



FTT JOURNAL

of Engineering and Business

6ª Edição

FUNDAÇÃO SALVADOR ARENA
ENTIDADE MANTENEDORA

Conselho Curador

Presidente: Regina Celi Venâncio

Carlos Alberto Legori

Edson Marcos Zoccante

Hélio dos Santos Junior

Iara Satoco Fukunishi Yamada

Luis Carlos Rabello

Márcia Thiemi Uemura

Maria Luzia de Almeida

Marlene Barbieri Taveira

Nelson da Silva Leme

Regina Celi Venâncio

Toshihiko Kumamoto

Valcir Shiguera Omori

Venize Aparecida F. Vigatto

FACULDADE DE TECNOLOGIA TERMOMECANICA

Diretor Geral

Valcir Shiguera Omori

Diretora Acadêmica

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. 6	n. 6	p. 1 - 107	Dez. 2020
---	--------------------------	------	------	------------	-----------

CONTATO

Faculdade de Tecnologia Termomecanica

E-mail: journal@ftt.com.br

EDITOR ACADÊMICO

Prof. Dr. Fernando Felício Pachi Filho

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO EDITORIAL

Simone dos Santos Faria

APOIO EDITORIAL

Kátia Alves Aquino Guariso

Luciane Alves

Milena Medeiros de Andrade

Shirley Mayara Ferreira

Valéria Pompermayer Fazolim

Victoria Wiedenhofer Victorino

Zaida Carolina Pinheiro Alves

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

Profa. Dra. Adelice Minetto Snitowski (Universidade do Estado de Mato Grosso)
Profa. Ma. Ana Luíza Paraboni (Universidade Federal de Santa Catarina)
Me. Antonio Soares de Siqueira Neto (Centro Universitário UNA)
Profa. Dra. Andrea Machado Groff (Universidade Estadual do Paraná)
Profa. Ma. Araceli Farias de Oliveira (Universidade do Sul de Santa Catarina)
Profa. Dra. Ana Lúcia Fernandes Pereira (Universidade Federal do Maranhão)
Prof. Dr. Antonio Barbosa Souza Júnior (Universidade Federal do Ceará)
Prof. Me. Balduir Carletto (Universidade Estadual de Ponta Grossa)
Me. Brenon Diennevan Souza Barbosa (Universidade Federal de Lavras)
Ma. Camila Giacomelli da Silva (Universidade Federal de Santa Maria)
Profa. Ma. Camila das Neves Didini (Universidade Estácio de Sá)
Ma. Carlen Bettim Bianchini (Universidade Federal de Santa Catarina)
Prof. Dr. Danilo de Melo Costa (Centro Universitário UNA)
Profa. Dra. Delci Grapegia Dal Vesco (Universidade do Oeste do Paraná)
Me. Deliene Costa Guimarães (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais)
Prof. Dr. Emanuel Alves de Oliveira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte)
Me. Edgar Pamplona (Fundação Universidade Regional de Blumenau)
Prof. Dr. Fábio José Ceron Branco (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)
Prof. Dr. Fábio Ribeiro Oliveira (Universidade Federal da Bahia)
Prof. Dr. Fábio Ytoshi Shibao (Universidade Ibarapuera)
Me. Felipe Ozorio Giacomelli (Universidade Federal de Santa Maria)
Prof. Me. Francisco Lucas Chaves Almeida (Universidade Estadual de Campinas)
Profa. Dra. Érica da Costa Reis Carvalho (Universidade Federal de Juiz de Fora)
Ma. Estefania Júlia Dierings de Souza (Universidade Federal de Pelotas)
Profa. Dra. Fabíola Fonseca Ângelo (Universidade Federal de Juiz de Fora)
Me. Fernanda Oliveira Gomes (Universidade Federal do Piauí)
Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido (Universidade Federal de Campina Grande)
Prof. Me. Giovanni Batista de Souza (Instituto Federal de Santa Catarina)
Profa. Dra. Heloísa Gabriel Falcão (Instituto Federal de Goiás)
Me. Jefferson Henrique Barros (Universidade Estadual de Campinas)
Me. Jessica Gonçalves Vero (Universidade Estadual de Londrina)
Prof. Me. João Gabriel Nascimento de Araújo (Universidade Federal de Pernambuco)

Prof. Dr. Gustavo Melo Silva (Universidade Federal de São João del Rey)
Prof. Dr. Joel Dias da Silva (Fundação Universidade Regional de Blumenau)
Prof. Dr. José Glauber Cavalcante dos Santos (Universidade Federal do Ceará)
Me. Leonardo Pinto de Magalhães (Universidade de São Paulo)
Profa. Dra. Marcelle Elisa Fontana (Universidade Federal de Pernambuco)
Profa. Dra. Maria do Rosário de Fátima Padilha (Universidade Federal Rural de Pernambuco)
Prof. Me. Marlon José do Carmo (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais)
Profa. Dra. Margarida Masami Yamaguchi (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)
Me. Matheus da Costa Gomes (Universidade de São Paulo)
Me. Mayara Lúcia Bernardes (Universidade Federal de Santa Catarina)
Prof. Dr. Orlando Donato Rocha Filho (Instituto Federal do Maranhão)
Me. Paulo Mannini (Universidade de São Paulo)
Profa. Dra. Poliana Deyse Gurak (Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre)
Profa. Me. Rafaela Franqueto (Fundação Universidade Regional de Blumenau)
Profa. Dra. Rafaella de Souza Hneriques (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais)
Prof. Dra. Raquel da Silva Pereira (Universidade Municipal de São Caetano do Sul)
Prof. Dr. Renato Souza Cruz (Universidade Estadual de Feira de Santana)
Prof. Me. Roberto Ramos Morais (Universidade Presbiteriana Mackenzie)
Profa. Me. Rosângela Venâncio Nunes (Centro Universitário Estácio do Ceará)
Prof. Dr. Rogério Morano (Universidade Federal de São Paulo)
Prof. Me. Ronalty Oliveira Rocha (Universidade Federal de Sergipe)
Prof. Dr. Ronan Drummond de Figueiredo Rossi (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais)
Prof. Dr. Sidnei Alves Araújo (Universidade Nove de Julho)
Dra. Taís Aline Bregion dos Santos (Universidade Estadual de Londrina)
Prof. Me. Thiago Alberto Ramos Gabriel (Universidade Veiga de Almeida)
Profa. Dra. Valéria Cristina Palmeira Zago Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais)
Prof. Dr. Valmor Ziegler (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

Sumário

7 Editorial

Administração

8 ***Benchmarking e gestão do conhecimento: análises e proposição de ferramenta para empresas de consultoria em São Bernardo do Campo***

*Andréa Frimino de Sá
Absalão da Silva
Fernando Pereira Ramalho
Guilherme Loiacono
Matheus Silva Borba Araquan*

24 ***Inovação colaborativa: uma proposta para o gerenciamento de desafios e oportunidades para startups de base tecnológica***

*Leandro Rodrigues da Silva
Daniela Francisco da Silva
Jefferson Cezar Silva
Jessica Silva Pereira dos Santos
Quelli Galindo Artur de Oliveira Mesquita*

Engenharia de Alimentos

43 ***Desenvolvimento e obtenção de bebidas fermentadas por grãos de kefir em diferentes meios de cultura***

*Aline Resmini Melo
Carolina Resmini Melo Marques
Helena Bozzelo Leite
Larissa Bento Bortolatto*

56

Produção e caracterização de massas alimentícias com substituição parcial da semolina de trigo durum por farinha de feijão fradinho e arroz

Simone Shiozawwa

Lucas Eduardo Louvison Prestes

Rafael da Silva de Souza

Vinicius Vargas Antão Bezerra

67

Hortas como formas de utilização e disseminação de plantas alimentícias não convencionais no Brasil

Rúbner Pereira Gonçalves

Juliana Rodrigues Lima

Lais Oliveira Moraes

Engenharia de Computação

79

Aplicação de microsserviços para a concepção de ERPs: uma abordagem prática de padrões e antipadrões

Gabriel Lara Baptista

Erick Tiozzi

Laion Biazão

Rafael Cardoso

Rafael Galani

Engenharia de Controle e Automação

93

Desenvolvimento de sistema de estoque automatizado de baixo custo

Rogério Issamu Yamamoto

Douglas Hideki Watanabe

Matheus Cordeiro Rodrigues

Vitor Kirejian Bertaglia

107

Implementação do Protocolo UPC UA para controle de uma célula de manufatura, utilizando framework web voltado para Indústria 4.0

Marco Antônio Fumagalli

Augusto Afonso Castelo Branco

Wellington Santana Dias

Editorial

A pandemia da Covid-19 desencadeou uma crise sanitária sem precedentes na qual a preservação de vidas tornou-se a maior prioridade. Para além dos inúmeros prejuízos, a pandemia nos traz uma lição que não pode ser esquecida: a necessidade de continuarmos investindo e valorizando o trabalho dos pesquisadores. São estes profissionais que se dedicam ao estudo de problemas nos mais diversos campos do conhecimento permitindo que soluções sejam desenvolvidas para fazermos frentes a desafios da magnitude da pandemia. Elaborada ao longo de 2020, a sexta edição da FTT Journal é uma prova da determinação de pesquisadores de prosseguirem com suas atividades divulgando resultados de seus trabalhos, que poderão contribuir para o desenvolvimento de tecnologias que aprimorem nosso bem-estar. Nesta publicação, apresentamos oito artigos, que constituem uma pequena amostra do empenho de jovens pesquisadores.

Na seção de Administração, os pesquisadores Andréa Firmino de Sá, Absalão da Silva, Fernando Pereira Ramalho, Guilherme Loiacono e Matheus Silva Borba Araquan trazem os resultados de seu estudo feito com empresas de consultoria em São Bernardo do Campo. Eles demonstram como os conceitos e ferramentas de benchmarking e gestão de conhecimento são utilizados e fazem propostas de melhoria nos processos adotados por estas empresas. A inovação em startups de base tecnológica é o tema da pesquisa de Leandro Rodrigues da Silva, Daniela Francisco da Silva, Jefferson Cezar Silva, Jessica Silva Pereira dos Santos e Quelli Galindo Artur de Oliveira Mesquita. Os resultados apontam que a grande maioria das *startups* realizam ou já realizaram parcerias colaborativas para o desenvolvimento de inovações.

A seção de Engenharia de Alimentos traz três estudos. O primeiro deles trata do desenvolvimento e obtenção de bebidas fermentadas por grãos de kefir em diferentes meios de cultura. Realizado por Aline Resmini Melo, Carolina Resmini Melo Marques, Helena Bozzelo Leite e Larissa Bento Bortolatto, o trabalho avalia os efeitos da fermentação e a eficácia do processo produtivo pelo método tradicional. Os autores Simone Shiozawwa, Lucas Eduardo Louvison Prestes, Rafael da Silva de Souza, Vinícius Vargas Antão Bezerra relatam os resultados obtidos no trabalho Produção e caracterização de massas alimentícias com substituição parcial da semolina de trigo durum por farinha de feijão fradinho e arroz. Segundo os autores, há possibilidade de desenvolvimento de uma massa alimentícia nesse perfil com aumento de proteínas e fibras. Em seguida, o potencial de disseminação das plantas alimentícias não convencionais em hortas comunitárias é apresentado pelos pesquisadores Rúbner Pereira Gonçalves, Juliana Rodrigues Lima, Lais Oliveira Moraes.

Na seção de Engenharia de Computação, Gabriel Lara Baptista, Erick Tioffi, Laion Biazão, Rafael Cardoso e Rafael apresentam uma abordagem prática de padrões e antipadrões para aplicação de microsserviços em ERPs. Os autores demonstram como é possível alcançar uma aplicação baseada na arquitetura de microsserviços, escalável e com os melhores padrões.

Na seção de Engenharia de Controle e Automação, Rogério Issamu Yamamoto, Douglas Hideki Watanabe, Matheus Cordeiro Rodrigues e Vitor Kirejian Bertaglia propõem o desenvolvimento de um sistema automatizado de estoque e de baixo custo composto por estrutura modular simplificada e robô de coordenadas cartesianas. Em outro artigo, Marco Antônio Fumagalli, Augusto Afonso Castelo Branco e Wellington Santana Dias propõem a implementação do Protocolo UPC UA para controle de uma célula de manufatura com framework web para Indústria 4.0. Segundo os autores, o uso dessas tecnologias permite e facilita a integração de equipamentos de conectividade limitada à Indústria 4.0.



Benchmarking e gestão do conhecimento: análises e proposição de ferramenta para empresas de consultoria em São Bernardo do Campo

Benchmarking and knowledge management: analysis of the degree of knowledge and applicability of these tools by consulting companies in São Bernardo do Campo

Andréa Firmino de Sá (afirmino@cefsa.edu.br)

Doutoranda em Administração pela FEA-USP e professora de Administração da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Absalão da Silva (absa_silva82@hotmail.com)
Graduado em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Fernando Pereira Ramalho (fpr0102@gmail.com)
Graduado em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Guilherme Loiacono (glrmel@hotmail.com)
Graduado em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Matheus Silva Borba Araquan (matheus.araquan@hotmail.com)
Graduado em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Nathália Macedo Carvalho (nath.carvalho@gmail.com)
Graduada em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Resumo

Objetivando compreender o nível de conhecimento das questões e ferramentas do *Benchmarking* e da Gestão do Conhecimento por empresas de consultoria, em especial aquelas dos segmentos de gestão ambiental e gestão empresarial, este estudo bibliográfico e de pesquisa quantitativa e qualitativa analisou 26 empresas de consultoria da cidade de São Bernardo do Campo - SP, indagando seus funcionários sobre esses assuntos. Para tanto, os dados da pesquisa quantitativa, realizada via formulário on-line, foram analisados por meio do método da escala Likert, sendo pontuados de forma a classificar as empresas de consultoria em três grupos: aquelas com pouco, médio ou muito conhecimento dessas questões, concluindo, ao final, que a grande maioria delas (14, de um total de 26) possui pouco conhecimento desses conceitos e ferramentas, e que mesmo aquelas que possuem conhecimento médio ou bom poderiam melhorar os seus processos. O artigo sugere o uso de algumas ferramentas de gestão para suprir as necessidades específicas de cada grupo identificado no estudo, sendo elas: a análise SWOT, o ciclo PDCA e os Dashboards.

Palavras-chave: Benchmarking. Gestão do Conhecimento. Consultoria.

Abstract

In order to understand the level of knowledge of Benchmarking and Knowledge Management issues and tools by consulting firms, especially those in the environmental management and business management segment, this bibliographic study, and quantitative and qualitative research, analyzed 26 consulting firms from the city of São Bernardo do Campo - SP, asking their employees about these issues. Therefore, the data from the quantitative survey, conducted via online form, were analyzed using the Likert scale method, being scored in order to classify the consulting companies into three groups: those with little, medium or much knowledge of these questions. Concluding, in the end, that the vast majority of them (14 out of 26) have little knowledge of these concepts and tools, and that even those with medium or good knowledge could improve their processes, the article suggests the use of some management tools to meet the specific needs of each group identified in the study, namely: SWOT analysis, PDCA cycle and Dashboards.

Keywords: Benchmarking. Knowledge management. Consultancy.

Introdução

A preocupação com a inovação tem proporcionado diversos debates, sobretudo pela sua importância no desenvolvimento e sobrevivência das organizações. Isso porque o cenário atual é de grande competitividade e complexidade. No Brasil, por exemplo, a taxa de sobrevivência das empresas com até dois anos é baixa, ainda que tenha apresentado um crescimento aparente entre os anos de 2010 e 2014, passando de 54% para 77%. Esse crescimento deve-se à inclusão dos Microempreendedores Individuais (MEI) nessa conta, porém, quando eles são excluídos da análise, a taxa de sobrevivência permanece em torno dos 60% (SEBRAE, 2016).

Desse modo, procurando analisar as melhores práticas de Gestão para o aumento da longevidade das empresas, o presente estudo, qualitativo e quantitativo, procura compreender especificamente as questões do *Benchmarking* e da Gestão do Conhecimento a partir de uma pesquisa bibliográfica, bem como analisar o grau de domínio e a aplicação desses conhecimentos dentro das próprias empresas de consultoria que com eles executam seu trabalho no mercado. Para tanto, foi realizada também uma pesquisa do tipo quantitativa, via formulários de pesquisa on-line, junto às empresas de consultoria da cidade de São Bernardo do Campo, em São Paulo, sendo que os dados colhidos nestes formulários foram analisados por meio do método de escala Likert, pontuando seus valores para uma melhor interpretação desses elementos.

Essa análise se deu a partir de questionários aplicados aos gestores de 25 empresas de consultoria na cidade de São Bernardo do Campo, o que corresponde a 0,5% do universo da amostra. Dessa forma, esperava-se verificar o grau de domínio de conhecimento dessas empresas e de seus funcionários sobre os serviços de consultoria que executavam, sugerindo ainda uma ferramenta de melhoria, chamada “Pirâmide do Conhecimento”, de modo a ajudar essas empresas na adequação de seus processos e objetivos, de acordo com as melhores práticas de *Benchmarking* e Gestão do Conhecimento.

Fundamentação teórica

Benchmarking

Ainda que não seja papel deste estudo aprofundar-se na teoria por trás do *Benchmarking*, e nem descrever os pormenores de suas ferramentas, é importante ao menos definir o que engloba esse conceito e suas principais características, para deixar claro aquilo que esta pesquisa qualitativa e quantitativa investigou nas empresas de consultoria em questão. Assim, de acordo com Teixeira e Maccari (2014), *Benchmarking* é um instrumento utilizado para o aperfeiçoamento dos processos e práticas empresariais a partir do aprendizado das melhores práticas existentes no mercado, levando a um aumento de competitividade e do desempenho. Para identificar as melhores práticas utilizadas pelas empresas de referência, muitas ferramentas podem ser utilizadas, mas, no geral, cinco etapas básicas devem ser realizadas: determinar o objeto do benchmarking, identificar os parceiros, coletar e analisar os dados pertinentes, estabelecer metas, aplicar ações e monitorar os resultados.

Barcelos et al. (2017) diz que o *Benchmarking* é uma ferramenta de qualidade aplicada no mundo todo, sendo, em resumo, um processo de comparação e troca de experiências entre as empresas, objetivando a identificação e aplicação das boas práticas e das melhores soluções utilizadas pelas

concorrentes mais fortes do setor. Com isso, há um aperfeiçoamento dos processos e reduzem-se os custos, fazendo com que a empresa que aplica esse método destaque-se das demais, evoluindo ao ponto de atingir resultados similares aos da empresa de referência.

Com o acirramento dos mercados produtivos e dos consumidores, atualmente, para que uma empresa se mantenha competitiva e sobreviva, não basta apenas apresentar inovação e processos internos eficazes, mas faz-se necessário alinhar-se com as demais empresas do setor, principalmente as de referência, para aprender e reproduzir os seus melhores processos e práticas. Com isso, a análise de *Benchmarking* deve procurar alterar os processos de modo a aumentara qualidade dos produtos, serviços, ações e técnicas de controle da empresa, aumentando, conseqüentemente os seus rendimentos. Além disso, a empresa deve objetivar um processo de evolução contínua, seja ele incremental ou inovador (CNC, 2019).

Evolução do conhecimento

Para conseguir implementar o *Benchmarking*, é importante que a empresa aplique uma Gestão do Conhecimento bem fundamentada. Isso porque o conhecimento é tido como um dos maiores ativos e principal elemento de diferenciação entre as organizações que alcançam o sucesso e aquelas que sucumbem. Todavia, conhecimento não é necessariamente acúmulo de dados e informações, elementos que, apesar de correlacionados, são diferentes.

Dados e informações

Um “dado” pode ser entendido como uma informação grosseira, elementar, solitária, sem finalidade e definição precisa. Os dados não levam a nenhuma concepção, a menos que haja determinadas analogias entre eles com base nessas intersecções, resultando, então, em uma informação. Dado é a matéria bruta armazenada em uma tabela, por exemplo, sem qualquer significação, até o momento em que seja analisado dentro de um contexto e com um objetivo específico (HOFFMANN, 2009).

Desse modo, a informação pode ser entendida como um aglomerado de dados, sobre os quais são aplicados um ou mais significados. A informação é o dado dentro de um contexto, a partir de um entendimento e de uma leitura específica. Ou, em outras palavras: “a informação proporciona um novo ponto de vista para a interpretação de eventos ou objetos, o que torna visíveis significados antes invisíveis ou lança luz sobre conexões antes inesperadas. Por isso, a informação é um meio necessário para construir o conhecimento” (CARVALHO, 2012, p. 8).

Com isso, é possível verificar a interação existente entre dados, informação e conhecimento. Eles se complementam em uma relação de interdependência, não existindo um sem os outros. Por isso, a Gestão do Conhecimento não se faz sem uma administração eficiente de dados e de informações relativas à empresa, ao mercado e a todas as demais variáveis que influenciam em seus negócios. Definir o conhecimento, porém, é um pouco mais complexo.

Conhecimento

Durante as últimas décadas muito tem sido falado a respeito da importância do conhecimento para a sociedade contemporânea como um todo, e também para as empresas. Porém, a definição do conceito de conhecimento é complexa. Para Smith e Lyles (2011), essa dificuldade resulta do fato de que não se pode pensar o conceito do conhecimento como algo em si, como se o conhecimento

fosse uma coisa que se dá para além de sua relação com os dados e as informações. O conhecimento é mais um entendimento subjetivo adquirido pela análise de dados e informações.

Maraschin e Axt (2018) destacam também a dificuldade em se definir o conhecimento, explicando que o primeiro erro é o de conceber o conhecimento como uma essência, ou seja, como algo existente por si mesmo. O conhecimento, para as autoras, não é uma coisa, porque não há conhecimento em si, senão conhecimento de algo, estando, portanto, intrinsecamente relacionado com os dados e informações que lhe servem de base, sendo uma interpretação deles. E essa interpretação da realidade, chamada conhecimento, é sempre construída a partir de visões socioculturais.

Portanto, pode-se concluir que conhecimento é a compreensão de dados e informações, sempre relacionados com aspectos socioculturais e com as características da sociedade de um determinado local e tempo. A ideia de conhecimento na atualidade não é a mesma que existia antigamente. Atualmente, o conhecimento é uma construção social que deve alinhar-se ao seu tempo e, no caso das empresas, foco deste estudo, deve ser construído no dia a dia, a partir das infinitas informações que a sociedade e o mercado oferecem, abrangendo a compreensão de questões sociais, culturais, políticas e econômicas. Isso se dá pela Gestão do Conhecimento.

Gestão do conhecimento

Stefano et al. (2014) dizem que as empresas estão reconhecendo cada vez mais a importância dos ativos intangíveis como recursos estratégicos fundamentais para o seu diferencial competitivo. Em especial, a importância dos ativos do conhecimento. Para isso, o conhecimento deve ser gerido através de uma série de tecnologias, ferramentas e processos que realizam a ordenação, análise e compreensão de todos os dados e informações disponíveis para a empresa, acerca de si mesma, de seus clientes, funcionários, processos e do mercado em que está inserida, com o objetivo de ganhar competitividade e de se diferenciar de seus concorrentes.

O conceito de Gestão do Conhecimento iniciou-se com os estudos sobre competências e aprendizagem organizacional, os quais ressaltaram a relevância do conhecimento para o desempenho e para a vantagem competitiva das organizações. Saber gerenciar o conhecimento é necessário para que a organização compreenda a si mesma e o contexto em que está inserida, conseguindo inovar para apresentar um diferencial que a destacará de suas concorrentes. Para operacionalizar um modelo que privilegie a Gestão do Conhecimento organizacional é necessário desenvolver práticas gerenciais que permitam a criação, o compartilhamento e a retenção do conhecimento, e não apenas privilegiar o acúmulo de dados e informações (TAKAHASHI, 2015), algo que as empresas de consultoria geralmente ajudam a fomentar em suas clientes.

Empresas de consultoria

As empresas de consultoria em gestão se inserem neste cenário como aquelas que ajudam as organizações a compreenderem esses conceitos todos, aplicando as técnicas, ferramentas e processos de gestão do conhecimento para que consigam avançar em seus objetivos. No entanto, para realizar essa tarefa é importante que conheçam e apliquem esses conhecimentos internamente, antes de poderem vender um serviço de qualidade para terceiros.

A consultoria do conhecimento envolve um conjunto de atividades, tais como o diagnóstico empresarial, a sugestão de mudanças, a posse de conhecimentos técnicos necessários para a realização dessas mudanças bem como a análise de problemas e oportunidades que ajudam os *stakeholders* a perceberem, entenderem e agirem sobre fatos que ocorrem no ambiente da

empresa (MOURA, 2008). Por isso, é importante que a empresa de consultoria, e seus funcionários, detenham o conhecimento completo dessas questões, tanto das teorias quanto das práticas de gestão empresarial e *Benchmarking*, para que possam direcionar seus clientes nesse sentido.

Metodologia e projeto de pesquisa

Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa caracterizou-se por aspectos qualitativos e quantitativos, sendo que a pesquisa qualitativa não se preocupa com a análise numérica e estatística dos dados, mas descreve uma determinada questão de forma a compreender os “como” e os “porquês” envolvidos nela. Já a qualitativa procura quantificar os dados e informações colhidos na pesquisa, oferecendo dados numéricos e estatísticos da questão investigada (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Assim, inicialmente, realizou-se uma pesquisa de revisão bibliográfica acerca dos temas da Gestão do Conhecimento e do *Benchmarking*, de modo a embasar os estudos posteriores realizados a partir da aplicação de questionários com 16 perguntas sobre esses temas para os profissionais de 26 empresas de consultoria de São Bernardo do Campo. Posteriormente, alguns dados colhidos nessa pesquisa foram mensurados de forma quantitativa através da atribuição de *scores* da ferramenta *Likert*.

Com isso, das 16 questões aplicadas aos participantes, 9 foram pontuadas em uma escala que variou de 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente), sendo essas as que passaram a constituir este estudo. Através do uso de estatísticas descritivas como a média e a amplitude, foi possível agrupar o somatório das 9 respostas, em *Likert*, em três grupos (<32; 32-35; >35), e após o agrupamento, foi possível aplicar a proposição de melhoria e inovação nos processos através da utilização da “Pirâmide do Conhecimento”, para a efetivação de melhorias na gestão do conhecimento e difusão da ferramenta do *Benchmarking* às empresas de consultoria localizadas em São Bernardo do Campo.

Foram 26 empresas pesquisadas, sendo que elas podem ser agrupadas em 3 setores distintos: empresarial, contábil e relacionadas ao meio ambiente. O setor de maior representatividade foi o de meio ambiente, com 15 empresas consultadas, o que representa 58% do total das amostras. Já as empresas de contabilidade foram 7, enquanto as do setor empresarial foram apenas 2.

Segundo o CNAE (Cadastro Nacional de Atividades Econômicas), existem no Estado de São Paulo cerca de 10.984.020 empresas, sendo que 2,58% pertencem à classe do ramo de consultoria, o que equivale a 282.458 empresas cadastradas. Na cidade de São Bernardo do Campo, verificou-se a existência de 80.722 empresas cadastradas, sendo que 717 pertencem aos ramos de consultoria (empresarial, contábil e meio ambiente), que foram os setores analisados por esta pesquisa (IBGE, 2014).

Análise dos resultados

Escala Likert

A escala de *Likert* foi criada por Rensis Likert (1903-1981), passando a ser utilizada em diferentes áreas, tanto no campo das humanidades e, especificamente, da Sociologia, como no das ciências

exatas. A metodologia *Likert* também pode ser considerada uma ferramenta de adição de níveis de avaliação em uma determinada questão, pelo uso de pontuação e de uma escala que ajuda a ordenar e compreender o assunto estudado de uma forma quantitativa (BERNSTEIN, 2005).

Na escala de *Likert* as questões são pontuadas em cinco níveis, que vão do “concordo totalmente” a “discordo totalmente”, sendo que os participantes da pesquisa devem ler a questão e escolher como resposta um desses cinco níveis de concordância, neutralidade ou discordância (VIEIRA; DALMORO, 2008).

A Tabela 1 representa as respostas das empresas de consultoria, de acordo com a escala *Likert*, e a soma de todas as perguntas realizadas.

Tabela 1: escala *Likert* aplicada às empresas

Nome da Empresa	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Questão 7	Questão 8	Questão 9	TOTAL POR EMPRESA
JJC	5	1	2	2	1	2	1	5	5	24
ADVANCED	5	4	4	1	4	4	1	2	5	30
GEOABC	4	4	3	1	5	4	4	3	5	33
CYCLE	3	3	3	4	5	5	3	3	4	33
MRA Serviços	5	5	4	4	3	3	4	2	4	34
Pacha	5	2	4	2	4	4	5	4	4	34
GNR	4	4	4	3	4	4	4	4	3	34
líder	4	5	4	3	5	5	3	3	3	35
Lourenço Associados	5	5	4	3	4	4	3	3	4	35
NOVA DINAMICA	4	4	4	4	5	5	3	3	3	35
Asscont-Bandeirantes	5	5	4	5	3	5	3	3	3	36
Oliveira Lima	5	4	3	3	5	5	4	4	4	37
AMBek	5	3	4	4	5	5	4	3	4	37
ACRESCENT	5	4	4	4	5	3	4	3	5	37
Ábaco	5	4	5	4	3	3	5	4	5	38
AmbTRI	4	4	4	5	5	5	4	4	3	38
Elemento Eco	5	4	4	4	5	5	4	3	5	39
FAEX	5	4	4	5	4	4	5	4	5	40
THOME BERNAR	5	5	4	5	4	4	5	4	5	41
Proto	5	5	5	4	4	4	5	5	5	42
Assecon	5	5	5	5	4	5	5	4	4	42
Impacta	5	4	4	5	5	5	5	4	5	42
Éllu	5	4	4	5	5	5	5	5	5	43
OCS	5	5	5	4	5	5	5	4	5	43
KOPF	5	5	5	5	5	5	5	4	5	44
Ábaco	5	5	5	5	5	5	4	5	5	44
TOTAL POR QUESTÃO	123	107	105	99	112	113	103	95	113	970

Fonte: elaboração dos autores (2019).

Análise horizontal

A análise horizontal permite verificar a soma de todas as pontuações obtidas em cada questão para cada uma das 9 perguntas realizadas, por empresa. Isso permite o agrupamento em cada um dos 3 níveis, segundo critérios estatísticos descritivos.

Após a contabilização dos pontos de cada consultoria, foi possível obter o gráfico apresentado na Figura 1, com as quantidades de consultorias por grupos de pontuações.

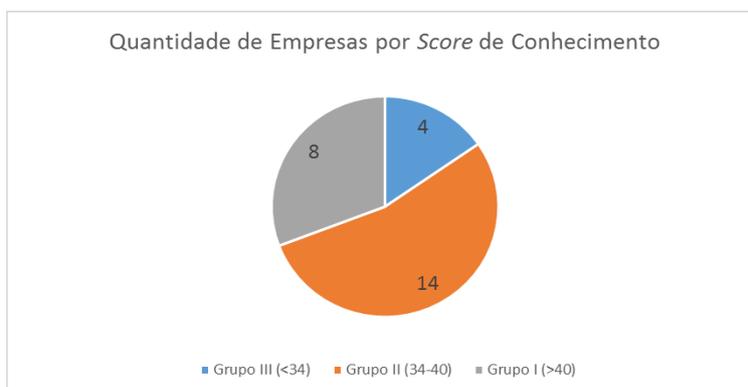


Figura 1: quantidade de empresas por score de onhecimento
Fonte: elaboração dos autores (2019).

A partir desses dados, foi gerado um *score* de pontuação, por meio da escala *Likert*, onde cada resposta representou um número (peso/valor) diferente, classificado de 1 a 5 (desde “discordo totalmente” até “concordo totalmente”). Em seguida, as pontuações obtidas nas 9 questões abordadas foram somadas para possibilitarem a geração de critérios de estatística descritiva, onde foram aplicados conceitos de amplitude (= 20), média (= 37) e desvio padrão (= 4). Com base nisso, 3 grupos distintos de consultorias foram criados, de acordo com os seus respectivos valores de pontuação obtidos. São eles: com pontuação menor que 34, pontuação entre 34 e 40 e pontuação acima de 40.

