisar e/ou alertar os responsáveis? Quais são as tecnologias que podem ser utilizadas para fins de segurança infantil em uma residência? Qual seria o melhor dispositivo que se adapta ao uso pelas crianças? Para responder a tais perguntas, esta pesquisa adquiriu caráter exploratório, uma vez que, segundo Gehardt e Silveira (2009), o objetivo de estudos deste tipo é proporcionar maior familiaridade com o problema, tendo em vista torná-lo mais explícito ou, a partir dele, construir novas hipóteses. Na maioria dos casos, a pesquisa exploratória compreende: levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de experiências que possam estimular a compreensão (GIL, 2008).

Neste estudo, inicialmente foi executada a coleta de dados que possibilitou a formulação do referencial teórico. A partir dessas informações, foram definidas as diretrizes do projeto e o planejamento da solução para o problema levantado, o que permitiu estabelecer a sistemática para a implementação experimental da proposta.

# *Fundamentação teórica*

## *Inovação tecnológica*

Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2008), inovação tecnológica é o atrelamento de inovação ao conhecimento. Para os autores, a inovação é uma combinação de diferentes conjuntos de conhecimentos, os quais dependem do que já foi vivenciado, baseados em experiências passadas, ou estão relacionados à busca por respostas, sejam elas tecnológicas, de mercado, relacionadas à concorrência, etc.

Como Boltanski e Chiapello (2009) ressaltam, a concorrência, os avanços tecnológicos e as exigências dos clientes são os principais responsáveis pelas mudanças e adaptações das organizações. A evolução tecnológica trouxe consigo a criação de novos dispositivos de comunicação, diferentes sistemas operacionais e novos meios de interagir com o usuário. Vieram também alguns novos problemas, sendo um deles a complexidade de desenvolver aplicações capazes de atender toda a demanda gerada por dispositivos móveis, principalmente por meio de tecnologias emergentes, como a própria IoT. No entanto, o surgimento desses problemas, juntamente com a procura de novas soluções utilizando dispositivos móveis, tende a proporcionar o desenvolvimento de soluções, principalmente quando falamos a respeito de nuvem e de 5G, tecnologias que buscam a ubiquidade de recursos tecnológicos na vida humana.

Para Drucker (2013), o fator inovação envolve valor econômico. Segundo esse autor, inovação é a capacidade de criar riqueza por meio de recursos, sendo que o recurso não existe até que o homem encontre um uso para algo e assim o dote de valor econômico. Essa definição é utilizada pelo autor tanto para a esfera social quanto técnica.

## *Internet das Coisas*

De maneira geral, o que todas as definições de *IoT* têm em comum é que elas se fundamentam no modo como computadores, sensores e objetos interagem uns com os outros e processam informações e dados em um contexto de hiperconectividade.

Como diz Mangrani (2018), o termo hiperconectividade “foi cunhado inicialmente para descrever o estado de disponibilidade dos indivíduos para se comunicar a qualquer momento”. Os desdobramentos advindos deste novo contexto incluem os estados de:

- a) *Always on*: o estado em que as pessoas estão conectadas a todo momento;
- b) *Readily accessible*: a possibilidade de estar prontamente acessível;
- c) *Always recording*: o armazenamento ininterrupto de dados de forma interativa.

Atreladas a estes conceitos estão hoje as comunicações entre indivíduos (*person-to-person*, ou P2P), entre indivíduos e máquina (*human-to-machine*, ou H2M) e entre máquinas (*machine-to-machine*, ou M2M), que, devido ao atual contexto, dependem de um fluxo contínuo de informações e massiva produção de dados que ocorrem através de dispositivos, os quais enviam e recebem essas informações, como os já citados *Wearables* (MANGRANI, 2008).

Nesse contexto, a IoT proporciona à hiperconectividade uma infraestrutura de rede dinâmica e global com capacidade de autoconfiguração, baseada em protocolos de comunicação padronizados e interoperáveis, onde “coisas” físicas e virtuais têm identidades, atributos físicos e personalidades virtuais, que através de interfaces inteligentes naturalmente integradas à Internet, suprem a demanda necessária para o funcionamento desse sistema (ATZORI et al, 2010)

## *Processo de desenvolvimento do produto*

Para o desenvolvimento do protótipo proposto foram utilizadas tecnologias que condizem com a fundamentação teórica deste trabalho; assim, através de produtos da inovação tecnológica e fundamentos da IoT, foi decidido que o dispositivo utilizará a plataforma de prototipagem Arduino UNO para a confecção de uma pulseira com tecnologia Bluetooth que se comunicará com *beacons* espalhados pela casa. Será implantado na pulseira um programa que, ao identificar os *beacons*, sinalizará como área de perigo e alertará os responsáveis através de um aplicativo. A interação entre o dispositivo e o aplicativo ocorrerá através do Helix Sandbox, um orquestrador de *Generic Enablers* (GE) e APIs para IoT. A arquitetura do projeto é mostrada na Figura 1.



Figura 1: Esquema de funcionamento do protótipo.  
Fonte: Elaboração dos autores (2018)

Para a construção física do protótipo desse projeto, foi utilizada uma placa de Arduino UNO R3 com o microcontrolador ATmega328P da empresa Microchip/Atmel. A principal vantagem desse produto é a facilidade de desenvolvimento e o baixo custo de montagem.

As placas de interface de Arduino propiciam uma tecnologia de baixo custo e fácil utilização, permitindo o desenvolvimento de projetos que serão capazes de ler entradas digitais e analógicas, processar estes dados da entrada e acionar saídas quando necessário, fazendo com que toda uma nova linhagem de projetos possa ser construída e controlada por computador.

Como diz McRoberts (2011), “em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software”.

Devido ao fato de possuir uma plataforma *open-source* baseada em hardware e software para as áreas de automação e robótica, é possível encontrar placas pré-fabricadas especificamente para certas aplicações (SILVA, 2014). Todas podem ser programadas utilizando o mesmo software de desenvolvimento de Arduino e, em geral, os programas que funcionam em uma placa também funcionam em todas as demais.

O microcontrolador Atmega328P tem como função receber e processar as informações de maneira controlada pelo uso de software desenvolvido em linguagem de programação C. A plataforma e os arquivos são licenciados pela *Creative Commons 3*, que permite tanto o seu uso pessoal como comercial e obras derivadas, desde que seja dado crédito ao Arduino e seja feita a liberação de seus projetos sob a mesma licença. A Figura 2 mostra um Arduino do modelo UNO.



Figura 2: Placa Arduino (UNO R3) utilizada no projeto.  
Fonte: Silva (2014)

O Helix Sandbox é uma plataforma *Powered by Fiware* compatível com os GEs definidos e mantidos pela Fiware Foundation (FIWARE, 2019). Sua finalidade é simplificar o processo de instalação, configuração e uso dos GEs através de uma interface gráfica fácil de usar. Esta ferramenta foi escolhida para este projeto devido ao fato de ter sido projetada para PoCs (Provas de Conceito), Startups MVPs (Mínimo Produto Viável), para estudantes e pesquisas científicas, representando uma ótima escolha para a orquestração dos elementos que constituem as tecnologias utilizadas neste trabalho. A Figura 3 ilustra como a arquitetura desta plataforma funciona para receber e transmitir dados.

# Helix Sandbox Architecture

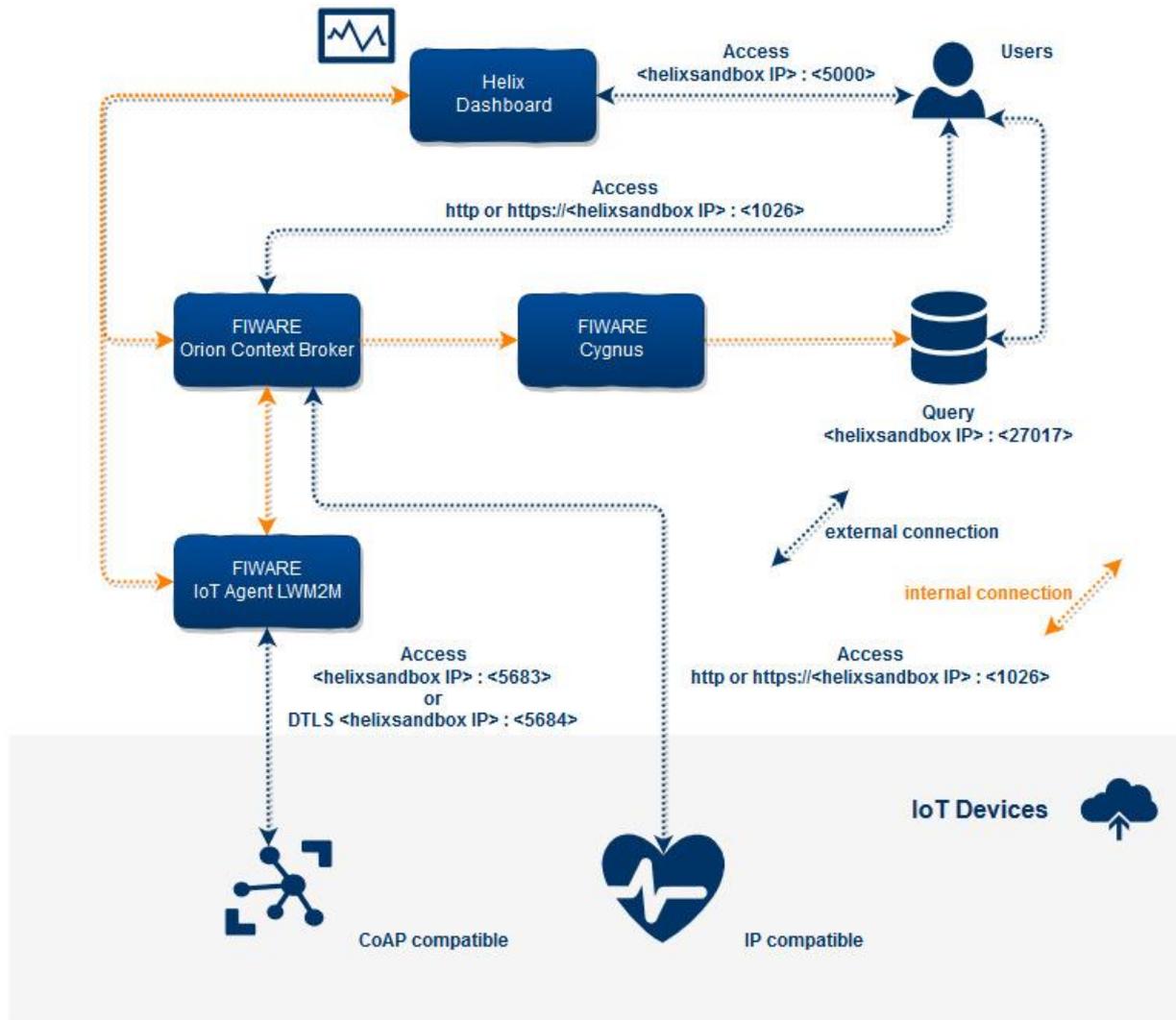


Figura 3: Arquitetura da plataforma Helix Sandbox.  
Fonte: Helix Sandbox (2019)

A Figura 4 apresenta três telas-protótipo do aplicativo desenvolvido, sendo que a tela principal (primeira da esquerda para a direita) reúne estatísticas do histórico de uso; as telas seguintes mostram dois modelos de alerta do momento em que a criança se aproxima de um ambiente de perigo, estando respectivamente o aplicativo aberto ou em segundo plano. Essas telas foram confeccionadas na ferramenta on-line Marvel, que permite a criação de modelos de design interativo para aplicações móveis.

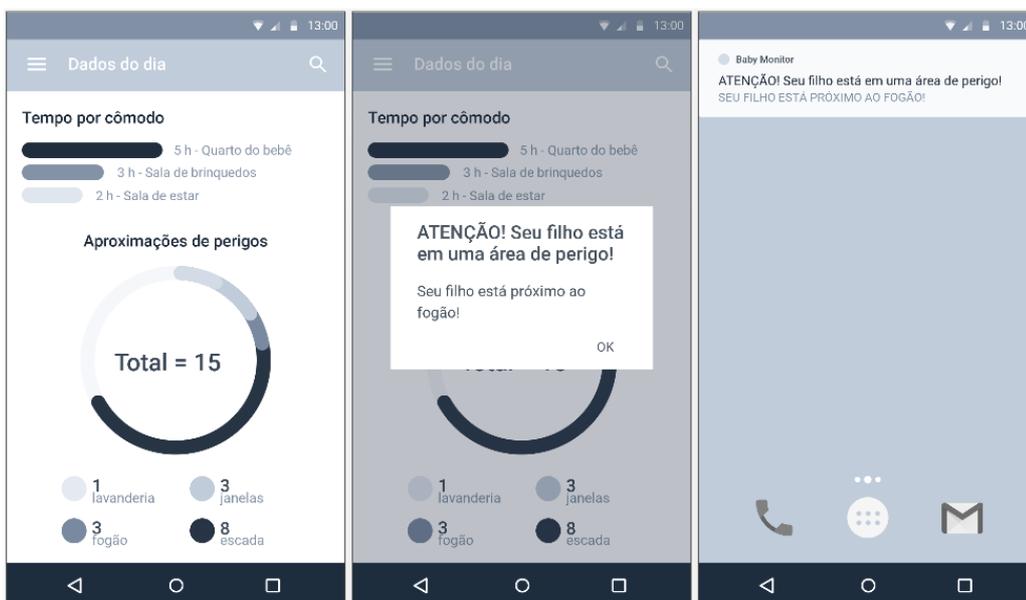


Figura 4: Telas do protótipo do aplicativo.  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Durante o período de realização do projeto, foram produzidos os protótipos do aplicativo utilizando linguagem de programação C# e o de uma pulseira inteligente fazendo uso da tecnologia de RFID. As mudanças ocorreram para que fosse possível apresentar um modelo teórico-prático do projeto de forma funcional e que atuasse de acordo com o resultado esperado no produto final, mudando-se, portanto, apenas os componentes do projeto e não sua ideia inicial. A Figura 5 traz a prototipação da pulseira no Arduino elaborada na plataforma Fritzing, um software *open-source* que tem como objetivo simular projetos relacionados a circuitos contendo Arduino, Raspberry Pi, e/ou outros componentes eletrônicos.

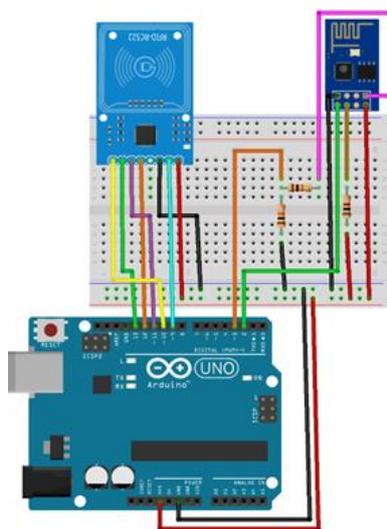


Figura 5: Protótipo da pulseira inteligente utilizando sensor RFID.  
 Fonte: Elaboração dos autores (2018)

A aplicação desenvolvida em C# utilizou-se de conceitos de IoT e trabalhou com a plataforma Helix Sandbox a fim de conectar os dados dos sensores RFID com a aplicação. Foram realizados testes de curta distância com o protótipo da pulseira inteligente, sendo que ela respondeu bem ao processo de enviar informações ao aplicativo. As Figuras 6, 7 e 8 ilustram o projeto realizado e seu funcionamento.

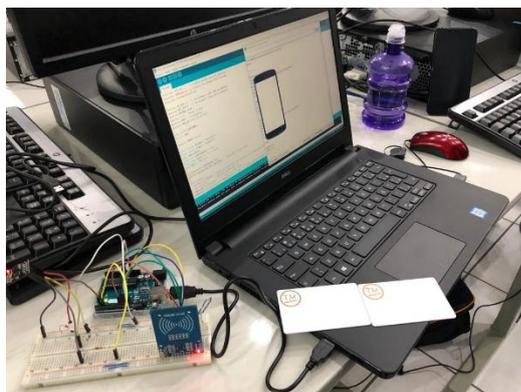


Figura 6: Protótipo da pulseira inteligente e do aplicativo.  
Fonte: elaboração dos autores (2018)

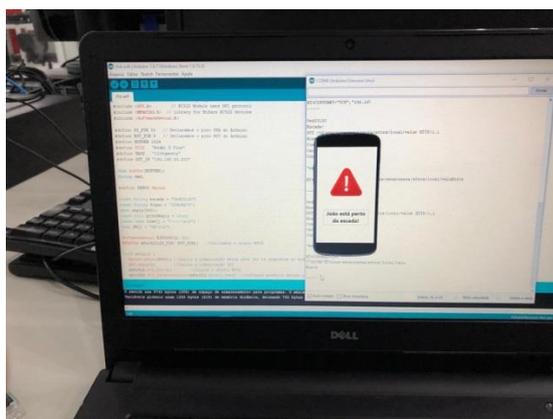


Figura 7: Alerta de proximidade no aplicativo  
Fonte: Elaboração dos autores (2018)

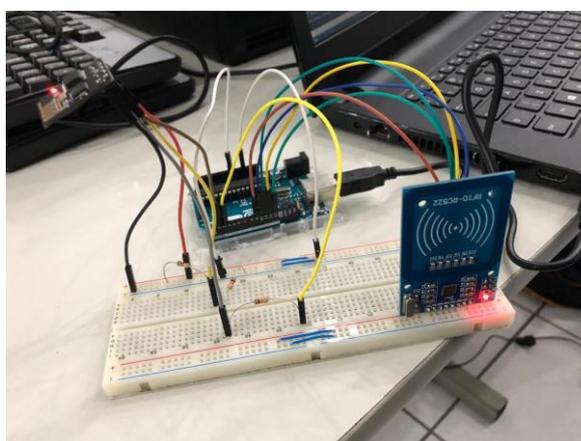


Figura 8: Componentes do protótipo da pulseira inteligente.  
Fonte: Elaboração dos autores (2018)

Assim, através desse protótipo, foi verificada a viabilidade da ideia inicial de um sistema de monitoramento utilizando Internet das Coisas, o que acabou levantando novos questionamentos e melhorias para o projeto que poderão ser tratados em eventual trabalho posterior.

## *Considerações finais*

O conceito de inovação diz respeito à mudança e remete a fazer algo de uma forma diferente ou até mesmo transformar o ambiente e/ou mercado onde se está inserido, sem necessariamente ter preocupação com a criação de algo novo. No atual cenário mundial, a inovação tecnológica é tida como componente essencial nas estratégias de diferenciação, competitividade e crescimento nos mais diversos negócios, mostrando-se assim peça-chave para a sustentação de um país em seus âmbitos econômico, educacional e de saúde. (FUCK ; VILHA, 2011).

O projeto aqui apresentado traz inovação ao cenário brasileiro ao contemplar as necessidades inerentes a um sistema de monitoramento de crianças por meio de uma pulseira inteligente e um aplicativo móvel, objetivando a redução de potenciais riscos domésticos por meio de novas tecnologias. A partir da análise feita, tornou-se possível a identificação de oportunidades para o desenvolvimento de uma solução pautada em IoT que possibilita atender essa necessidade.

A aplicação da solução apresentada neste trabalho disponibilizou uma melhor organização das informações e das aplicações de tecnologias inovadoras capazes de contribuir para a solução dos problemas relacionados ao tema; no entanto, durante o período total de realização deste projeto, foi possível apenas delimitar bases para futuros trabalhos decorrentes deste. As maiores dificuldades para o melhor aproveitamento dos recursos ou para estudos de caso foram as adaptações que se fizeram necessárias, o que impossibilitou que fossem criadas estatísticas referentes a espaço, velocidade de locomoção da criança e até mesmo sobre a eficácia do produto.

## Referências

ALBERTIN, Alberto Luiz; DE MOURA ALBERTIN, Rosa Maria. Tecnologia de Informação e Desempenho Empresarial no Gerenciamento de seus Projetos: um Estudo de Caso de uma Indústria. RAC, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 599-629, 2008.

ATZORI, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The Internet of Things: a survey. *Computer Networks*, 54(15):2787–2805.

BARCELOS, Raquel Siqueira et al. Acidentes por quedas, cortes e queimaduras em crianças de 0-4 anos: coorte de nascimentos de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, 2004. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, e00139115, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2017000205001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2017000205001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 17 nov. 2019. Epub mar. 09, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00139115>.

BAXTER, M.. *Projeto de produto*. São Paulo: Edgard Blücher, p. 3, 1998.

BOLTANSKI, L.; CHIAPELLO, È. *O novo espírito do capitalismo*. WMF Martins Fontes, 2009.

CRIANÇA SEGURA. Os acidentes em números. Disponível em: <<http://criancasegura.org.br/dados-de-acidentes/>>. Acesso: 22 ago. 2018.

DRUCKER, Peter Ferdinand. *Inovação e espírito empreendedor (entrepreneurship): prática e princípios*. Tradução de Carlos Malferrari. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FILOCOMO, F. R. Fo. et al. Perfil dos acidentes na infância e adolescência atendidos em um hospital público. *Acta paul. enferm.*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 287-294, mai. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010321002017000300287&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010321002017000300287&lng=en&nrm=iso)>. Acesso: 17 nov. 2019.

FIWARE. Disponível em: <<https://www.fiware.org/>>. Acesso em: 22 abr. 2019

FUCK, M. P; VILHA, A. M. Inovação Tecnológica: da definição à ação. Contemporâneos: *Revista de Artes e Humanidades*, n. 9, p. 1-21, novembro – 2011. Disponível em: <<http://www.revistacontemporaneos.com.br/n9/dossie/inovacao-tecnologica.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

GARTNER. Internet of Things definition. 2017. Disponível em: <<https://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things/>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HELIX SANDBOX. Disponível em: <<http://marketplace.fiware.org/pages/solutions/fee10a6a7755e554686664fd>>. Acesso em: 22 abr. 2019

MAGRANI, Eduardo. *A internet das coisas*. Rio de Janeiro: FGV EDITORA, 2018. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=qYtIDwAAQBAJ&pg=PA44&lpg=PA44&dq=sensores+capazes+de+captar+aspectos+do+mundo+real,+como+por+exemplo+tempe>>

ratura,+umidade+e+presença,+e+enviá-los+a+centrais+que+recebem+estas+informaçõe  
s+e+as+utilizam+de+forma+inteligente&source=bl&ots=rfVpFyiea4&sig=ACfU3U18JS47eYFppHU9  
KqIBa8tQ\_mNA5g&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwj94rbLue\_IhUzAtQKHda  
IDHkQ6AEwA3oECAkQAg#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 nov. 2019.

MANCINI, Mônica. Internet das Coisas: história, conceitos, aplicações e desafios. Project Management Institute – PMI, 2017. Disponível em: < <https://pmisp.org.br/documents/acervo-arquivos/241-internet-das-coisas-historia-conceitos-aplicacoes-e-desafios/file>>. Acesso em: 7 fev. 2018

MCROBERTS, Michael. *Arduino básico*. São Paulo : Novatec Editora, 2011.

PIRES, S. R.I. *Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos*. São Paulo: Atlas, 2004

SAFE KIDS WORLDWIDE. WHAT WE DO. Safe Kids Worldwide. Disponível em: < <https://www.safekids.org/what-we-do>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SAFE KIDS SONOMA COUNTY. National Safe Kids Week Kicks-Off with Safety Report Linking Research on Unintentional Injury and a Child’s Development. Safe Kids Worldwide, 2009. Disponível em: < [https://www.safekidssonomacounty.org/pdf/news/safe\\_kids\\_week\\_press\\_release\\_09.pdf](https://www.safekidssonomacounty.org/pdf/news/safe_kids_week_press_release_09.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2019

SCHWAB, Klaus. *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum, 2016. Disponível em: < <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>>. Acesso em: 7 fev. 2018

SILVA, J. L. S.; Melo, M. C.; Camilo, R. S.; Galindo, A. L; e Viana, E. C. 2014. Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35. XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA. 2014.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Gestão da Inovação*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TRIGUEIRO, Michelangelo Giotto Santoro. *O clone de Prometeu*, Brasília, UnB, 2002.