Esse *score* de pontuação é fundamental para a aplicação da inovação proposta e, com base nele, é necessário direcionar as consultorias para as melhores ações no que diz respeito ao processo de *Benchmarking* e Gestão do Conhecimento.

Quantidade de funcionários

Uma informação importante levantada na pesquisa foi a quantidade de funcionários por empresa de consultoria. A Figura 2 nos apresenta tais dados:

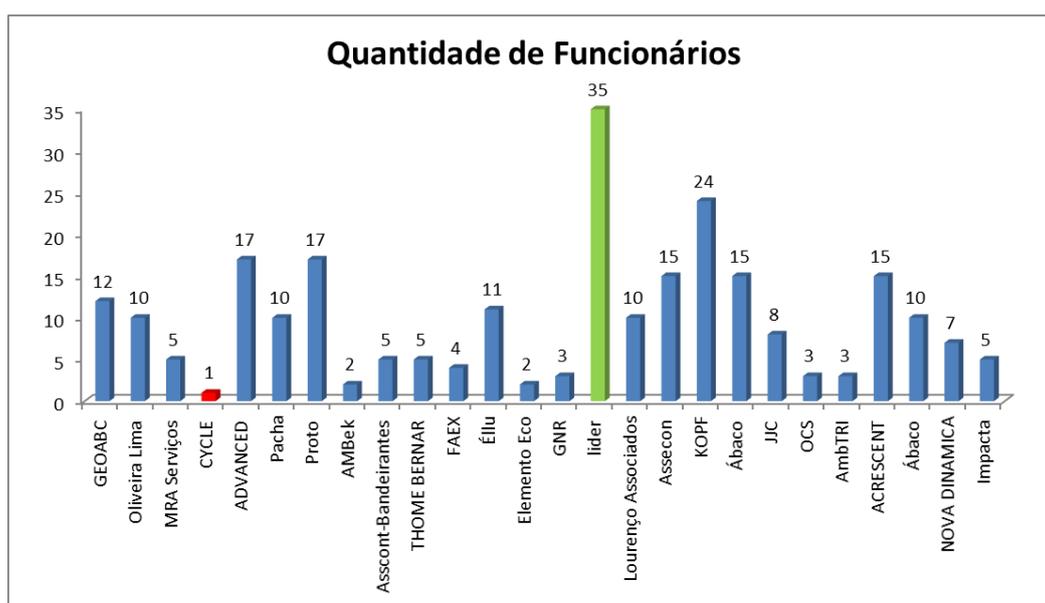


Figura 2: quantidade de funcionários
Fonte: Elaboração dos autores (2019).

A empresa Líder, por exemplo, possui 35 funcionários e obteve 34 pontos (Grupo II) no somatório das questões. Isso mostra que um número elevado de funcionários não é determinante para o alcance de uma pontuação elevada (Grupo III).

Já a empresa Advanced possui apenas 1 funcionário e obteve 30 pontos (Grupo I) no somatório das questões. Assim, não foi possível relacionar a sua pontuação final com o número total de funcionários, pois a empresa de menor pontuação (JJC – 24 pontos) possui 8 funcionários.

Tempo de atuação no mercado

Outra informação relevante obtida no estudo realizado foi o tempo de atuação das empresas de consultoria no mercado. A Figura 3 nos mostra o detalhamento do tempo de atuação de cada empresa pesquisada:

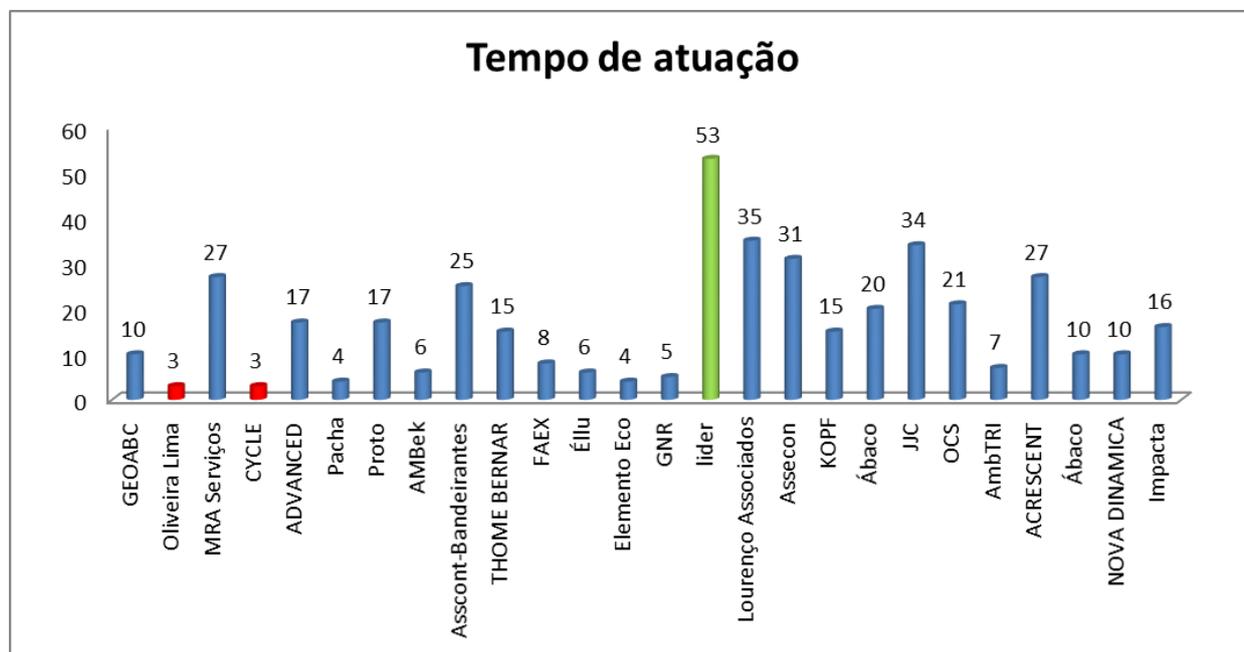


Figura 3: tempo de atuação.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

A empresa Líder possui 53 anos de atuação no mercado e obteve 34 pontos (Grupo II) no somatório das questões. Tais dados demonstram que um longo período de tempo de atuação no mercado não é determinante para o alcance de uma pontuação elevada (Grupo III).

Já a empresa Oliveira Lima e Cycle possui os menores tempos de atuação no mercado, com apenas 3 anos, e obteve 37 e 33 pontos respectivamente (Grupo II e Grupo I) no somatório das questões. Consequentemente, também não foi possível relacionar as suas pontuações finais com o período total de tempo de atuação no mercado, pois a empresa de menor pontuação (JJC – 24 pontos) existe há 34 anos.

Análise vertical

A análise vertical permite verificar a soma das pontuações obtidas por questão. Com isso, é possível observar como cada empresa conhece os termos (Gestão do Conhecimento e *Benchmarking*) abordados na pesquisa e sua aplicação em suas atividades no mercado.

A Figura 4 destaca a pergunta apresentada às empresas de consultoria que obtiveram o maior somatório analisado verticalmente (123 pontos, segundo a Tabela 1):

A Gestão do Conhecimento é um conceito importante para a sua empresa?

26 respostas

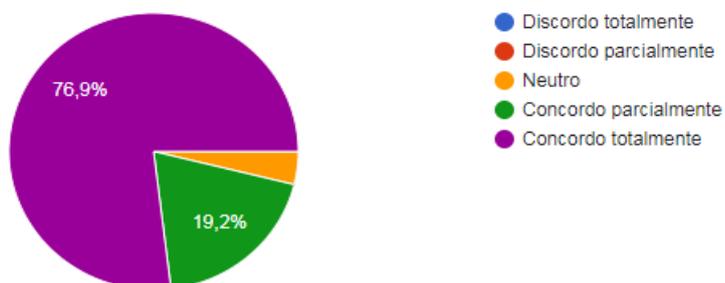


Figura 4: pergunta com maior somatório.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

É possível observar que 76,9% das empresas (20 consultorias) concordam totalmente (5 pontos na escala *Likert*) e consideram o conceito de Gestão do Conhecimento importante para suas empresas. Também é possível verificar que nenhuma das empresas pesquisadas discordou sobre a importância do conceito.

A Figura 5 apresenta a pergunta realizada para as empresas de consultoria que obtiveram o menor somatório analisado verticalmente (95 pontos, segundo a Tabela 1):

Atualmente a sua empresa realiza benchmarking com outras organizações?

26 respostas

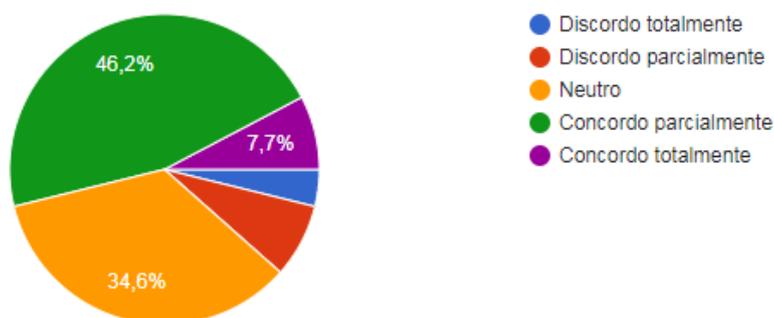


Figura 5: pergunta com menor somatório.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

É possível observar que apenas 7,7% das empresas (2 consultorias) concordam totalmente (5 pontos na escala *Likert*) e consideram que realizam o *Benchmarking* com outras organizações. Também pode-se constatar que 3 empresas de consultoria responderam que discordam totalmente ou parcialmente que elas realizam *Benchmarking* com outras organizações.

Inovação: pirâmide do conhecimento

Com o objetivo de estabelecer uma forma de trabalhar de maneira eficaz os dados obtidos na pesquisa com as empresas de consultoria, foi desenvolvida uma proposição baseada em ferramentas de marketing, qualidade e gestão do conhecimento que aborda de maneira específica cada empresa de consultoria e suas necessidades, baseando-se principalmente no resultado do *score* de pontuação obtido por cada uma delas, de acordo com os 3 níveis preestabelecidos.

A proposição de inovação para gerar melhoria nos processos das consultorias é realizada por uma escala vertical, denominada “Pirâmide do Conhecimento”, ou Hierarquia DIKW. Esse conceito é baseado em termos da língua inglesa (Data, Information, Knowledge e Wisdom) que significam: Dados, Informação, Conhecimento e Sabedoria. Em resumo, ela é uma estrutura de informações hierarquizadas onde cada parte atribui valores para a parte antecedente (MARQUES, 2019).

Nessa hierarquia a ordem dos termos é muito importante, sendo que tudo se inicia com os dados, o elemento mais básico da pirâmide. Eles são os componentes primários formadores das informações, as quais se configuram como uma junção de dados acrescidos de significado. No terceiro nível, o conhecimento mostra a forma adequada de se usar as informações coletadas, enquanto a sabedoria, que fica no topo da pirâmide, representa a forma a se alcançar o entendimento de quando e como usar as informações corretas para criar o seu próprio contexto (MARQUES, 2019).



Figura 6: Pirâmide do Conhecimento.
Fonte: Marques (2019).

Já a Figura 7 mostra uma adaptação dessa pirâmide, pensada de modo a acondicionar as três sugestões de ferramentas de melhoria para as três categorias de empresa identificadas por esta pesquisa. Nela observam-se as sugestões do uso da Análise SWOT para as empresas da faixa 1 (nível de dados), do PDCA para as da faixa 2 (nível de informação), e do Dashboard para as organizações que já se encontram na faixa 3, ou seja, aptas para atuarem no nível do conhecimento, por já aplicarem a Gestão do Conhecimento e o *Benchmarking* de modo completo e eficiente.

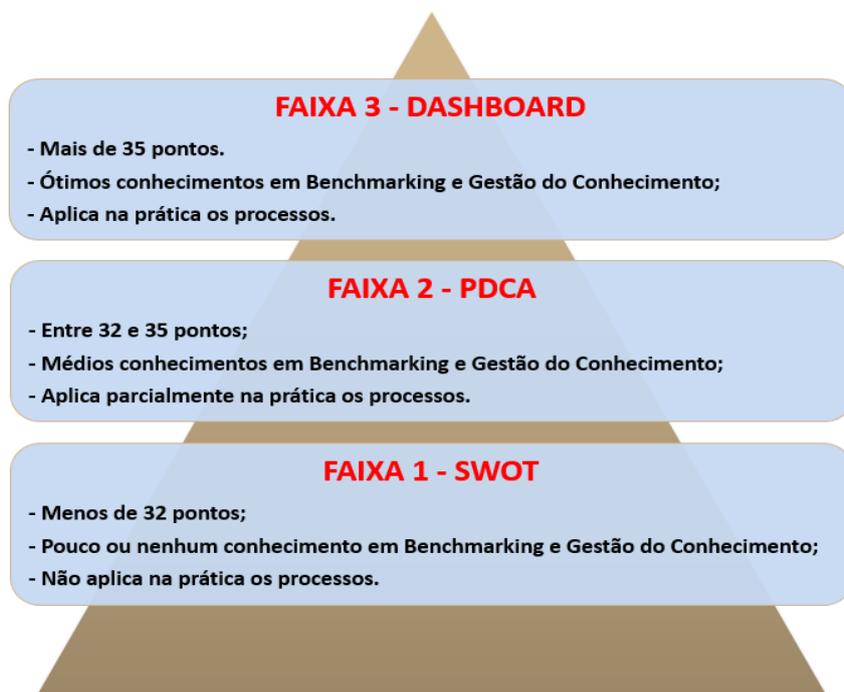


Figura 7: Pirâmide do Conhecimento pela classificação das empresas pesquisadas.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

Consultorias com classificação 1 (abaixo de 32 pontos)

Para essas empresas, sugere-se priorizar a aplicação do método de Análise SWOT, tendo em vista que elas necessitam de um maior conhecimento tanto de suas forças como de suas fraquezas, além de suas oportunidades e principais ameaças. Para complementar, é importante ressaltar também a necessidade de busca por parte das empresas classificadas nesse nível por conhecimentos teóricos e práticos sobre a Gestão do Conhecimento e o *Benchmarking*.

Como uma maneira de desenvolver e aplicar o planejamento estratégico, a Análise SWOT é vista de maneira muito forte e fundamental, pois auxilia o administrador tanto no mapeamento das forças e fraquezas internas da empresa, quanto sobre oportunidades e ameaças externas às quais as organizações estão diariamente sujeitas (DANTAS; MELO, 2008).

Os principais ganhos na aplicação da análise SWOT, além do aumento de conhecimento sobre as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da organização, são a ampliação da visão sobre as melhores oportunidades do mercado e a construção de uma base forte para aplicação dos processos aqui abordados (*Benchmarking* e Gestão do Conhecimento).

Consultorias com classificação 2 (entre 32 pontos e 35 pontos)

As consultorias classificadas aqui se encontram em situação mediana, pois demonstram possuir conhecimento sobre os assuntos abordados, mas ainda necessitam aplicá-los de maneira mais eficaz. O método recomendado para essa faixa de escala é o ciclo PDCA, pois dessa maneira a consultoria terá oportunidade de utilizar diferentes ferramentas de classificação e buscar por causas que facilitam o seu direcionamento para o alcance da aplicação efetiva tanto da Gestão do Conhecimento quanto do *Benchmarking*.

É importantíssimo que esse processo de gerenciamento seja contemplado e aplicado por todos os colaboradores da empresa, pois ele proporciona uma forma especial para o tratamento de questões que necessitem de melhorias, além de padronização dos métodos aplicados e o desenvolvimento de ótimas maneiras de se trabalhar e solucionar problemas (JÚNIOR, 2010).

Porém, neste ponto é importante observar que o ciclo PDCA é mais eficaz quando trabalhado apenas sobre um problema básico, fazendo com que toda a análise convirja em um resultado específico. Como alternativa para trabalhar na melhoria ou eliminação do problema raiz identificado, existe o Diagrama de Ishikawa.

Trata-se de um diagrama de causa e efeito, mais conhecido pelo nome de Diagrama de Ishikawa, que incide sobre uma figura gráfica utilizada como chave para o desenvolvimento de um método analítico, o qual objetiva mostrar quais são as causas de um problema específico (efeito). Esse diagrama também é conhecido como Diagrama Espinha de Peixe, pelo fato da sua imagem lembrar essa figura (MIGUEL, 2006).

Consultorias com classificação 3 (acima de 35 pontos)

As empresas de consultoria classificadas nessa faixa de pontuação demonstraram possuir um grande conhecimento sobre os termos “Gestão do Conhecimento” e “Benchmarking”, além de apresentarem uma aplicação assertiva desses conceitos e suas ferramentas em seus processos e atividades. Assim, o método recomendado para essas organizações é a utilização da ferramenta *Dashboard*. Por meio dela, as consultorias poderão adquirir um poder ainda maior sobre suas informações e dados gerados de diferentes maneiras, fazendo assim com que as tomadas de decisão se tornem muito mais eficazes e inteligentes diante dos concorrentes e do mercado competitivo, o qual se apresenta mais forte dia após dia.

De acordo com Gomes (2017), um dashboard, no contexto da Tecnologia da Informação (TI), é um painel visual que apresenta, de maneira centralizada, um conjunto de informações, tais como: indicadores e suas métricas. Essas informações podem ser utilizadas tanto pela TI quanto pela área de gestão empresarial. Desse modo, o uso dessa ferramenta pode ajudar na compreensão da do bom desempenho da empresa, representado em uma única tela, dando uma noção global dos processos do negócio da empresa.

Considerações finais

A consultoria empresarial pode ser definida como um processo de troca de conhecimentos e experiências de um consultor para outra pessoa ou organização, tendo em vista um objetivo qualquer, ou com a finalidade de diagnosticar e formular soluções acerca de um assunto específico. Ou seja, uma empresa de consultoria é aquela que utiliza o conhecimento como forma de gerar renda para si, enquanto auxilia outras empresas na melhoria de seus processos, no atingimento de suas metas e, conseqüentemente, no aumento de sua lucratividade. De forma que o investimento em uma boa consultoria não deve ser visto como um gasto, mas como uma possibilidade para que todos os agentes envolvidos ampliem seus conhecimentos, cresçam enquanto organizações e se destaquem no mercado.

Diante disso, e procurando verificar a efetividade e o conhecimento das empresas de consultoria de São Bernardo do Campo, em São Paulo, essa pesquisa qualitativa e quantitativa constatou que boa parte delas, ainda que comercializem o “Conhecimento” como o seu principal serviço, não utilizam a gestão do conhecimento no interior e nem no exterior da organização e desconhecem ferramentas importantes da Gestão do Conhecimento como o *Benchmarking*.

Ao longo de toda a pesquisa foi possível observar que os conceitos de Gestão do Conhecimento e de *Benchmarking* estão consolidados na literatura, ainda que sejam pouco explorados por empresas do setor de consultorias em São Bernardo do Campo. Por meio da pesquisa, foi possível inferir que muitas empresas desconhecem tais conceitos e as suas importâncias, mesmo que demonstrem um interesse em aprender mais sobre o assunto e formas de sua aplicação. Também foi possível constatar que, mesmo conhecendo os conceitos, muitas delas não os aplicam ou não sabem como aplicá-los em suas organizações ou nas empresas para quem prestam consultoria, desconhecendo ferramentas práticas para a sua execução, algo oferecido neste estudo.

No atual cenário do mercado produtivo e consumidor, com forte competitividade derivada da globalização, as organizações que souberem gerir o conhecimento de forma mais eficaz possuirão grande vantagem competitiva em relação à concorrência, pois o aprendizado e a evolução dos processos de troca de informações, coleta de dados, geração de conhecimento, conversão de dados em informação, informação em conhecimento, interpretação de dados e difusão desse conhecimento gerado é fundamental para garantir o sucesso dos negócios.

Com isso, uma vez identificadas as dificuldades das empresas analisadas, e tendo-as classificado em três grupos, ou seja, aquelas que possuem pouco, médio ou grande conhecimento dos conceitos e ferramentas da Gestão do Conhecimento, este estudo procurou sugerir ferramentas práticas que possam ser utilizadas por cada grupo de empresas, de forma que possam superar suas defasagens em nível de Gestão do Conhecimento, baseando-se no conceito da Pirâmide do Conhecimento.

Assim, foi sugerido o uso da Análise SWOT para as empresas da faixa 1 (com menores níveis de gestão do conhecimento), para que elas consigam se conhecer melhor, identificando suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Para as empresas da faixa 2 (com conhecimento médio dessas questões) foi proposto o uso do ciclo PDCA como forma de identificar as causas dos seus principais problemas, podendo atuar em sua resolução. Já para as empresas da faixa 3 (ou seja, aquelas que já aplicam bem esses conceitos), sugeriu-se o uso de Dashboards, que são representações visuais centralizadas de um conjunto de informações, tais como indicadores e suas métricas, que potencializam a eficácia da gestão administrativa e do conhecimento, elevando os patamares de eficácia da empresa.

Por conseguinte, recomenda-se aplicar a ferramenta Pirâmide do Conhecimento em outros segmentos de organizações diferentes de consultorias, a fim de ampliar a busca pela melhor performance no desenvolvimento do compartilhamento de informações e gerenciamento dos conhecimentos empresariais. Além disso, recomenda-se que novos estudos quantitativos sejam realizados com empresas de outras regiões do país, para se verificar a congruência dos dados aqui identificados, já que, segundo esta pesquisa, observou-se que a grande maioria das empresas de consultoria (14, num total de 26) não conhecem e não aplicam corretamente os conceitos da Gestão do Conhecimento que vendem para suas contratantes.

Referências

- BARCELOS, M. M. ET AL. Benchmarking com foco na satisfação dos usuários do transporte coletivo por ônibus. **Revista Transportes**, v. 25, n.3, 2017. Disponível em: <<https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1335/657>>. Acesso em 18 nov. 2019.
- BERNSTEIN, I. H. **Likert Scale Analysis**. **Encyclopedia of social measurement**. v.2, p.497–504, 2005.
- CARVALHO, F. C. **Esquema para gestão do conhecimento na organização**. 2012. Disponível em <<http://www.kmbusiness.net/gc.htm>>. Acesso em 15 abr. 2019.
- CNC – Confederação Nacional de Bens, Serviços e Turismo [ONLINE, 2019]. **Orientador de Benchmarking**. Disponível em <<http://cnc.org.br/central-doconhecimento/apostilas/orientador-para-benchmarking>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- DANTAS, N. G. S.; MELO, R. S. **O método de análise SWOT como ferramenta para promover o diagnóstico turístico de um local: o caso do município de Itabaiana/PB**. Caderno Virtual de Turismo, v. 8, n. 1, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1154/115416770013.pdf>>. Acesso em 25 nov. 2019.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa: manual da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 22 nov. 2019.
- HOFFMANN, W. A. M. **Gestão do conhecimento: desafios de aprender**. São Carlos: Compacta, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Demografia das Empresas** [ONLINE, 2014]. Disponível em:<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98073.pdf>>. Acesso em 24 nov. 2019.
- JÚNIOR, C. C. M. F. **Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no sesenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde**. São Paulo: INGEPRO, 2010. Disponível em:<http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Set/307-836-1-PB.pdf>. Acesso em 22 nov. 2019.
- MARASCHIN, C. AXT, M. **Conhecimento**. [ONLINE, 2018]. Disponível em:<http://www.ufrgs.br/lelic/files_gerenciar_de_arquivos/artigo/1998/56/1378918225capitulo_livro_conhecimento.pdf>. Acesso em 17 nov. 2019.
- MARQUES, J. R. **Entenda como funciona a pirâmide do conhecimento**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibccoaching.com.br/portal/entenda-como-funciona-piramide-do-conhecimento-e-seus-quatro-componentes/>>. Acesso em 25 nov. 2019.
- MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.
- MOURA, A. L. N. de. **A influência da resistência dos clientes no sucesso no trabalho do consultor interno em órgãos públicos: analisando a experiência do PROGESTÃO**, 229s. Dissertação (Mestrado). Curso de Administração, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em:<http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPE_073be1f2ed641029_fab724b52c245274>. Acesso em 20 nov. 2019.
- SEBRAE. **Sobrevivência das empresas no Brasil**, 2016. Disponível em:<<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/sobrevivencia-das-empresas-no-brasil-relatorio-2016.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2019.

STEFANO, N. M. ET AL. Gestão de ativos intangíveis: implicações e relações da gestão do conhecimento e capital intelectual. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 4, n. 1, p. 22-37, jan./jun. 2014. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4801006>>. Acesso em 21 nov. 2019.

TAKAHASHI, A. R. W. **Competências, aprendizagem organizacional e gestão do conhecimento**. Curitiba: Intersaberes, 2015.

TEIXEIRA, G. C. S.; MACCARI, E. A. **Proposição de um plano de ações estratégicas para associações de alunos egressos baseado em benchmarking**. XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária – CIGU, Florianópolis – Santa Catarina, dias 3, 4 e 5 de dezembro de 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/131917>>. Acesso em 15 nov. 2019.

VIEIRA, K. M.; DALMORO, M. **Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados?** In: XXXII EnANPAD, Rio de Janeiro, Setembro, 2008. Disponível em: <<https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/1386>>. Acesso em 25 nov. 2019.



Inovação colaborativa: uma proposta para gerenciamento de desafios e oportunidades para startups de base tecnológica

Collaborative innovation: a proposition for managing challenges and opportunities for technology-based startups

Leandro Rodrigues da Silva (pro14753@cefsa.edu.br)
Doutorando em Administração pelo Centro Universitário FEI e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Daniela Francisco da Silva (francisco.daniela@hotmail.com)
Graduada em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Jefferson Cezar Silva (jejh.new2020@gmail.com)
Graduado em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Jessica Silva Pereira dos Santos (je.sps@hotmail.com)
Graduado em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Quelli Galindo Arthur de Oliveira Mesquita
(quegalindo@hotmail.com)
Graduada em Administração pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Administração

Resumo

Esta pesquisa tem por objetivo analisar os desafios e oportunidades da colaboração para inovação em *startups* de Base Tecnológica. Foram utilizadas como direcionadoras deste estudo as teorias que compõem a colaboração para a inovação e a inserção de *Startups* no cenário da Tríplice Hélice. A pesquisa tem caráter exploratório descritivo com abordagens qualitativa e quantitativa, ambas desempenhadas por meio da revisão bibliográfica realizada acerca do tema para elaboração de questionário estruturado para as *startups* e entrevista semiestruturada, aplicada aos representantes de universidades e órgãos do governo. A análise dos resultados ocorreu por intermédio das técnicas de análise de conteúdo, análise de discurso e triangulação de dados. Os resultados indicam que a grande maioria das *startups* realiza ou já realizou parcerias colaborativas para o desenvolvimento de inovações, enquanto as demais alegam não terem realizado colaboração para inovação devido a algumas dificuldades encontradas para estabelecer parcerias. A contribuição deste estudo está pautada na apresentação do processo colaborativo para geração de valor, que visa à interação entre os agentes da Tríplice Hélice adaptados ao modelo de negócio das *startups*. Consequentemente, cooperam para a criação de políticas públicas, além de mostrar os caminhos que favorecem a redução dos desafios para as *startups*.

Palavras-chave: Inovação Colaborativa. *Startups*. Tríplice Hélice. Desafios e Oportunidades.

Abstract

The present study analyzes the challenges and opportunities of collaboration for innovation in Technology-based Startups. The theories that make up collaboration for innovation and the insertion of Startups in the Triple Helix scenario were used as a guide for this study. The study has a descriptive exploratory character with a qualitative and quantitative approach, both performed through the bibliographic review carried out on the theme for the elaboration of a structured questionnaire for Startups and semi-structured interview, applied to representatives of universities and government agencies. The analysis of the results occurred through the techniques of content analysis, discourse analysis and data triangulation. The results show that the vast majority of Startups have or have already made collaborative partnerships for the development of innovations, while the others justify not having collaborated for innovation, due to some difficulties encountered in establishing partnerships. The contribution of this study is based on the presentation of the collaborative process for generating value, which aims at the interaction between the agents of the Triple Helix adapted to the business model of Startups. Consequently, they cooperate to create public policies, in addition to showing the ways that favor the reduction of challenges for Startups.

Keywords: Collaborative Innovation. Startups. Triple Helix. Challenges and Opportunities.

Introdução

O desenvolvimento de tecnologias estabeleceu a necessidade de mudanças das organizações tradicionais, o que implicou o nascimento de *startups* em ambientes de incertezas. Dados da Associação de Investimento de Capital Privado na América Latina (LAVCA, em inglês) apontam investimentos de US\$ 1,4 bilhões em *startups* no Brasil durante o período de janeiro de 2017 a junho de 2018 e ressaltam que o número de *startups* triplicou de 2015 para 2019, constatando um crescimento de 207%. Atualmente, constam 13.145 *startups* mapeadas no território brasileiro, no caso de economias emergentes, como o Brasil, o investimento e o desenvolvimento de inovações podem significar melhores perspectivas de riqueza, competitividade e crescimento em longo prazo (LAVCA, 2018; VINCENZI; CUNHA, 2019; ABSTARTUPS, 2020).

Desse modo, a inovação pode ser compreendida como um processo que inclui ações, interações, compartilhamento de conhecimento e agregação de valor; conseqüentemente, pode ser estimulada, promovida e gerida. Apesar de ser algo desenvolvível, a promoção de inovação traz consigo complexidade devido às diversas mutações decorrentes do mercado e da necessidade de se estabelecer um período de tempo para que novas estratégias sejam estabelecidas, aceitas e difundidas internamente. É importante ressaltar que, em momentos de crise, o cenário pode divergir das realidades já vivenciadas pela sociedade, ocasionando a necessidade de tomada de decisões de forma ágil e assertiva; nesses casos, o tempo também se torna um desafio. Portanto, as organizações tendem a repensar suas estruturas tradicionais, seus processos e sua base de conhecimento em busca de inovação, adaptando-se às necessidades atuais do mercado (ANDRADE, 2015; PLONSKI, 2017).

Nesse contexto, torna-se necessário o desenvolvimento de constantes inovações para a sobrevivência das *startups*, visto que, o processo de geração de inovação está fortemente atrelado à sua capacidade de prever possíveis tendências mercadológicas e tomar decisões estratégicas, a fim de explorar oportunidades percebidas e convertê-las em inovações, seja na criação de novos produtos e serviços, seja nas formas estratégicas de conduzir os negócios, como também nas ações cotidianas, em processos ou na gestão (MACHADO; CARVALHO; HEINZMANN, 2012; SOUZA; SILVA; ABREU, 2019).

Como o ambiente de inovação é caracterizado por riscos, incertezas e depende de investimentos para o seu desenvolvimento, uma alternativa que possibilita empresas com recursos escassos a se apropriar da inovação apoia-se modelo colaborativo. A interação nas redes colaborativas é composta por vários agentes com interesses pessoais que estão inseridos no mesmo ambiente de negócios. Nesta circunstância, para as *startups* de base tecnológica os motivos para entrada em uma rede de cooperação estão relacionados com a falta de recursos e com a necessidade de incorporar conhecimento e desenvolvimento de parcerias estratégicas. Desse modo, considera-se que a colaboração pode estar pautada no modelo Tríplice Hélice, tendo em vista que o relacionamento entre universidades, indústrias e governo possibilita o desenvolvimento de um ecossistema propício à geração de inovação e difusão de conhecimentos (DESIDÉRIO; POPADIUK, 2015; CÂNDIDO, 2017; ETZKOWITZ; ZHOU, 2017).

Diante desse contexto, este estudo procura responder à seguinte questão-problema: Como a inovação colaborativa pode mitigar os desafios e aumentar as oportunidades para *startups* de base

tecnológica? É importante salientar que o objetivo geral é analisar os desafios e oportunidades da colaboração para se obter inovação em *startups* de (BT) sob a ótica da Tríplice Hélice. De forma específica, busca-se: a) mapear os principais desafios para promover inovação em *Startups* de Base Tecnológica (nesse novo tipo de empresa); b) identificar as oportunidades a partir de políticas públicas e ações relacionadas aos agentes do modelo Tríplice Hélice; c) apresentar o processo colaborativo para se alcançar geração de valor.