## Desenvolvimento de barra portátil de aceleração e frenagem para automóveis de pessoas com deficiência

*Development of an automotive portable acceleration and braking hand control bar for disabled people*

**Marcelo Vianello Pinto** ([marcelo.vianello@gmail.com](mailto:marcelo.vianello@gmail.com))  
Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté (Unitau) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Nilson Yukihiro Tamashiro** ([pro5827@cefsa.edu.br](mailto:pro5827@cefsa.edu.br))  
Mestre em Engenharia Biomédica pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Beatriz Santos Bini** ([beatriz-bini@hotmail.com](mailto:beatriz-bini@hotmail.com))  
Graduanda em Administração na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Julio Matos Silva** ([julio.matos7@hotmail.com](mailto:julio.matos7@hotmail.com))  
Graduando em Administração na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Luiza Melo Tegani** ([luizateg@yahoo.com.br](mailto:luizateg@yahoo.com.br))  
Graduanda em Administração na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Natan Tadeu Bosco Saleme** ([gran\\_titan@hotmail.com](mailto:gran_titan@hotmail.com))  
Graduando em Administração na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

## *Resumo*

Este artigo tem por objetivo propor o desenvolvimento de uma barra móvel portátil de aceleração e frenagem manual para automóveis de pessoas com deficiência visando garantir acessibilidade, autonomia e liberdade para indivíduos com mobilidade reduzida poderem conduzir qualquer automóvel de passeio com transmissão automática sem a necessidade de ajuda. Foi utilizado o *Design Sprint* e o método experimental segundo as finalidades de desenvolvimento do respectivo dispositivo. O resultado do estudo foi o conceito de um modelo viável do ponto de vista produtivo e financeiro, acessível a toda a comunidade, tendo como diferencial a flexibilidade e a autonomia na adaptação de veículos com transmissão automática para utilização por qualquer pessoa com deficiência física.

**Palavras-chave:** Adaptação. Pessoa com deficiência. Design Sprint.

## *Abstract*

This academic study aims to propose the development of a mobile acceleration and braking device in automobiles for people with disabilities, not only ensuring accessibility, autonomy and freedom of people with reduced mobility but also allowing them to drive any passenger car with automatic transmission without the need for help. Design Sprint and experimental method were used as device development purposes. The result of the study was the concept of a viable and financially accessible model to the whole community, with the differentiation and flexibility of vehicles with automatic transmission for use by anyone with disabilities.

**Keywords:** Adaptation. Disabled people. Design Sprint.

# *Introdução*

A inclusão social da pessoa com deficiência (PCD) vem cada vez mais se tornando destaque na sociedade contemporânea, ainda mais com o advento da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência Física ou Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146, de 2015). Essa lei visa assegurar e promover a igualdade e o exercício dos direitos fundamentais à pessoa com deficiência, tendo em vista oferecer autonomia, inclusão e cidadania a todo e qualquer cidadão deficiente.

Tal fato se torna ainda mais relevante levando-se em consideração a estimativa de que 23,9% da população brasileira possuem algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). Além disso, o direito da pessoa de ir e vir é um dos mais primordiais, e está assegurado na Constituição de 1988, direito esse que vem sendo negligenciado às pessoas que possuem algum tipo de deficiência física ou mobilidade reduzida. Vale salientar que o termo “acessibilidade”, que antes era descrito para indicar eliminação de barreiras arquitetônicas e urbanísticas (ARAÚJO, 2009; TORRES, 2002), passou a ter um contexto mais amplo, como a demanda por adaptações para a condução de veículos automotores.

As barras de aceleração e frenagem veiculares são consideradas uma das formas de ajuda técnica ou equipamento de autoajuda, permitindo a acessibilidade da pessoa com deficiência dirigir automóvel particular, assegurando o direito de ir e vir e, por conseguinte, viabilizando os princípios de igualdade e dignidade humana estabelecidos na Constituição Brasileira (BRASIL, 2006). No entanto, o atual modelo existente não permite que a pessoa com deficiência o instale com facilidade e total autonomia e, ainda, não pode ser utilizado em qualquer veículo de passeio com câmbio automático.

Por esse motivo, tendo em vista as limitações existentes no atual modelo desse tipo de dispositivo, foi criado um protótipo, por meio da metodologia de Design Sprint e do processo criativo, de barra de aceleração e frenagem portátil que pode ser instalada e utilizada rápida e facilmente em qualquer tipo de veículo de passeio com transmissão automática, o que representou uma significativa inovação incremental.

Inovação incremental é aquela “que incorpora melhoramentos (características técnicas, utilizações, custos) a produtos e processos preexistentes” (TIRONI e CRUZ, 2008). Já o Design Sprint é uma ferramenta para a resolução de problemas por meio de hipóteses, criação de protótipos e testes de ideias com possíveis usuários, alinhando rapidamente equipes com visão compartilhada de negócio, estabelecendo metas e resultados claramente definidos, com o mínimo de investimento possível e aproximando-se de um ambiente real (GOOGLE VENTURES, 2016).

Este trabalho está fundamentado em referencial teórico baseado no processo criativo e na inovação, já que se trata de uma nova versão de um produto já existente no mercado, oferecido pela indústria da mobilidade, e tem por objetivo a acessibilidade e a inclusão de pessoas com deficiência. Ao longo do texto será também sugerido um modelo de barra portátil e a escolha dos respectivos materiais de sua composição, de forma a diferenciá-lo dos modelos já existentes, sugerindo-se sua fabricação para um mercado que está cada vez mais em expansão.

O presente artigo tem o propósito de idealizar um protótipo de barra de aceleração e frenagem portátil visando o acesso à mobilidade urbana, que é uma das formas de se garantir acessibilidade, autonomia e liberdade a pessoas com deficiência, de modo que possam conduzir um automóvel de passeio com transmissão automática.

# Referencial teórico

## Processo criativo

A criatividade é uma característica muito admirada nas pessoas atualmente; muitas empresas esforçam-se para que seus funcionários sejam criativos e que sempre busquem soluções para os problemas encontrados.

De acordo com Jairo Siqueira (2012, p 4), “Ser criativo é ter a habilidade de gerar ideias originais e úteis e solucionar os problemas do dia a dia. É olhar para as mesmas coisas como todo mundo, mas ver e pensar algo diferente”. Ou seja, ser criativo é pensar de forma diferente, ser original, pensar “fora da caixa”. Conforme José Roberto Marques (2019), “é a capacidade de o ser humano construir e produzir algo inédito, com um objetivo em vista”.

Segundo Predebom (2013), “O comportamento criativo é produto de uma visão de vida, de um estado permanente de espírito, de uma verdadeira opção pessoal de como desempenhar um papel no mundo. Essa base mobiliza no indivíduo seu potencial imaginativo e desenvolve suas competências além da média, nos campos dependentes da criatividade.”

Segundo essa citação, pode-se concluir que a criatividade é uma característica essencial do ser humano, está presente no comportamento, às vezes de maneira imperceptível pela maioria. Muitos cientistas defendem que até mesmo a linguagem oral é um exercício de criatividade, pois há mecanismos de improviso nessa ação. Assim, o comportamento criativo é uma forma de exercer o potencial imaginativo em um nível que, por estar acima da média, se torna evidente.

O processo criativo pode ser estimulado através de algumas atividades, como: usar a técnica de *Brainstorm* (tempestade de ideias), que é uma dinâmica de grupo para a resolução de problemas; ir a centros criativos, que são lugares onde as pessoas com interesses e objetivos em comum trabalham juntas; ir a ambientes culturais, locais em que a pessoa entrará em contato com conhecimentos que podem estimular o processo criativo; enfatizar o esforço próprio como, por exemplo, trabalhar de forma intensa para atingir seus objetivos; ter vontade de fazer algo inédito. Neste último caso, o processo criativo se baseia no fato de o indivíduo sair da sua zona de conforto. Ou seja, a pessoa não pode se contentar com ideias comuns, segundo José Roberto Marques (2019)

De acordo com Jairo Siqueira (2012, p. 9), o processo criativo se fundamenta em três princípios: o primeiro é o da atenção, que significa concentrar-se na situação-problema ou numa oportunidade que venha a surgir. Quando isso é feito, a mente é preparada para romper com a realidade existente e se abrir para a percepção de uma realidade que normalmente não é enxergada. Um exemplo que pode ser citado é o da indústria de computadores. Até 1980, a atenção estava focada na máquina, para torná-la mais potente. Ao invés disso, a *Apple* e a *Microsoft* concentraram sua atenção no usuário, em como tornar o equipamento mais acessível, revolucionando a indústria de informática.

O segundo princípio é o da fuga. Em outras palavras, é escapar dos pensamentos padrões, ou seja, refletir sobre os bloqueios mentais e derrubar as paredes que limitam a imaginação; é sair da comodidade de executar sempre as mesmas ações, que são mais confortáveis e seguras. Na realidade, a maioria das ações são tomadas por causa dos hábitos criados, tendendo a fazer com que a pessoa trilhe sempre o mesmo caminho.

O terceiro princípio é o do movimento para o processo criativo e se caracteriza por continuar a exploração por novas ideias, gerando novas alternativas, sem perder de vista os propósitos do processo criativo. É fazer analogias com objetos que antes não eram relacionados.

De acordo com Siqueira (2007), no processo criativo é necessário prestar atenção a elementos da situação atual: características, atributos e categorias; diferenças e similaridades; suposições, padrões e paradigmas; definir o que funciona e o que não funciona; dar destaque a coisas em que não temos prestado atenção. É de extrema importância fugir de ideias dominantes, do pensamento convencional, das restrições mentais atuais, de julgamentos prematuros, de barreiras e regras, de suposições, de experiências passadas (tanto no que diz respeito ao tempo quanto ao lugar).

E, por fim, é preciso direcionar o movimento no sentido de tempo e espaço; assumir outros pontos de vista; partir do geral para o particular e vice-versa; dar espaço para a livre associação de ideias; explorar conexões entre conceitos, tecnologias e objetivos.

Portanto, é possível perceber que a criatividade é um fator de extrema importância hoje em dia e pode ser estimulada através de determinadas atividades e ações, além de configurar-se como fator muito importante para o processo de inovação.

## *A inovação*

Como cita Jairo Siqueira, no livro *Criatividade Aplicada* (2012, p. 5), “inovação é fazer coisas novas e valiosas. Inovação é a implementação de um novo ou significativamente melhorado produto (bem ou serviço), processo de trabalho, ou prática de relacionamento entre pessoas, grupos ou organizações. (...) O termo implementação implica em ação: só há inovação quando a nova ideia é julgada valiosa e colocada em prática”. Ou seja, inovação é explorar novas ideias com sucesso, e para uma empresa, sucesso significa aumento no faturamento e acesso a novos mercados. Há vários tipos de inovação, dentre os quais destaca-se a inovação do produto, que consiste em modificações realizadas nos seus atributos. Trata-se de uma mudança na forma como ele é percebido pelos consumidores. Já a inovação no processo corresponde a mudanças que ocorrem no processo de fabricação de determinado produto ou serviço, trazendo benefícios nos métodos de produção. E há ainda a inovação do modelo de negócio, que são as mudanças na forma em que o produto é oferecido ao mercado.

A inovação gera alguns impactos e benefícios, e isso pode ser confirmado com a inovação incremental e a radical. A incremental é representada por pequenas melhorias contínuas em produtos e em linhas de produtos, ao passo que a radical representa uma mudança drástica na maneira em que o serviço é consumido.

De acordo com Drucker (1962), o único propósito de uma empresa é instituir o marketing e conquistar a inovação. Em suas palavras:

A segunda função do negócio é [...] a inovação, isto é, a provisão de mercadorias e serviços melhores e mais econômicos. Não é suficiente que o negócio proporcione apenas um produto ou serviço econômico; deve proporcionar produtos ou serviços melhores e mais econômicos. Não é necessário que o negócio se torne maior, mas é necessário que nunca deixe de se tornar melhor (DRUCKER, 1962, p. 64).

A ação é o que transforma a criatividade em inovação. Enquanto a criatividade está focada no criar, a inovação é o que fazer com aquilo que se criou. Porém, transformar a criatividade em inovação é algo difícil, pois irá mudar a forma como as tarefas são realizadas.