A metodologia utilizada possui caráter exploratório descritivo com abordagem qualitativa e quantitativa e ocorreu por meio de revisão bibliográfica, buscando como fontes: dados primários e secundários acerca dos conceitos abordados. Para coleta de dados, foi elaborado um questionário estruturado, direcionado aos gestores das *startups* e entrevistas semiestruturadas, aplicadas aos representantes de universidades e órgãos do Governo. A análise dos resultados ocorreu por intermédio das técnicas de análise de conteúdo, análise de discurso e triangulação de dados.

Fundamentação teórica

O termo *startup* surgiu na metade dos anos 90 caracterizado pelo seu nascimento de forma espontânea em um ambiente de incertezas, tendo como essência a inovação e rompendo paradigmas de mercados tradicionais. O desenvolvimento de tecnologias da informação e comunicação fortaleceram a base de conhecimento de economias em países industrializados e revolucionaram alguns processos originando as iniciativas empreendedoras, nas quais encontramos *startups* de base tecnológica que empregam conhecimentos científicos e tecnológicos, constroem seus negócios e operam realizando constantes pesquisas, testes e comprovações, a fim de aprender com seus resultados e elaborar novas hipóteses em busca de um negócio mais lucrativo e sustentável (AMARAL; RENAULT, 2019; BARRETO, 2019).

As *startups* de base tecnológica são empresas que surgem no mercado emergente, com grande potencial de crescimento e de geração de inovação no desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos, além de contar com uma forte base científica e tecnológica com o propósito de estudar e aplicar a inovações. Atualmente, o Brasil possui cerca de 13.145 *startups* registradas, sendo que 45% delas estão localizadas no Sudeste do país, gerando empregos para as regiões onde se situam. Apesar de boa parte delas ter uma estrutura enxuta em relação ao capital humano e recursos financeiros investidos, seu modelo é escalonável - empresa jovem e inovadora capaz de gerar lucros rapidamente em um ambiente de incertezas - seus negócios concentram-se em inovações disruptivas ou incrementais; normalmente surgem por meio de pesquisas de mercado onde foram identificadas lacunas de atendimento e carências dos consumidores (ALMEIDA; COSTA, 2018; ROCHA; OLAVE; ORDONEZ, 2019).

Nesse contexto, é possível ressaltar que a inovação é um componente que proporciona vantagem competitiva para as *startups* e o relacionamento entre universidades, indústrias e governo, conhecido como Tríplice Hélice, contribui para o crescimento de uma economia baseada em conhecimento e geração de inovação em uma determinada região. O modelo Tríplice Hélice foi criado durante a Segunda Guerra Mundial a partir do desenvolvimento de radares e da criação da bomba atômica, devido à necessidade de interação entre cientistas do MIT, engenheiros de empresas privadas e instituições intergovernamentais. (ETZKOWITZ; LEYDERDOFF, 1998; LATA; CUNHA, 2018; AMARAL; RENAULT, 2019).

O modelo Tríplice Hélice possibilita encontrar novas soluções que estimulam a criação de conexões entre a pesquisa acadêmica e o desenvolvimento industrial, sendo considerado uma ferramenta metodológica. O produto resultante desse modelo é fundamental para a criação de um ambiente propício à geração de inovação e difusão de conhecimentos para o desenvolvimento da sociedade. A colaboração entre indústrias e universidades é um elo necessário e estratégico, pois os conhecimentos gerados na academia e no mundo empresarial podem ser compartilhados e correlacionados, possibilitando o desenvolvimento de inovações em conjunto (ETZKOWITZ; LEYDERDOFF, 1998; RIBEIRO, 2017; LATA; CUNHA, 2018; AMARAL; RENAULT, 2019; IEDI, 2020).

O governo é um elemento clássico de parcerias público-privadas, sendo o principal responsável pela criação de um ambiente consensual e harmônico, reunindo os principais atores das esferas da Tríplice Hélice para idealizar e implementar projetos de inovação. Entre as atividades exercidas pelo Governo, é possível relatar a implementação de incentivos e políticas públicas, investimentos em centros de pesquisa e parques tecnológicos, fomento à pesquisa e promoção de recursos, os quais geralmente são escassos para a academia e para empresas (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017; LATA; CUNHA, 2018; AMARAL; RENAULT, 2019).

As universidades mudaram seu papel e deixaram de promover apenas ensino superior e pesquisa, dando importância à indústria equivalente à que é dada ao Governo. A academia é fonte geradora de conhecimento, criatividade, empreendedorismo, tecnologia e inovação, através de políticas e práticas destinadas às atividades econômica e social. Atuam na produção de pesquisas, projetos e transferência de conhecimento, os quais estimulam o nascimento de novas empresas e tornam-se uma força produtiva para a geração de renda e colaboração com indústrias, que operam na produção de bens e serviços (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017; LATA; CUNHA, 2018; AMARAL; RENAULT, 2019).

A dinâmica de relacionamento mútuo da tríade corrobora o aperfeiçoamento do desempenho de cada ator e se caracteriza por um processo de colaboração entre os agentes, atuando de modo sinérgico na criação de mecanismos para fomentar a inovação, como por exemplo, incentivos públicos, o Programa de Inovação em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP, MPME Inovadora, Inovativa Brasil e projetos de desenvolvimento econômico regional (Arranjos Produtivos Locais) que serão apresentados neste artigo (LATA; CUNHA, 2018; MARAL; RENAULT, 2019).

Colaboração para inovação

Nos últimos anos, a colaboração deixou de ser um conceito puramente teórico e se transformou em uma prática realizada pelas organizações, sendo definida como um processo interativo entre um grupo de indivíduos autônomos e interessados em trabalhar no mesmo problema ou com o mesmo objetivo, e compartilham regras, normas e estruturas para desenvolver e esclarecer pontos importantes e dúvidas relacionadas ao propósito comum (CASTRO; BRONZO; RESENDE; OLIVEIRA, 2015).

A colaboração é fonte de parcerias sinérgicas que induzem a geração do conhecimento; muitas vezes se caracterizam como alianças estratégicas ou redes de colaboração, com acordos contratuais que buscam cooperação entre os *stakeholders*, assim como relações horizontais e verticais a fim de construir uma base de recursos e o desenvolvimento de novos produtos. A aliança estratégica é uma forma de gestão que compartilha a capacidade dos atores para suprir a falta de recursos, sendo

possível a contribuição para processos de inovação e geração de novas oportunidades de negócios (BAGGIO; WEGNER, 2016; ALMEIDA; COSTA, 2018; MINEIRO *et al*, 2019).

A inovação é caracterizada pelo desenvolvimento de produtos, processos, serviços e métodos que impulsionam o progresso tecnológico e necessitam do desenvolvimento de políticas de incentivo por parte dos países, favorecendo então a criação de conhecimentos de forma colaborativa entre relacionamentos externos e internos às organizações (SORDI; CUNHA; NAKAYAMA, 2017; LIMA; CABRAL; BARBOSA; SANTOS, 2019; RIBAS; NISHYAMA; SOUZA, 2020; SILVA; DAMIAN; VALENTIM, 2020).

Nesse contexto, a colaboração para inovação, também apontada na literatura como uma estratégia de inovação aberta, promove benefícios significativos, dentre eles, a redução de custos, o compartilhamento de riscos, o acesso ao capital financeiro, ativos complementares, aumento da capacidade de aprendizado e transferência de conhecimento. Empresas nascentes, como as *startups* de base tecnológica, buscam iniciativas colaborativas para assegurar sua fonte de inovação; apesar das incertezas do processo inovativo, o aprendizado colaborativo representa a base de inovações, sendo um fator essencial para o desempenho mais eficiente das *startups* em um ambiente competitivo (CHESBROUGH, 2003; CASTRO; BRONZO; RESENDE; OLIVEIRA, 2015; BAGGIO; WEGNER, 2016; RIBAS; NISHYAMA; SOUZA, 2020).

Desafios e políticas públicas para startups de base tecnológica

Atualmente, o ambiente de inovação possui certa complexidade devido às mudanças e necessidades do mercado global, o qual é caracterizado pelo nível elevado de competitividade e mercado por riscos e incertezas que dependem de investimentos para o incremento inovativo (DUARTE; TODA; CASTRO; SEIXAS, 2019).

Sabe-se que a capacidade competitiva de uma organização pode depender de práticas gerenciais e da capacidade de marketing das empresas, o que significa que elas devem estar orientadas para o mercado e terem ciência do ciclo de vida das tecnologias desenvolvidas. No entanto, as *startups* de base tecnológica dispõem de uma estrutura enxuta com poucos colaboradores e a falta de alguns setores e profissionais especialistas em áreas específicas implicam dificuldade de análise de mercado (SCHREIBER; BOHNENBERGER, 2017; ALMEIDA; COSTA, 2018; SALES; DUARTE; MACULAN; CAMPOS, 2020).

As *startups* também enfrentam barreiras e desafios relacionados a características empresariais e de mercado, como por exemplo, a fase de comercialização de um novo produto. Essa dificuldade ocorre durante a etapa de introdução da inovação em relação ao mercado, pois, como a empresa está atrelada ao seu desenvolvimento e lançamento, torna-se necessária a validação do produto. Contudo, apesar de os empreendedores possuírem a capacitação técnica com uma forte orientação tecnológica, contam com fraca orientação mercadológica e empresarial, o que dificulta e muitas vezes resulta no insucesso de um projeto (DUARTE; TODA; CASTRO; SEIXAS, 2019; SALES; DUARTE; MACULAN; CAMPOS, 2020). O Quadro 1 mostra resumidamente alguns desafios relacionados ao desenvolvimento de inovações identificados em *startups* de base tecnológica.

Desafios para Inovação	Contextualização
Burocracia documental	O Brasil possui um dos processos mais demorados e burocráticos do mundo; são necessários mais de 100 dias só para se cumprir todas as exigências para abertura de uma empresa (FALCÃO, 2017).
Capacidade relacional	A falta da capacidade de relacionamento entre organizações impossibilita a expansão de recursos e obtenção de novas competências (ALMEIDA; COSTA, 2018).
Escassez de recursos	Faz-se necessário contar com recursos financeiros e humanos interligados, pois são necessários para se criar uma empresa lucrativa e com potencial para expansão (OLIVEIRA, 2019).
Estrutura organizacional	As startups de base tecnológica dispõem de uma estrutura enxuta com poucos colaboradores e a falta de alguns setores e profissionais especialistas em áreas específicas implica dificuldade de análise de mercado (SALES; DUARTE; MACULAN; CAMPOS, 2020).
Mentalidade restritiva	São fatores cognitivos que influenciam o processo de implementação de uma inovação, fundamentados na racionalidade limitada dos indivíduos (DUARTE; TODA; CASTRO; SEIXAS, 2019).
Processo de comercialização (Prova de conceito)	Essa dificuldade ocorre durante a fase de introdução da inovação ao mercado, pois os empreendedores possuem pouca orientação mercadológica e empresarial, o que resulta muitas vezes no insucesso de um projeto (SALES; DUARTE; MACULAN; CAMPOS, 2020).
Racionalidade limitada	Caracterizada pela limitação cognitiva do tomador de decisão em relação à identificação, coleta e processamento de informações disponíveis com um grau elevado de complexidade (SCHREIBER; BOHNENBERGER, 2017).

Quadro 1- Relação dos principais desafios para Inovação.
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Essas barreiras estão atreladas à complexidade da inovação, ou seja, à dificuldade de compreensão, acesso e uso dela, bem como à racionalidade limitada caracterizada pela limitação cognitiva, incertezas sobre o comportamento satisfatório da inovação, além da falta de capacidade relacional que dificulta a expansão de recursos, oportunidades, tecnologias, conhecimento e desenvolvimento de novas competências. Tais problemas podem ser explicados por três fatores internos de dificuldade, sendo eles: a mentalidade restritiva, a necessidade de incorporar conhecimento e a escassez de recursos (SCHREIBER; BOHNENBERGER, 2017; ALMEIDA; COSTA, 2018; DUARTE; TODA; CASTRO; SEIXAS, 2019).

Diante dos riscos e incertezas relacionados à entrada de empresas com propostas tecnológicas e inovadoras se faz necessária a criação de políticas públicas e ações que incentivem o seu desenvolvimento. O estímulo do setor público com projetos de fomento é essencial, pois ajuda a fortalecer o cenário de crescimento e geração de inovações, possibilitando maior competitividade para as *startups* (LIBRELON, 2014; BLACK, 2019 *et al*; START-UP BRASIL, 2020).

Por essa razão, no início do século XXI o governo brasileiro passou a implementar algumas ações que estimulam o crescimento de empresas inovadoras, com o intuito de alavancar a inovação e tecnologia no país. A estrutura que originou o desenvolvimento de outras políticas e incentivos são caracterizadas pela Lei de Inovação, nº 10.973/2004; Lei do Bem, nº 11.196/2005 e o novo marco legal da inovação, de nº 13.243/2016. Além dessas leis, no estado de São Paulo foi criada a Lei Paulista de Inovação, nº 1.049/2008, que é uma lei complementar que considera as alterações realizadas nas Leis Federais nº 10.973/2004 e nº 13.243/2016, regulamentando a legislação no

âmbito do estado de São Paulo referente às atividades de ciência, tecnologia e inovação. Essa lei aborda o relacionamento das instituições científicas, tecnológicas e de inovação do estado de São Paulo com as fundações de apoio e o credenciamento de núcleos de inovação tecnológica estaduais, entre outras normas gerais, gerando benefícios aos empreendedores e, de modo geral, estimulando o desenvolvimento de incubadoras, aceleradoras, programas de incentivo e outros investimentos para *startups* e pequenos negócios (BLACK et al, 2019).

Como instituição atuante na ampliação de incentivo público, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) é um órgão da administração federal direta, responsável pela formulação e implementação da Política Nacional de Ciência e Tecnologia (PNCTI), cujo objetivo é colaborar com a produção de conhecimento, geração de riquezas e a promoção da qualidade de vida da população brasileira. Entre as competências voltadas ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) destacam-se a criação de políticas nacionais de pesquisa científica e tecnológica e de incentivo à inovação e o planejamento, coordenação, supervisão e controle das atividades de ciência, tecnologia e inovação (MCTIC, 2020).

Dentro do MCTIC, há um indicador CT&I que compila dados de diversas fontes e possibilita analisar amplamente o sistema global do CT&I, permitindo a comparabilidade interestadual e do Brasil em relação aos outros países, além da divulgação anual de um plano de transparência da prestação de contas à sociedade brasileira nos âmbitos pertinentes ao órgão (MCTIC, 2020).

Instituição	Objetivo
MCTIC Programa: Start-Up Brasil	Estimular parcerias com aceleradoras proporcionando o crescimento empreendedor com foco na inovação, voltado a <i>startups</i> de base tecnológica. Com aporte financeiro de até R\$ 200.000,00 e bolsas de pesquisa, o programa atua como agente intermediador entre as <i>startups</i> e aceleradoras (LIBRELON, 2014; START-UP BRASIL, 2020).
FAPESP Programa: PIPE	Apoiar a pesquisa em ciência e tecnologia como instrumento para promover a inovação tecnológica; Incrementar a contribuição da pesquisa para o desenvolvimento econômico e social; Induzir o aumento do investimento privado em pesquisa tecnológica; possibilitar que as empresas se associem a pesquisadores do ambiente acadêmico em projetos de pesquisa visando à inovação tecnológica; e contribuir para a formação e o desenvolvimento de núcleos de desenvolvimento tecnológico nas empresas e para o emprego de pesquisadores no mercado. Disponibiliza aporte financeiro de até R\$ 1.200.000,00, bolsas em(para) pesquisa, e treinamento técnico (FAPESP, 2020).
BNDES Programa: MPME Inovadora	Prover financiamento de longo prazo e investimento em todos os segmentos da economia brasileira, através do fornecimento de créditos de até R\$ 20.000.000,00 para projetos voltados à inovação, e até R\$ 10.000.000,00 para capital de giro. Atua como principal instrumento para execução de políticas de investimento do Governo Federal, apoiando empreendedores nacionais de todos os portes, públicos, privados e individuais, e conta com agentes financeiros credenciados para o repasse de recursos (BNDES, 2020).
MDIC em parceria SEBRAE Programa: InovAtiva Brasil	Auxiliar empreendedores de qualquer segmento que tenham negócios inovadores e tecnológicos em estágio de operação e tração para amadurecimento de seus negócios, a fim de buscar investimentos e aumentar a fatia de mercado das empresas aceleradas. O InovAtiva disponibiliza recursos de capacitação, mentorias, conexões e interação com especialistas (BLACK, 2019; INOVATIVA BRASIL, 2020).

Quadro 2- Órgãos de fomento.
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

No Brasil, temos órgãos de fomento dedicados ao desenvolvimento científico e tecnológico das *startups* que auxiliam na produção de tecnologia, ciência, inovações e estimulam interações

estratégicas por meio de mentorias, parcerias com instituições públicas e privadas, financiamentos com condições específicas ao empreendedor, execução de eventos focados em *networking*, treinamentos para capacitação, bolsas de incentivo à pesquisa e disponibilização de outros recursos tangíveis e intangíveis que impulsionam o processo de geração de inovação. Com foco em empreendedorismo e capacidade gerencial, a iniciativa privada de aceleração de *startups* contribui para geração de novos modelos de negócios pautados na agregação de valor, representando verdadeiros núcleos de empreendedorismo com um ambiente institucional propício para inovação (BLACK et al, 2019; MATSUDA, TERRA, 2019; SEBRAE, 2020), conforme mostrado no Quadro 2.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa exploratória descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa, justificando-se pela busca de causas, quantificação de dados e análise de resultados, a qual também é direcionada aos pesquisadores para compreensão dos fenômenos, segundo a percepção dos sujeitos participantes do estudo (RICHARDSON, 1999; GIL, 2008; CRESWELL, 2010).

Conforme mostra o quadro 3, os procedimentos metodológicos utilizados ocorreram pela revisão bibliográfica, buscando como fonte de dados primários, livros, artigos e publicações oficiais acerca do tema abordado.

Fonte de dados:	Biblioteca Eletrônica Científica Online SciELO; Biblioteca Eletrônica de Periódicos Científicos SPELL; Google Acadêmico; Qualis-Periódicos ou Qualis/CAPES;
Tipo de literatura:	Artigos Científicos, Cartilhas, Congressos, Dissertações, Livros, Revistas, Sites e Teses.
Idiomas:	Inglês e português.
Período de busca:	Últimos cinco anos Dados históricos - Últimos vinte anos
Classificações:	A2, B1, B2, B3 e B4.

Quadro 3 - Protocolo e critérios para pesquisa e coleta de dados.
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A pesquisa bibliográfica é utilizada para obter conhecimento ou tentar solucionar um problema através da utilização de informações divulgadas em material gráfico, sonoro e informatizado, por meio da revisão da literatura de materiais já catalogados em bibliotecas, editoras e internet, sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico (BARROS; LEHFELD, 2000).

Além da revisão bibliográfica realizada acerca do tema, o levantamento de dados ocorreu por meio de questionário estruturado aplicado às *startups* de base tecnológica e entrevista semiestruturada realizada em uma *startup*, um órgão de fomento e um representante de universidade, a fim de aprofundar o entendimento sobre o assunto estudado, levando em consideração a interação entre entrevistado e pesquisador, buscando identificar e entender os desafios enfrentados pelas *startups* de base tecnológica por essas empresas para inovar. Por fim, foram utilizadas as técnicas de análise de conteúdo, análise de discursos e a triangulação dos dados para elaboração das considerações finais, conforme fluxo mostrado na Figura 1.

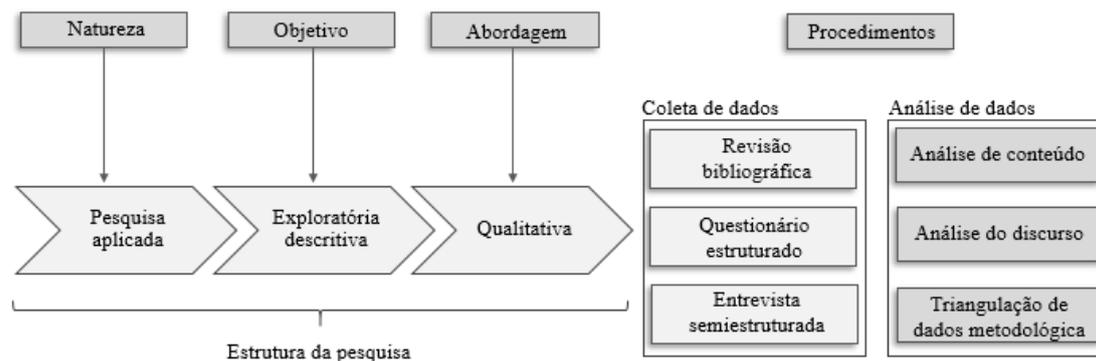


Figura 1- Procedimento metodológico utilizado na realização da pesquisa.
 Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Foi elaborado um questionário contendo perguntas abertas e fechadas voltadas às *startups* de base tecnológica, dividido em duas seções com perguntas distintas: a primeira delas com base na classificação das *startups* que já efetuaram algum tipo de colaboração para inovação, a fim de identificar os principais desafios e oportunidades encontrados durante este processo, e a segunda seção com perguntas focadas para as *startups* que nunca utilizaram ou não conhecem o modelo, buscando entender os principais fatores impeditivos para que essa parceria acontecesse.

Para se compreender de forma mais ampla e clara as experiências vivenciadas pelo objeto de estudo e os possíveis agentes parceiros, foram realizadas entrevistas com profissionais atuantes em cargos estratégicos como CEOs ou fundadores de *startups*, universidades que possuem projetos focados na fomentação e órgãos governamentais direcionados à inovação e à gestão de políticas públicas voltadas a esse setor, através das plataformas Google Meets e WhatsApp, permitindo que o entrevistado comentasse abertamente a experiência adquirida em sua instituição, com o objetivo de detectar seu nível de conhecimento sobre os programas de fomento e as dificuldades de se realizar parcerias para as *startups*, buscando entender inclusive, sobre o relacionamento entre as startups, universidades e governo.

Com base nos dados coletados, foram aplicadas três técnicas de análise: para o referencial teórico, a análise de conteúdo; para as entrevistas e questionário, a análise do discurso e a triangulação metodológica de dados para todo o material coletado e explorado, que possibilitaram aprofundar o entendimento e reduzir a fragilidade da pesquisa quando comparada a uma análise de técnica única (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011; ZAPPELLINI; FEUERSCHÜTTE, 2015).

A análise de conteúdo pode ser descrita como um estudo baseado em diversas fontes de coleta de dados com formatos variados, como: cartilhas, publicações oficiais, áudios, vídeos, fichas técnicas, entrevistas, questionários, formulários etc. Logo, conteúdos textuais documentados acerca do tema podem ser analisados e classificados pelo pesquisador como informações úteis ou não, de acordo com o objetivo da pesquisa. Alguns pesquisadores definem duas características principais para a técnica: a possibilidade de criação de hipóteses e a descoberta de novos conteúdos talvez não explícitos de forma documental, mas identificáveis posteriormente à análise (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

Esse processo pode ser dividido em três etapas: pré-análise, exploração do material e, por fim, tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A primeira etapa consiste em organizar os dados coletados tornando-os operacionais, ou seja, fazer com que a junção deles faça sentido e possibilite chegar a um resultado. A segunda está baseada em explorar os dados, codificá-los e classificá-los para gerar as informações mais úteis possíveis. A terceira, é analítica e crítica, em que

o pesquisador, com base em seus conhecimentos e nos dados expostos, realiza as interpretações e chega a uma conclusão (BARDIN, 2006; MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

Por conseguinte, foram realizadas as seguintes etapas: transcrição de entrevistas, leitura do material e identificação das palavras chave; categorização dos principais desafios, oportunidades, políticas públicas e ações de fomento realizadas; e por fim, análise dos dados a partir da interpretação das falas com base na literatura pesquisada, alocação e cruzamento dos dados para torná-los informações relevantes dentro do artigo.

A análise do discurso está atrelada às limitações da análise de conteúdo. Essa técnica possui caráter fortemente crítico: enquanto a primeira busca evidenciar o formato, a entonação e a forma de exposição em que as informações estão registradas, a análise do discurso foca na construção do discurso de forma prática, buscando identificar dentro da fala do entrevistado o que não foi dito explicitamente (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

A triangulação metodológica de dados pode ser compreendida como um processo de compilação, investigação e análise de dados minerados em fontes distintas, de formas diversas, em variados períodos do tempo e amostras. Além de aprofundar o conhecimento do assunto, ela permite validar e tornar a pesquisa confiável reduzindo o viés de inexatidão. Durante o processo de triangulação, é possível identificar divergências conflitantes entre as fontes, as quais demandam uma análise mais detalhada para se entender os fatores influenciadores que geraram a dispersão (ZAPPELLINI; FEUERSCHÜTTE, 2015).

Análise dos resultados

Com o objetivo de relacionar os dados pesquisados, esta seção apresenta os resultados obtidos através dos procedimentos de coleta de dados: questionário estruturado e entrevistas semiestruturadas. A análise é apresentada em cinco partes, sendo a primeira a caracterização das *startups* de base tecnológica e dos entrevistados; na segunda parte, foi possível relacionar as principais parcerias e programas de fomento realizados sob a ótica do modelo Tríplice Hélice; a terceira parte, associa os desafios identificados antes e durante o processo colaborativo; a quarta, refere-se aos benefícios da colaboração para inovação, e por fim, o modelo de geração de valor do processo colaborativo.

O questionário aplicado obteve sessenta e uma respostas, sendo a maioria delas realizada por CEOs e fundadores das *startups*. Foi possível identificar que 79% delas estão de 1 a 6 anos no mercado, com uma estrutura enxuta em relação ao número de colaboradores e a maior parte se encontra localizada na região Metropolitana de São Paulo.

Nota-se que os faturamentos mensais aproximados dessas empresas estão acima de 81 mil reais e as áreas de atuação mais exploradas para empreendimentos foram: Desenvolvimento de Aplicativos *Mobile*, *E-commerce/Marketplace* e *Software Operations*. A tabela 1 mostra de forma detalhada a representatividade dos respondentes.

Cargo	Representatividade	Faturamento mensal aproximado	Representatividade
CEO / CFO / COO	92%	Abaixo de 20 mil reais	26%
Coordenação / supervisão	8%	De 21 à 50 mil reais	7%
Tempo de existência	Representatividade	De 51 mil à 80 mil reais	7%
Abaixo de 1 ano	7%	Acima de 81 mil reais	57%
De 1 à 3 anos	46%	Prefero não declarar	3%
De 4 à 6 anos	33%	Área de atuação	Representatividade
De 7 à 9 anos	8%	Aplicativo Mobile	16%
Acima de 10 anos	7%	Automação	7%
Quantidade de colaboradores	Representatividade	Bem Estar	3%
Abaixo de 10 colaboradores	34%	Ciência de Dados	3%
De 11 à 20 colaboradores	34%	Consultoria	3%
De 21 à 30 colaboradores	13%	E-commerce / Marketplace	11%
Acima de 31 colaboradores	18%	Educação	3%
Localização	Representatividade	Educação de Dados	5%
Campinas	5%	Inteligência de Negócios	5%
Litoral Sul Paulista	2%	Logística	2%
Macro Metropolitana Paulista	3%	Marketing	3%
Metropolitana de São Paulo	70%	Recursos Humanos	5%
Piracicaba	2%	Software Operations	11%
Ribeirão Preto	2%	Suportes	2%
Outros Estados	16%	Outro	20%

Tabela 1- Caracterização das *startups* de base tecnológica respondentes.
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

As entrevistas foram realizadas com três instituições que contemplam o ambiente da Tríplice Hélice e que colaboram para o processo colaborativo: o Diretor de Produtos da Hondana, o Mentor de *Startups* do Programa InovAtiva Brasil e o Diretor do CIETEC - Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia, conforme detalhado no quadro 4.

Entrevistado	Cargo	Instituição	Papel na Tríplice Hélice	Tempo de entrevista	Meio utilizado
Entrevistado 1	Chief Product Officer	Hondana	Startup (empresa)	1h10 minutos	Aplicativo Google Meet
Entrevistado 2	Mentor de Startups	InovAtiva	Governo	15 minutos	Aplicativo WhatsApp
Entrevistado 3	Diretor	CIETEC	Universidade	1 hora	Aplicativo Zoom

Quadro 4 - Entrevistados.
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Foi possível identificar que 61% das *startups* já realizaram parcerias pelo menos uma vez ou ainda possuem acordos de colaboração para o desenvolvimento de inovações. Entre os agentes estão: aceleradoras, incubadoras, financiamento público do BNDES e outros, além de universidades e Governo. Com base nos resultados do questionário, fica evidenciado que as *startups* compreendem o processo colaborativo principalmente como alianças estratégicas, o que é representado por 38% delas, e pelo desenvolvimento de projetos entre organizações, por 35%. De acordo com Diretor do CIETEC (informação verbal)¹, atual diretor do Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia: “As *startups* desejam alargar as pesquisas e o conhecimento, então estar em uma incubadora é uma ponte muito importante para se aproximar de investimentos públicos de fomento e de investimento privado”.

Alguns programas são mais conhecidos como: Programa PIPE, promovido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Programa de Aceleração Inovativa Brasil, promovido pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, MDIC, em parceria com o SEBRAE. O

¹ Informação verbal concedida pelo Diretor do CIETEC, em entrevista, no dia 17 de junho de 2020.

Mentor de Startups do programa InovAtiva Brasil (informação verbal)² enfatiza que: “[...] o InovAtiva é um dos melhores programas do governo, sólido e com muito conteúdo. Nós não damos o peixe, mas ensinamos os empreendedores a pescar”.

Diretor do CIETEC (informação verbal)³, percebe que: “[...] o dia-a-dia das *startups* é de uma riqueza incrível. Juntar pessoas, cada uma com negócios diferentes, é uma ajuda e cooperação que acontece dentro do mesmo ambiente. Isto é um agregado de valor, pois, as *startups* se relacionam com as universidades e com o mercado. Cabe a nós realizar as pontes estudantes-empresas e um dos grandes valores que entregamos é esse ambiente de parceria, colaboração e de complementaridade de negócios”.

O maior desafio encontrado em *startups* de base tecnológica está diretamente atrelado à escassez de recursos financeiros, tecnológicos e intelectuais, justamente por serem negócios emergentes e pela necessidade de alavancagem. Em paralelo, a falta da capacidade de diálogo com outras organizações também colabora para a limitação de informações e dificuldades para a aquisição de financiamentos públicos e participação em outros programas.

Conforme depoimento do representante de startup (informação verbal)⁴: “[...] não possuíamos conhecimento sobre programas governamentais de incentivo à inovação e estávamos com uma equipe enxuta no início da *startup*. Devido à burocracia documental para conseguirmos aportes financeiros, consideramos mais viável dedicar nosso tempo para validar um produto e construir nossa carteira de clientes”.

Também foi possível identificar que durante o processo de colaboração, as *startups* encontraram desafios, sendo eles: o baixo aporte financeiro, pouca comunicação, dificuldades no desenvolvimento de projetos e lançamento de produtos no mercado.

Representante de startup (informação verbal)⁵ menciona que: “[...] identificamos que esse era um problema recorrente em outras *startups*, porque os profissionais que se unem para formar uma empresa, em sua maioria, detêm conhecimentos distintos, atuando em áreas diferentes e que existe falta de pessoas na área de gestão”.

Portanto, considera-se necessário o desenvolvimento de capacitações mercadológicas e empresariais para esses novos empreendedores, pois, muitas vezes seus conhecimentos são muito específicos, implicando dificuldade de alavancagem do negócio.

Alguns benefícios identificados provenientes da participação em programas de fomento ou parcerias de aceleração e incubação foram: ampliação da rede de contatos, *networking*, mentoria, aperfeiçoamento de produtos e serviços.

Representante de startup (informação verbal)⁶ comenta que: “Ao participar de um processo de incubação fomos conectados com especialistas que orientavam e sugeriam como encontrar soluções para os problemas; após as orientações havia um acompanhamento para validar as soluções aplicadas e identificar se as *startups* estavam evoluindo ou não. Este processo ajudou com contatos comerciais e foi um divisor de águas para a *startup*”.

² Informação verbal concedida pelo Mentor de Startups do programa InovAtiva Brasil, em entrevista, no dia 17 de junho de 2020.

³ Informação verbal concedida pelo Diretor do CIETEC, em entrevista, no dia 17 de junho de 2020.

⁴ Informação verbal concedida pelo representante de startup, em entrevista, no dia 9 de junho de 2020.

⁵ Informação verbal concedida pelo representante de startup, em entrevista, no dia 9 de junho de 2020

⁶ Informação verbal concedida pelo Representante da Startup, ex-Diretor de Produtos da Hondana, em entrevista, no dia 9 de junho de 2020.

No mesmo cenário, é possível evidenciar que a colaboração para inovação desenvolve a visibilidade e a visão estratégica para os negócios. O Mentor de Startups do programa InovAtiva Brasil (informação verbal)⁷ elucida que: “[...] as *startups* que passaram pelo programa InovAtiva foram muito bem estruturadas; além de trazer visibilidade para o negócio, criam um ecossistema favorável de conexão com mentores e investidores”.

É válido ressaltar que a criação de parcerias estratégicas contribui para a expansão dos negócios e na obtenção de aporte financeiro para aplicação em projetos, ou seja, são benefícios gerados através dos programas de colaboração para inovação.

Diante dos resultados apresentados abordando os desafios e oportunidades, foi criado um modelo que visa apresentar o processo de colaboração para inovação entre *startups* de base tecnológica, órgãos públicos e privados. Baseado no conceito da Tríplice Hélice, foram classificadas instituições de fomento e de apoio à pesquisa, adaptado ao modelo de negócio das *startups*, a fim de identificar as possibilidades de aplicação do modelo colaborativo para geração de inovação, reduzindo os impactos dos desafios previamente identificados e capacitá-las para o aumento de oportunidades para obtenção de vantagem competitiva. A Figura 2, representa a interação das *startups* com organizações secundárias em dois âmbitos: governamentais, constituídas por fundações, projetos específicos de apoio e fomento à pesquisa, legislação e subsídios de financiamentos públicos; e universidades, composto por incubadoras, parques tecnológicos, centros de tecnologias, desenvolvimento de conhecimento científico e promoção de negócios disruptivos.

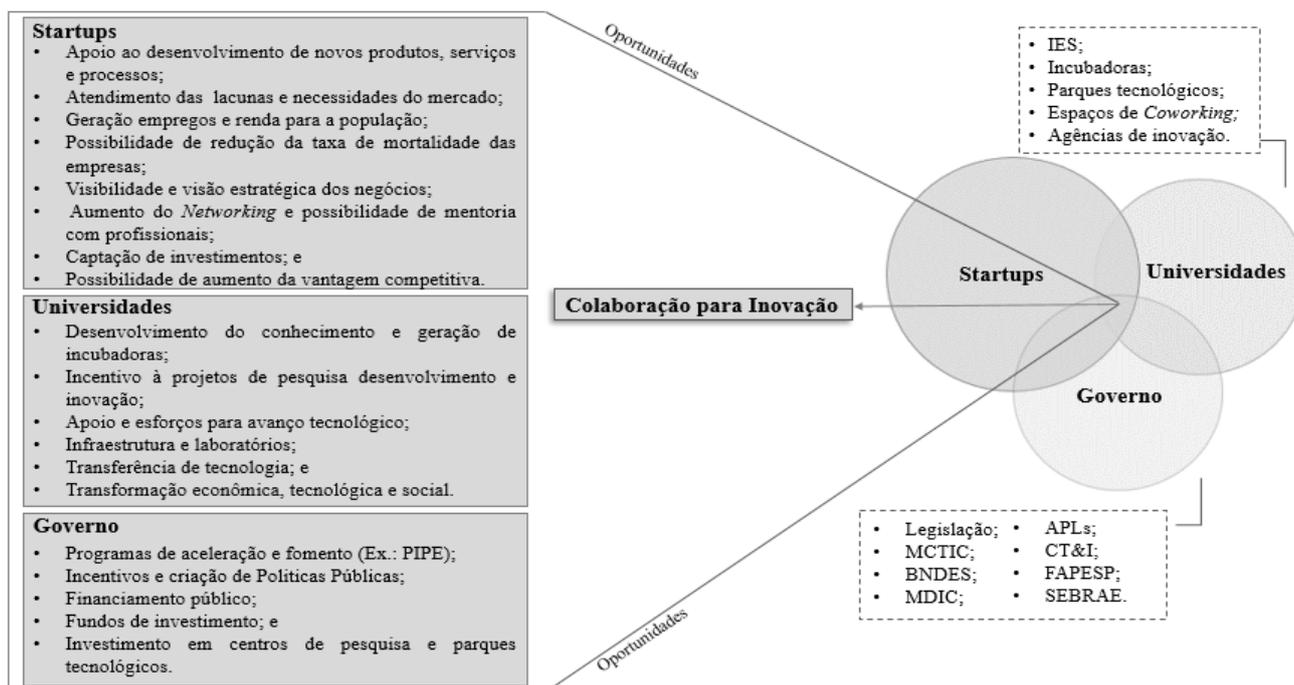


Figura 2 - Geração de valor do processo colaborativo.

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

⁷ Informação verbal concedida pelo Mentor de Startups do programa InovAtiva Brasil, mentor do programada InovAtiva Brasil, em entrevista, no dia 17 de junho de 2020.

Dada essa informação, o processo colaborativo ocorre na intersecção das hélices; por meio do relacionamento da tríade são geradas oportunidades de negócios para ambas as partes. Essas oportunidades podem estar relacionadas a projetos específicos, que são intermediados pelos órgãos citados, a processos de aceleração ou incubação para *startups* em fase de expansão e que almejam aumentar a fatia de sua participação no mercado, com o propósito de inserir novos produtos disruptivos ou incrementais em mercados emergentes ou já existentes, mas que ainda possuem oportunidades crescimento.

Esse processo está diretamente relacionado à geração de valor, ou seja, as atividades realizadas em parceria com as *startups* de base tecnológica são percebidas pelos *stakeholders* e, conseqüentemente, aumentam a visibilidade de todos os envolvidos frente ao mercado, sendo considerada uma contribuição prática.

Considerações finais

Tendo em vista o objetivo deste trabalho de analisar os desafios e oportunidades a partir de políticas públicas e ações relacionadas aos agentes do modelo da Tríplice Hélice para inovação em *startups* de base tecnológica, com base nos dados coletados, foi possível constatar que a apropriação do modelo de colaboração para inovação é um meio útil para o aumento das oportunidades e mitigação dos desafios, devido ao compartilhamento de recursos tangíveis e intangíveis capazes de proporcionar benefícios coletivos. Conforme dados da pesquisa, mais da metade das *startups* entrevistadas já fizeram ou fazem algum tipo de colaboração com foco no desenvolvimento de inovações, compreendem a abordagem e a consideram relevante para o seu modelo de negócio. Alguns programas e órgãos públicos e privados com esse viés se destacam em relação aos demais, como o Inovativa Brasil, Itaú Cubo e o programa PIPE da FAPESP.

Dentre os fatores mais comuns que dificultam o estabelecimento de parcerias para geração de inovação, destacam-se a escassez de recursos financeiros, tecnológicos e intelectuais, a reduzida capacidade de relacionameto e a concorrência com grandes e tradicionais *players* do mercado.

Além da análise dos desafios objetivando sua mitigação, foram identificadas oportunidades que podem trazer benefícios para as *startups* de Base Tecnológica, com a aplicação do modelo de geração de valor desenhado. Entre elas estão: a ampliação das redes de contato, mentorias e o aperfeiçoamento de produtos e serviços.

Compreende-se que a geração de inovação é um processo dependente de investimentos e da aplicação de recursos como: tempo, capital intelectual, tecnologias, ciências aplicadas, *networking* e constante gestão de conhecimento. Portanto, a adaptação do conceito da Tríplice Hélice ao modelo de negócio das *startups*, utilizado como base para a criação do modelo de geração de valor do processo colaborativo, foi extremamente necessária para a compreensão das possíveis contribuições e do papel de cada instituição no processo inovativo. Por fim, é possível enfatizar que a colaboração para inovação é uma alternativa viável para as *startups*, onde os parçipantes dedicam-se ao compartilhamento de recursos tangíveis e intangíveis, proporcionando benefícios coletivos. Este estudo, conseqüentemente, coopera para a criação e desenvolvimento de políticas públicas e mostra os caminhos que favorecem a redução dos desafios para as *startups* de base tecnológica.

Como sugestão para pesquisas futuras, aponta-se a possibilidade de associar outros conceitos, técnicas e ferramentas de gestão que possam aprimorar os conhecimentos abordados, bem como aprofundar as pesquisas com base na experiência das startups, em uma amostragem maior em

comparação com a aqui exposta, a fim de se compreender possíveis características e novas oportunidades de aplicação da colaboração. Também é recomendado avaliar o impacto da colaboração para inovação com o objetivo de obtenção de vantagem competitiva para as startups. Por fim, outra possibilidade seria a aplicação de uma pesquisa para compreensão a verificação dos fatores que impactam na gestão do conhecimento voltado à inovação colaborativa, bem como a maturidade dos gestores para promoção das relações de inovação entre essas empresas.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARTUPS. **Crescimento das Startups**: veja o que mudou nos últimos cinco anos. 2020. Disponível em: <https://abstartups.com.br/crescimento-das-startups/>. Acesso em: 25 fev. 2020
- ALMEIDA, J. M. S.; COSTA, P. R. Capacidade relacional e geração de inovações em empresas de base tecnológica. **Revista de Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 18, n. 3, p. 176-203, set-dez. 2018.
- AMARAL, M. G.; RENAULT, T. B. A Hélice Quíntupla das Relações Universidade-Empresa-Governo-Sociedade-Ambiente. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação - RASI**, Volta Redonda, v. 5, n. 2, p. 110-114, mai-ago. 2019.
- ANDRADE, M, C, F. Evidências teóricas para compreensão da inovação aberta (open innovation) nas organizações. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento – PG&C**, João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 31-42, jan-jun. 2015.
- BAGGIO, D.; WEGNER, D. Práticas Colaborativas de P&D do contexto de Pequenas e Médias Empresas Brasileiras. **Revista de Ciência da Administração – RCA**, Florianópolis, v. 18, n. 46, p. 52-67, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2016v18n46p52>. Acesso em: 16 jun. 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BARRETO, E. J. **Modelagem de equações estruturais direcionada à mensuração do desempenho das Startups brasileiras de base tecnológica**. 2019. 96 f. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/1996>. Acesso em: 26 maio 2020.
- BARROS, S. J. A.; LEHFELD, S. A. N. **Fundamentos de Metodologia Científica**: um guia para a iniciação científica. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2000. 70 p.
- BLACK, H. L. *et al*; Incentivos públicos ao empreendedorismo inovador por meio de programas de aceleração para Startups: InovAtiva Brasil. In: **Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – Ciki**. Porto Alegre, nov. 2019.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **MPME Inovadora**. 2020. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-mpme-inovadora>. Acesso em: 07 maio 2020.
- CÂNDIDO, A. Gestão da informação e inovação aberta: oportunidades em ações integradas. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, Portugal, v. 11, n. 2, p. 72-78, 23 jun. 2017.
- CASTRO, M. R.; BRONZO, M.; RESENDE, P. T. V.; OLIVEIRA, M. P. V. Relacionamentos Colaborativos e Desempenho competitivo de Empresas Brasileiras. **Revista de Administração de Empresas – RAE**, São Paulo, v. 55, n 3, p. 314-328, mai-jun. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902015000300314&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 16 jun. 2020.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation**: the new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business Press, 2003.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3.ed. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2010.

DESIDÉRIO, P. H.; POPADIUK, S. Redes de inovação aberta e compartilhamento do conhecimento: aplicações em pequenas empresas. **Innovation & Management Review – INMR**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 110-129, 25 jun. 2015.

DUARTE, I. M. O.; TODA, F. A.; CASTRO, M. C. D.; SEIXAS, G. C. Barreiras de adoção de uma inovação: o emprego da metodologia SCRUM na MRS Logística S.A. **Revista de Administração Sociedade e Inovação – RASI**, Volta Redonda, v. 5, n. 2, p. 198-220, mai-ago. 2019. Disponível em: <https://www.rasi.vr.uff.br/index.php/rasi/article/view/313>. Acesso em: 16 jun. 2020.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. Triple Helix of innovation: Introduction. **Science and Public Policy**, v. 25, n. 6, dez. 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279550435_Triple_Helix_of_innovation_Introduction. Acesso em: 11 jul. 2020.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142017000200023&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 22 jun. 2020.

FALCÃO, J. P. A. **Startup Law Brasil**: O Direito Brasileiro Rege Mas Desconhece As Startups, RJ. 2017. 147 f. Dissertação (Mestrado em Direito da Regulação) - Escola de Direito do Rio de Janeiro da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18186>. Acesso em: 20 jun. 2020.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE)**. 2020. Disponível em: <http://www.fapesp.br/pipe/sobre/>. Acesso em: 13 maio 2020.

GIL, C. A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 69 p. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

INOVATIVA BRASIL. **Sobre o InovAtiva**. 2019. Disponível em: <https://www.inovativabrasil.com.br/sobre/>. Acesso em: 25 abril. 2020.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Interação entre universidade e empresa no Brasil e no Mundo**. 2020. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_976.html. Acesso em: 14 fev. 2020.

LATA, C.; CUNHA, C. J. C. A. A Atuação da Tríplice Hélice em Santa Catarina pela Visão dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) do Estado. **NAVUS – Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 180-188, out-dez. 2018.

LIBRELON, D. **Políticas públicas de fomento à ciência, tecnologia e inovação direcionadas para startups brasileiras de base tecnológica**, SC. 2014. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina Campus Araranguá, Santa Catarina, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/132192>. Acesso em: 25 abr. 2020.

LIMA, S. M.; CABRAL, J. E. O.; BARBOSA, F. L. S.; SANTOS, A. R. Incentivos para Inovação e Desempenhos Inovativo e Econômico dos Estados e Regiões do Brasil. **Revista de Administração Sociedade e Inovação – RASI**, Volta Redonda, v. 5, n. 2, p. 221-240, mai-ago. 2019. Disponível em: <https://www.rasi.vr.uff.br/index.php/rasi/article/view/332>. Acesso em: 16 jun. 2020.

MACHADO, D. D. P. N.; CARVALHO, L. C.; HEINZMANN, L. M.; Ambiente favorável ao desenvolvimento de inovações e cultura organizacional: integração de duas perspectivas de análise. **Revista de Administração (São Paulo) - RAUSP**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 715-729, out-dez. 2012.

MAFFIA, L. F. C. M. *et al.*; A influência das aceleradoras de startup na tomada de decisão dos empreendedores. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, Paraná, v. 7, n. 11, p. 04-23, jun. 2019.

MATSUDA, P. M.; TERRA, G. Premissas e benefícios do modelo de gestão colaborativo em Startups. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 71-94, set-dez. 2018.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES: INSTITUCIONAL. **Institucional**. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/paginaInstitucional.html>. Acesso em: 25/04/2020.

MINEIRO, A. A. C. *et al.* Fatores motivadores e inibidores para a atuação em redes de empresas de base tecnológica: Um estudo de caso na rede de empresas de tecnologia, inovação e conhecimento (Retic). **Revista de Administração Mackenzie – RAM**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1-30, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-69712019000300201&script=sci_abstract&tIng=pt. Acesso em: 23 fev. 2020.

MOZZATO A. R.; GRZYBOVSKI D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: Potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea – RAC**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 4, pp. 731-747, jul-ago. 2011. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/rac>. Acesso em: 21 jun. 2020.

PLONSKI, G. A. Inovação em transformação. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 7-21. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142017000200007&script=sci_abstract&tIng=pt. Acesso em: 16 set. 2019.

RIBAS, R. T. M.; NISHIYAMA, M. A.; SOUZA, G. M. Investimento Estatal em Inovação e Repercussão na Atividade Econômica Nacional. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios - REEN**, Florianópolis, v. 13, p. 134-155, mai. 2020. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/EeN/article/view/7170>. Acesso em: 16 jun. 2020.

RIBEIRO, H. A. S. **Engrenagem Inovativa: análise e detalhamento do Modelo de Sistema Regional de Inovação do Sudoeste do Paraná**. 2017. 88 f. Trabalho de conclusão de curso (Programa de Pós-graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade, Centro de Engenharias e Ciências Exatas) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/108698162-Engrenagem-inovativa-analise-e-detalhamento-do-modelo-de-sistema-regional-de-inovacao-do-sudoeste-do-parana.html>. Acesso em: 25 nov. 2019.

RICHARDSON, Roberto R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999. 334 p.

ROCHA, R. O.; OLAVE, M. E. L.; ORDONEZ, E. D. M. Estratégias de inovação para Startups. **Revista Pretexto**. Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 87-99, abr-jun. 2019. Acesso em: 15 fev. 2020.

OLIVEIRA, L. X. **Desafios da Gestão Startup em uma Empresa de Pequeno Porte**, PR. 2019. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12222>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SALES, R. L.; DUARTE, F. J. C. M.; MACULAN, A. M.; CAMPOS, N. A. Comercialização de inovações: uma análise dos problemas enfrentados por pequenas empresas de base tecnológica graduadas em uma incubadora brasileira. **Revista da Micro e Pequena Empresa - RMPE**, Campo Limpo Paulista, v. 14, n. 1, p. 79-100, jan-abr. 2020. Disponível em: <http://www.cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RMPE/article/view/1275>. Acesso em: 10 jun. 2020.

SCHREIBER, D.; BOHNENBERGER, M. C. A racionalidade limitada e a percepção seletiva no processo decisório na área de P&D. **Revista de Gestão e Projetos – GeP**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 2, p. 58-70, mai-jun. 2017. Disponível em: <http://www.revistagep.org/ojs/index.php/gep/article/view/439>. Acesso em: 4 fev. 2020.

SILVA, E.; DAMIAN, I. P. M.; VALENTIM, M. L. P. Análise das convergências entre os Modelos de Maturidade e de Gestão do conhecimento e os pilares do índice Global de inovação. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 30, n. 1, mar. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/47431>. Acesso em: 16 jun. 2020.

SORDI, V. F.; CUNHA, C. J. C. DE A.; NAKAYAMA, M. K. Criação de Conhecimento nas Organizações: Epistemologia, Tipologia, Facilitadores e Barreiras. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento – PG&C**, v. 7, n. 2, p. 160-174, Paraíba, dez. 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpb.br/index.php/pgc/article/view/28851>. Acesso em: 16 jun. 2020.

SOUZA, S. A.; SILVA D. E. P.; ABREU, A. F. Capacidade de absorção dos sinais capturados do ambiente para inovação. **Revista de Administração Mackenzie - RAM**, São Paulo, v. 20, n. 6, p. 1-28. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712019000600602&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 23 maio 2020.

START-UP BRASIL. **Sobre o programa**. 2020. Disponível em: https://www.startupbrasil.org.br/sobre_programa/. Acesso em: 25 abr. 2020.

THE ASSOCIATION FOR PRIVATE CAPITAL INVESTMENT IN LATINA AMERICA. **Unicorns And Ipos: Latin America's Record Start To 2018**. Disponível em: <https://lavca.org/2018/11/12/unicorns-and-ipos-latin-americas-record-start-to-2018/>. Acesso em: 25 fev. 2020.

VINCENZI, T. B.; CUNHA, J. C. Características de empresas e de inovações e suas relações com barreiras à inovação no setor de serviços brasileira. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p.1-17, out-dez. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512019000401062. Acesso em: 13 ago. 2019.

ZAPPELLINI M. B.; FEUERSCHÜTTE S. G. O uso da triangulação na Pesquisa científica brasileira em administração. **Administração: Ensino e Pesquisa – RAEP**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 241-273, abr-jun, 2015. Disponível em: <https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/238>. Acesso em: 20 jun. 2020.



Desenvolvimento e obtenção de bebidas fermentadas por grãos de Kefir em diferentes meios de cultura

Development and obtaining fermented drinks by kefir grains in different culture media

Aline Resmini Melo (aline.melo@satc.edu.br)
Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Coordenadora do curso de Engenharia Química da UniSatc.

Carolina Resmini Melo Marques (carolina.melo@satc.edu.br)
Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professora da UniSatc.

Helena Bozzelo Leite (helenabozzelo@hotmail.com)
Graduada em Engenharia Química pela UniSatc.

Larissa Bento Bortolatto (larissa.bortolatto@satc.edu.br)
Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professora da UniSatc.

Resumo

Este artigo aborda o desenvolvimento e a obtenção de quatro formulações de kefir, produzidas em diferentes meios de cultura. Para avaliar os efeitos da fermentação e a eficácia do processo produtivo pelo método tradicional, foram realizadas análises físico-químicas de pH, acidez, densidade, etanol e glicídios redutores em lactose e análises sensoriais de aceitabilidade e intenção de consumo e compra. Os ensaios físico-químicos foram expressivos e demonstraram uma fermentação efetiva. Após a maturação houve a redução de pH e aumento de acidez, apresentando respectivamente valores de 3,36 e 0,94 para a amostra de kefir em leite de vaca, 3,18 e 1,00, para o fermentado em leite de vaca com saborização, 3,54 e 0,94 para o kefir de leite de cabra e, 3,21 e 0,98 para a produção em leite de cabra saborizado. Os percentuais de lactose se reduziram ao longo da fermentação, tornando-se mais digestíveis para pessoas intolerantes à lactose. Por meio da análise sensorial foi encontrada uma aceitação maior para a formulação de leite de vaca com percentual de 26% e uma intenção de consumo e compra maior para o kefir de leite de vaca saborizado com valor de 31%.

Palavras-chave: Leite de vaca. Leite de cabra. Análises físico-químicas. Análises sensoriais.

Abstract

The article discusses the development and obtaining of four kefir formulations, produced in different culture media. To evaluate the effects of fermentation and the efficiency of the production process by the traditional method, physical-chemical analysis of pH, acidity, density, ethanol and lactose-reducing glycidis and sensory analysis of acceptability and consumption and purchase intention were performed. The physical-chemical tests were expressive and demonstrated an effective fermentation. After maturation there was a reduction in pH and an increase in acidity, with values of 3.36 and 0.94 respectively for the sample of kefir in cow's milk, 3.18 and 1.00, for the fermented in cow's milk with flavoring, 3.54 and 0.94 for goat's milk kefir and, 3.21 and 0.98 for production in flavored goat's milk. The percentages of lactose decreased during fermentation, becoming more digestible in lactose intolerants. Through sensory analysis, an acceptability of greater value was found for the formulation of cow's milk with a percentage of 26% and an intention to consume and purchase more for flavored cow's milk kefir with a value of 31%.

Keywords: Cow's milk. Goat milk. Physicochemical analysis. Sensory analysis.

Introdução

Com o ritmo acelerado do cotidiano, há uma diminuição de tempo e de esforço aplicados à saúde por parte das pessoas. Uma alternativa para compensar essa falta de esforço é investir no consumo de alimentos que serão benéficos e contribuirão para o melhoramento da qualidade de vida da população (BRINQUES, 2015; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Devido a esse intenso desejo e à alta procura por comidas saudáveis propalou-se muito a respeito de alimentos que sejam probióticos ou que contenham em sua composição características probióticas (LEITE et al., 2013).

Os probióticos são produtos à base de micro-organismos com características funcionais, pois, quando consumidos em quantidades adequadas, apresentam inúmeros benefícios a quem os ingere, devido ao fato de não serem completamente digeridos no trato gastrointestinal. Eles vêm sendo objeto de pesquisas e de altos investimentos por parte dos ramos alimentício e farmacêutico (BRINQUES, 2015; FRANCO; LANDGRAF, 2008; JAY, 2005).

Uma bebida probiótica de fácil produção, baixo custo e que possui efeitos funcionais é o kefir. Conhecido como um produto da fermentação de leite pela atividade metabólica dos micro-organismos que compõem os grãos de kefir, ele apresenta um sabor levemente acidulado, efervescente e de baixo teor alcoólico (BRASIL, 2007; ROSA et al. 2017).

O kefir vem sendo grande alvo do mercado devido a suas características benéficas à saúde. Neste contexto, o presente trabalho está pautado no desenvolvimento e obtenção de formulações por grãos de kefir em leite de vaca integral UHT (*ultra high temperature*) e leite de cabra em pó, ambos com e sem saborização por polpa de maracujá, em um período de 24 horas de fermentação e 6% (m/v) de grãos inoculados (OTLES; CAGINDI, 2003)

Com o intuito de difundir mais intensamente as características dessa bebida fermentada por grãos e para incentivar o seu consumo, o trabalho em questão representará uma válida contribuição ao campo alimentício ao transferir mais conhecimentos a respeito das fermentações que ocorrem no kefir, além das suas características gerais, das propriedades benéficas desse produto e das melhorias que ele promove à saúde das pessoas quando consumido de modo fermentado.

Pode-se definir a fermentação como um processo que realiza a transformação de um substrato orgânico por meio de micro-organismos, como fungos, leveduras e bactérias. Em termos bioquímicos, trata-se da metabolização oxidativa de carboidratos, principalmente a glicose, resultando em energia liberada e produtos formados; é a isso, portanto, que denominamos processo fermentativo (FRANCO; LANDGRAF, 2008; JAY, 2005).

Existem diversas reações fermentativas, como a alcoólica, a láctica, a acética, entre outras. O kefir é um produto fermentado que contém ácido láctico e etanol; sendo assim, nele ocorre uma dupla fermentação: a láctica e a alcoólica (BRINQUES, 2015; WESCHENFELDER, 2009).

De acordo com Brasil (2007), pode-se definir o kefir como um leite fermentado fruto da fermentação de leite esterilizado ou pasteurizado por fermentos lácticos próprios.

Os processos produtivos de kefir mais conhecidos são: a produção tradicional, que acontece artesanalmente, o processo comercial pelo método russo ou europeu e a produção industrial (LEITE et al., 2013).

Na produção de leites fermentados, como o kefir, é cada vez maior o uso de culturas iniciadoras liofilizadas, congeladas ou de alta concentração, para assim conferir características definidas, grande resistência à contaminação e tempo útil maior (SILVA, 2017; VENTURINI FILHO, 2010).

A produção tradicional consiste na inoculação dos grãos em leite cru, pasteurizado ou UHT. Quando utilizado o leite cru, realiza-se um tratamento térmico a 95°C por aproximadamente 15 minutos, e depois um resfriamento até atingir entre 20 e 25 °C (OTLES; CAGINDI, 2003). A fermentação ocorre a 20-25°C por um período de 18 a 24 horas, com inoculação de 2-10% de grãos de kefir (FARNWORTH 2005; ROSA et al. 2017).

Após a fermentação, os grãos são separados do kefir por uma peneira, com uma granulometria suficiente para impedir sua passagem, ou por meio de pano; assim, os mesmos grãos podem ser reutilizados em outra inoculação. O kefir deve ser armazenado sob refrigeração para maturar e ser consumido em no máximo 12 dias. Na etapa de maturação, a fermentação alcoólica ocorre mais intensamente e leva ao acúmulo de dióxido de carbono e etanol (LOPITZ-OTSOA et al., 2006; OTLES; CAGINDI, 2003; ROSA et al., 2017).

No processo comercial pelo método russo ou europeu, a produção ocorre a partir do kefir já fermentado por grãos, como descrito no processo tradicional. O kefir é adicionado ao leite pasteurizado e passa por uma fermentação de 18 horas, entre 20 e 25 °C; depois, é maturado, embalado e mantido em refrigeração novamente (LEITE et al., 2013; PRADO et al., 2015).

Para a produção industrial, alguns métodos diferentes estudados podem ser usados, porém na maioria das vezes, são baseados no mesmo princípio de inoculação de grãos, mas usando culturas iniciadoras, no intuito de eliminar alguns patogênicos que possam existir nos grãos (OTLES; CAGINDI, 2003).

O processo produtivo industrial inicia-se com a homogeneização do leite e, em seguida, similarmente ao método tradicional, faz-se o tratamento térmico entre 5 e 10 minutos. O leite é resfriado a 18-24°C e inoculado com 2-8 % de culturas de microrganismos do kefir, preparadas com bactérias e leveduras presentes nos seus grãos em tanques. O período de fermentação pode variar de 18 a 24 horas em uma temperatura de 20-24°C; o fermentado resultante é separado e então maturado por 12 horas a 3-14°C. Por fim, é engarrafado e armazenado a aproximadamente 4°C, formando um produto com características e sabor bem similares ao kefir tradicional, porém com uma vida útil mais longa (BESHKOVA et al., 2002; FARNWORTH, 2005; JAY, 2005; OTLES; CAGINDI, 2003; WESCHENFELDER, 2009).

Procedimentos experimentais

Cultivo dos grãos e produção de kefir

No início do processo, os grãos foram inoculados sucessivamente em leite de cabra em pó e leite de vaca UHT, para se desenvolverem e ocorrer uma ativação eficaz. Para a produção do kefir, foram utilizados 4 litros de cada tipo de leite, incluindo a saborização. A inoculação de grãos ocorreu em uma proporção de 6% (m/v) nos leites, com e sem saborização, e o período definido para a fermentação foi de 24 horas. Sequenciando o processo, as bebidas fermentadas ficaram armazenadas em refrigeração por mais 24 horas para ocorrer a maturação.

A saborização ocorreu junto com a inoculação dos grãos, respeitando o regulamento legislativo que determina que compostos não lácteos devam ter apenas 30% da composição total (BRASIL, 2007).

Análises físico-químicas

Foram realizadas as análises de pH, acidez em ácido láctico, densidade, nível de etanol e glicídios redutores em lactose, nas amostras de kefir fermentadas em leite de vaca UHT, com e sem polpa de maracujá, e no leite de cabra em pó, com e sem saborização, e nos leites utilizados para a inoculação dos grãos. Para uma validação efetiva, todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, seguindo os métodos de análises do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008) no Laboratório de Química II, do curso de Engenharia Química da UniSatc.

Determinação de PH

Para realizar a análise de pH foi usado um pHmetro digital de bancada da marca Quimis®, modelo 0400RS, previamente calibrado. Utilizou-se um volume de aproximadamente 60 mL de amostra; em seguida, foi feita a leitura direta no equipamento com a imersão do eletrodo.

Determinação de acidez em ácido láctico

Com a intenção de determinar a acidez das amostras utilizou-se o método de titulometria. Foram transferidos 10 mL de amostra para um béquer de 100 mL, no qual se adicionou mais 10 mL de água destilada e foi feita a homogeneização. Cinco gotas, aproximadamente, de fenolftaleína foram adicionadas na solução de amostra e água e titulou-se com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N na bureta de 25 mL, até o aparecimento de uma coloração rósea.

Por meio da Eq. (1) foram calculados os valores de acidez em ácido láctico para as amostras preparadas.

$$\text{acidez \acute{a}c. l\acute{a}ctico \% (m/v)} = \frac{V \cdot f \cdot 0,9}{A} \quad ((1))$$

Onde:

Acidez \acute{a}c. l\acute{a}ctico \% (m/v) = acidez em \acute{a}cido l\acute{a}ctico percentual em massa/volume para as amostras de kefir (---);

V = volume da solu\c{c}\~ao de hidr\~oxido de s\~odio 0,1 N gasto na titula\c{c}\~ao (mL);

f = fator de corre\c{c}\~ao da solu\c{c}\~ao de hidr\~oxido de s\~odio (NaOH) 0,1 N (---);

A = volume da amostra (mL).

Determinação de densidade relativa

Para encontrar a densidade de cada amostra de kefir e dos leites foi utilizado um picnômetro calibrado de 100mL e balança analítica. Inicialmente, pesou-se o picnômetro vazio e seu valor foi anotado; posteriormente as amostras foram completadas com água destilada e pesadas em balança analítica novamente. Transferiu-se um volume suficiente para completar o picnômetro com as amostras, as quais foram pesadas novamente para se aferir o total de água contida na mistura.

Determinação de etanol

Para a determinação do nível de etanol (C₂H₅OH) foram utilizados os valores de densidades relativas obtidos por meio da análise supracitada no item 3.2.3. Com o valor da densidade pode-se obter o teor de etanol em porcentagem relacionando os dados da tabela de conversão de densidade relativa a 20°C/20°C em porcentagem de álcool em volume, presente nos Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), com as densidades calculadas. Posteriormente, os dados foram corrigidos para porcentagem e volume por massa (%v/m).