O desenvolvimento de um modelo de barra portátil de aceleração e frenagem manual para adaptação em carros para pessoas com deficiência física, de fácil manuseio e instalação e que pode ser usada em qualquer veículo de passeio com câmbio automático, é considerado uma inovação incremental, pois visa à melhoria técnica de um produto já existente no mercado, de forma a torná-lo mais adequado às mudanças exigidas pelos consumidores.

## *Indústria da mobilidade*

O termo acessibilidade teve origem nos anos 1940 para designar a condição de acesso de pessoas com deficiência vinculada a serviços de reabilitação física e profissional delas. Inicialmente, era descrita como condição de mobilidade e eliminação das barreiras arquitetônicas e urbanísticas, numa clara alusão às condições de acesso a edifícios e meios de transporte (ARAÚJO, 2009; TORRES, 2002). Essa definição foi se estabelecendo com o tempo e, atualmente, diz respeito não somente às questões de mobilidade, mas também a aspectos mais complexos de convivência e inclusão social das pessoas com algum tipo de deficiência. A necessidade desse público de se locomover livremente criou a demanda por adaptações para atividades como subir escadas, abrir portas ou até mesmo conduzir veículos.

O blog Nakata (2018) destaca algumas adaptações existentes para acessibilidade na condução de veículos automotores que podem tanto ser instaladas pela montadora do veículo quanto por empresas especializadas. Podem ser volantes, os quais são adaptados para serem utilizados com apenas uma mão enquanto o motorista mantém o controle sobre funções como seta, farol, pisca-alerta, limpador de para-brisas, freio e acelerador, que permitem que pessoas com paralisia parcial não precisem utilizar as pernas para acelerar ou frear o veículo. Há também rampas de acesso para passageiros que utilizam cadeiras de rodas, bancos especiais adaptados para facilitar a movimentação do condutor deficiente e alavancas para controle de aceleração e frenagem com as mãos, permitindo que o motorista possa dirigir carros automáticos sem utilizar os pedais.

As alavancas de comando manual universal, indicadas para pessoas com algum tipo de deficiência ou ausência dos membros inferiores, são equipamentos que transferem os comandos de aceleração e frenagem dos membros inferiores, conforme a maioria dos automóveis particulares convencionais, para o controle do membro superior esquerdo do condutor, através de uma alavanca horizontal posicionada do lado esquerdo do volante de direção do veículo. Puxando-se a alavanca obtém-se a aceleração e empurrando-a é acionada a frenagem (KIVI, 2008). A Figura 1 apresenta um exemplo de barra de comando manual universal fixa.



Figura 1: Comando manual universal.  
Fonte: Kivi (2008)

As adaptações veiculares são consideradas pelo Decreto nº 5.296/2004 um tipo de “ajuda técnica”, caracterizando-se como (...) instrumentos, produtos, equipamentos ou tecnologias, adaptados ou particularmente projetados para aumentar ou melhorar a funcionalidade da pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida, *garantindo-lhe autonomia pessoal*, assistida ou total (LIMA, 2007).

## *Inclusão de pessoas com deficiência*

Deficiência é “toda restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade funcional de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária” (BRASIL, 2005, p.14).

Considera-se deficiência física:

a alteração total ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano e que acarreta comprometimento da função física. Apresenta-se sob a forma de paraplegia, monoplegia, tetraplegia, hemiplegia, ostomia, amputação, deformidades físicas, ausência de membros, paralisias, nanismo, dentre outras, que interferem na locomoção e coordenação do aparelho motor, na articulação da fala e no desempenho de atividades (BRASIL, 2005, p.15).

O acesso e a garantia de condições favoráveis para as pessoas com deficiência física representa requisito essencial para a implantação de uma sociedade ética e justa.

A Lei nº 13.146, de 2015, denominada Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência Física ou Estatuto da Pessoa com Deficiência, visa a assegurar e promover a igualdade e o exercício dos direitos fundamentais à pessoa com deficiência, de modo a promover sua inclusão social e cidadania.

No entanto, apesar da legislação, a concretização desses direitos ainda está muito aquém da realidade. A falta de acessibilidade das pessoas com deficiência física nos meios de transportes, tanto públicos quanto privados, desrespeita o direito mais básico do próprio ser humano: o de ir e

vir. Esse direito ainda é mitigado na realidade das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (LEITÃO, 2012).

Estima-se que mais de 23,9% da população brasileira possuem algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). E, segundo a Organização Mundial de Saúde, com dados de 2011, 1 bilhão de pessoas vivem com alguma deficiência – isso significa uma em cada sete pessoas no mundo (ONU, 2018).

A acessibilidade é um direito que “garante à pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida viver de forma independente e exercer seus direitos de cidadania e de participação social” (BRASIL, Lei nº 13.146, de 2015).

As adaptações veiculares asseguram que a pessoa com deficiência “possa gozar ou exercer, em igualdade de condições e oportunidades com as demais pessoas, todos os direitos e liberdades fundamentais” (BRASIL, Lei nº 13.146/2015).

De acordo com o Decreto nº 5.296/2004, as adaptações veiculares são consideradas “ajudas técnicas”, conceituadas como:

instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida; (Brasil, 2004).

Portanto, as adaptações veiculares são consideradas equipamentos de autoajuda ou ajuda técnica, permitindo à pessoa com deficiência dirigir automóvel particular, assegurando-lhe o direito de ir e vir, e por conseguinte, viabilizando os princípios da igualdade e dignidade humanas estabelecidos na Constituição Brasileira (REZENDE; CAVALCANTE e ANDRADE, 2012).

Para uma pessoa com deficiência, a dirigibilidade de um automóvel particular vinculada à possibilidade de adaptação e uso de equipamento de autoajuda para a acessibilidade e mobilidade na comunidade significa mais do que sua independência pessoal e profissional, ou seja, a concretização de sua liberdade e dignidade humanas.

# Metodologia

Pesquisar é demonstrar as relações que existem entre as coisas e seus fenômenos. Assim sendo, a pesquisa é feita através de uma sequência de procedimentos e objetivos sistemáticos que irão explorar e descrever a situação ou o fenômeno estudado. Para atingir esse fim, faz-se necessário estabelecer os objetivos para o qual se destina a pesquisa (FACHIN, 2001).

A metodologia utilizada neste trabalho foi a da pesquisa bibliográfica de caráter exploratório, técnica experimental de acordo com as finalidades e o método Design Sprint. Essa modalidade de pesquisa foi adotada na busca da resolução de um problema (hipótese) através de referenciais teóricos publicados.

O caráter exploratório da pesquisa bibliográfica tem por objetivo propiciar um maior contato com o objeto de estudo através do levantamento de material já elaborado, principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2008).

O método experimental, segundo as finalidades de desenvolvimento de um dispositivo, define-se como “trabalho sistemático que utiliza conhecimentos derivados da pesquisa ou experiência prática com vistas à produção de novos materiais, equipamentos, políticas e comportamentos, ou a instalação ou melhoria de novos sistemas de serviços” (GIL, 2010 p.27).

Segundo o Google Ventures (2016), o *Design Sprint* é uma ferramenta para a resolução de problemas por meio de hipóteses, criação de protótipos e testes de ideias com possíveis usuários, alinhando rapidamente equipes com visão compartilhada de negócio, estabelecendo metas e resultados claramente definidos, com o mínimo de investimento possível, e aproximando-se de um ambiente real.

O processo é dividido em cinco fases: entender, divergir, decidir, prototipar e testar, como mostra a Figura 2.

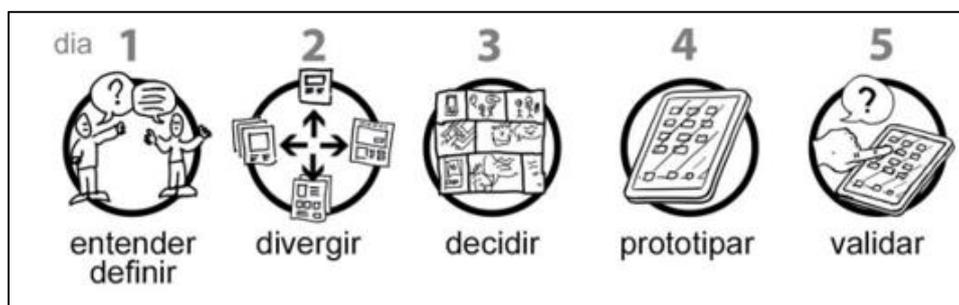


Figura 2: Processo do *Design Sprint*  
Fonte: Caelum (2016)

Foram efetuadas buscas *on line* de barras de adaptações manuais de aceleração e frenagem. Usando as palavras-chave “barra manual”, “aceleração e frenagem” e “deficientes físicos”, foram constatados dois tipos básicos de modelos de barra de aceleração e frenagem manual vendidos no mercado: o modelo de adaptação fixa e o de adaptação móvel sem alça de fixação. Foram excluídas

da pesquisa as adaptações caseiras que não são reconhecidas oficialmente e não oferecem garantias à segurança.

O modelo de adaptação fixa necessita de instalação em local credenciado e não pode ser retirado do veículo depois de instalado, não permitindo ao deficiente físico transportá-lo e instalá-lo em outros veículos de passeio com câmbio automático. Já o modelo portátil de adaptação sem a alça de fixação demonstra ser um dispositivo que não garante conforto ao usuário e não é de fácil instalação pelo deficiente físico.

Diante das pesquisas efetuadas, por meio do *Design Sprint*, foi constatado o problema de dificuldade de acessibilidade às pessoas com deficiência que desejavam poder dirigir qualquer veículo adaptado com barras de aceleração e frenagem manual de fácil instalação. Seguindo as etapas de definir, divergir, decidir e prototipar do Design Sprint, foi proposto o desenvolvimento conceitual de uma barra de aceleração e frenagem para veículos automotores, de fácil instalação pelas pessoas com deficiência física ou mobilidade reduzida.

## *Desenvolvimento conceitual do protótipo*

O ponto de partida para o desenvolvimento do protótipo da barra de aceleração e frenagem portátil foi analisar qual seria o melhor material que se adequasse ao produto considerando-se peso, resistência e custo. Os materiais selecionados foram: alumínio, aço e ferro. Foi aplicada a técnica de votação designada como *dot voting* para eleger e determinar o melhor material entre os selecionados. E, conforme ilustrado na Figura 3 do gráfico Complexidade Tecnológica versus Valor para o Usuário, o material escolhido foi o alumínio.

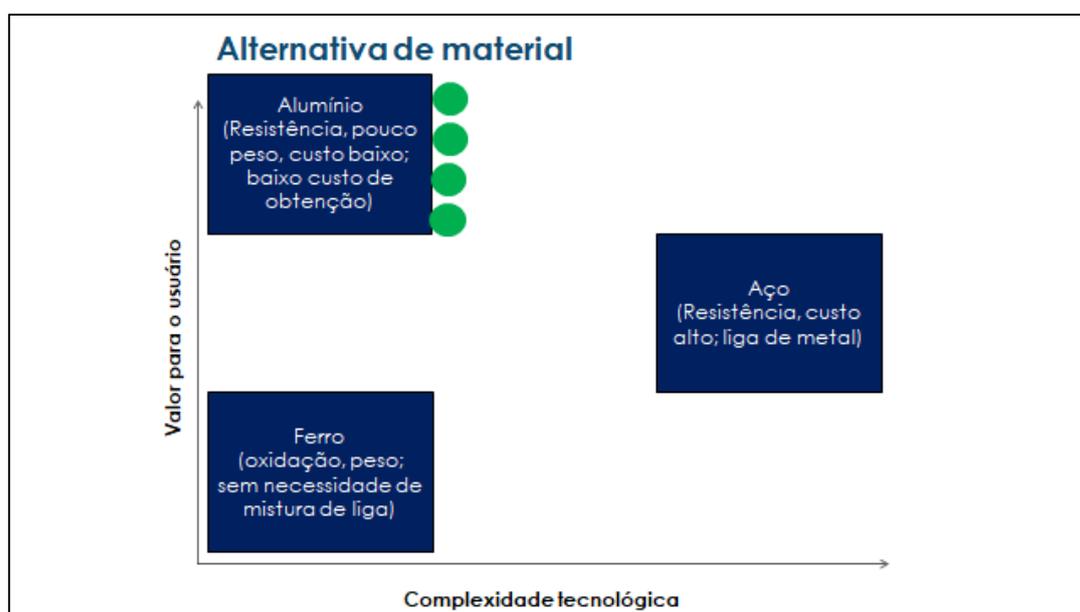


Figura 3: Escolha do material para a alavanca  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

A Figura 4 apresenta o gráfico onde foi analisado o material da alça para o conjunto. Foi aplicada a mesma técnica de análise e votação (*dot voting*) tendo sido escolhido o poliéster.

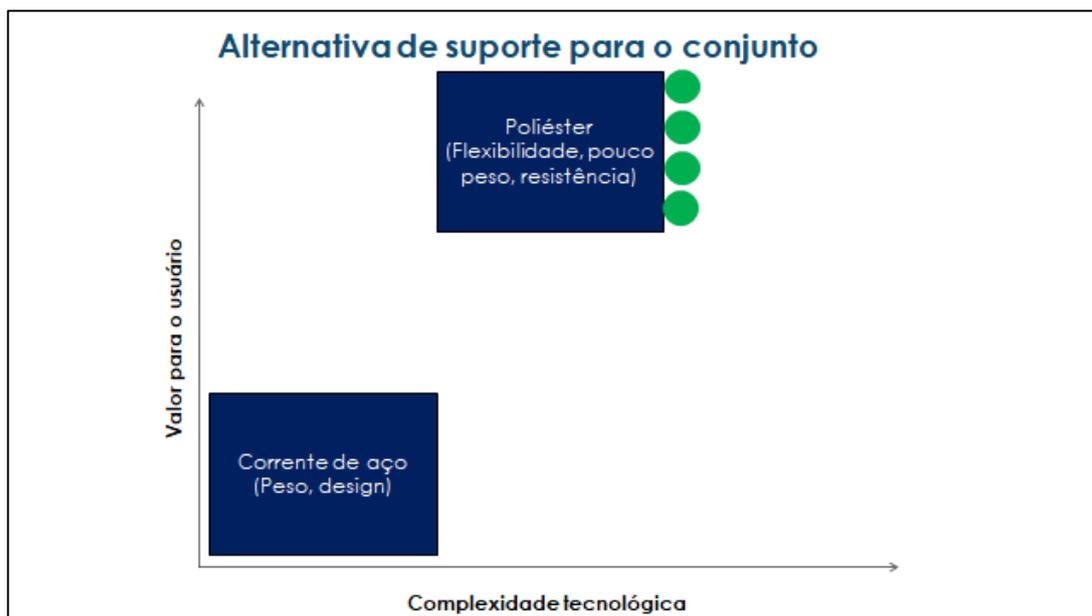


Figura 4: Escolha do material da alça  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

A Figura 5 apresenta dois tipos de alavanca, sendo que a escolhida foi a retrátil, pela mesma técnica aplicada anteriormente, pois permitiria que a barra fosse adaptável para os diversos modelos de veículos de passeio com câmbio automático disponíveis no mercado.

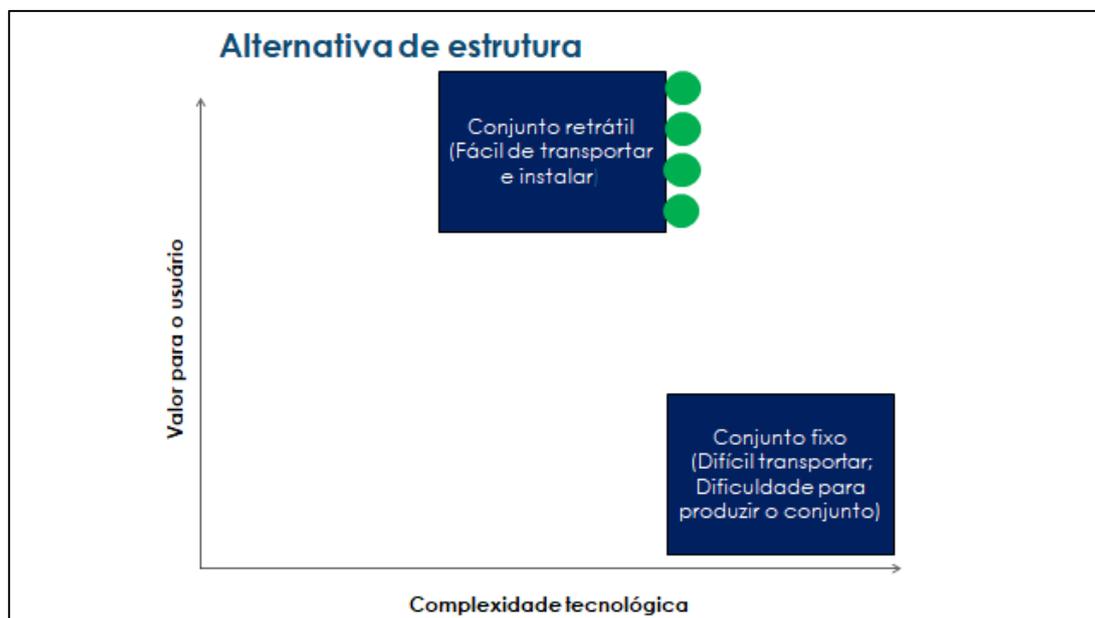


Figura 5: Escolha do tipo de alavanca  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Com base nas características necessárias para o desenvolvimento do protótipo e obtenção de vantagem competitiva, sendo que, segundo Porter (1985), a “Vantagem Competitiva encontra-se na essência da formulação estratégica”, ou seja, para a escolha, era significativo entender a efetivação da vantagem competitiva. E neste estudo, para alcançar o efetivo diferencial através da análise de cada um dos requisitos das figuras, os elementos utilizados na prototipagem foram escolhidos com base em seus diferenciais, como por exemplo, o uso do alumínio como matéria-

prima básica para a barra de aceleração e frenagem, possuindo, segundo a Associação Brasileira do Alumínio (2018), resistência à corrosão, leveza e baixo custo. Senão vejamos:

Todas essas características apresentadas conferem ao alumínio uma extrema versatilidade. Na maioria das aplicações, duas ou mais destas características entram em jogo, por exemplo: baixo peso combinado com resistência mecânica; alta resistência à corrosão e elevada condutibilidade térmica. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2018).

O poliéster, por sua vez, foi escolhido segundo suas características, tais como: resistência à corrosão por ácidos e bases, flexibilidade e leveza; por esses motivos, ele é utilizado na fabricação de varas de pescar, guarda-chuvas, fibras têxteis para fabricação de capas de chuva, engrenagens de bombas (LUZ, 2018).

Por meio destes diferenciais, frente a outros materiais disponíveis no mercado, e buscando um protótipo de características alinhadas ao objetivo deste artigo, as figuras demonstram as escolhas dos materiais para a prototipagem.

Ainda buscando os diferenciais competitivos, uma pesquisa foi realizada comparando o protótipo a ser desenvolvido e seus concorrentes diretos no mercado, como mostra a Figura 6.

Diferenciais Competitivos			
Características	Fixa	Outros Modelos Móveis	BAFM <sup>2</sup> -Power Bar
	Transportável	-	
Retrátil	-	X	X
Estabilidade	X	-	X
Conforto	X	-	X
Praticidade na Instalação	-	-	X
Baixo Custo	-	-	X

Figura 6: Diferenciais competitivos  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Após as análises dos diferenciais competitivos, um esquema básico do protótipo foi proposto, como mostra a Figura 7 a seguir:

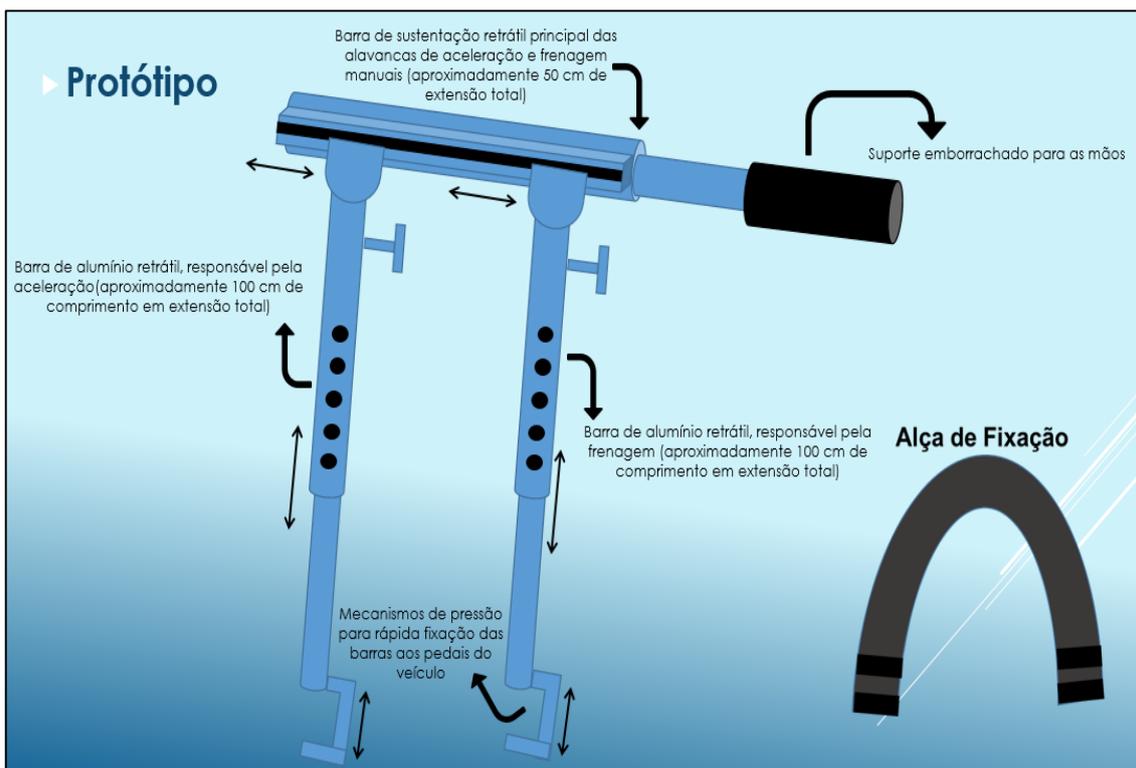


Figura 7: Protótipo de barra portátil de aceleração e frenagem  
 Fonte: elaboração dos autores (2019)

O desenvolvimento do protótipo visa fazer uma inovação incremental em relação aos atuais modelos existentes de barra manual de aceleração e frenagem. O modelo proposto é um dispositivo portátil em alumínio, propiciando maior leveza e facilidade no transporte; além disso, pode ser adaptável aos diversos modelos de veículos de passeio disponíveis no mercado; conta com alça de fixação, o que proporciona maior conforto ao usuário no manuseio da barra. Assim sendo, constata-se que o protótipo é de fácil instalação, permitindo que o deficiente físico possa instalá-lo sem qualquer ajuda de terceiros.

A escolha dos materiais utilizados pressupõe que o protótipo seja produzido sem altos custos, o que possibilitaria a comercialização do produto final a um preço acessível para o público-alvo.

## Resultados

Através da ferramenta de *Design Sprint* foi possível identificar o principal problema da mobilidade das pessoas com deficiência e propor uma solução por meio da prototipação e validação rápida do modelo escolhido.

Desse modo, foi possível desenvolver um modelo conceitual viável do ponto de vista produtivo e financeiro, acessível a toda a comunidade, tendo como diferencial a flexibilidade e a autonomia na adaptação de veículos com transmissão automática para a utilização de pessoas com deficiência física, de modo a expandir a acessibilidade e promover a igualdade e o exercício dos direitos fundamentais aos indivíduos com dificuldade de mobilidade, visando sua autonomia, inclusão e cidadania.

## *Discussão*

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo para uma barra móvel portátil de aceleração e frenagem adaptável a qualquer modelo de veículo de passeio para pessoas com deficiência física, que possibilite ao deficiente ter autonomia e acessibilidade para dirigir uma gama maior de veículos de passeio, tendo como única exigência a de o veículo possuir transmissão automática.