Determinação de glicídios redutores em lactose

Inicialmente, foram preparadas as soluções de Fehling A e B. Para o preparo da solução de Fehling A pesou-se, em um béquer de 250 mL, 8,659 g de sulfato de cobre (CuSO₄·5H₂O) e transferiu-se para um balão volumétrico de 250mL completando-o até o menisco com água destilada.

Na solução de Fehling B foram usados 43,25 g de tartarato de sódio e potássio (NaKC₄H₄O₆·4H₂), pesados em um béquer de 250mL, que se dissolveram em uma determinada quantidade de água destilada. Junto ao béquer foram adicionados 62,5mL de solução de hidróxido de sódio 20 % e, em seguida, a solução foi inserida em um balão volumétrico de 250mL e completou-se com água destilada.

Ulteriormente, para a continuação da análise, foi pesada uma quantidade de 5 g de kefir em um béquer de 100 mL e, com o auxílio de uma proveta, 50 mL de água destilada foram adicionados ao béquer. Em continuidade ao procedimento, a solução foi colocada em uma bureta de 25 mL para a realização da titulação.

Em um erlenmeyer de 250 mL adicionaram-se 40 mL de água destilada e 10 mL das soluções Fehling A e B. O erlenmeyer foi aquecido até o início da ebulição da solução e a titulação foi iniciada sob agitação constante, até a solução passar de uma coloração azulada para um tom vermelho-tijolo.

Para calcular o teor de lactose em porcentagem usou-se a Eq. (2)

$$lactose \% (m/m) = \frac{A \cdot 0,068 \cdot 100}{V \cdot P} \quad ((2))$$

Onde:

Lactose % (m/m) = percentual em massa de lactose presente nas amostras de kefir (m/m);

A = volume da solução preparada com a amostra e água destilada (mL);

V = volume gasto na titulação (mL);

P = peso da amostra utilizada (g).

Análise sensorial

Os testes sensoriais das formulações de kefir em leite de vaca UHT e em leite de cabra em pó, com e sem polpa de maracujá, foram realizados pelo método tradicional às cegas com 42 voluntários não treinados, selecionados aleatoriamente.

Uma quantidade aproximada de 30 mL de cada fermentado produzido foi distribuída em quatro copos plásticos brancos de 50 mL enumerados aleatoriamente, assinalados com os números 726, 481, 539 e 208 correspondentes, respectivamente, às amostras de kefir de leite de vaca, kefir de leite de vaca saborizado, kefir de leite de cabra em pó e kefir de leite de cabra em pó com saborização por polpa de maracujá. Os copos contendo as amostras foram posteriormente cobertos com papel alumínio, para que não ocorresse nenhuma indução aos participantes de qual amostra estava em prova.

Os participantes da avaliação sensorial responderam a um questionário com escalas hedônicas para a realização de dois testes, o de aceitabilidade, com uma escala de nove pontos, onde 1 corresponde a “Desgostei extremamente”, 5 a “Não gostei, nem desgostei” e 9 a “Gostei extremamente”, e de intenção de compra, com escala hedônica de sete pontos, sendo os valores de 1 como “Nunca comeria”, 4 referente a “Comeria ocasionalmente” e 7 a “Comeria sempre”, ambos seguindo o modelo do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Com os resultados obtidos foi realizada uma análise estatística dos dados por meio do método de análise de variância ANOVA e o teste de significância de estatística com nível de probabilidade de 5%, teste de Tukey, para assim avaliar a aceitação e a intenção de consumo das quatro formulações desenvolvidas de kefir.

Resultados e discussões

Análises físico-químicas

Os valores obtidos para as análises de pH, acidez em ácido láctico, densidade, nível de etanol e glicídios redutores em lactose para o leite de vaca (LV), leite de cabra em pó (LC) e nas formulações de kefir de leite de vaca (KLV), kefir de leite de vaca saborizado (KLVS), kefir de leite de cabra em pó (KLC), kefir de leite de cabra em pó saborizado (KLCS), estão apresentados na Tabela 1.

Por meio dessa tabela é possível verificar as variações dos parâmetros estudados, constatando que os processos de fermentação e maturação foram efetivos e significantes para o produto final.

Tabela 1: Valores dos parâmetros físico-químicos analisados.

Parâmetros	LV	LC	KLV	KLVS	KLC	KLCS
pH	6,72	6,54	3,36	3,18	3,54	3,21
Acidez (%)	0,1319	0,1547	0,9474	1,0008	0,9406	0,9813
Densidade (g/mL)	1,0028	1,0020	0,9991	0,9989	0,9991	0,9988
Etanol (%)	-	-	0,60	0,70	0,60	0,70
Lactose (%)	4,7362	4,1257	2,5272	2,4032	2,1913	2,0293

Fonte: elaboração dos autores (2019).

Os valores encontrados para o pH e acidez foram condizentes com que é relatado em literatura, segundo a qual o pH vai ter um decréscimo de valor devido à produção de ácido láctico ao longo da fermentação (FARNWORTH, 2005; ROSA et al., 2017; OTLES; CAGINDI, 2003; WESCHENFELDER, 2009). Relatado conforme Beshkova et al. (2003), o qual afirma que, dependendo do tempo de fermentação e da forma de inoculação dos grãos, o sabor e a quantidade de compostos produzidos durante o processo fermentativo são alterados.

As amostras saborizadas foram as que apresentaram um valor de pH menor e conseqüentemente uma maior acidez, ficando com valores próximos, sendo que o fermentado em leite de cabra em pó apresentou um valor um pouco mais elevado do pH. Já o pH de menor valor foi referente à amostra KLVS, que também obteve uma acidez mais elevada, podendo se fazer uma relação com a saborização por polpa de maracujá, de modo a se verificar o efeito do pH sobre a acidez. Sendo assim, a amostra de kefir fermentada em leite de vaca com saborização, foi a exceção no parâmetro legislativo, visto que todas as demais permaneceram no limite estabelecido por legislação no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007), o qual deve ser inferior a 1 em g/100g.

No estudo de Silva (2017), foram obtidos valores de pH de 3,76 e acidez de 0,936 para uma fermentação de 24 h com 5% de grãos inoculados. Terra (2007), em seu trabalho, obteve os valores de pH e acidez, respectivamente, de 3,9 e 1,14 para um inóculo de 8% em 24 horas, sendo então o presente estudo condizente com os valores apresentados por ambos os autores, visto que o pH teve redução considerável e acidez aumentada relativamente.

As densidades alcançadas para as amostras não apresentaram diferenças significativas, exibindo valores aproximados, com percentuais de etanol próximos, sendo maiores nas amostras saborizadas. De acordo com Brasil (2007), na Instrução Normativa nº 46/2007, se estabelece que os valores permitidos para o percentual de etanol devem variar entre 0,5 e 1,5 % (m/v); sendo assim todas as amostras mantiveram-se dentro do exigido em legislação para o teor de etanol.

A diminuição no percentual de lactose das amostras em comparativo com os leites utilizados é expressiva, pois em alusão a Rosa et al. (2017) há uma redução de, aproximadamente, 30% no teor de lactose no produto referente ao leite não fermentado, devido à ação metabólica dos microrganismos que vivem em simbiose nos grãos de kefir.

Na pesquisa de Leonardi (2012) para o leite de vaca integral UHT foi encontrado um teor de lactose de 3,72 g/100g, uma redução um pouco menor que a dos fermentados apresentados na Tabela 1. Já Terra (2007) apresentou valores que foram aproximados ao presente trabalho. Em um período de 24 horas, o autor encontrou 2,55% de teor de lactose no kefir inoculado em 8% de grãos.

As amostras de kefir produzidas a partir do leite de vaca e do leite de cabra em pó, em um espectro geral, não tiveram diferenças significativas nos resultados físico-químicos, mostrando assim que os grãos de kefir têm bom comportamento e desenvolvimento em ambos os leites.

Análises sensoriais

Os valores hedônicos médios das notas recebidas para as quatro formulações de kefir nos testes de aceitação e intenção de consumo estão apresentados na Tabela 2, na qual se pode verificar que os resultados tiveram uma diferença significativa entre as amostras avaliadas.

As amostras de kefir de leite de vaca (726) e kefir de leite de vaca saborizado com polpa de maracujá (481) foram as que possuíram os maiores valores, tanto de aceitação quanto de intenção de consumo. Já o kefir de leite de cabra em pó (539) e o kefir de leite de cabra em pó saborizado (208)

tiveram notas inferiores. Entre as quatro formulações, a de número 539 foi a que teve uma menor aceitabilidade e também menor intenção de consumo e compra.

Tabela 2: valores hedônicos médios para as amostras.

Amostra	539	726	481	208
Valor hedônico de aceitação	3,67	5,60	6,19	4,69
Valor hedônico de intenção	2,19	3,19	3,76	2,67

Fonte: elaboração dos autores (2019).

As amostras apresentaram uma diferença significativa na análise ANOVA entre si ($p < 0,05$); sendo assim, fez-se necessária a realização do teste de Tukey e verificou-se que a amostra de número 539 foi a que mais diferiu, sendo aproximada apenas da de número 208. A amostra 726 teve resultados aproximados aos das amostras 481 e 208. Já a amostra 481 apresentou diferença significativa com a de número 208.

Foi notável que as amostras produzidas a partir de leite de vaca não tiveram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si, apresentando assim valores hedônicos tanto de aceitação quanto de intenção de consumo próximos.

Por meio das Figuras 1 e 2, é possível observar a aceitação e a intenção de consumo que foram obtidas para as quatro formulações dos fermentados.

Na Figura 1 é perceptível que a amostra de kefir em leite de cabra em pó (539) alcançou um teor de aceitação baixo, com valores tendenciosos de rejeição, tendo seu maior percentual na classificação “Desgostei extremamente”, 24%.

As amostras saborizadas apresentaram teores de aceitação medianos: 24% dos provadores gostaram regularmente da formulação de número 481, e o fermentado de número 208 foi classificado como “Gostei moderadamente” numa escala de 24%.

De acordo com a Figura 1, a maior aceitação foi da amostra fermentada em leite de vaca (726) com um percentual de 26% em relação ao critério “Gostei moderadamente”.

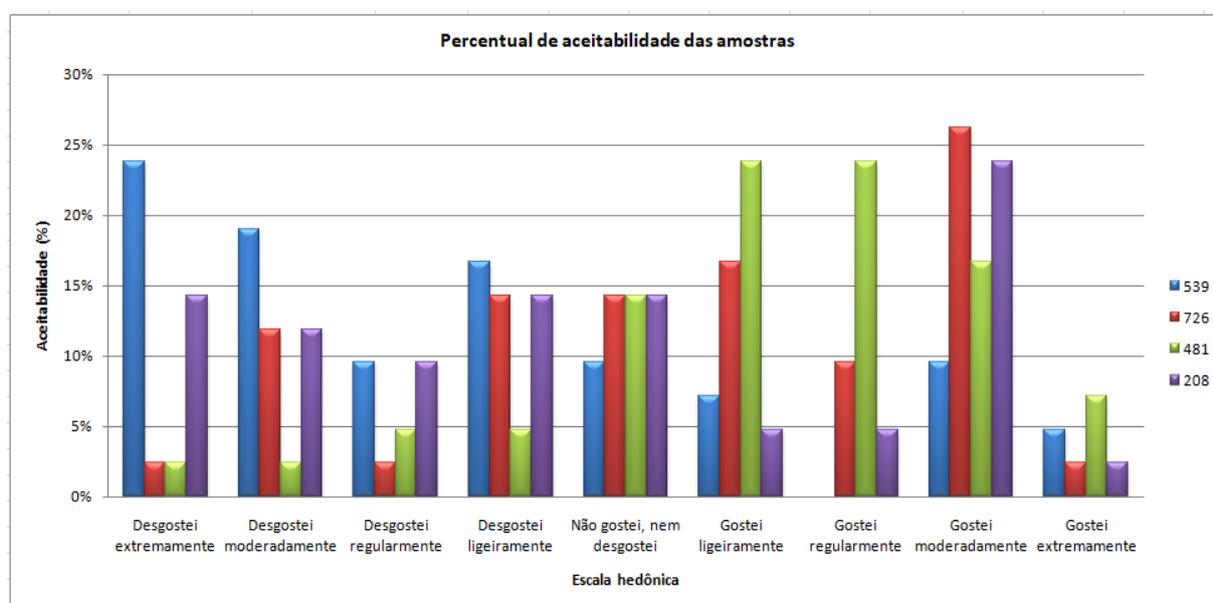


Figura 1: gráfico do percentual de aceitação das amostras.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

Segundo a análise da Figura 2, que representa o percentual de intenção de consumo das amostras de kefir, grande parte das formulações foram inseridas na escala de “Nunca comeria”.

Os voluntários julgaram que comeriam ocasionalmente as amostras 726 e 481 em um percentual, respectivamente, de 29% e 31%, sendo ambas as de maior intenção de consumo. Apesar da amostra 726 ter apresentado uma aceitabilidade mais elevada que as demais, ela obteve uma intenção de compra mediana, sendo que nenhum provador a julgou como “Comeria sempre”. O fato de os provadores serem pessoas não treinadas e em grande maioria desconhecerem o produto permitem uma justificação plausível para essa discrepância entre os valores percentuais de aceitabilidade e intenção de consumo e compra.

Já a formulação 539 teve uma grande rejeição com 55% dos provadores afirmando que nunca a comeriam.

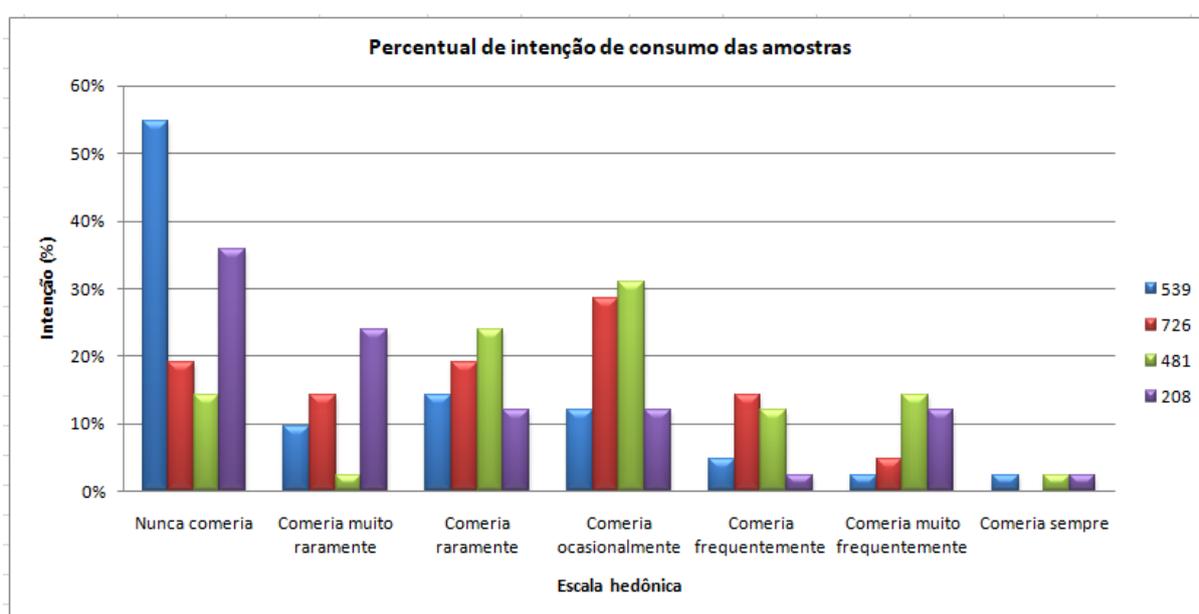


Figura 2: gráfico do percentual de intenção de compra e consumo das amostras.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

Almeida et al. (2011) observou em seu trabalho que a aceitação dos provadores foi maior em relação ao kefir produzido em leite de vaca do que o fermentado de leite de cabra, assemelhando-se com os resultados do presente trabalho.

Dentre os voluntários participantes do teste sensorial apenas 29% tinham conhecimento do kefir ou já haviam consumido o fermentado de alguma forma, sendo esse fator uma possível razão para os valores de aceitabilidade e intenção de compra penderem mais para a rejeição. A relação entre o consumo e a preferência para o leite de vaca ao em comparação com o leite de cabra pode ser outro motivo para se explicar valores maiores de aceitação para o kefir de leite de vaca. Segundo Do Amaral, Do Amaral, De Moura Neto (2011), a produção e consumo de produtos de caprinos no Brasil, apesar de estar crescendo, ainda é pequena em comparação com demais países. Comparando-os com os derivados de leite de vaca, o desenvolvimento de produtos à base de leite de cabra pode ser considerado embrionário.

Considerações finais

Com base no estudo realizado, as análises físico-químicas demonstraram que todos os processos realizados para o desenvolvimento do produto foram eficazes, pois os teores de pH e acidez foram correlativos, ou seja, enquanto o primeiro apresentava um aumento, o segundo foi reduzido. O teor de etanol encontrado a partir da densidade justificou o sabor específico conferido ao kefir, e os teores reduzidos de lactose confirmaram que esse elemento sofre degradação no processo fermentativo. Foi constatado que o grau de saborização em 30% das amostras, no período de inoculação dos grãos, não apresentou diferenças significativas em comparação com as amostras sem saborização.

Quanto às análises sensoriais, a maior aceitação se deu em relação ao kefir produzido em leite de vaca, com valor de 26%. Já o kefir de leite de vaca saborizado com polpa de maracujá obteve uma maior intenção de consumo com um percentual de 31%. Os resultados referentes às quatro formulações não foram elevados nas classificações hedônicas, tanto no que diz respeito à aceitação quanto à intenção de consumo; os valores se mantiveram medianos e alguns apresentaram tendência à rejeição.

A partir dos dados obtidos e da discussão a eles referente, pode-se sugerir alguns estudos para dar continuidade a este trabalho. São eles:

- Realização de análises microbiológicas com a intenção de se verificar a microbiota dos fermentados e se não há presença de micro-organismos patogênicos.
- Estudo de formulações com diferentes percentuais de grãos inoculados e verificação do efeito que causa ao produto final.
- Utilização de processos produtivos diferentes, como o método russo, apresentado em seções anteriores, no intuito de determinar as características finais do fermentado.
- Efetuação de uma análise de mercado para determinar a viabilidade de comercialização do kefir.

Referências

- BESHKOVA, D.M.; SIMOVA, E.D.; SIMOV, Z.I.; FRENGOVA, G.I.; SPASOV, Z.N. Pure cultures for making kefir. **Food Microbiology**, v. 19, p. 537-544, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002002904995>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- BESHKOVA, D. M.; SIMOVA, E. D.; FRENGOVA, G. I.; SIMOV, Z. I.; DIMITROV, Zh. P. Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. **International Dairy Journal**, v.13, p. 529-535, 2003. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.576.2531&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.46, 23 de Outubro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 Out. 2007, seção 1, p. 5. Disponível em: <http://www.lex.com.br/doc_1206402_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_46_DE_23_DE_OUTUBRO_D_E_2007.aspx>. Acesso em: 07 abr. 2019.
- BRINQUES, G.B. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015. Disponível em: <bv4.digitalpages.com.br/?term=Microbiologia%2520de%2520alimentos&searchpage=1&filtro=todos&from=busca&page=2§ion=0#/legacy/35542>. Acesso em: 16 mar. 2019.
- DE ALMEIDA, F. A.; ÂNGELO, F.F.; DA SILVA, Sharlene Loures; DA SILVA, Shirley Loures. Análise sensorial e microbiológica de kefir artesanal produzido a partir de leite de cabra e de leite de vaca. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Torres**, v. 66, n. 378, p. 51-56, jan/fev. 2011. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/155>>. Acesso em: 08 out. 2019.
- DO AMARAL, Deborah Silva; DO AMARAL, Denise Silva; DE MOURA NETO, Luís Gomes. Tendências de consumo de leite de cabra: enfoque para a melhoria da qualidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 39-42, jan/mar. 2011. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/415/579>>. Acesso em: 13 out. 2019.
- FARNWORTH, E. R. Kefir- a complex probiotic. **Food Science and Technology Bulletin**, v. 2, p. 1-17, abr. 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/241728299_Kefir_-_A_complex_probiotic>. Acesso em: 09 abr. 2019.
- FRANCO, B. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. Disponível em: <<https://bv4.digitalpages.com.br/?term=Microbiologia%2520de%2520alimentos&searchpage=1&filtro=todos&from=busca#/legacy/168091>>. Acesso em: 17 mar. 2019.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4ªed., (1ª ed. online). São Paulo: Editora do Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 13 abr. 2019.
- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6ªed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712p
- LEITE, A. M. O.; MIGUEL, M. A. L.; PEIXOTO, R.S.; ROSADO, A. S.; SILVA, J.T.; PASCHOALIN, V. M. Fisi. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 44, n. 2, p. 341-349, 2013. Disponível

em:<https://www.researchgate.net/publication/281038434_Microbiological_technological_and_therapeutic_properties_of_kefir_a_natural_probiotic_beverage>. Acesso em: 17 abr. 2019.

LEONARDI, R. **Características físico-químicas e aceitação de kefir com leite integral e desnatado**. 2012. 15f. Monografia (Especialização em alimentos) – Centro Universitário Filadélfia, Londrina, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/17160119-Raquel-leonardi-caracteristicas-fisico-quimicas-e-aceitacao-de-kefir-com-leite-integral-e-desnatado.html>>. Acesso em: 09 mai. 2019.

LOPITZ – OTSOA, F.; REMENTERIA, A.; ELGUEZABAL, N.; GARAIZAR, J.. Kefir: a symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 23, n.2, p. 67-74, 2006. Disponível em:<<https://www2.ufrb.edu.br/kefirdoreconcavo/images/artigos/artigo16.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

OTLES, S.; CAGINDI, O. Kefir: a probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 2, n. 2, p. 54-59, 2003. Disponível em: <<http://files.cienciapatodos.webnode.pt/200000022-79ffe7af9e/Kefir.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

PRADO, M. R.; BLANDÓN, L. M.; VADENBERGHE, Luciana P. S.; RODRIGUES, C.; CASTRO, G. R.; THOMAZ-SOCCOL, V.; SOCCOL, C. R. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1-11, out. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283324292_Milk_kefir_Composition_microbial_cultures_biological_activities_and_related_products>. Acesso em: 26 abr. 2019.

ROSA, D.D.; DIAS, M. M. S.; GRZEŠKOWIAK, L. M.; REIS, S. A.; CONCEIÇÃO, L. L.; PELUZIO, M. C. G. Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. **Nutrition Research Reviews**, v. 30, p. 1–15, 2017. Disponível em:<<http://www.posnutricao.ufr.br/wp-content/uploads/2018/03/Milk-kefir-nutritional-microbiological-and-health-benefits.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SILVA, E.S. **Desenvolvimento e caracterização físico-química e microbiológica de kefir de leite liofilizado**. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Rural de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: <http://www.pgcta.ufrpe.br/sites/ww3.pgcta.ufrpe.br/files/documentos/silva_2017>. Acesso em: 11 abr. 2019.

TERRA, F.M. **Teor de lactose em leites fermentados por grãos de kefir**. 2007. 62 f. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em:<http://bdm.unb.br/bitstream/10483/185/1/2007_FlavioMarquesTerra.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1ª ed. v. 2. São Paulo: Blücher, 2010. 385p.

WESCHENFELDER, S. **Caracterização de kefir tradicional quanto á composição físico-química, sensorialidade e atividade anti-Escherichia coli**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em:<<https://www2.ufrb.edu.br/kefirdoreconcavo/images/Weschenfelder.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.



Produção e caracterização de massas alimentícias com substituição parcial de semolina de trigo durum por farinha de feijão fradinho e de arroz

Production and characterization of food pasta with partial replacement of durum wheat semolina by black-eyed bean flour and rice flour

Simone Shiozawa (sshiozawa@gmail.com)
Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e professora da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Lucas Eduardo Louvison Prestes Rodrigues Lima (llouvison@gmail.com)
Graduado em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Rafael da Silva de Souza (rafa5438.souza@gmail.com)
Graduado em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Vinícius Vargas Antão Bezerra (vinicius.vargas@ymail.com)
Graduado em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Resumo

A substituição da semolina de trigo durum pelas farinhas de feijão fradinho e de arroz em massas alimentícias é interessante, pois atuam na suplementação da dieta com lisina e metionina, dois aminoácidos essenciais não produzidos pelo organismo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar, por meio do teste de cozimento, 4 formulações de massas alimentícias frescas com diferentes quantidades das farinhas de feijão e de arroz em substituição à semolina de trigo durum, além da formulação-controle (100% semolina). O tempo de cozimento da formulação 3 (50% de semolina, 12,5% de farinha de arroz e 37,5% de farinha de feijão fradinho) foi igual ao da formulação-controle (4 minutos). Além disso, a formulação 3 (F3) teve como resultado a menor perda de sólidos solúveis para água de cozimento (4,39%). Diante desse cenário, a formulação F3 foi avaliada sensorialmente por consumidores de macarrão, e para o atributo aceitação global, mais de 40% dos provadores atribuíram nota 8 (gostei muito), dentro de uma escala de 9 pontos, e 48% indicaram certamente comprar o produto. Portanto, as massas alimentícias frescas com as farinhas de feijão fradinho e de arroz revelam-se como uma alternativa promissora no mercado alimentício.

Palavras-chave: Macarrão. Proteínas vegetais. Leguminosas. Análise sensorial. Cereais.

Abstract

The replacement of durum wheat semolina by black-eyed bean and rice flours in pasta is interesting, as they would act to supplement the diet with lysine and methionine, two essential amino acids not produced by the body. Thus, the objective of this paper was to develop and evaluate, through the cooking test, four formulations of fresh pasta with different amounts of black-eyed beans and rice flours to replace durum wheat semolina, besides the control formulation (100% semolina). The cooking time of formulation 3 (50% semolina, 12.5% rice flour and 37.5% black-eyed bean flour) was equal to that of the control formulation (4 minutes). Moreover, formulation 3 (F3) resulted in less loss of soluble solids for cooking water (4.39%). Given this scenario, the F3 formulation was evaluated sensorially by pasta consumers, and for the global acceptance, more than 40% of the testers rated it 8 points (I liked it very much), within a scale of 9 points, and 48% indicated they would certainly buy the product. Therefore, fresh pasta with black-eyed bean and rice flours is an alternative promising in the food market.

Keywords: Pasta. Vegetable proteins. Legumes. Sensory analysis. Cereals.

Introdução

As massas alimentícias (macarrão) representam uma parcela importante dos produtos derivados de farinha de trigo consumidos no Brasil, pois cada consumidor consome quase 5 kg de macarrão anualmente, enquanto o consumo de pães e bolos industrializados *per capita* anual soma pouco mais de 2,7 kg. O macarrão compõe a rotina alimentar de boa parte da população brasileira, por seu baixo custo e versatilidade (ABIMAPI, 2020).

Apesar de sua capacidade de suplementação energética, as massas alimentícias feitas a partir de farinha de trigo apresentam baixa qualidade proteica pela falta de aminoácidos essenciais na farinha de trigo, sendo sugerida uma reposição nutricional por meio do consumo atrelado a outros ingredientes como molhos, carnes e queijos (MARIUSSO, 2008).

As proteínas vegetais também podem servir de alternativa para a suplementação das massas alimentícias e, dentre as opções, destaca-se o feijão fradinho. Trata-se do terceiro tipo de feijão mais cultivado no país (CONAB, 2018) e apresenta qualidade nutricional satisfatória em teor de proteínas (5,1 g de proteína para cada 100 g de feijão cozido), sendo o quarto com maior teor de proteína, precedido pelos feijões jalo, roxo e rajado (NEPA, 2001). Além disso, contém ferro, cálcio e vitaminas, entre as quais: tiamina, riboflavina e niacina (NGOMA, 2018).

Sendo o terceiro grão mais produzido no mundo (USDA, 2017), o arroz também pode se apresentar como alternativa na composição de massas alimentícias, pois a ausência de glúten o torna uma boa opção de consumo para os celíacos. A farinha de arroz já é comercializada industrialmente, e é produzida a partir de um subproduto obtido no processo de polimento do grão, a quirera (BASSANI, 2017).

Vale ressaltar que o arroz, assim como os cereais em geral, é rico em metionina, enquanto o feijão fradinho, da mesma forma que outras leguminosas, possui grande concentração de lisina (IQBAL et al., 2006). Levando-se em conta que a lisina e a metionina são dois dos nove aminoácidos essenciais, que não são naturalmente produzidos pelo organismo humano, a combinação de arroz e feijão é perfeita, pois complementa sua ingestão.

As farinhas de feijão, de maneira geral, ainda não são comercializadas em todo o país, porém suas características nutricionais revelam potencial para enriquecimento de produtos à base de farinha de trigo (GOMES et al., 2012). A utilização das proteínas vegetais no enriquecimento de massas alimentícias e produtos de panificação tem se mostrado satisfatória, quando aplicadas na produção de biscoitos (BICK et al., 2014), muffins (BARROS et al., 2018), massa de pizza (SOUZA et al., 2016) e macarrão (MINGUITA et al., 2015).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade tecnológica na produção de massa alimentícia fresca com semolina de trigo durum, arroz e feijão fradinho, bem como suas características microbiológicas e sensoriais.

Materiais e Métodos

As matérias-primas utilizadas para o desenvolvimento do macarrão foram: farinha de feijão fradinho, farinha de arroz, semolina de trigo durum, ovo pasteurizado e sal. A farinha de arroz, a semolina de trigo durum, o ovo pasteurizado e o sal, utilizados na análise sensorial, foram adquiridos em varejo local, assim como o molho de tomate pronto.

O método para a produção da farinha do feijão fradinho foi baseado no trabalho de Gomes e colaboradores (2012). Os grãos de feijão fradinho, obtidos no varejo local, foram previamente hidratados a 80 °C por um período de 30 minutos. Após o processo de hidratação, o feijão foi triturado em um cutter de bancada (SIRE) e submetido ao processo de secagem a uma média de temperatura de 70 °C, em estufa com circulação de ar (Nova Ética) por 5 horas. Após a secagem, os grãos foram triturados em um macro moinho tipo Wiley (modelo MA 340), peneirados em uma peneira de análise granulométrica (A Bronzinox mesh 30) para padronização da granulometria, e a farinha formada (obtida) foi armazenada em temperatura ambiente, no almoxarifado dos laboratórios da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Foram desenvolvidas 5 formulações de massas alimentícias frescas, sendo: 3 compostas de farinha mista (trigo, arroz e feijão); uma sem semolina de trigo durum (arroz e feijão, apenas); e uma apenas com semolina de trigo durum (controle). A tabela 1 descreve as proporções utilizadas de cada farinha em cada formulação.

Tabela 1. Proporções das farinhas por formulação.

Formulações	1	2	3	4	5 (Controle)
Semolina de trigo durum	50%	50%	50%	0%	100%
Farinha de arroz	25%	37,5%	12,5%	50%	0%
Farinha de feijão	25%	12,5%	37,5%	50%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: elaboração dos autores (2020).

Para a produção das massas foram utilizados 200 g de farinha no total, 4 g de sal e aproximadamente 180 g de ovo pasteurizado (gema e clara em uma proporção de 30 e 70%, respectivamente), todos pesados em balança semianalítica (Marte AD2000), misturados até se obter a homogeneização, para posterior processo de sova manual por 20 minutos. Após o descanso de 30 minutos, coberto com filme de PVC, a massa foi aberta e cortada em máquina de macarrão de mesa, no formato “talharim”, com espessura padronizada de 2,7 mm e largura de 6,6 mm e armazenada em temperatura de refrigeração (5 a 7 °C).

Teste de cozimento

O teste de cozimento das 5 amostras foi realizado de acordo com o método nº 16-50 da AACC (1995), pois o comportamento das massas alimentícias durante e após o cozimento é o parâmetro de qualidade de maior importância para os consumidores desse produto. Cada uma das análises foi feita em duplicata e os parâmetros avaliados foram:

- Tempo de cozimento, determinado pela cocção de 10 g de amostra em 140 mL de água destilada em ebulição, até atingir o tempo de cozimento, o qual foi caracterizado pela gelatinização do amido em toda seção da massa. Este ponto foi determinado pela compressão do produto cozido entre duas Placas de Petri de vidro até o desaparecimento do eixo central, a cada minuto.
- Aumento de massa determinado pela pesagem de 10 g de massa, antes e após a cocção, utilizando o tempo ideal de cozimento para cada uma das formulações.