Ademais, este estudo foi desenvolvido tendo em vista propiciar a criação de um protótipo que apresente vantagem competitiva em relação aos produtos similares já existentes, porém, com melhor custo-benefício, bem como oferecer maior facilidade, conforto e rapidez na instalação do equipamento, trazendo uma nova opção para o mercado de adaptações automotivas,

Espera-se, portanto, garantir maior independência à pessoa com deficiência física, de modo a eliminar barreiras de acesso, principalmente no que tange à liberdade de condução de veículos automotores, a fim de permitir que possam usufruir dos seus direitos mínimos estabelecidos na Constituição Federal, principalmente no que diz respeito à dignidade, inclusão, cidadania e ao direito de locomoção.

## *Considerações finais*

Para futuros trabalhos pretende-se avaliar a eficácia do protótipo quando já estiver disponível no mercado, analisando-se seu desempenho frente aos concorrentes, a aceitação do público-alvo e identificar possíveis melhorias no projeto.

## Referências

ABBAL, Associação Brasileira do Alumínio. Características Químicas e Físicas. 2017. Disponível em: <<http://abal.org.br/aluminio/caracteristicas-quimicas-e-fisicas/>>. Acesso em 12 Maio 2019

ARAÚJO, Carolina Dutra de; CÂNDIDO, Débora Regina Campos Cândido; LEITE, Márcio Fonseca Leite. Espaços públicos de lazer: um olhar sobre a acessibilidade para portadores de necessidades especiais. *Licere* (Online),v. 12, n. 4, dez. 2009.

BRASIL, Congresso. Senado Federal. Comissão Especial de Acessibilidade. Acessibilidade: passaporte para a cidadania das pessoas com deficiência. Guia de orientações básicas para a inclusão de pessoas com deficiência / Comissão Especial de Acessibilidade. – Brasília: Senado Federal, 2005. Disponível em:<<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/42/742398.pdf?sequence=3>>. Acesso em 27 Nov, 2019

BRASIL. Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>. Acesso em 27 Nov. 2019

BRASIL. Lei nº 13.146 de 2015. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm)>. Acesso em 24 Abr. 2019

CAELUM. *Design Sprint: onde o design e a velocidade importam*.2016. Disponível em: <<https://blog.caelum.com.br/design-sprint-onde-o-design-e-a-velocidade-importam/>>. Acesso em 10 Maio 2019.

DRUCKER, Peter F.. *Prática de administração de empresas*. [S.l.]: Fundo de Cultura, 1962.

FACHIN, Odília. *Fundamentos de metodologia*. São Paulo: Saraiva. 2001.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOOGLE VENTURES. *Sprint*. 2016. Disponível em: <<https://www.gv.com/sprint/>>. Acesso em 09 mai. 2019.

KIVI BRASIL LTDA (Itália). Kivi Srl (Org.). Kivi homepage. [2008]. Disponível em: <<http://www.kivi.com.br/index.php>>. Acesso em: 06 maio 2019.

IBGE, *Censo demográfico 2010*. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2018.

LEITÃO, T. Acessibilidade é desafio para deficientes em todo o país. *Revista Exame*. 2012. Disponível em <<https://exame.abril.com.br/brasil/acessibilidade-e-desafio-para-deficientes-em-todo-o-pais/>> Acesso em 10 Abr 2019.

LIMA, N. M. *Pessoa Portadora de Deficiência - Legislação Federal Básica*. Brasília: SEDH, Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 2007.

LUZ, Ana Maria. *Compostos químicos: poliéster*, 2016. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/poliester/>>. Acesso em 12 Maio 2019

MARQUES, José Roberto. *Processo criativo: entendendo o conceito e a importância de seu desenvolvimento*. 2019, disponível em <<https://www.ibccoaching.com.br/portal/comportamento/processo-criativo-entendendo-conceito-importancia-desenvolvimento/>>. Acesso em 26 de Nov de 2019.

NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL, ONU e as pessoas com deficiência, 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-com-deficiencia/>>. Acesso em: 14 fev. 2018

PORTER, M. *Os caminhos da lucratividade: como implementar uma verdadeira vantagem competitiva*, 1997. Disponível em: <[file:///E:/6º%20semestre/Sistemas%20de%20Informação/porter\\_vantagem\\_competitiva.pdf](file:///E:/6º%20semestre/Sistemas%20de%20Informação/porter_vantagem_competitiva.pdf)>. Acesso em 12 Maio 2019

PREDEBOM, José. *Criatividade: abrindo o lado inovador da mente*. 8º ed. São Paulo: Atlas, 2013

REZENDE, M. G.; CAVALCANTE, A.; ANDRADE, V. S. Veículo Adaptado: caracterização de suas adaptações e do perfil de seus condutores, 2012. *Cad. Ter .Ocup. UFSCar*, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 73-80. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/cto.2012.008>>. Acesso em 27 Nov. 2019.

SIQUEIRA, Jairo. *O Processo Criativo*, 2007. Disponível em: <<https://criatividadeaplicada.com/2007/02/10/o-processo-criativo/>>. Acesso em 20 de Abr 2019

SIQUEIRA, Jairo. *Criatividade aplicada*. 3ª edição. 2012, p. 4, 9, 10, 11

TIRONI, L. F.; CRUZ, B. O. Inovação incremental ou radical: há motivos para diferenciar? Uma abordagem com dados da PINTEC. *RCPEA - Repositório do Conhecimento IPEA*. 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1537>>. Acesso em 24 Nov 2019.

TORRES, E.F.; MAZZONI, A.A.; ALVES, J.B.M. A acessibilidade à informação no espaço digital. *Ciência da Informática*, n.31, p. 83-91, 2002.



# Proposta de metodologia de ensino nos cursos de engenharia por meio de desenvolvimento de produto

*Proposal of teaching methodology in engineering course through product development*

**Fábio Rubio** ([pro1698@cefsa.edu.br](mailto:pro1698@cefsa.edu.br))

*Mestre em Engenharia Biomédica pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

**Juliane Stecker Nascimento** ([julianestecker@gmail.com](mailto:julianestecker@gmail.com))

*Graduanda em Engenharia de Controle e Automação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

**Engenharia de Controle e Automação**

FTT Journal of Engineering and Business. • SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP

DEZ. 2019 • ISSN 2525-8729

**Submissão:** 5 mai. 2019. **Aceitação:**

17 Out..2019

**Sistema de avaliação:** às cegas dupla (*double blind review*).

FACULDADE TECNOLOGIA TERMOMECANICA, p. 91-104

## *Resumo*

Tendo em vista as lacunas na formação de profissionais nos cursos superiores de engenharia oriundas da elevada carga horária de aulas teóricas, sua metodologia e os grandes impactos negativos causados na indústria, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de ensino com ênfase em aulas práticas. Para isso, a representação de um ambiente corporativo foi inserida em uma turma do quarto semestre de Engenharia de Controle e Automação, sendo que os alunos deveriam desenvolver produtos seguindo uma estrutura empresarial. O papel do professor dividiu-se entre dar pequenas orientações e ser o cliente das empresas fictícias. Concluiu-se que, diante de situações que exigem um grande esforço coletivo, o aluno se sente mais motivado e mais desafiado a se superar, além de se sentir mais responsável pelo fato de o seu comprometimento impactar o produto final e, conseqüentemente, a nota de todo o grupo, atingindo assim um desempenho superior ao de uma avaliação individual. Ademais, tal proposta contribui com experiências que servirão de base para propor soluções no futuro e evitarão a repetição de erros tais como mau relacionamento interpessoal, falta de planejamento, baixa qualidade na execução das tarefas, entre outros.

**Palavras-chave:** Educação. Aulas práticas. Ensino superior.

## *Abstract*

Considering the gaps in the training of professionals in the higher engineering courses proceeding from the long time spent on theoretical classes, the methodology and the great negative impacts caused in the industry, this paper aims to show a teaching proposal with an emphasis on practical classes. For this, the representation of a corporate environment was inserted in a college class of the fourth semester of Control and Automation Engineering Course, in which the students should develop products following a company structure. The teacher's role should be, on the one hand, giving small orientations as well as being the customer of fictitious companies. It was concluded that facing situations that require great collective efforts the student feels more motivated and more challenged to overcome himself, feeling more responsible for the fact that his or her commitment impacts the final product and consequently the whole group grades, achieving better performance than in an individual evaluation. Moreover, this proposal contributes to experiences that will serve as a basis for proposing solutions in the future and will avoid the repetition of errors such as poor interpersonal relationships, lack of planning, low quality in the execution of tasks, among others.

**Keywords:** Education. Practical classes. Higher education.

# Introdução

Diante da elevada carga horária de aulas teóricas nos cursos superiores de engenharia, muitos estudantes apresentam dificuldade em diversas competências quando devem colocar em prática o conteúdo aprendido, seja no estágio ou até mesmo no mercado de trabalho já atuando como engenheiros. Tal afirmação é sustentada por Ruth Costas em uma publicação na BBC Brasil: "Os empresários não querem canudo. Querem capacidade de dar respostas e de apreender coisas novas. E quando testam isso nos candidatos, rejeitam a maioria" (PASTORE, 2013). Em áreas cujo local de trabalho possui riscos elevados, esse quadro é ainda mais grave e preocupante, uma vez que barreiras como insegurança, falta de conhecimento, medo e o temor de não saber como agir frente a situações inesperadas impactam diretamente tanto o meio coletivo, o desenvolvimento da empresa e dos demais subordinados quanto a própria carreira profissional do indivíduo.

Perrenoud (2000) afirma que em uma atividade o sujeito é mobilizado por um objetivo e para alcançá-lo é preciso esforços, se não para aprender, pelo menos para ter êxito. Portanto, deve-se fazer com que o aluno enfrente situações cujo sucesso depende de uma aprendizagem. O engajamento em um projeto de aprendizagem oferece a oportunidade de aprender a planejar, a negociar, a cooperar e a realizar. Um projeto não é formador *de per se*, a não ser que promova a superação de situações nas quais as soluções não aparecem imediatamente, exigindo a criação de uma estratégia e a solução de problemas, para os quais é necessário ter conhecimentos diversos, às vezes, dominados apenas por diferentes indivíduos.

Com a gestão do conhecimento do grupo, a cooperação pode incentivar cada um a aprender ou então a confiar cada tarefa àquele que a executa melhor. Ela está relacionada com a bagagem de conhecimentos do aluno e na forma como ele compartilha esse seu acervo com a equipe. Dalfovo (2007) sustenta essa ideia aliada à prática: "A gestão do conhecimento não se aplica, se pratica; está pautada na coerência e atitude dos gerentes e funcionários, na aprendizagem e compartilhamento das ideias".

Tendo isso em vista, foi desenvolvida para este trabalho uma metodologia de ensino com o objetivo de reduzir problemas como mau relacionamento interpessoal, falta de planejamento, falta de qualidade na execução das tarefas, entre outros, além de fomentar o desenvolvimento das habilidades dos alunos. Esse mecanismo consiste na criação de um ambiente empresarial inserido em um recinto universitário, onde os alunos são desafiados a confeccionar produtos partindo da matéria-prima até a entrega ao cliente seguindo uma estrutura corporativa e estando submetidos a situações que farão parte do mercado de trabalho.

## Objetivos

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de ensino a qual desafie os alunos a desenvolver um produto de acordo com uma estrutura corporativa. Propõe também destacar como essa forma de ensino pode desenvolver competências imprescindíveis na carreira de futuros engenheiros por meio de aulas práticas.

## Fundamentação teórica

De acordo com Perrenoud (2000), uma maneira de relacionar a aprendizagem à experiência e preparar a transferência de conhecimentos sem sair do ambiente escolar é ter confiança na capacidade de representação dos seres humanos, criar espaços e tempos e definir regras para permitir que o aluno perceba o que isso significa para ele, em seu próprio roteiro e no relacionamento com seus colegas.

Preparar o indivíduo para situações inesperadas é uma tarefa um tanto quanto difícil no que diz respeito à sua amplitude. Entretanto, é possível desenvolver suas habilidades, que por sua vez culminam em resultados cada vez mais aperfeiçoados, contribuindo não só para o momento presente, mas também servindo de experiência para situações futuras. Essa linha de pensamento é semelhante à de Longo *et al.* (2014), que afirma que cada novo projeto tem suas particularidades técnicas e históricas, além de exigir a interação de uma equipe com pensamentos e recursos distintos, havendo a necessidade de se eleger um indivíduo que consiga liderar e tenha experiência em soluções formuladas no passado, evitando a repetição de erros e aproveitando ideias novas.

Um professor pode dispor de várias ferramentas para avaliar seus alunos, algumas que contemplam mais o conhecimento prático, outras que se referem mais ao conhecimento teórico. É importante frisar que os dois tipos de competência são complementares. Contudo, ferramentas que avaliam o conhecimento prático são muito mais estimuladoras no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade do aluno, à aplicação de conhecimentos diferentes em um mesmo evento, entre muitas outras vantagens, algumas evidenciadas por Ronqui, Souza e Freitas (2009), que afirmam que as aulas práticas estimulam a curiosidade e o interesse dos alunos, permitindo que ampliem a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades. Ademais, à frente de resultados não previstos, os alunos são desafiados em sua imaginação e seu raciocínio.

A primeira competência está mais propícia a erros, mas a segunda pode ser, infelizmente, um meio para a reprodução alienada de informação, o que pode ser confirmado por Perrenoud (2000), que afirma que a variedade de ferramentas de avaliação pode ser vista como um avanço; entretanto, só é possível avaliar as competências de alguém observando suas ações em uma situação nova e complexa, ou seja, no decorrer de uma atividade coletiva ou coordenada com outras.

Bocchese (2004) também defende a ideia de que, para o aluno, é muito mais fácil aprender por imitação, apenas reproduzindo os exercícios dados em aula e nos livros. Entretanto, esse

comportamento pode fazê-lo adotar procedimentos do professor sem pensar, sem fazer uma análise crítica daquilo que lhe é exposto, desqualificando todo esforço e tempo despendidos em anos de formação.

Tendo em vista a pluralidade de concepções sobre a expressão “atividades práticas”, Andrade e Massabni (2011) as definiram como:

[...] Aquelas tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social. Nesta experiência, a ação do aluno deve ocorrer – por meio da experiência física –, seja desenvolvendo a tarefa manualmente, seja observando o professor em uma demonstração, desde que, na tarefa, se apresente o objeto materialmente. (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 840).

Em áreas em que é necessário conceber projetos reais, é indispensável a realização de aulas práticas para motivar o aluno no ambiente em que ele está inserido, esclarecendo como a teoria aprendida se transforma na prática, e essa ideia pode ser sustentada pelo que Malglaive (1995) diz:

A prática está certamente no centro da nova maneira de ensinar que gostaríamos de preconizar. É necessário mostrar como o saber escolar se investe na prática, no que nela se torna, como é que se transforma sem se negar, quer dizer, sem deixar de ser saber (MALGLAIVE, 1995, p.40).

## *Métodos*

A proposta de ensino em foco consiste na criação de empresas fictícias e foi inserida na disciplina “Produção de Conjuntos Mecânicos”, que compõe a grade curricular do Curso de Engenharia de Controle e Automação da Faculdade de Tecnologia Termomecânica. Trata-se de uma disciplina na qual os alunos aplicam os conteúdos multidisciplinares aprendidos em semestres anteriores bem como conhecimentos estudados de forma paralela na sala de aula. O estudo foi aplicado a uma turma do quarto semestre, composta por 40 alunos, cujas idades variavam entre 18 a 24 anos.

De acordo com a proposta, os fatores envolvidos não precisam ser fixos, desde que a estrutura do ambiente físico seja proporcional à turma de modo que cada setor consiga desempenhar suas funções adequadamente e todos os alunos tenham tido previamente as competências necessárias tais como utilização do maquinário e criação e leitura de desenhos técnicos.

## *Estrutura física*

O ambiente principal em que o estudo ocorreu trata-se de uma oficina mecânica, uma vez que nela três setores trabalhavam simultaneamente: almoxarifado, produção e gerência. Além da oficina, há outros quatro ambientes: sala de projetos, sala de planejamento, sala de qualidade e sala de reuniões. A gerência não possui ambiente fixo por ser responsável por todos os ambientes. O setor de produção compreende todo o espaço produtivo: solda, usinagem, ajustes e montagem.

## *Divisão da estrutura corporativa*

Em um primeiro momento, o professor apresenta para a turma a estrutura corporativa das empresas a serem criadas e, em seguida, apresenta a definição dos gerentes de cada empresa. Nessa etapa, os alunos interessados se candidatam, sendo possível duas formas de organização da gerência, cuja escolha é feita pelos próprios alunos. A primeira é constituída por dois gerentes gerais, um de cada empresa. Na segunda possibilidade, pode haver dois gerentes em cada empresa, um para a produção e o outro para a gestão. Caso existam mais candidatos do que o número de cargos disponíveis, deve se proceder a uma votação para eleger os futuros gerentes.

Após essa definição, é necessário dividir a turma em duas empresas, atividade que pode ser realizada de duas formas: pelo professor ou pelos próprios alunos. Quando a divisão é executada pelo professor, o critério seguido é o da separação igualitária em duas partes da lista de presença de alunos em ordem alfabética. Na divisão realizada pelos próprios alunos, os gerentes escolhem os futuros funcionários para a sua empresa de forma alternada e em um ambiente restrito.

Cada grupo deve se dividir em setores predeterminados, entre eles: de projetos, de planejamento, de almoxarifado, de produção e de qualidade. O setor de produção é subdividido em outros quatro subsetores: ajustes e montagens, fresamento, torneamento e soldagem.

A escolha da área de atuação de cada aluno é feita de forma que todos fiquem no setor com o qual mais se identifiquem ou que possuam habilidades para desenvolver suas atividades; entretanto, também há a possibilidade de o aluno ligar-se a um setor no qual deseja aprender ou aperfeiçoar suas competências. A estrutura final da empresa pode ser observada na Figura 1.

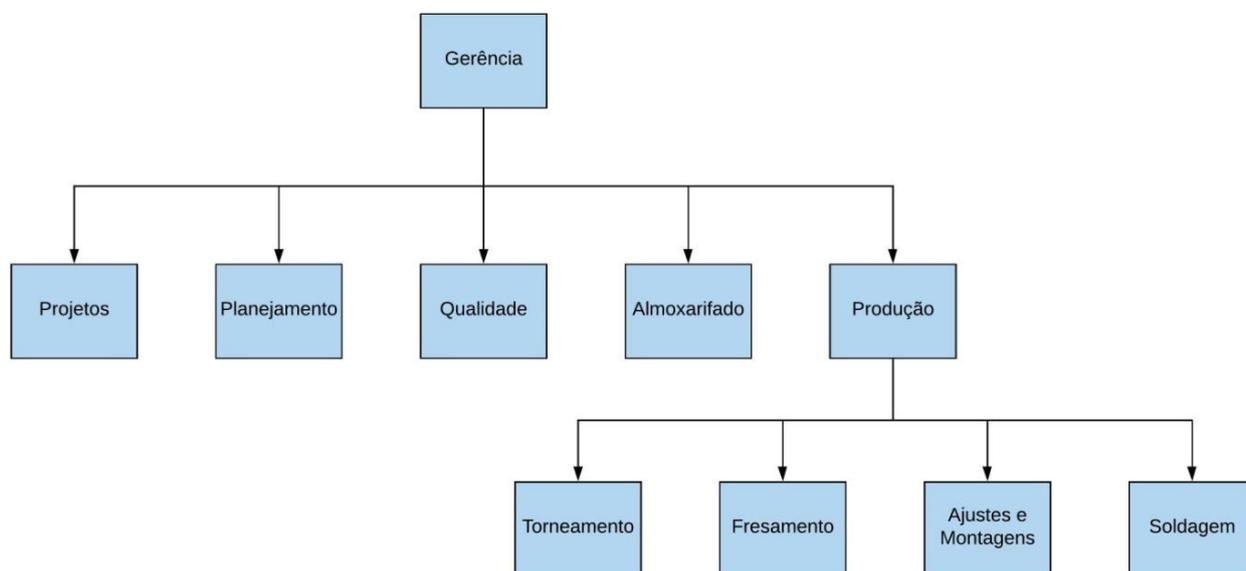


Figura 1: Organograma setorial.  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

# Setores

Os alunos do setor de projetos estudam as possibilidades de criação do produto de acordo com a demanda do cliente. Eles são responsáveis por definir as dimensões de cada peça, criar os desenhos técnicos, determinar as tolerâncias de cada medida e os elementos auxiliares que compõem os produtos, e por fim, escolher o material mais apropriado para cada peça, levando em consideração as solicitações mecânicas de acordo com a finalidade do produto. É de grande importância que os projetistas tenham conhecimento do maquinário que a empresa possui para criar produtos cuja execução seja viável. Os projetos dos produtos devem ser feitos com o auxílio de um software de modelagem 3D.

O setor de planejamento é responsável por definir a ordem de produção e os dias em que será realizada cada tarefa. Deve-se proceder a um planejamento a longo prazo, uma vez que há feriados, emendas de feriados, eventos inesperados, descarte de refugos e possibilidade de manutenção no maquinário. Destes problemas apresentados, apenas feriados podem ser considerados no planejamento inicial, aquele que precede a produção. Também há o monitoramento da produção para realizar os ajustes necessários e mantê-la o mais próximo possível do planejado. Um exemplo de planejamento desenvolvido no estudo pode ser observado na Figura 2.

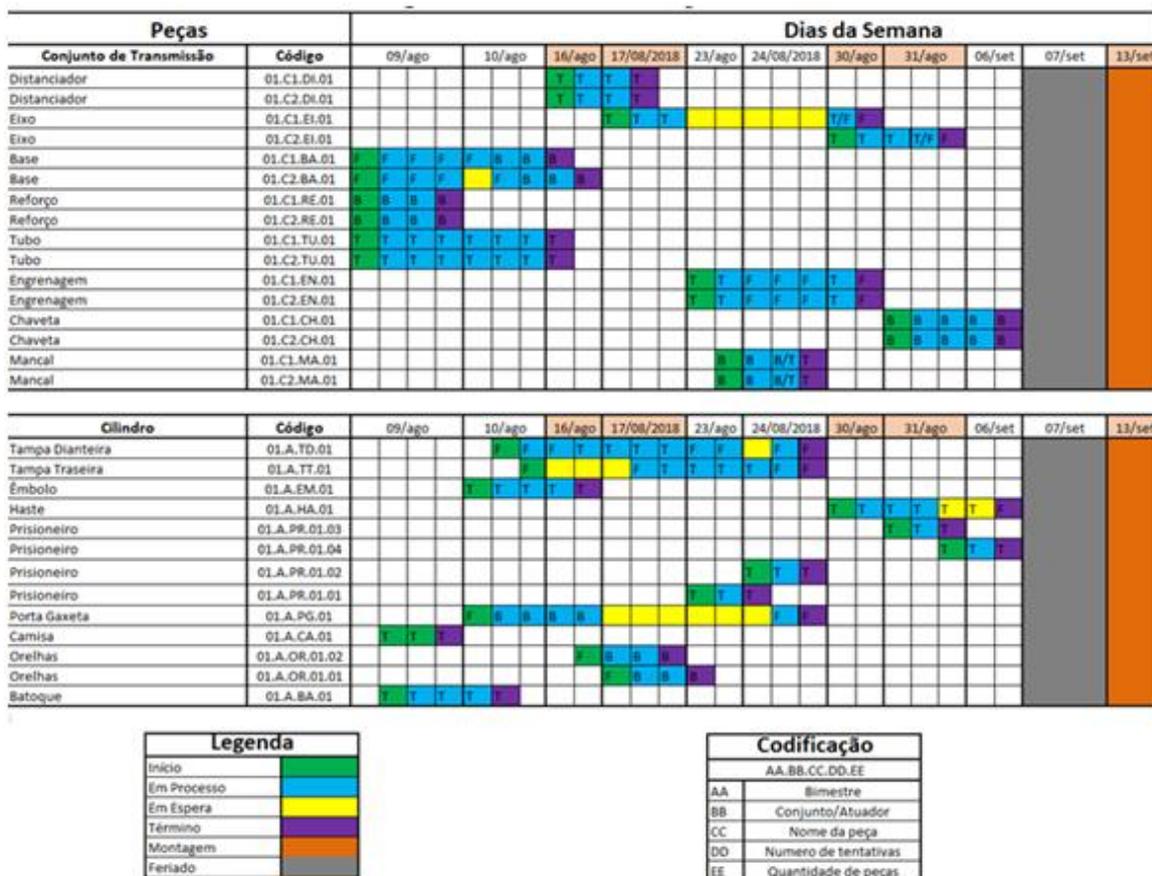


Figura 2: Exemplo de planejamento  
 Fonte: Elaboração dos autores (2019)

Os alunos integrantes do setor de almoxarifado ficarão encarregados de cinco funções: organizar as peças em caixas dentro do almoxarifado (de matéria-prima, em processo, de refugo, destinadas à qualidade, de serviços concluídos e de acessórios), ter o controle de entrada e saída de peças, criar uma codificação-padrão para todos os produtos da empresa, como é mostrado no exemplo da Figura 3; além disso, deverão realizar o pedido de compra, conferir o material entregue e fornecer a matéria-prima para o setor de produção.