- c) Aumento de volume determinado pela imersão das amostras, antes e após a cocção, utilizando, também, o tempo ideal de cozimento, em proveta com 60 mL de água destilada, analisando assim o volume de água deslocado.
- d) A perda de sólidos solúveis, determinada pela evaporação de 25 mL de amostra em estufa a 110 °C até peso constante.

Análises microbiológicas

Para avaliação do *shelf-life* do produto final escolhido após as análises do teste de cozimento, foram realizadas contagens de *Bacillus cereus* e *Staphylococcus coagulase* positiva, e presença de coliformes a 45 °C, de acordo com a resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2005. As metodologias utilizadas seguem os procedimentos padrões de acordo com o Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA et al., 2017).

Análise sensorial

Inicialmente, foi realizada uma enquete com 160 alunos da FTT para seleção dos julgadores, sendo este um processo muito importante para garantir a precisão dos resultados da análise sensorial. Para seleção dos julgadores foi levado em consideração se a pessoa era ou não consumidora de macarrão, qual a frequência de consumo, se possuía algum tipo de alergia e o interesse em participar do teste.

Para a análise sensorial, foi utilizado um método afetivo, que, conforme Dutcosky (2011), mede o quanto uma população gostou do produto avaliado, focando, neste caso, na sua aceitação, medida através do hábito de comprar ou consumir o referido produto. O teste realizado foi o de aceitação por escala hedônica de 9 pontos (variando de “1 – desgostei extremamente”, até “9 – gostei extremamente”) e os atributos avaliados foram cor, odor, sabor, maciez e aceitação global. Foi solicitado também que os julgadores assinalassem em uma escala de 3 pontos sua intenção de compra entre “certamente compraria”, “talvez compraria, ou “talvez não compraria” e “certamente não compraria”.

A amostra selecionada no teste de cozimento foi apresentada para os julgadores cozida e porcionada em pratos descartáveis, com aproximadamente 15 g de massa em um deles. Ao mesmo tempo, preparou-se o molho de tomate (produto pronto e pré-aquecido), que foi servido juntamente com a amostra, com o intuito de seguir a forma de consumo de macarrão.

Resultados e discussão

Teste de cozimento

Na tabela 2 é possível observar os resultados obtidos após o teste de cozimento para cada uma das formulações.

Tabela 2. Parâmetros tecnológicos avaliados em cada formulação.

Formulação*	1	2	3	4	5 (Controle)
Tempo Ótimo de Cozimento (min)	3	4	4	8	4
Aumento de massa (%)	41,61	72,14	47,05	58,3	59,25
Aumento de volume (%)	55,65	55,24	54,21	58,34	53,89
Perda de sólidos solúveis (%)	4,61	6,09	4,39	6,17	3,22

*Formulações: 1 possui 50% de semolina de trigo durum + 25% de farinha de arroz + 25% de farinha de feijão; 2 possui 50% de semolina de trigo durum + 37,5% de farinha de arroz + 12,5% de farinha de feijão; 3 possui 50% de semolina de trigo durum + 12,5% de farinha de arroz + 37,5% de farinha de feijão; 4 possui 0% de semolina de trigo durum + 50% de farinha de arroz + 50% de farinha de feijão, e 5 possui 100% de semolina de trigo.

Fonte: elaboração dos autores (2020).

Para a definição da melhor formulação, foram feitas as seguintes considerações: com relação ao tempo ótimo de cozimento, as formulações 1, 2 e 3 apresentaram tempo igual ou aproximado à massa-padrão, enquanto a formulação 4 apresentou o dobro do tempo, demandando maior gasto de energia no cozimento. Todas as formulações apresentaram menor aumento de massa percentual quando comparadas à massa-controle, com exceção da formulação 2, o que pode ser justificado pela maior quantidade de farinha de arroz, tendo assim maior absorção de água devido à maior concentração de amido.

Considerando-se a porcentagem de aumento de volume, todas elas apresentaram porcentagem inferior à citada por Hummel (1996) como adequada (200 a 300%), o que é comum, sendo que, quanto maior a porcentagem de outras farinhas, além da de trigo, na composição das massas, menor será o aumento de volume esperado, já que esse aumento depende da quantidade e qualidade da proteína, além do tempo de cozimento e formato da massa; a formulação 4 foi a que apresentou menor aumento de volume percentual. Também é importante citar que este parâmetro estabelecido é válido para massas secas; em massas alimentícias frescas o aumento de volume é menor, pois parte da água é absorvida durante o processo de mistura dos ingredientes; no caso aqui estudado, as massas com farinha de arroz obtiveram maior absorção de água, o que também é justificado pela maior quantidade de amido.

Ainda segundo os critérios de Hummel (1996), perdas de sólidos solúveis de até 6% são características de massas de trigo de qualidade muito boa; até 8% de massa de média qualidade e valores iguais ou superiores a 10% são características de massa de baixa qualidade; portanto, as formulações 1 e 3 podem ser consideradas de qualidade muito boa, sendo esta última a melhor entre elas, por possuir a menor porcentagem de lixiviação dos sólidos solúveis para a água de cozimento, e as formulações 2 e 4, de qualidade média.

Com relação aos padrões sensoriais identificados pelos integrantes do grupo de pesquisa, todas as formulações apresentaram sabor residual considerável de feijão, porém as massas 1 e 2 não eram agradáveis (não demonstraram ter sabor agradável) ao paladar devido à maior concentração de farinha de arroz, pois, segundo observado no trabalho de Wang, Cabral e Fernandes (1997), produtos desenvolvidos à base de arroz e de outros grãos apresentam sabor residual desagradável, na maioria das vezes amargo, nas formulações com maior quantidade de arroz. Todas elas apresentaram textura quebradiça devido à menor concentração de glúten, o que interferiu na formação da massa, sendo a formulação 4 a mais quebradiça.

Tendo como base todos estes pontos, a formulação 3 (50% de semolina de trigo durum, 12,5% de farinha de arroz e 37,5% de farinha de feijão) foi escolhida como a ideal para seguir para os testes microbiológicos e sensoriais de aceitação pelo consumidor.

Análises microbiológicas

Os testes foram realizados durante 3 dias para determinação da vida de prateleira da formulação 3. Na tabela 3 estão os resultados obtidos com relação ao crescimento de cada um dos microrganismos testados.

Tabela 3 - Laudo microbiológico de macarrão tipo talharim após três dias de shelf-life.

Ensaio Microbiológicos	RDC n° 12/01 item 10b	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Unidade
Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	$< 5 \times 10^3$	3×10^3	211×10^3	450×10^3	UFC/g
<i>Coliformes</i> a 45°C	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	UFC/g
Contagem de <i>Staphylococcus</i> Coagulase Positiva	$< 5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	125×10^3	130×10^3	UFC/g

Fonte: elaboração dos autores (2020).

Foi observado que não houve crescimento de coliformes a 45 °C. Quanto a *Bacillus cereus* e *Staphylococcus*, o crescimento estava dentro do parâmetro exigido pela legislação no primeiro dia de análise. Massas alimentícias frescas apresentam *shelf-life* de 3 a 5 dias; neste caso, o tempo de prateleira foi menor pela não adição de conservantes alimentícios, normalmente encontrados nas massas comercializadas.

Segundo os resultados obtidos, a segurança alimentar do produto está garantida até o primeiro dia após a produção, sendo armazenado em temperatura de refrigeração (0 °C – 7 °C).

Análise sensorial

Dos 160 alunos que passaram pela enquete, 108 foram selecionados como julgadores levando em conta os parâmetros citados no item 2.3, sendo 78% dos julgadores do sexo feminino e 22% do sexo masculino.

A amostra apresentada para os julgadores foi cozida seguindo o tempo de cozimento ideal para a formulação 3, determinado no teste de cozimento (4 minutos), porcionada em pratos descartáveis, com aproximadamente 15 g de massa em cada um deles e servida quente com molho de tomate, com o intuito de seguir a forma de consumo padrão para este tipo de produto.

As figuras 1, 2 e 3 apresentam os resultados da análise sensorial. Na figura 1 (a) e (b) é possível observar as porcentagens de cada nota atribuída pelos julgadores para os atributos cor e odor.

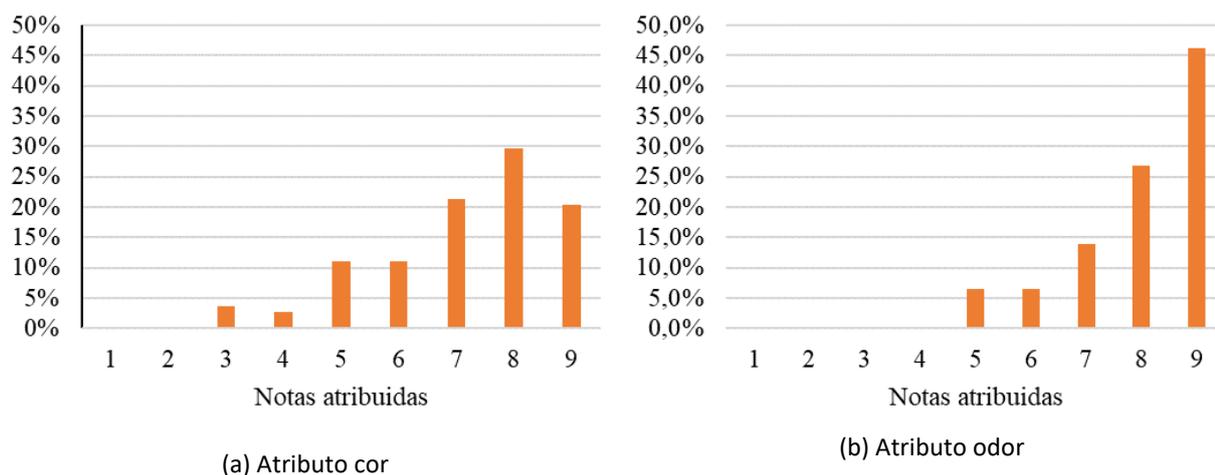


Figura 1 - Resultados da análise sensorial da formulação 3: a) Porcentagem das notas atribuídas ao atributo “Cor”; b) Porcentagem das notas atribuídas ao atributo “Odor”.
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

Apesar de o feijão fradinho possuir uma cor clara, a presença da sua casca interferiu na cor do produto, tornando-o levemente mais escuro do que um macarrão convencional (feito somente com semolina de trigo durum). Isso pode explicar os quase 50% de notas entre “desgostei regularmente” até “gostei regularmente”. Os demais consumidores disseram “gostei muito” e “extremamente” da cor do produto.

Pouco mais de 45% dos julgadores afirmaram “gostar extremamente” do odor do produto (figura 1b). Este índice elevado pode ser explicado porque a formulação 3 foi servida com molho de tomate, mascarando o odor característico da amostra.

Como pode ser visto na figura 2a, o sabor do macarrão foi bem avaliado, pois cerca de 70% dos consumidores “gostaram muito” e “extremamente” (notas 8 e 9). Já para a maciez, quase 50% dos julgadores disseram “gostar ligeiramente” e “moderadamente” (notas de 6 e 7); e chama a atenção que 10% ainda demonstraram “desgostar ligeiramente” (nota 4) do produto, provavelmente devido à sua textura quebradiça e por ser “al dente”.

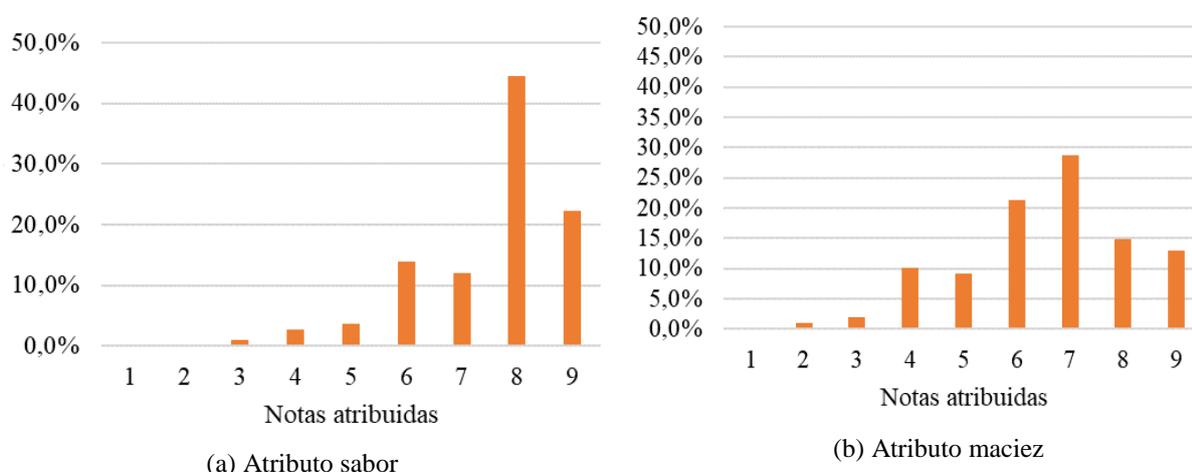


Figura 2 - Resultados da análise sensorial da formulação 3: a) Porcentagem das notas atribuídas ao atributo “Sabor”; b) Porcentagem das notas atribuídas ao atributo “Maciez”.
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

Por fim, a figura 3 mostra as porcentagens de cada nota atribuída pelos julgadores para a aceitação global do produto. No geral, o produto teve uma boa aceitação global, pois pouco mais de 40% dos consumidores julgaram “gostar muito” (nota 8).

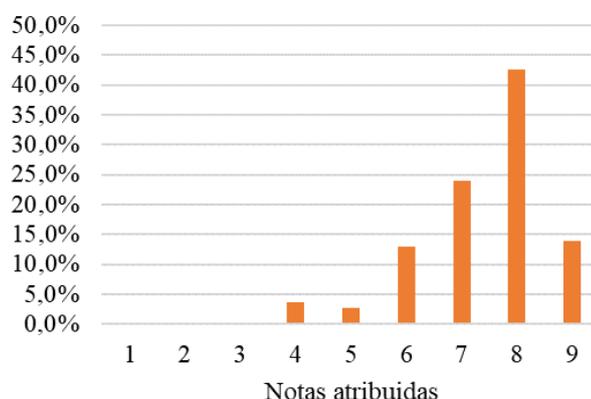


Figura 3. Porcentagem das notas atribuídas à Aceitação Global, da formulação 3.
Fonte: elaboração dos autores (2020).

Com relação à intenção de compra (Figura 4), os julgadores estiveram divididos: 48% disseram que “certamente comprariam este produto”, caso ele estivesse no mercado, mas 47% disseram “talvez comprar” ou “talvez não comprar”, o que pode se justificar (ser explicado) pela baixa aceitação da maciez da formulação 3 (50% de semolina de trigo durum, 12,5% de farinha de arroz e 37,5% de farinha de feijão). Com relação aos 32 comentários feitos pelos participantes desta pesquisa, 59% apresentaram alguma insatisfação com relação à maciez do produto, seja pelo baixo tempo de cocção ou pela textura quebradiça. Apenas 5% dos provadores disseram “certamente não comprar” o macarrão.

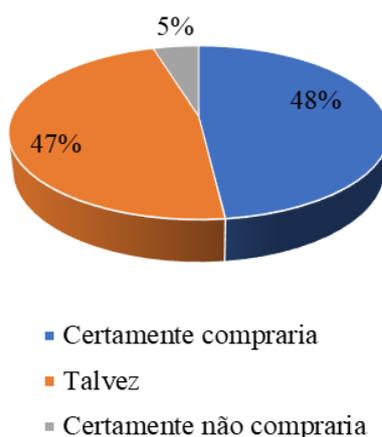


Figura 4 - Porcentagens das intenções de compra da formulação 3.
Fonte: elaboração dos autores (2020).

Considerações finais

A substituição da semolina de trigo durum por outras matérias-primas, como a farinha de feijão fradinho e de arroz se mostrou viável para a produção de massas alimentícias frescas. A formulação composta por 50% de semolina de trigo durum, 12,5% de farinha de arroz e 37,5% de farinha de feijão resultou em características tecnológicas, avaliadas por meio do teste de cozimento, próximas às da massa convencional (com 100% de semolina) e que são consideradas desejáveis, como por exemplo, a perda de sólidos solúveis para a água de cozimento.

A avaliação sensorial dessa formulação (F3) foi bastante satisfatória, pois foi obtida a nota 8 de média, indicando que os avaliadores demonstraram “gostar muito” do produto, com aproximadamente 50% deles indicando que certamente iriam comprá-lo, caso ele estivesse disponível para comercialização.

Ainda assim, é importante realizar análises físico-químicas para a caracterização da matéria-prima e do produto final, bem como estudar o processo de secagem da massa fresca, visando o aumento da sua vida de prateleira. Além disso, a utilização de aditivos e outros ingredientes poderia ser estudada a fim de se ajustara textura e a maciez das massas alimentícias com farinha de feijão fradinho e de arroz.

Referências

AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods. St. Paul Minn. 1995.

ABIMAPI – Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Disponível em: <https://abimapi.com.br/index.php>. Acesso em: 04 dez. 2020.

BARROS, L. F. T. et al. Different classes of bean flour added to muffins. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 21, e2017081, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100455&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 abr. 2019.

BASSANI, A. B. S. **Desenvolvimento e caracterização de biscoitos elaborados com farinha mista de arroz e feijão vermelho**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10190/1/tese_11474_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20corrigida%20Aline%20Bravim%2014-09-17.pdf. Acesso em: 16 abr. 2019.

BICK, M. A.; FOGACA, A. O.; STORCK, C. R. Cookies with different concentrations of quinoa flour in partial replacement of wheat flour. *Braz. J. Food Technol., Campinas*, v. 17, n. 2, p. 121-129, June 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232014000200004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 abr. 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**. Brasília. DF, 2018. v. 5, n. 7. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/boletim-da-safra-de-graos/ item/ download](https://www.conab.gov.br/boletim-da-safra-de-graos/item/download). Acesso em: 15 abr. 2019.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

- GOMES, G. M. S.; REIS, R. C.; SILVA, C. A. D. T. Obtenção de farinha de feijão caupi (*vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 31-36, 2012. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev141/Art1414.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- HUMMEL, C. **Macaroni Products: manufacture, processing and packing**. 2.ed. London: Food Trade Press, 1966. 287p.
- IQBAL, A. et al. Nutritional quality of important food legumes. **Food Chemistry**, Oxford, v. 97, n. 2, p. 331-335, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/9654649/Nutritional_quality_of_important_food_legumes. Acesso em: 19 mai. 2019.
- MARIUSSO, A. C. B. **Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas**. 2008. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256705/1/Mariusso_AnaCarolinaBossi_M.pdf. Acesso em: 17 mar. 2019.
- MIGUITA, A. P. da S. et al. Produção e caracterização de massas alimentícias a base de alimentos biofortificados: trigo, arroz polido e feijão carioca com casca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1895-1901, out. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015001001895&lng=en&nrm=iso. Acesso em 04 dez. 2020. Epub jun. 19, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140491>.
- NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação: *tabela brasileira de composição de alimentos - TACO*. 4 ed. Campinas, 2011. 164 p. Disponível em: <http://www.nepa.unicamp.br/taco/tabela.php?ativo=tabela>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- NGOMA, T. N. et al. Effect of cowpea flour processing on the chemical properties and acceptability of a novel cowpea blended maize porridge. **PLoS ONE**, v. 13, n. 7, p. e0200418, 2018. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0200418>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- SILVA, N. et al. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. São Paulo: Bluncher, 2017. 561 p.
- SOUZA, J. R. P. et al. Elaboração de massa de pizza com teor de sódio reduzido e enriquecida com farinha de aveia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 2, p. 09 - 13, abr. 2016. ISSN 1981-8203. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4520>. Acesso em: 24 abr. 2019.
- USDA – United States Department of Agriculture. Production, supply, and distribution online – foreign agricultural service. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdResult.aspx>. Acesso em: 16 abr. 2019.
- WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, S. M. Bebida à base de extrato hidrossolúvel de arroz e soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas**, v. 17, n. 2, p. 73-77, ago. 1997. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611997000200001&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 07 dez. 2019.



Hortas como formas de utilização e disseminação de plantas alimentícias não convencionais no Brasil

Vegetal gardens as ways of use and dissemination of non-conventional food plants in Brazil

Rúbner Pereira Gonlves (pro14546@cefsa.edu.br)
Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Juliana Rodrigues Lima (juliana.r.lima05@gmail.com)
Graduada em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Laís Oliveira Moraes (lais.oliveira19@outlook.com)
Graduada em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Resumo

As plantas alimentícias não convencionais (PANC) são espécies que apresentam desenvolvimento espontâneo em áreas rurais e urbanas e que não são consumidas em larga escala e/ou são conhecidas apenas em determinadas regiões. Recentemente, elas têm ganhado destaque no debate sobre o resgate da biodiversidade na alimentação humana, por sua importância ecológica, sociocultural e nutricional. Uma estratégia interessante para a disseminação de informações sobre as PANC tem sido as hortas comunitárias urbanas, já que elas são uma alternativa para conectar áreas fragmentadas, têm potencial pedagógico para serem cultivadas em instituições de ensino básico até o nível superior, além de promover uma interação maior do ser humano com a natureza e os alimentos. Diversas espécies podem ser utilizadas em espaços de diferentes tamanhos, a depender das necessidades de cada planta em relação à água, luz e solo, tais como *Pereskia aculeata* (ora pro nobis), *Stachys byzantina* (peixinho da horta), *Portulaca oleracea* L. (beldroega), *Xanthosoma sagittifolium* (taioba), entre outras.

Palavras-chave: PANC. Hortas em espaços reduzidos. Hortaliças.

Abstract

Non-Conventional Food Plants (PANC) are species that show spontaneous development in rural and urban areas and that are not consumed on a large scale and/ or are only in certain regions. Recently, they have gained prominence in the debate on the rescue of biodiversity in human food, due to its ecological, socio-cultural and nutritional importance. An interesting strategy for the dissemination of information about how PANC has been as urban community gardens, since they are an alternative to connect fragmented areas, have pedagogical potential for institutions of basic and higher education, in addition to promoting greater interaction between human beings and nature and food. The different species can be used in spaces of different sizes, depending on the needs of each plant in relation to water, light and soil, such as *Pereskia aculeata* (barbados gooseberry), *Stachys byzantina* (lamb's ear), *Portulaca oleracea* L. (purslane), *Xanthosoma sagittifolium* (taro), among others.

Keywords: PANC. Gardens in small places. Vegetables.

Introdução

O acrônimo PANC designa plantas que possuem pelo menos uma parte morfológica que seja fonte de alimento e que não tenham consumo corriqueiro pela maioria da população de uma região (KINUPP, 2009; KINUPP e LORENZI, 2014). As diferentes espécies que se enquadram na categoria de PANC são fontes ricas de macro e micronutrientes, além de possuírem compostos bioativos que podem apresentar propriedades importantes na prevenção de doenças.

No Brasil, o cultivo e o consumo de hortaliças não convencionais têm diminuído em todas as regiões do país (áreas rurais e urbanas) e entre todas as classes sociais. Algumas causas prováveis para isso são a globalização, que impulsionou a oferta global de alguns produtos feitos com poucas espécies vegetais, e o crescente uso de alimentos industrializados, o que tem contribuído para as mudanças no padrão alimentar dos brasileiros e perdas de características culturais e de identidade com o consumo de alimentos locais e regionais (BRASIL, 2010).

Contudo, nos últimos anos as PANC têm ganhado destaque no debate sobre o resgate da biodiversidade na alimentação humana. Elas possuem importância ecológica, pois sua popularização diminuiria o risco de extinção de várias espécies, e importância sociocultural, porque dentro deste grande grupo de plantas, estão incluídas várias espécies que já foram utilizadas no passado e, atualmente, encontram-se esquecidas (BRASIL, 2010; FAO, 2019).

PANC no Brasil

O Brasil destaca-se por ser um dos países mais ricos em biodiversidade, onde é possível encontrar uma abundância de plantas comestíveis na natureza. Estima-se que no território brasileiro existam pelo menos 3 mil espécies de plantas alimentícias, o que corresponde a 10% da flora nativa (4 a 5 mil espécies de plantas). Todavia, 90% do alimento consumido mundialmente provém apenas de 20 espécies, sendo que se tem registros de uma variedade muito maior, estimada em 30 mil espécies de plantas comestíveis. Sendo assim, é possível constatar que a população consome apenas uma pequena parcela de todas as hortaliças disponíveis, e as PANC encontram-se entre as plantas alimentícias não muito consumidas, nem conhecidas (ALBIERO, 2019; KELEN, 2015).

Por se tratar de plantas que apresentam, na sua maioria, crescimento espontâneo, muitas vezes as PANC são consideradas “plantas daninhas”, “inços” ou “mato”. São espécies que se adaptam facilmente ao bioma local, demandando pouco ou nenhum tratamento químico para seu crescimento, pois são muito resistentes a doenças e pragas. Entretanto, uma pequena parcela dessas plantas possui estrutura mais frágil e necessita de cuidados especiais, tal como a utilização de adubos e o controle da frequência de regas. Se cultivadas em épocas com um grande volume pluviométrico não necessitam de rega intensa e exigem uma quantidade de nutrientes igualmente às de outras hortícolas, sendo necessário tratar o solo antes de seu plantio (BRASIL, 2010).

As diversas espécies de PANC conhecidas podem possuir uma ou mais partes que são comestíveis, tais como raízes, tubérculos, bulbos, rizomas, colmos, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes; outras são utilizadas para a obtenção de látex, resinas, gomas, óleos e gorduras comestíveis. Nesse conceito também é possível incluir as especiarias, espécies condimentares e aromáticas, assim como as plantas que são utilizadas como substitutas do sal, por exemplo, a salicórnia, ou como edulcorantes, tal como a estévia. Existem ainda algumas PANC que podem ser utilizadas como

amaciantes de carnes, corantes alimentares e na fabricação de bebidas, tonificantes e infusões (RANIERI, REITER, NASCIMENTO, 2017; KINUPP e BARROS, 2007; BIONDO et al, 2018).

Quando consumidas, de forma geral, as PANC são utilizadas em receitas caseiras, como por exemplo as folhas de *Portulaca oleracea* (conhecida como beldroega, baldroega ou onze-horas), que são usadas no preparo de saladas; as folhas de *Xanthosoma sagittifolium* (popularmente conhecida como taioba, orelha-de-elefante, entre outras denominações, que são utilizadas em refogados; as folhas e frutos de *Tropaeolum majus* (capuchinha ou flor-de-chagas) que servem para fazer patês e conservas; as flores de *Taraxacum officinale* (dente-de-leão), e ainda as folhas de *Stachys byzantina* (peixinho da horta, orelha-de-coelho, lambari, lambari-da-horta, lambarizinho) com as quais são feitos empanados. Um aspecto importante a ser destacado é que uma mesma planta pode ser considerada convencional em uma região do país e não convencional em outra, dependendo da cultura e dos hábitos alimentares de cada grupo social, podendo apresentar diferentes formas de preparo. Entretanto, ainda são poucos os estudos sobre a utilização das PANC, principalmente no que se refere à aplicação na indústria de alimentos (POLESI et al, 2017; ALBIERO, 2019; BARREIRA et al, 2015).

Hortas comunitárias

As hortas comunitárias exercem um importante papel ambiental e social nos diversos espaços em que são implementadas. De acordo com os estudos realizados por Costa et al. (2015), é possível identificar uma estreita ligação entre a prática das hortas e a melhoria da qualidade de vida das pessoas envolvidas, haja vista que tais projetos promovem atividades de contato com a terra em espaços participativos e de construção coletiva, propiciando discussões sobre autocuidado, alimentação saudável e o desestímulo ao uso excessivo de medicamentos; reforçam a ação comunitária, pois favorecem a formação de redes de apoio entre a população local; contribuem para o desenvolvimento de habilidades pessoais, principalmente aquelas relacionadas às técnicas de cultivo agroecológico, permacultura, reciclagem e conhecimento de novas espécies de alimentos e plantas; estimulam o empoderamento e a autonomia, considerando que contribuem para o fortalecimento da soberania alimentar de diversas famílias, além de fomentar a reconexão do homem com a origem do seu alimento.

As hortas comunitárias em espaços urbanos também exercem uma importante função, pois atuam como minimizadoras dos impactos causados pelo crescimento das cidades, tornando-se uma alternativa para conectar áreas fragmentadas ou disponibilizar recursos à vida silvestre, apoiando assim a biodiversidade, o contato com a natureza e o bem-estar humano. A Horta das Corujas, localizada na cidade de São Paulo, é um exemplo de ambiente comunitário que foi criada com o intuito de se constituir em um local colaborativo de refúgio da vida cotidiana através do contato com as PANC e outras hortaliças. Trata-se de um lugar onde qualquer pessoa pode plantar, cultivar e colher as hortaliças não convencionais que ali crescem. Um fator de destaque é o senso de coletividade presente, já que o ensino sobre cultivo e consumo das plantas é compartilhado por todos; além disso, é promovida a educação ambiental entre os participantes (BEZERRA, 2014; HORTA DAS CORUJAS, 2020).

Souza (2017) estudou a importância de uma horta comunitária para a Associação de Proteção e Assistência aos Condenados (APAC), que é uma organização voltada à recuperação de pessoas cuja metodologia é baseada na reinclusão econômica e social dos detentos, com baixos índices de reincidência no crime em comparação aos sistemas tradicionais, localizada em Sete Lagoas, Minas Gerais. O estudo foi executado através de pesquisas qualitativas, com o uso de questionários, diários

de campo e fotografias. Foram acompanhados 30 recuperandos durante os 17 meses de projeto. Os resultados apontaram para o sucesso do projeto baseado no método APAC, já que o processo de recuperação envolve trabalho, conhecimento, oportunidade de geração de renda, avanços sociais e psíquicos, e representa uma alternativa viável para a reinclusão econômica dos egressos desse sistema prisional no município.

Em outro estudo realizado por Proença et al (2018), foram registradas as experiências de 24 agricultores que produzem e comercializam hortaliças convencionais, não convencionais e medicinais, as quais são cultivadas na horta urbana comunitária da COHAB (Companhia de Habitação do estado de Minas Gerais), localizada no município de Lavras, Minas Gerais. A horta conta com um espaço de 7.500 m² e disponibiliza lotes de aproximadamente 240 m² para cada uma das 36 famílias cadastradas no projeto. Para esses agricultores, o cultivo dessas plantas foi essencial para a redução de gastos mensais com alimentação e remédios, uma vez que elas conseguiam suprir as necessidades alimentares de suas famílias, proporcionando também muitos benefícios à saúde devido às propriedades que possuem, diminuindo assim as despesas com medicamentos. Outro fator que deve ser destacado é o aproveitamento de regiões que eram destinadas ao descarte de resíduos (lixo e entulho), transformando-as em locais férteis e prósperos.

Em ambientes escolares, as hortas comunitárias também podem se tornar ferramentas de aprendizado prático, como é o caso do projeto Horta PANC, realizado na Escola Desembargador Amorim Lima, em São Paulo. De acordo com as informações coletadas no estudo de Filho (2019), a formação de hortas planejadas em escolas com o uso de PANC é uma excelente alternativa sustentável, pois além de auxiliar na educação alimentar e nutricional, o cultivo das plantas também oferece um espaço com imenso potencial pedagógico que propicia a conexão de alunos, professores e demais colaboradores com o ciclo do alimento. Uma das grandes questões relacionadas à alimentação e à nutrição atualmente é o alto consumo de alimentos processados e ultraprocessados e o distanciamento e desconhecimento dos alimentos in natura. As PANC cumprem esse papel, pois podem ser mais saudáveis que os alimentos convencionais em relação à qualidade nutricional, em função da diversidade de espécies que podem ser utilizadas.

Espécies recomendadas de acordo com o espaço

O ritmo agitado de vida da população em grandes metrópoles aliado às muitas horas de trabalho, acarretam falta de tempo para o contato com a natureza e pouca atenção em relação à alimentação. Considerando que grande parte das pessoas procura mudar esse hábito, o cultivo de hortas no ambiente doméstico ou em espaços reduzidos torna-se uma boa opção para quem possui locais ociosos e está interessado em produzir hortaliças para consumo próprio. Assim, é possível utilizar espaços vazios de corredores, varandas, sacadas, quintais, janelas e até adaptar recipientes para a produção das hortaliças, como por exemplo, canos de PVC, garrafas PET e recipientes de plástico em geral, tais como pneus, baldes, bacias, latas, vasos suspensos, entre outros, para produzir alimentos saudáveis, livres de agrotóxicos, destinados ao consumo familiar (CLEMENTE et al., 2012).

Para a boa desenvoltura de uma cultura, é essencial atentar-se à escolha do espaço em que as hortaliças serão cultivadas. É necessário que se dê atenção aos fatores básicos: água, luz e solo. A água é a responsável pela rigidez das raízes, caules, folhas e frutos, além do transporte de nutrientes que nela estão dissolvidos, porém é necessário controlar a quantidade de água a ser lançada nas plantas diariamente. A luminosidade e a temperatura são outros fatores que controlam a adaptação das culturas, sendo ideal uma incidência solar de pelo menos 4 a 5 horas para que as plantas realizem a fotossíntese e completem o seu ciclo de desenvolvimento. Um solo fértil deve apresentar

quantidade razoável de matéria orgânica, ser permeável e ter capacidade de retenção de água. Aconselha-se também que seja um local arejado para que insetos benéficos como, por exemplo abelhas, possam circular entre as plantas (CLEMENTE et al., 2012).

Exemplos de PANC para pequenos espaços

Rumex acetosa (azedinha)

A espécie *Rumex acetosa*, conhecida como azedinha, azeda, azedeira ou língua de vaca, é uma hortaliça não convencional da qual geralmente se consome as folhas. É rica em ferro, magnésio, potássio e vitaminas (A e C), além de apresentar sabor levemente ácido e refrescante. No Brasil, é cultivada nas regiões Sul e Sudeste, pois se desenvolve melhor em clima ameno, em temperaturas que variam de 5 a 30° C. Ao ser cultivada, efetua-se o manejo com a colheita periódica das folhas e desmembramento dos propágulos das touceiras para renovação do plantio (KINUPP e LORENZI, 2014; BRASIL, 2010).

Apesar de ser uma planta rústica, necessita de alguns cuidados para o seu desenvolvimento como: solo bem drenado, não compactado e que possua teores de matéria orgânica; pH do solo variando entre 5,8 a 6,3; adubação a cada 45 dias com fontes nitrogenadas e adubação orgânica a cada 3 meses. Para o plantio recomenda-se o espaçamento de 20 a 25 cm entre plantas. A colheita é realizada cerca de 50 a 60 dias depois do plantio, ou à medida que as folhas forem crescendo (MADEIRA et al, 2013; BRASIL, 2010).

Portulaca oleracea L. (beldroega)

A espécie *Portulaca oleracea L.*, popularmente conhecida como beldroega, salada-de-negro, caaponga, porcelana, bredo-de-porco, verdolaga, beldroega-pequena, beldroega-vermelha, beldroega-da-horta ou onze-horas, é uma planta herbácea prostrada, anual, suculenta e ramificada com ramos de cor rosada que alcançam de 20 a 40 cm de comprimento. Suas folhas são simples, alternas, carnosas, de 1 a 2 cm de comprimento. As flores são solitárias, axilares, de cor amarela, que se abrem apenas na parte da manhã. Os frutos são cápsulas deiscentes, com sementes pretas e brilhantes. A propagação da beldroega ocorre por meio das sementes, sendo muito prolífera (BRASIL, 2010; MADEIRA et al., 2013).

A beldroega é uma planta que se desenvolve em climas diversos, tanto os subtropicais como os tropicais. O solo deve ser leve, fértil e com bom teor de matéria orgânica. O plantio pode ser feito o ano todo, porém em regiões que apresentem um clima mais quente, principalmente no verão, o plantio deve ser feito de março a agosto. A colheita se inicia após 75 a 80 dias após a semeadura ou 40 a 60 dias após o plantio das mudas. O ponto ideal de colheita ocorre quando o caule ainda está macio, com folhas redondas e a cor verde escuro (KINUPP e LORENZI, 2014; BRASIL, 2010).

É uma planta rica em ômega 3, nutriente importante para a saúde cardiovascular e para o fortalecimento do sistema imunológico. Além disso, possui betacaroteno, fósforo, magnésio, zinco, cálcio, potássio, cobre, ferro e vitaminas (B e C). Apresenta um grande potencial antioxidante, depurativo, anti-inflamatório e diurético, sendo utilizada na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares. Suas folhas, flores, ramos e sementes podem ser utilizados na alimentação, podendo ser consumida crua (saladas e sucos) ou cozida em diversas preparações (refogados, omeletes, tortas). As sementes podem ser transformadas em farinha ou utilizadas nas receitas de panificados (ALBIERO, 2019).

Tropaeolum majus L. (capuchinha)

A espécie *Tropaeolum majus L.*, popularmente conhecida como capuchinha ou flor-de-chagas, é uma PANC cuja parte aérea é comestível, incluindo caule, folhas, flores, botões florais e frutos verdes. É uma planta suculenta e que se alastra com facilidade. Recomendada como companheira de cultivo com outras espécies, pelo fato de atrair lepidópteros (insetos como as mariposas e as borboletas) que ajudam a repelir pulgões e besouros. Pode ser utilizada também como planta melífera (possui a capacidade de atrair abelhas) e ornamental. Quando cultivada com outras espécies como rabanete, repolho, tomate e pepino, auxilia no crescimento dessas plantas e melhora o seu sabor (BRASIL, 2010). Segundo Butnariu e Bostan (2011), ela possui diversos compostos bioativos como flavonóides, carotenóides e outros polifenóis conhecidos por sua atividade antiinflamatória.

Ela se adapta a qualquer clima, floresce durante todo o ano e é resistente. Pode ser cultivada em qualquer tipo de solo, porém é preferível que este seja leve de textura pouco arenosa, profundo, com boa drenagem, rico em matéria orgânica e com boa capacidade de retenção de umidade (KINUPP e LORENZI, 2014; BRASIL, 2010).

Para o desenvolvimento sadio da capuchinha é necessário o pH do solo atingir uma faixa de 5,5 a 6,0 e que a adubação com composto orgânico atinja de 1 a 3 kg por cova. O cultivo pode ser por sementes ou através de estaquia e o desenvolvimento das mudas pode ser efetuado em bandejas, sacolas plásticas, entre outros. No caso da estaquia, a atenção com a rega tem que ser rigorosa para evitar o ressecamento das estacas. A colheita se inicia 50 dias após o plantio, podendo ser estendida até os 100 dias, colhendo-se as folhas e flores (BRASIL, 2010).

Stachys byzantina (Peixinho da horta)

As folhas da espécie *Stachys byzantina K. Koch*, popularmente conhecida como peixinho da horta, orelha-de-coelho, lambari, lambari-da-horta ou lambarizinho, se destacam pelos teores de fibras, proteínas, carboidratos, potássio e ferro, podendo ser utilizadas para o preparo de sucos, refogados, sopas, omeletes e recheios diversos; além disso, quando preparadas à milanesa assemelham-se ao sabor de peixe. No Brasil, o peixinho da horta é cultivado em regiões de clima ameno como os das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, pois a faixa de temperatura ideal para o seu cultivo é entre 5 e 30°C (BRASIL, 2010; OLIVEIRA et al., 2009, LORENZI e SOUZA, 2001).

É recomendado que o plantio seja realizado em canteiro em qualquer época do ano, desde que haja umidade necessária para o desenvolvimento da planta. Como é uma planta rústica, a irrigação pode ser realizada conforme sua necessidade. A correção do solo deve ser feita com amostragem, aplicando calcário, se necessário, a fim de atingir um pH na faixa de 5,8 a 6,3. A adubação de cobertura deve ser feita com fontes nitrogenadas a cada 45 dias, na dosagem de 40 kg de N/ha, e com matéria orgânica a cada 3 meses. A colheita das folhas pode ser realizada cerca de 60 a 70 dias após o plantio, ou quando o comprimento das folhas atingir de 8 cm a 15 cm (KINUPP e LORENZI, 2014; BRASIL, 2010).

Exemplos de PANC para cercas, ambientes verticais e pergolados

Basella Alba L. Syn B. rubra (Bertalha)

A espécie *Basella alba L. Syn B. rubra*, também conhecida como espinafre tropical, espinafre indiano e folha tartaruga, é uma planta trepadeira, vigorosa, que possui folhas espessas e com coloração verde-clara. Esta PANC se desenvolve melhor em regiões de clima quente, com temperaturas ideais para o crescimento entre 26 e 28 °C, porém pode ser plantada durante todo o ano. O plantio pode ser feito através de sementes e mudas em solo leve, fértil e com bom teor de matéria orgânica. No caso do plantio com sementes, estas precisam ser deixadas de molho durante 24 horas na água a temperatura ambiente. O espaçamento recomendado para a semeadura no solo é de 20 cm x 5 cm, e a profundidade de 0,5 cm; em bandejas e copinhos, deve-se colocar uma semente por célula. A temperatura ideal para germinação das sementes varia entre 15 e 30 °C, as quais levarão de 8 a 10 dias para germinar. As mudas deverão ser transplantadas com 10 cm de altura e /ou 20 dias após a germinação (BRASIL, 2010; MADEIRA et al., 2013).

É uma planta rica em fibras, vitaminas A e C, cálcio, ferro e zinco. Suas folhas podem ser consumidas cruas, cozidas, ou ainda secas e moídas como suplemento alimentar. Por possuir ácido oxálico e estar associada a uma característica antinutricional, recomenda-se que não seja ingerida em excesso de forma crua e que as folhas sejam escaldadas previamente para minimizar esse efeito. Os frutos são um ótimo corante – rosa ou roxo (betalaína) - para as preparações culinárias (arroz doce, canjica, bolos, chás, sucos) (ALBIERO, 2019).

Pereskia aculeata (Ora-pro-nóbis)

A *Pereskia aculeata*, comumente denominada como ora-pro-nóbis, é uma espécie de porte arbustivo, e uma planta trepadeira. Suas folhas são suculentas, as flores são pequenas e brancas e os frutos são pequenas bagas amarelas. Possui cálcio, potássio, magnésio, zinco, fósforo, ferro, vitaminas (A, B e C), triptofano, fibras e alto conteúdo proteico. É uma planta de fácil cultivo e propagação, tem baixa demanda hídrica e baixa incidência de doenças, características que favorecem o cultivo doméstico, como uma hortaliça de baixo custo; além de ser utilizada como planta ornamental, é cultivada para fins de produção de mel pelos apicultores, pois apresenta floração rica em pólen e néctar; a floração ocorre nos meses de janeiro a abril (MARINELLI, 2016; KINUPP e LORENZI, 2014; MARTINEVSKI et al., 2013; BRASIL, 2010; DUARTE e HAYASHI, 2005).

Recomenda-se que seu cultivo seja no início do período chuvoso, pois, apesar da planta apresentar tolerância à seca, é importante que se tenha um aporte hídrico para o estabelecimento de um maior crescimento de ramos nesta época. A multiplicação da planta é feita através de propagação vegetativa, para a qual são utilizadas partes do próprio caule. Para que ocorra um crescimento mais rápido de folhas, é interessante que seja mantido um bom nível de matéria orgânica no solo (KINUPP e LORENZI, 2014; BRASIL, 2010).

Para a maior desenvoltura dos tratos culturais e colheita, é necessário que se avalie, de acordo com o espaçamento e a altura das hastes, a realização de podas que poderão ser feitas a qualquer momento. A colheita é iniciada 2 a 3 meses após o plantio, quando as folhas apresentarem de 7 a 9 cm de comprimento, evitando a concentração de retirada das folhas nos ramos (BRASIL, 2010).

Exemplos de PANC para grandes espaços

Xanthosoma sagittifolium (Taioba)

A espécie *Xanthosoma sagittifolium*, conhecida como taioba ou orelha-de-elefante, é uma herbácea perene que pode atingir até 2 metros de altura, adaptável a variadas condições ambientais, porém desenvolve-se melhor em regiões de clima quente e úmido, sob temperaturas acima de 25 °C. Em ambientes com temperaturas abaixo de 20° C, a taioba pode perder suas folhas e entrar em estado de dormência. Em regiões tropicais e equatoriais, o cultivo pode ser realizado o ano inteiro, enquanto em regiões subtropicais ou tropicais de altitude, o cultivo é restrito à época mais quente do ano (BRASIL, 2010).

O plantio é feito por meio dos rizomas diretamente no local determinado, mantendo-se 0,5 m de distância entre as plantas, e de 0,8 a 1 m entre as linhas, considerando que a taioba possui folhas de grandes dimensões e precisa de espaço suficiente para se desenvolver. Os solos para o plantio da taioba devem ser ricos em matéria orgânica. A colheita das folhas pode ser feita de 60 a 75 dias após o plantio ou assim que as folhas apresentam tamanho em torno de 30 a 40 cm de comprimento (BRASIL, 2010).

É uma PANC rica em carotenoides, fibras, ferro, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, cobre e vitaminas (B e C). Seus rizomas podem ser cozidos e consumidos em purês, com arroz, em picadinhos de carnes ou sopas, e seus talos e folhas devem ser cozidos (pois crus apresentam o efeito tóxico e antinutricional do ácido oxálico) e podem ser utilizados em refogados, omeletes e sopas (ALBIERO, 2019).

Xanthosoma mafaffa (Mangarito)

A *Xanthosoma mafaffa*, também conhecida como mangarito ou mangará, é uma PANC que pertence à família das aráceas, sendo inclusive do mesmo gênero que as taiobas. As folhas do mangarito são comestíveis, podendo-se prepará-las de modo semelhante à couve, mas são os rizomas que se destacam como uma iguaria culinária. São preparados com casca, a qual deve ser retirada posteriormente. Pode ser cozido, assado, frito, salteado ("sauté") ou em cremes. Nutricionalmente, destaca-se como fonte amilácea altamente energética. Apresenta índice calórico em torno de 100 kcal/100g, teor de matéria seca entre 17 e 20% e cerca de 3 a 3,5% de proteína (BRASIL, 2010; MADEIRA, 2015).

Em regiões tropicais e equatoriais, o cultivo pode ser realizado o ano inteiro, enquanto que em regiões subtropicais ou tropicais de altitude, é restrito à época mais quente do ano (de setembro a outubro e de março a abril), permanecendo a cultura em dormência durante o período frio e/ou seco do ano. Na região central do país, o plantio deve ocorrer normalmente em setembro e outubro, no início do período chuvoso, e no Nordeste ela pode ser plantada de janeiro a fevereiro (BRASIL, 2010; MADEIRA, 2015).

A propagação é feita por pequenos rizomas, diretamente no local definitivo. O espaçamento deve ser de 0,3 a 0,5 m entre as leiras e de 0,2 a 0,3 m entre plantas nas leiras. É comum o uso de linhas duplas, distantes 0,5 m entre si e 0,8-1,0 m nas ruas (entre linhas). Após 6 a 8 meses do plantio, quando as folhas entram em senescência, deve ser feita a colheita. Para isso, separam-se os rizomas maiores dos menores e a limpeza deve ser feita eliminando-se o solo aderido (BRASIL, 2010).

Considerações finais

As PANC são importantes para a promoção de uma alimentação balanceada, devido à diversidade de nutrientes que podem ser encontrados nas diferentes espécies. Porém, o conhecimento acerca dessa riqueza de biodiversidade tem sido perdido ao longo de gerações.

Iniciativas como a da criação de hortas comunitárias podem favorecer a disseminação dessas informações sobre as PANC, uma vez que são ambientes ricos que propiciam o aprendizado para qualquer pessoa, independentemente do grau de sua instrução ou de conhecimento prévio sobre cultivo de plantas. A cooperação entre os voluntários da horta para realizar os cuidados contínuos com as plantas pode contribuir também para o desenvolvimento pessoal, uma vez que o conhecimento é compartilhado entre pessoas e informações específicas sobre o cultivo de determinada planta não ficam restritas a um núcleo de pessoas individuais, como por exemplo em agriculturas familiares.

A escolha do local para implantação da horta deve estar relacionada com as espécies recomendadas para o cultivo, devido ao espaço disponível e às condições climáticas. O trabalho apresentou alguns exemplos de espécies de PANC que podem ser utilizadas. Entretanto, a biodiversidade brasileira possibilita diversas outras configurações de hortas.

Referências

ALBIERO, K. **Conhecendo as PANC: Plantas Alimentícias Não Convencionais**. Instituto Federal de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/documents/30681/1733107/cartilha_PANCs_IFSC_2019.pdf/de1a6241-47f4-4cb8-8013-4628f0661533> Acesso em: 04 abr. 2020.

BARREIRA, T.F.; PAULA FILHO, G.X.; RODRIGUES, V.C.C.; ANDRADE, F.M.C.; SANTOS, R.H.S.; PRIORE, S.E.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. **Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722015000600964&script=sci_arttext#B18>. Acesso em: 02 abr. 2020.f

BEZERRA, J. P. **O papel dos quintais urbanos na segurança alimentar, bem-estar e conservação da biodiversidade**. 2017. Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/19967/1/JessicaDePaivaBezerra_DISSERT.pdf> Acesso em: 30 mar. 2020.

BIONDO, E.; FLECK, M.; KOLCHINSKI, E. M.; SANT'ANNA, V.; POLES, R. G. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 1, p. 61-90, 2018.

BUTNARIU, M.; BOSTAN, C. Antimicrobial and anti-inflammatory activities of the volatile oil compounds from *Tropaeolum majus* L. (Nasturtium). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 5900-5909, 2011.

BRASIL. **Manual de hortaliças não convencionais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf> Acesso em: 23 mar. 2020.

COSTA, C. G. A.; GARCIA, M. T.; RIBEIRO, S. M.; SALANDINI, MARCIA F. S.; BÓGUS, C. M. **Hortas comunitárias como atividade promotora de saúde: uma experiência em Unidades Básicas de Saúde**. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/csc/2015.v20n10/3099-3110/pt/#>>. Acesso em: 16 de ago. 2020.

CLEMENTE, M. V. T.; HABER, L. L.; MARINHO, G. A.; CARVALHO, B. G. P. **Horta em pequenos espaços**. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176051/1/HORTA-EM-PEQUENOS-ESPACOS-4-IMP-2017.pdf>> Acesso em: 19 ago. 2020.

DUARTE, M.R.; HAYASHI, S.S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 103-109, 2005.

BÉLANGER; J. PILLING, D. (eds). **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture**. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>

FILHO, M. J. Horta PANC: O modelo sustentável para hortas escolares. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**. São Paulo, v. 42, n. 76, 2019. Disponível em <<https://www.vponline.com.br/portal/noticia/pdf/82b4a9dd6ddfb28891dc556afc7bc22b.pdf>> Acesso em: 14 jul. 2020.

HORTA DAS CORUJAS. **Horta comunitária na Vila Beatriz, SP**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://hortadascorujas.wordpress.com/>> Acesso em: 14 ago.2020.

KELEN, M. E. B.; NOUHUY, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK. P.; SILVA, D.B. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. UFRGS. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wp-content/uploads/2015/11/Cartilha-15.11-online.pdf>> Acesso em: 23 mar. 2020.

KINUPP, V.F. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): uma riqueza negligenciada**. Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC -Manaus. Julho, 2009.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. de. Riqueza de Plantas Alimentícias Não-Convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 63-65, 2007. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/96a3/300a8f8ff90b864b92338fe5a3302411b2df.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

KINUPP, V.F. e LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas**. Instituto Plantarum de estudos da Flora, São Paulo, 2014.

LIMA, J.R.T. Desenvolvimentos, uma perspectiva plural. In: TAVARES, J.R.; RAMOS, L.R. (Orgs.). **Assistência técnica e extensão rural: construindo o conhecimento agroecológico**. Manaus: IDAM, 2006.

LORENZI H.; SOUZA, M. H. **Plantas ornamentais no Brasil arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3 ed. São Paulo: Editora Plantarium, 2001.

MADEIRA, R, N; SILVA, C. P; BOTREL, N; MENDONÇA, L. J; SILVEIRA, R. S. G; PEDROSA, W. M. **Manual de Produção de Hortaliças Convencionais**. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

- Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/983087>>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- MADEIRA, N. R.; BOTREL, N.; AMARO, G. B.; MELO, R. A. C. **Mangarito: sabor de tradição. Horticultura Brasileira**. Vol.33 no.3. Vitória da Conquista, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362015000300409>. Acesso em: 19 de ago. 2020.
- MARINELLI, P. S. **Farinhas de moringa (*Moringa Oleifera Lam.*) e ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata Mill.*): biomateriais funcionais**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, 2016.
- MARTINEVSKI, C. S.; OLIVEIRA, V.R.; RIOS, A.O.; FLORES, S.H.; VENZKE, J.G. Utilização de bertalha (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) e ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) na elaboração de pães. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**. v. 24, n. 3, 2013.
- OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M.K. **Farmacognosia**, 1 ed., São Paulo: Atheneu, 2009.
- POLESI, R. G.; ROLIM, R.; ZANETTI, C.; SANT'ANNA, V.; BIONDO, E. Agrobiodiversidade e segurança alimentar no vale do taquari, RS: plantas alimentícias não convencionais e frutas nativas. **Revista Científica Rural**. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, v. 19 n. 2, 2017. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/efc1/0470a08a2360002cdb648df6e535a94361ca.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2020.
- PROENÇA, I. C; ARAÚJO, A.L; TOMAZELLA, V.B; MENDES, R.C; GOMES, L.A; RESENDE, L.V. **Plantas alimentícias não convencionais (panc's): relato de experiência em horta urbana comunitária em município do sul de minas gerais**. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, 2018. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/328646943_plantas_alimenticias_nao-convencionais_pancs_relato_de_experiencia_em_horta_urbana_comunitaria_no_sul_de_minas_gerais> Acesso em: 30 mar. 2020.
- RANIERI, R. G; REITER, S. A; NASCIMENTO, V. **Guia prático de Panc: Plantas Alimentícias não convencionais**. São Paulo, 2017. Disponível em < <http://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/Guia-pr%C3%A1tico-de-PANC.pdf>> Acesso em: 21 mar. 2020.
- SOUZA, A. O. **Hortas comunitárias e reintegração social: uma análise das suas vantagens no sistema APAC de Sete Lagoas, Minas Gerais**. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2017. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6lMeQPSIZbMJ:www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/download/38462/pdf/+&cd=8&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 14 ago. 2020.



Aplicação de microsserviços para a concepção de ERPs: uma abordagem prática de padrões e antipadrões

Application of microservice for the design of ERPs: a practical approach to standards and anti-patterns

Gabriel Lara Baptista (pro15969@cefsa.edu.br)
Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Nove de Julho (Uninove) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Erick Tioffi (ericktioffi@gmail.com)
Graduado em Engenharia de Computação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Laion Biazão (laionfb@yahoo.com.br)
Graduado em Engenharia de Computação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Rafael Cardoso (rafael_eng31@outlook.com)
Graduado em Engenharia de Computação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Rafael Galani (galani.rafael@gmail.com)
Graduado em Engenharia de Computação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Resumo

O presente artigo tem como objetivo realizar a implementação de um sistema ERP utilizando a arquitetura de microsserviços e seus padrões de desenvolvimento, realizando a análise qualitativa em termos de desenvolvimento e performance do sistema em questão e observando quais são os padrões adotados e antipadrões existentes para a concepção desse modelo arquitetural. Levantaram-se os principais requisitos funcionais e não funcionais de um sistema ERP por meio de pesquisas bibliográficas em livros e artigos científicos da área de Sistemas de Informação. Além disso, também se efetuou a pesquisa dos históricos de aplicações já consolidadas no mercado, com o objetivo de detectar possíveis oportunidades de melhorias e, por fim, realizou-se a implantação do sistema em si num ambiente de nuvem; além disso, foram feitos testes computacionais para avaliar a sua performance. Por fim, foi alcançada uma aplicação baseada na arquitetura de microsserviços, escalável e com os melhores padrões no que diz respeito à arquitetura de microsserviços.

Palavras-chave: Microsserviços. ERP. Padrões de arquitetura de software. Computação em nuvem.

Abstract

This article aims to implement an ERP system using the microservices architecture and its respective development patterns and analyze the improvement of the system, in both development and performance matters, observing which are the patterns and anti-patterns adopted to this architectural model's conception. The main functional and non-functional requirements of an ERP system were retrieved by bibliographical research in books and scientific articles related to the Information Systems area and conversations with specialists and key-users. Also, research of previous applications already consolidated in the market were conducted, in order to detect potential improvement opportunities and, finally, the system was deployed in a cloud environment with computational tests being performed, aiming the evaluation of the achieved performance. Finally, the result was an application based in the microservices architecture, scalable and within the best practices related to the microservices architecture.

Keywords: Microservices. ERP. Patterns. Software architecture. Cloud computing.

Introdução

Os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (*ERP – Enterprise Resource Planning*) são sistemas transacionais que reúnem informações de todas as áreas de atuação da empresa, proporcionando sua integração (KARMAKAR, 1989; ZIPKIN, 2000; AROZO, 2003). É sabido que, a cada novo desenvolvimento de funcionalidades para o ERP, fica cada vez mais complexo alterar o que já foi desenvolvido e a manutenção do sistema torna-se cada vez mais complexa.

Maier e Rehtin (2000) definem projeto de Arquitetura de Sistemas como um processo criativo que propõe uma organização do sistema em questão, para que sejam atendidos tanto os requisitos funcionais como os não funcionais de um sistema. A Arquitetura de Sistemas é de suma importância no ecossistema de qualquer aplicação por estar diretamente relacionada ao seu desempenho, robustez, confiabilidade, capacidade de distribuição e manutenibilidade.

Com o passar do tempo, a Internet surgiu e trouxe uma nova realidade a seus usuários, deixando de ser uma rede que disponibiliza somente um simples acesso e obtenção de informações, tornando-se uma rede que nos envolve de diferentes formas ao longo do uso, geralmente de forma paralela (BERNARDO, 2013).

Com o aumento exponencial de usuários espalhados mundialmente (KEMP, 2019), surgem plataformas de escala global como YouTube, Facebook, Twitter, Instagram, e plataformas de entretenimento que comportam acessos diários de mais de 1 bilhão de usuários (YOUTUBE, 2019; FACEBOOK, 2019). Tal disponibilidade e capacidade de entrega jamais haviam sido demandadas pela indústria (FACEBOOK, 2019). Logo, tornaram-se necessárias novas soluções e abordagens, tanto na infraestrutura da plataforma em si quanto no seu processo de desenvolvimento, para que a qualidade e a homogeneidade possam ser garantidas no acesso do usuário (BORKAR; CAREY; LI, 2016).

De modo a atender tal demanda, a concepção arquitetural dessas plataformas sofreu um processo de reformulação. Segundo Tole (2013), nos últimos anos esse processo ocorreu drasticamente e diversas novas soluções arquiteturais foram propostas. Lewis e Fowler (2014) justificam tal reformulação em razão do cenário atual da indústria, com desafios cada vez maiores, bem como projetos e regras de negócio cada vez mais complexas.

Uma das arquiteturas com esse foco é baseada em microsserviços. Esta arquitetura pode ser definida como um estilo e um conjunto de técnicas e tecnologias utilizadas para que a aplicação em questão seja composta, em seu resultado, por um conjunto de serviços de baixo acoplamento entre si, autônomos, independentes e implantáveis de modo autônomo (JAMSHIDI *et al.*, 2018).

O presente trabalho visa propor, à luz das melhores práticas que estão sendo adotadas atualmente, a adoção da arquitetura de microsserviços para o desenvolvimento de ERPs, de modo que a escalabilidade, a manutenibilidade e o desempenho sejam priorizados a fim de manter a integridade de seus princípios básicos.

Após a introdução aqui apresentada, este artigo está estruturado com o objetivo de deixar claro em seu referencial os aspectos teóricos que motivaram a estrutura da arquitetura desenhada, bem como a decisão pelo uso de microsserviços. Em seguida, descreve o processo de decisão dos módulos que foram construídos e a lógica de negócio envolvida nestes módulos. A metodologia adotada ainda apresenta toda a tecnologia que foi utilizada para que fosse viável a entrega da prova, levando em consideração as vantagens da utilização de uma arquitetura em microsserviços. Os resultados apresentam os repositórios de código criados, o mapa arquitetural desenhado, as aplicações concebidas, o desempenho computacional medido durante os testes de carga e os custos

obtidos com a solução adotada. Oferecem, ainda, uma lista de lições aprendidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa e a tabela de padrões com os antipadrões evitados. As considerações finais são apresentadas indicando que o objetivo proposto no parágrafo acima foi atingido, as limitações de pesquisa foram encontradas e deu-se destaque a algumas sugestões para estudos futuros.

Referencial teórico

Quando se fala em ERP, Sommerville (2016) propõe quatro módulos principais essenciais para considerar um sistema como um ERP: (1) compras; (2) cadeia de suprimentos; (3) logística e (4) relacionamento com o cliente.

Além disso, um bom ERP deve atender a requisitos não funcionais. Diversos autores descrevem qualidades esperadas de um sistema computacional, sendo que muitos deles baseiam-se na norma ISO 25030 (ISO, 2019) que regula tais aspectos, podendo-se citar os seguintes parâmetros de qualidade de um sistema: (a) segurança e proteção; (b) desempenho; (c) usabilidade; (d) flexibilidade; (e) interoperabilidade.

Outra característica interessante de um ERP é a Modularização de Sistemas. Segundo Gershenson, Prasad e Zhang (2003), um produto modular é aquele que é constituído por blocos correlatos de conhecimento, aglutinados, porém com uma divisão bem definida. Define-se por Modularização de Sistemas uma atividade projetada para dividir programas grandes em pedaços gerenciáveis e fornecer um mecanismo de biblioteca (LINDSEY; BOOM, 1978).

Jamshidi *et al.* (2019) afirma que, comparada a uma aplicação construída de maneira única e módulo único, uma aplicação modularizada permite que tal mudança seja feita de maneira mais sutil e menos onerosa, tornando mais simples o processo de mudança como um todo – desde o levantamento de partes e setores afetados até sua própria implementação, apresentando benefícios como manutenibilidade, capacidade de extensão individual, alta disponibilidade e outras características cada vez mais necessárias nos negócios atuais. De acordo com Lewis e Fowler (2014), com a utilização da arquitetura de microsserviços, uma solução pode ser escalada horizontalmente e verticalmente de forma simples; o ganho em produtividade e velocidade concedido aos desenvolvedores aumenta exponencialmente e tecnologias obsoletas podem ser facilmente substituídas sem causar efeitos colaterais ao restante da solução.

Entende-se serviço como algo que supre uma necessidade pública, portanto, à luz dessa definição, o sistema de serviços deveria resolver as necessidades de uma ou mais aplicações a clientes através da interação entre os serviços (CARNEIRO JR., 2016).

Apesar de não haver uma definição absoluta do termo, Lewis e Fowler (2014) definem arquitetura de microsserviços como uma maneira específica de projetar aplicativos de software como conjuntos de serviços implementados de forma independente. Uma arquitetura de microsserviços possui algumas vantagens que justificam a sua adoção, dependendo da análise do negócio, ou seja, se a aplicação necessita ser altamente escalável, com módulos do negócio bem definidos e independentes; ou ainda quando necessitar que seus *deploys* sejam feitos separadamente. Quando se tem ainda como premissa a utilização de diferentes linguagens de programação – para que o melhor de cada uma delas possa ser aproveitado no negócio – e uma alta necessidade de resiliência da aplicação, pode-se dizer que estes são indícios claros de que a aplicação deverá possuir uma arquitetura de microsserviços para atender todos esses requisitos.

Adotar um padrão que seja previamente testado e provado dentro do desenvolvimento de software faz com que o processo possa ser acelerado drasticamente (MARTIN, 2018). Além disso, um bom desenho de arquitetura deve ser considerado para possíveis cenários que não são claramente visíveis atualmente, mas que têm chance considerável de acontecer no futuro. Por outro lado, Hall (2017) categoriza o antipadrão como um padrão utilizado no processo de desenvolvimento do software que é pouco ou nada efetivo e acaba atrapalhando o processo.

Metodologia

Levantaram-se os principais requisitos funcionais e não funcionais de um sistema ERP por meio de pesquisas bibliográficas em livros e artigos científicos, além de possíveis gargalos e características de baixa performance presentes nos sistemas ERPs.