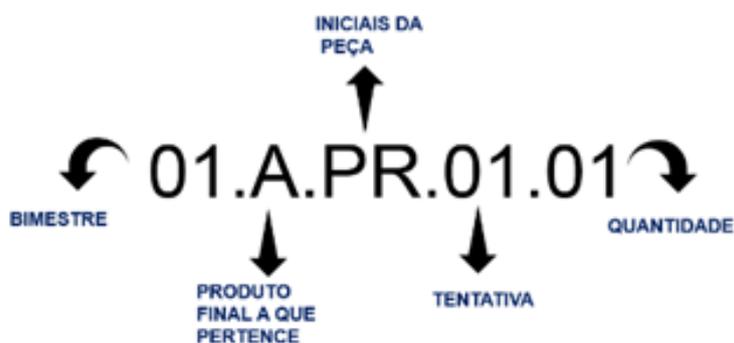


Figura 3: Exemplo de codificação de peça  
Fonte: elaboração dos autores (2019)

A produção, como já foi citado anteriormente, precisa ser dividida em quatro subsetores: torneamento, fresamento, soldagem e ajustes e montagens. Os alunos do torneamento serão responsáveis por operar os tornos mecânicos, máquinas utilizadas para usinagem em peças com perfil cilíndrico ou quadrado com bastante precisão e agilidade. Cada aluno desse setor deverá utilizar um maquinário próprio para obter o melhor desempenho possível. Caberá ao setor de fresamento operar as fresas, máquinas extremamente necessárias para a grande retirada de material, bem como efetuar rasgos e furos com grande precisão, dentes de engrenagens e ângulos precisos em peças de maior tamanho.

A soldagem é um setor que não possui tanta atividade quanto as da produção, uma vez que só é solicitada quando duas ou mais peças são finalizadas e precisam ser unidas pelo processo de solda. A área de ajustes e montagens deverá realizar serviços manuais, como rosqueamento com macho e uso de limas, além de operar máquinas de pequeno porte da oficina, tais como furadeira, calandra, serra vertical e dobradeira. Os alunos desse setor ficarão responsáveis pela montagem, testes e pintura dos produtos.

Após a produção, a peça seguirá direto para o setor da qualidade. Com o uso de ferramentas de medição como paquímetro, micrômetro e o imicro, os alunos irão avaliar se a peça está de acordo com os projetos. O processo precisa ser realizado três vezes em cada medida; por meio da média aritmética se obtém um resultado final, o qual deverá ser comparado com a medida no desenho técnico levando em consideração a tolerância. Caso a peça não esteja de acordo com o que foi solicitado, ela deverá ser considerada refugo, ou seja, não atendeu às exigências para compor o produto e deve ser descartada. As duas situações devem ser registradas através de documentação elaborada pelo próprio setor.



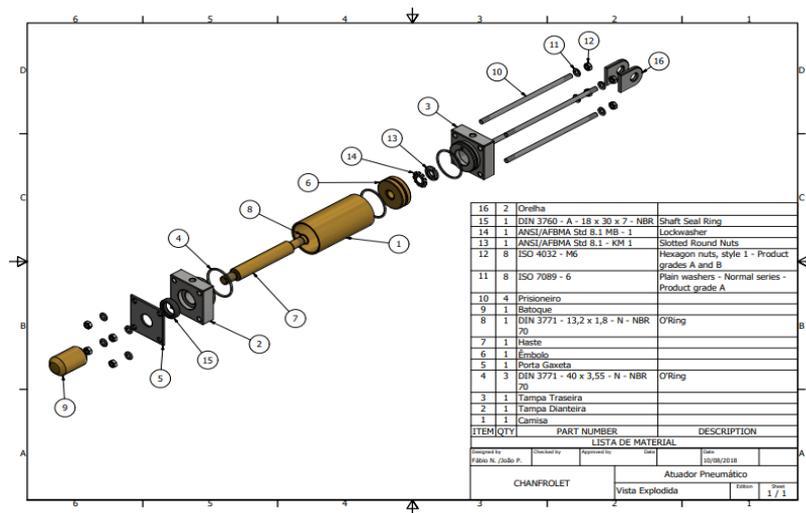


Figura 5: Atuador pneumático.  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

O setor de produção apresentou dois lotes, sendo o primeiro fabricado no primeiro bimestre letivo e composto por 2 conjuntos de transmissão e 1 atuador pneumático. O segundo lote foi produzido no segundo bimestre letivo e variava de acordo com o desempenho da turma, mas sempre tendo uma demanda de produtos superior em relação ao primeiro. Sua função foi desafiar as empresas a produzirem um número maior de peças com a mesma quantidade de maquinário, de funcionários e no mesmo período do lote anterior. Além disso, ainda foi requerida a implementação de inovações e de soluções para as dificuldades encontradas. Alterações nos projetos e mudanças de setores só foram permitidas na troca de lote.

## Avaliação

A avaliação do aluno é composta por três fatores. O primeiro, que representa 20% da nota final, é uma avaliação feita pelos colegas que compõem a empresa em relação à atuação de determinado aluno por média aritmética, por exemplo: se há 5 alunos avaliando um único, a nota desse quesito é a soma das notas dos 5 alunos posteriormente dividida pelo número de avaliadores, no caso, cinco. O segundo, que também representa 20% da nota final, refere-se à apresentação da empresa realizada pela gerência, para a qual são apresentados detalhes do processo e dos setores bem como os produtos e suas especificações. Por fim, o terceiro quesito é o *feedback* do cliente (professor), que representa 60% da nota final, cuja avaliação é gerada de acordo com a qualidade do produto que lhe foi entregue levando em consideração o aspecto estético e as dimensões de cada peça conforme o projeto e sua funcionalidade. Sendo assim, a nota final do aluno pode ser definida através da média ponderada dos três quesitos.

Os produtos devem ser entregues montados, pintados, embalados e em condições de uso. Caso o grupo não consiga finalizar a produção completa do que foi solicitado dentro do prazo determinado, não é permitido que as peças produzidas sejam entregues posteriormente; o grupo não irá dispor da nota que seria atribuída ao produto.

Ao receber os produtos, o professor, que nesse momento desempenha o papel do cliente, analisa o acabamento do produto e faz os testes necessários para verificar se ele está funcionando da maneira correta. Em seguida, cada conjunto é desmontado e o professor mensura todas as dimensões de cada peça para conferir se tudo está de acordo com o projeto.

## *Resultados*

No primeiro lote da turma acompanhada no estudo, ou seja, os produtos produzidos no primeiro bimestre letivo, ambas as empresas não obtiveram um desempenho tão satisfatório durante a atividade, uma vez que houve muitos refugos; além disso, alguns alunos não tiveram a postura adequada, ausentando-se das aulas, demorando para iniciar as tarefas, realizando as atividades visando o término e não a qualidade, e por conta de atrasos, os dias finais ficaram sobrecarregados, porém todos conseguiram entregar os produtos no prazo estipulado.

Ao final do processo, após o segundo lote, os alunos demonstraram melhoras no âmbito da comunicação interpessoal, no trabalho em equipe e no cumprimento de responsabilidades; também apresentaram soluções para os problemas encontrados durante o desenvolvimento do primeiro lote e propostas de melhorias para as turmas futuras.

Outros benefícios puderam ser observados: o espaço da oficina foi mais bem explorado, novas ferramentas foram utilizadas e os alunos puderam refletir sobre o impacto da sua atuação na empresa, tanto na qualidade do produto final quanto na nota final comum a todos, aspectos que foram ressaltados em uma reunião geral ao final do segundo lote, na qual houve a troca de experiências diante da atividade proposta. Os alunos reconheceram que o projeto representou um grande desafio; alguns pensavam que nem seriam capazes de entregar os produtos de acordo com as exigências solicitadas, mas ambas as empresas conseguiram atender à solicitação e melhoraram a produtividade e a qualidade das peças no segundo lote. Além disso, relataram que, graças a essa experiência, tiveram de agir diante de situações inesperadas, fora do planejamento, e também tiveram de saber lidar com opiniões diferentes dos colegas, aspectos que retratam bem o ambiente de trabalho.

As duas empresas tiveram um relacionamento muito positivo; por um lado, a concorrência gerou um clima de competição entre os alunos, o que estimulava cada um a dar o melhor de si pelo projeto; por outro lado, em alguns momentos elas se ajudavam; quando um equipamento ficava parado por conta da manutenção, por exemplo, se a outra empresa tivesse o mesmo tipo de máquina sem uso, a emprestava, levando em consideração que o mesmo poderia acontecer com ela em outra ocasião. O reconhecimento de melhoria entre ambas também foi um ponto forte, fazendo com que os alunos percebessem a importância de apreciar a evolução do colega e o valor da cooperação, fosse ela oriunda da empresa de que fizeram parte ou da empresa concorrente.

O resultado final do conjunto de transmissão pode ser observado na Figura 6, bem como o do atuador pneumático na Figura 7.



Figura 6: Conjunto de transmissão produzido durante o estudo  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)



Figura 7: Atuador pneumático produzido durante o estudo  
Fonte: Elaboração dos autores (2019)

## *Considerações finais*

A partir do estudo em foco neste trabalho foi possível observar as contribuições da aula prática na formação profissional dos alunos nos cursos superiores de engenharia. A atividade desenvolvida promoveu a cooperação entre eles levando-os a atingir um objetivo comum a todos, superando as dificuldades encontradas, além de propiciar o crescimento profissional e pessoal de cada um. Também foram verificados: a evolução dos alunos e do grupo como um todo na produção do segundo lote através do aumento da produtividade, uma melhor gestão na utilização dos maquinários sem se observar momentos ociosos, um melhor relacionamento interpessoal entre os alunos, maior comprometimento deles na elaboração das atividades e, por fim, melhores resultados no produto final.

A análise geral dos resultados comprova a eficácia da metodologia aplicada no ambiente universitário, mostrando a viabilidade de ser aplicada no referido meio. É importante ressaltar que, com as devidas adaptações, tal estratégia pode ser utilizada em outras áreas de estudo, bastando haver um fluxo de processo definido, delegação de tarefas e elaboração de um produto final como meta. Ademais, ao enfrentar situações que exigem um grande esforço coletivo, o aluno se sente mais motivado e mais desafiado a se superar, além de se sentir mais responsável pelo fato do seu comprometimento impactar no produto final e, conseqüentemente, na nota do grupo todo.

# Referências

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>. Acesso em: 14 abr 2019.

BOCCHESI, J.C. O professor e a construção de competências. In: ENRICHIONE, Délcia (Org.). *Ser Professor*. 4. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2004. Cap. 2. p. 21-30.

COSTAS, R. 'Geração do diploma' lota faculdades, mas decepciona empresários. 2013. Disponível em:

[https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/10/131004\\_mercado\\_trabalho\\_diplomas\\_ru](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/10/131004_mercado_trabalho_diplomas_ru). Acesso em: 14 nov. 2019.

DALFOVO, O. *Modelo de integração de um sistema de inteligência competitiva com um sistema de gestão da informação e de conhecimento*. 2007. 240f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento do Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LONGO, R.M.J et al. *Gestão do Conhecimento: a mudança de paradigmas empresariais no século XXI*. São Paulo: Senac São Paulo, 2014.

MALGLAIVE, G.. *Ensinar adultos*. Porto: Porto Editora, 1995.

PERRENOUD, P. *Pedagogia diferenciada: das intenções à ação*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RONQUI, L.; SOUZA, M. R. de; FREITAS, F.J.C. de. *A importância das atividades práticas na área da biologia*. *Facimedit*, v. 1, p. 1-9, 2009.