A identificação dos padrões e antipadrões em arquiteturas de microsserviços também foi feita através de pesquisas bibliográficas. Entretanto, para mostrar a viabilidade de cada um deles, provas de conceito foram conduzidas a fim de atestar a sua efetividade. Todas essas provas partiram do princípio de que a infraestrutura foi provisionada através de um provedor de computação em nuvem – Microsoft Azure –, abstraindo-se assim toda a necessidade do provisionamento da infraestrutura no presente trabalho.

Com o resultado da efetividade das provas de conceito, foram desenvolvidos os módulos de compras, da cadeia de suprimentos, de logística e de relacionamento com o cliente, módulos básicos dos ERPs, sendo que os comportamentos básicos de cada módulo foram respeitados.

Esses comportamentos trazem o cenário em que tudo começa quando uma venda é efetuada, o que consequentemente acaba gerando uma demanda de entrega na área de logística e, inevitavelmente, o produto tem a necessidade de ser diminuído em estoque, conforme sua venda é efetuada. Com isso, já é possível identificar a necessidade de compra, a fim de repor o produto novamente no estoque, operação que deve ser realizada pelo departamento de compras.

A implantação foi composta por um aplicativo móvel como exemplo, desenvolvido especificamente para a plataforma Android, e por um sistema web de *front-end*. Porém, o foco principal do estudo foi o desenvolvimento de um *backend* totalmente implementado utilizando as melhores práticas de uma arquitetura de microsserviços e as melhores tecnologias presentes na data de conclusão deste trabalho.

Ao longo do trabalho, foram levados em consideração o princípio e a vantagem da arquitetura de microsserviços em que existe a possibilidade de uso de diferentes linguagens de programação, frameworks e bancos de dados na aplicação. Para tanto, foram utilizadas as tecnologias ASP.Net Core, Node.js e Python, tendo como bases de dados o Redis e o Microsoft SQL Server. Além disso, os módulos foram desenvolvidos respeitando os padrões mencionados na literatura.

Vale ressaltar que, pelo escopo proposto, optou-se pela não implementação de um sistema de autenticação, tendo-se ciência de que esta operação seria fundamental para um ERP real, ficando salientado que este tópico fica reservado para um estudo futuro.

Lewis e Fowler (2011) também citam que um microsserviço pronto para ser colocado em um ambiente de produção necessita de uma documentação. A partir dessa observação, cada serviço que foi desenvolvido conta com uma documentação de seus respectivos métodos, acessível por meio da navegação até o caminho padrão de cada API. Nessas documentações, estão descritos os parâmetros e resultados obtidos em suas chamadas. As documentações foram geradas utilizando o

Swagger, um framework que facilita tanto no desenvolvimento quanto na geração de documentação para as APIs desenvolvidas.

O desenvolvimento de cada módulo do sistema foi realizado utilizando-se a plataforma Docker, onde é disposto um conjunto de produtos que visam habilitar a capacidade de realizar virtualizações em nível de sistema, empacotando códigos-fonte em estruturas chamadas de *containers*. Dentro de um sistema com diferentes módulos, cada *container* é isolado do outro, e cada um tem seus recursos e configurações individualmente parametrizados.

Após o desenvolvimento de todos os módulos, para integrar sua execução e definir um ambiente em comum para eles, optou-se por utilizar a ferramenta “Docker Compose”, também presente na plataforma Docker. Essa ferramenta disponibiliza, por meio de interface de linha de comando, funcionalidades como construção de imagens, gestão dos *containers* (escala, interrupção, execução), podendo ser utilizada em diferentes ambientes: produção, testes, homologação e desenvolvimento.

Obtido o sucesso na execução do conjunto dos módulos dentro de ambientes locais, isto é, máquinas físicas usadas no desenvolvimento desses módulos, o próximo passo consiste em alavancar esse conjunto para um ambiente de execução controlada com maior monitoramento de recursos, performance e disponibilidade. Neste trabalho, optou-se pelo uso do Kubernetes por compatibilidade com a plataforma Docker, por ser uma plataforma de código aberto e pela alta relevância dentro da indústria e na comunidade de desenvolvimento. Pode-se definir o Kubernetes como uma plataforma de código aberto que fornece um sistema de orquestração de *containers*, com o objetivo de automatizar a implantação, a escala e operações realizadas nesses elementos, além de facilitar a integração com serviços de segurança, armazenamento e medição de resultados.

Além disso, Lewis e Fowler (2014) mencionam que eliminar todos os pontos de falhas e a identificação de cenários de falhas e catástrofes não assegura que os microsserviços sejam tolerantes a falhas e que estejam preparados para qualquer tipo de catástrofe. Para que um microsserviço seja atestado como tolerante a falhas ele precisa ser capaz de se recuperar com transparência, sem afetar a sua própria disponibilidade, a dos serviços vizinhos e a da solução como um todo.

Considerando a abordagem de Carneiro (2016), testes automatizados são fundamentais para o desenvolvimento de uma arquitetura de microsserviços. Para assegurar que essa solução está tolerante a falhas, foi imprescindível que o presente trabalho possuísse testes de unidade para cada microsserviço, teste de integração e testes de carga. Optou-se por realizar os testes de carga, já que a adoção por testes automatizados se dá pelo fato de que testes manuais não são capazes de testar todas as possibilidades de falhas de um projeto de microsserviços.

Para gerar os testes de carga no servidor de aplicação foram utilizados o cURL, Apache Benchmark e o JMeter. Todos eles têm por objetivo facilitar o processo de chamada de requisições simultâneas no ambiente a ser testado (APACHE, 2020; CURL, 2020; JMETER, 2020).

Além das ferramentas utilizadas para a realização do teste em si, foi utilizada uma ferramenta de monitoramento sob perspectiva de métricas, o Azure Insights, que auxilia na coleta de dados pela perspectiva do servidor. Este recurso pode ser definido como uma *feature* do Azure Monitor – é um serviço de gerenciamento de aplicativos feito para desenvolvedores profissionais de DevOps. Ele possibilita a visualização em tempo real dos aplicativos que estão em execução no servidor (BULLWINKLE *et al.*, 2020).

Análise de resultados

Considerando que o conceito de microsserviços sugere a independência no desenvolvimento entre cada serviço, os projetos foram conduzidos separadamente, tendo cada um dos sistemas um repositório distinto, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Repositório dos Serviços.

Serviço	Repositório
Estoque	https://github.com/rafael-bcardoso/ERP
Logística	https://github.com/rafael-bcardoso/ERP
Compras	https://github.com/LaionFB/ERP-PurchaseModule
CRM	https://github.com/rafaelgalani/ftt-microservices-erp-crm
FrontEnd	https://github.com/LaionFB/ERP-Frontend
Configurações do Kubernetes	https://github.com/LaionFB/ERP-Microservices

Fonte: Biazao et al (2020).

O mapa arquitetural proposto, apresentado na Figura 1, contém todas as boas práticas que foram desenhadas com objetivo de alinhar os times que desenvolveram cada microsserviço.

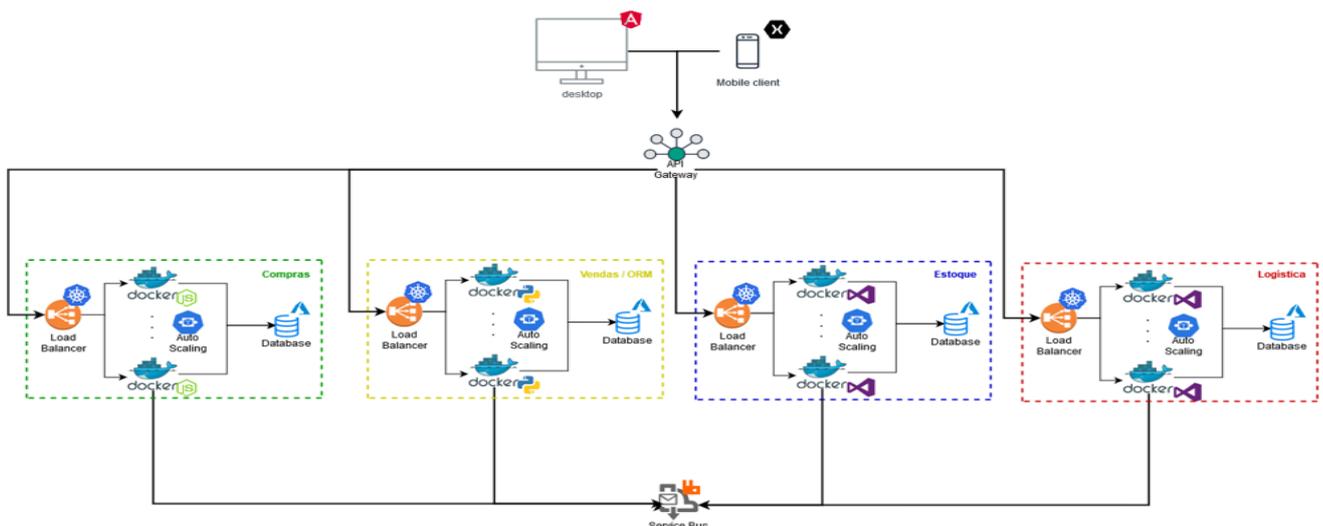


Figura 1 – Mapa Arquitetural.

Fonte: Biazao et al. (2020).

O mapa acima demonstra todo o fluxo de dados do sistema, que é composto por duas interfaces de usuário (*web* e *mobile*). As interfaces de usuário interagem com a aplicação em si primariamente através de um *API Gateway*, que foi feito utilizando-se a ferramenta *Ingress Controller* do

Kubernetes. Tal ferramenta recebe todas as requisições HTTP em um cluster *Kubernetes* e posteriormente realiza o encaminhamento para o serviço responsável por seu respectivo tratamento. O *Ingress Controller* provisiona, nativamente, o serviço de *Load Balance* das requisições, enviando-as para os serviços que estão com mais recursos disponíveis.

Cada serviço é composto por 1 a N *containers* Docker; cada *container* contém uma instância da aplicação que caracteriza o referido serviço. É válido salientar que o número de *containers* varia de acordo com a carga de dados sobre o serviço.

Isso significa dizer que, se o serviço estiver sobrecarregado, cabe ao *Kubernetes* criar *containers*, conforme parametrizado em seu arquivo de configuração (YAML), para que seja dividida a carga entre os *containers* através da ferramenta *Horizontal Pod Autoscaler*.

Pode-se definir um *Pod* como um grupo de um ou mais *containers*, com armazenamento e rede compartilhada e uma especificação de como executar os *containers* (KUBERNETES, 2020).

Vale lembrar ainda que o *container* não recebe a requisição diretamente do *API Gateway*: este a encaminha para o *Load Balancer* do serviço que, por sua vez, é responsável por encaminhá-la para a instância com menos carga num determinado momento. Cada um dos *containers* do mesmo serviço acessa a mesma instância de banco de dados, disponibilizada no ambiente da Microsoft Azure, ou seja, fora do ambiente *Kubernetes*. Os serviços não se comunicam diretamente entre si através de requisições HTTP; para isso, utilizam de um serviço de mensageria. Neste trabalho, optou-se por utilizar o *RabbitMQ*, onde são feitas as publicações e inscrições de eventos.

É importante ressaltar que, devido ao fato de a aplicação do projeto estar sendo construída em *containers*, isso permite que ela tenha a característica de independência de ambiente de execução. Logo, caso o ambiente escolhido tenha a disponibilidade de um serviço de *Kubernetes* e esse, por sua vez, permita a hospedagem de uma aplicação construída em *containers*, o processo de *deploy* da aplicação será suportado dentro desse ambiente. Portanto, outras plataformas como AWS, Google Cloud Platform, DigitalOcean – que também têm disponível o serviço de *Kubernetes* – poderiam ser usadas.

Um dos objetivos deste trabalho era verificar os ganhos em escalabilidade que um sistema construído em uma arquitetura de microsserviços consegue alcançar. Para avaliar esse aumento na escalabilidade da aplicação, foi desenvolvido um cenário de estresse, no qual a aplicação foi submetida a testes de carga com o intuito de avaliar os ganhos e perdas de desempenho quando uma determinada bateria de testes é executada. Este cenário de testes tem como principal objetivo avaliar a capacidade de escalonamento automático e o custo que esse procedimento gerou na arquitetura desenhada.

Para a realização dos testes, os microsserviços foram enviados para o *Azure Kubernetes Service* (AKS), para que pudesse ser realizada a avaliação do desempenho da solução quando submetidos a uma carga grande de requisições. O *Azure Kubernetes Service* possui a seguinte configuração: 2 máquinas virtuais *Azure Standard B2s* (nodes); 8 GB de memória RAM (total); 4 cores de processamento (total); 4 discos de armazenamento (total); Linux como sistema operacional. Estes recursos foram divididos entre os serviços conforme apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 – Recursos dos Serviços

Serviço	Processamento	Memória RAM	Instâncias
Vendas – API Gateway Vendas – Ordens de Venda Vendas – Cotações	0,05 a 0,1 core para cada serviço	100 a 200 MB para cada serviço	1 a 8
Logística Estoque Compras	0,15 a 0,3 core para cada serviço	300 a 600 MB para cada serviço	1 a 8
Frontend – Angular	0,05 a 0,1 core	100 a 200 MB	1 a 4
Redis – Database	0,15 a 0,3 core	300 a 600 MB	1
RabbitMQ	0,25 a 0,5 core	512 MB a 1 GB	1

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

No que diz respeito ao processamento e memória RAM, é reservado um valor mínimo de recurso para cada serviço, além de um valor máximo cujo serviço não poderá ultrapassar. Já a quantidade de instâncias é variada de acordo com a carga no serviço. Cria-se uma réplica do serviço quando essas instâncias atingem, em média, 75% de uso de algum dos recursos máximos. Por fim, o serviço de vendas foi dividido em três subsserviços, sendo reservado um terço dos recursos remanescentes para cada um deles.

Foram realizados 4 testes de carga no servidor de aplicação, simulando cenários comumente realizados em um ERP convencional: (a) 1 cliente enviando 1000 requisições para o servidor; (b) 2 clientes enviando 2000 requisições para o servidor; (c) 3 clientes enviando 3000 requisições para o servidor; e (d) 4 clientes enviando 4000 requisições para o servidor.

Os microsserviços utilizados nos testes foram os de logística, compras, CRM e estoque. Para tanto, foram utilizadas as seguintes funcionalidades da aplicação: (a) microsserviços de logística – listar todas as entregas que estão pendentes; (b) microsserviços de CRM – criar ordens de pedido; (c) microsserviços de compras – listar os pedidos de compras; e (d) microsserviços de estoque – listar todos os produtos em estoque.

Todos os testes foram realizados em um ambiente controlado e após sua execução o ambiente foi totalmente resetado, para que os próximos testes não fossem ficarem comprometidos. Realizaram-se os testes de carga com o envio de um total de 50.000 requisições para o servidor, de acordo com o objetivo de analisar o escalonamento automático da aplicação. Com o aumento da necessidade de recursos e conforme parametrização, o *Kubernetes*, por meio do *Horizontal Pod Autoscaler*, escala os *Pods* de forma automática, já selecionando o Nó com mais recursos disponíveis para a criação do novo *Pod*.

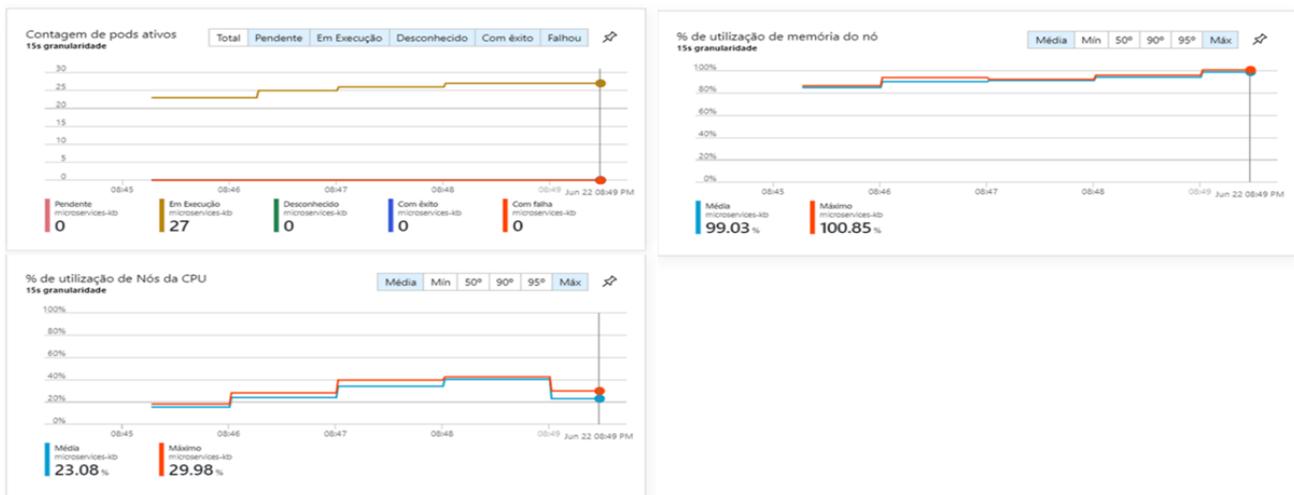


Figura 2 – Métricas da aplicação – Azure Insights.
 Fonte: Elaboração dos autores (2020)

Como pode ser observado na Figura 2, os testes duraram cerca de 4 minutos; ao final desse período, apesar do baixo processamento, o consumo de memória RAM da aplicação chegou a 100% do total disponível no ambiente, sendo impossível a criação de novos Pods do serviço testado. Os testes foram conduzidos a partir dos computadores pessoais dos próprios desenvolvedores. Foram feitas 200 requisições por segundo durante o período de testes; nenhuma requisição foi rejeitada e o tempo médio de resposta foi de pouco menos de 120ms.

Os custos para o projeto foram estipulados pela própria plataforma Azure. Foram obtidas métricas usando como base o recurso *Cost Management*, disponível no Azure. A distribuição do custo aconteceu entre as máquinas virtuais necessárias para alocação do serviço de *Kubernetes* e as bases de dados. Como era de se esperar, o componente mais caro na solução foi o serviço de *Kubernetes*, pois ele é o grande responsável pelo gerenciamento, escalonamento e monitoramento de todos os demais serviços. Também é notório o valor gasto com armazenamento, principalmente pelo fato de cada serviço ter a necessidade de possuir sua própria base de dados.

O maior desafio ao se implementar este trabalho foi levantar as melhores práticas e tecnologias para o desenvolvimento de uma arquitetura de microsserviços. Devido ao fato de ser uma arquitetura utilizada por poucas companhias, principalmente por conta de sua complexidade, o levantamento das melhores práticas e padrões tornou-se ao longo dos dias um trabalho árduo e custoso para a equipe. No entanto, a partir do momento em que foram levantadas as melhores abordagens e os melhores padrões de desenvolvimento, o trabalho tornou-se mais simples, pois a técnica de adotar o que foi pesquisado facilitou a escolha dos melhores caminhos de implementação e a visualização de como seria o futuro desenvolvimento da arquitetura da aplicação.

Com o desenvolvimento do *backend*, onde está a implementação mais massiva da arquitetura, houve a possibilidade de se utilizar diversos tipos de tecnologias diferentes que comumente não se são encontradas nas aplicações convencionais.

O *deploy* e os testes com a arquitetura em produção também foram de grande valia para o conhecimento sobre as vantagens e desvantagens desse tipo de arquitetura de software, pois desafios que são desconhecidos em aplicações monolíticas tornaram-se visíveis neste tipo de arquitetura.

Ao longo do trabalho, foram levantados pontos críticos, sendo que estes serviram como lições aprendidas. Pode-se descrever os principais como sendo:

(1) Padronização das mensagens: adotar um padrão para as mensagens foi fundamental para o sucesso do presente trabalho. Como a arquitetura é constituída por diversos serviços, que por sua vez são escritos em diferentes linguagens, definir qual deveria ser o padrão de mensagem que os serviços deveriam possuir foi essencial, pois no início do projeto, devido a uma falta de padronização das mensagens, foram enfrentados diferentes problemas de integração entre os serviços. Portanto, pode-se inferir que, para o sucesso de uma arquitetura de microsserviços, faz-se necessária a definição de qual será o padrão das mensagens. Cada mensagem, portanto, continha uma informação relacionada ao evento em si a que estava vinculada: data de geração e versão do conteúdo interno. Além disso, o conteúdo era enviado no formato *JSON*, comumente utilizado para esse tipo de aplicação.

(2) Variáveis de ambiente: para o sucesso de uma arquitetura de microsserviços, se faz necessário que cada serviço fique totalmente customizável, ou seja, todas as suas dependências para outros serviços devem ser passadas para ele por meio de variáveis de ambiente. Este requisito da arquitetura já foi levantado anteriormente, de forma que seja possível migrar do ambiente de desenvolvimento para os demais ambientes apenas com a mudança das variáveis de ambiente (HEROKU, 2020).

(3) Serviços de apoio: alguns recursos de que a arquitetura necessita devem estar em um ambiente separado de onde se encontram os serviços. Bancos de dados, filas para mensagerias e gerenciador de arquivos são recursos essenciais para a aplicação, e nela devem ser acoplados como recursos extras, de forma que a independência deles seja preservada.

(4) Segregação correta das responsabilidades entre os serviços: numa primeira abordagem, desenvolveu-se o serviço de CRM utilizando-se o de mensageria para a comunicação interna de seus módulos. Tal abordagem mostrou-se ineficiente; conforme as requisições do teste de carga eram realizadas, o serviço de mensageria não seguia a proporção de escala do serviço. Com isso, a mensageria se tornava um gargalo na aplicação, já que tinha de lidar com mensagens trocadas entre os serviços e entre os seus módulos. Após essa constatação, o serviço foi refatorado, deixando de se utilizar a mensageria para seu funcionamento. Com isso, a escala do serviço pôde ser realizada com maior facilidade, sem que a mensageria se tornasse um gargalo.

Por fim, como produto da pesquisa, foram listados padrões e antipadrões. Alguns destes foram levantados em pesquisas bibliográficas, principalmente segundo Taibi, Lenarduzzi e Pahl, (2019), sobre arquitetura de microsserviços. Outros foram destacados no momento do desenvolvimento da arquitetura, de forma que os padrões que não estão presentes na bibliografia podem ser observados na Tabela 3, a partir do padrão “Mapa Arquitetural”.

Tabela 3 – Padrões e antipadrões

Padrão	Ação	Antipadrão evitado
Banco de dados privado	Cada serviço deve ter seu próprio banco de dados privado	Persistência de dados compartilhada
Uso de um <i>API Gateway</i>	Os serviços devem se comunicar através de um <i>software</i> de mensageria comum	Acesso direto aos serviços
Segregação	Os serviços devem ser segregados por negócio	Serviço segregado por camada
Escala	Os serviços devem ser disponibilizados em infraestrutura com escala automática	Serviço muito grande
Responsabilidade pelo serviço	Evitar que o mesmo time seja responsável por vários serviços	Time responsável por vários microsserviços
Mapa arquitetural	Os serviços devem ser regidos por um padrão arquitetural para facilitar a comunicação entre os times	Construção de serviços com o mesmo propósito
Uso de <i>Enterprise Service Bus (ESB)</i>	Os serviços devem se comunicar através de um <i>software</i> de mensageria comum.	Alto acoplamento de serviços
Padronização das mensagens	Os serviços deverão estabelecer um padrão para as mensagens que serão trocadas	Comunicação entre os serviços inconsistentes
Variáveis de ambiente	Parametrização e alteração dos ambientes de trabalho	Valores de configuração em código
Serviços de apoio	Desacoplamento de serviços periféricos	Acoplamento da aplicação
Segregação correta das responsabilidades entre os serviços	Cada serviço deve ter a sua responsabilidade bem definida	Excesso de responsabilidade no serviço de mensageria

Fonte: Adaptado de Taibi, Lenarduzzi e Pahl (2019).

Considerações finais

O objetivo do presente trabalho foi propor uma arquitetura de microsserviços para sistemas de ERPs de forma a levantar os melhores padrões e antipadrões desse tipo de arquitetura de software. Considerando todo o esforço mencionado acima, pode-se dizer que tal objetivo foi atingido.

É possível também afirmar que este tipo de arquitetura de software é uma forma viável de desenvolvimento de aplicações distribuídas que possuem requisitos de escalabilidade, manutenibilidade, independência entre os times e alta demanda, já previamente estabelecidos. Porém, é importante ressaltar que tal arquitetura depende de padrões mencionados neste trabalho e em outros com características semelhantes, além da necessidade de se levar em consideração o tamanho do projeto. Por se tratar de uma arquitetura projetada para a solução de problemas de larga escala, nem sempre sua adoção se mostra efetiva em projetos de pequeno porte, pois pode gerar uma alta complexidade para a concretização do projeto, o que prejudicará a performance da equipe de desenvolvimento sem trazer muitos benefícios nesse cenário em especificamente.

Como principais limitações para o presente trabalho, podem ser citadas a disponibilidade limitada dos recursos computacionais disponíveis dentro da plataforma escolhida, sendo esta limitação definida por questões financeiras. Também é válido destacar a pequena quantidade de regras de negócio da aplicação, o que aumenta diretamente a complexidade do projeto, pois trata-se de uma prova de conceito que procura validar os melhores padrões e antipadrões levantados nas pesquisas bibliográficas. Além disso, o tamanho limitado do time foi um dos grandes empecilhos para o desenvolvimento deste trabalho.

Como sugestões para futuros projetos, podemos propor o desenvolvimento da mesma aplicação utilizando a arquitetura *serverless*, ou ainda a construção de uma aplicação idêntica com recursos computacionais mais abrangentes, de forma que os problemas encontrados no presente trabalho possam vir a ser evitados.

Referências

APACHE. **AB - Apache HTTP server benchmarking tool**. Disponível em: <https://httpd.apache.org/docs/2.4/programs/ab.html>. Acesso em: 23 jun. 2020.

AROZO, R. Softwares de supply chain management: Definições, principais funcionalidades e implantação por empresas brasileiras. *In*: FIGUEIREDO, K.F.; FLEURY, P.F. & WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. Atlas: São Paulo, 2003.

BERNARDO, Felipe E. **A Evolução da Internet: uma perspectiva histórica**. Aslegis: Cadernos Aslegis, 2013.

BULLWINKLE, Michael. *et al.* **What is application insights?** Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/azure-monitor/app/app-insights-overview>. Acesso em: 20/06/2020.

BORKAR, Vinayak R.; CAREY, Michael J.; LI, Chen. **Big Data Platforms. What's next?** New York: Association for Computing Machinery, 2016.

CURL. **curl**. Disponível em: <https://curl.haxx.se/>. Acesso em 23 jun. 2020.

DOCKER. **Get Started**. Disponível em: <https://docs.docker.com/get-started/overview/>. Acesso em 16 jun. 2020.

FACEBOOK. **Facebook Q2 2019 Results**. Disponível em: https://s21.q4cdn.com/399680738/files/doc_financials/2019/Q2/Q2-2019-Earnings-Presentation-07.24.2019.pdf. Acesso em: 02 nov. 2019.

GERSHENSON, J. K.; PRASAD, G. J.; ZHANG, Y. **Product modularity: definitions and benefits**. Abingdon: Taylor & Francis, 2003.

HALL, G. M. **Adaptive Code: agile coding with design patterns and SOLID principles**. Pearson Education. Redmond, 2017.

HEROKU. **The twelve factor app**. Disponível em: <https://12factor.net/>. Acesso em 21 jun. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 25030:2019 - Systems and software engineering - Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) - Quality requirements framework**. Geneva: 2019.

JAMSHIDI, P. *et al.* **Microservices: the Journey so far and challenges ahead**. New York: IEEE, 2018.

JMETER. **Apache JMeter**. Disponível em: <https://jmeter.apache.org/>. Acesso em: 23 jun. 2020.

KARMAKAR, Uday. **Getting Control of Just-in-Time**. Massachusetts: Harvard Business Publishing, Harvard Business Review, 1989.

KEMP, S. **Digital 2019: q4 global digital statshot (2019)**. Disponível em: <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>. Acesso em: 02 nov. 2019.

KUBERNETES. **Pods**. Disponível em: <https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

LEWIS, James; FOWLER, Martin. **Microservices - a definition of this new architectural term**. Disponível em: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>. Acesso em: 12 nov. 2019.

LINDSEY, C. H.; BOOM, H. J. **A Modules and Separate Compilation Facility for ALGOL 68**. Mountain View: ALGOL Bulletin, 1978.

MAIER, Mark W.; RECHTIN, Eberhardt. **The Art of Systems Engineering**. 2ª ed. Boca Ratón: CRC Press, 2000.

MARTIN, R. C. **Clean Architecture: a craftsman's guide to software structure and design**. Pearson Education. 2018.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 10ª ed. Boston: Pearson Education, 2016.

TAIBI, D; LENARDUZZI, V; PAHL, C. **Microservices Anti-Patterns: a taxonomy**. Science and Engineering. Springer. 2019

TOLE, Alexandru Adrian. **Big Data Challenges**. Disponível em: http://www.dbjournal.ro/archive/13/13_4.pdf. Acesso em: 2 nov. 2019.

YOUTUBE. **YouTube para a imprensa**. Disponível em: <https://www.youtube.com/intl/pt-BR/about/press/>. Acesso em: 2 nov. 2019

ZIPKIN, Paul H. **Foundations of Inventory Management**, Boston: McGraw Hill, 2000.



Desenvolvimento de sistema de estoque automatizado de baixo custo

Development of low cost automated inventory system

Rogério Issamu Yamamoto (pro15804@cefsa.edu.br)

Doutor em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli - USP) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Douglas Hideki Watanabe (douglas_watanabe@outlook.com)

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

Matheus Cordeiro Rodrigues (matheuscordeiro96@hotmail.com)

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

Vitor Kirejian Bertaglia (v.bertaglia@outlook.com)

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

Resumo

O problema do controle e monitoramento de entradas e saídas de ferramentas e equipamentos nas empresas e instituições de ensino pode ser sanado através de processos automatizados por meio do conceito “*industrial vending machine*”. Ocorre, porém, que apesar de eficazes, são de custo elevado e muitas vezes inacessíveis. Objetivando atender ao segmento citado, o qual padece de falta de soluções automatizadas para estoques e almoxarifados a um custo acessível, desenvolveu-se um sistema de estoque automatizado composto por estrutura modular simplificada e robô de coordenadas cartesianas. Para tanto, foi dividido o projeto em três principais frentes de trabalho, sendo estas respectivamente: mecânica, eletrônica e informática, utilizando-se de manufatura e montagem facilitada, visando à redução de custos, e sistema embarcado constituído por hardwares como o Raspberry Pi e Arduino para o controle do sistema; através do *software* Visual Studio foi possível criar uma interface homem-máquina (IHM) para controlá-lo; Como resultado, criou-se um protótipo funcional, em escala, com capacidade de armazenamento de 55 *slots*, validando o que foi objetivado. Qual seja, atender a uma demanda por soluções automatizadas de estoque a um custo diminuído.

Palavras-chave: Estoque automatizado. Baixo custo. ASRS.

Abstract

The problem of control and monitoring of inputs and outputs of tools and equipment in companies and educational institutions can be solved through automated processes through the concept of "industrial vending machine". However, although effective, they are expensive and often inaccessible. In order to meet a pent-up demand for affordable, automated warehouse and warehouse solutions, an automated inventory system consisting of a simplified modular structure and Cartesian coordinate robot was developed. To this end, the project had been divided into three main work fronts, which were respectively: mechanical, electronic and computer, using easy manufacturing and assembly, aiming at cost reduction, and embedded system consisting of hardware such as Raspberry Pi® and Arduino® for system control, and through Visual Studio software it was possible to create a human machine interface (HMI) to control it. As a result, a functional, prototype, 55-slot storage prototype was created, validating what was intended, namely to meet a demand for automated inventory solutions at a reduced cost.

Keywords: Automated Stock. Low Cost. ASRS.

Introdução

Um grande problema identificado nas instituições de ensino e em empresas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte, é o controle e monitoramento de entradas e saídas de ferramentas, equipamentos, *SKU's (Stock Keeping Unit)* e outros dispositivos que se pretenda controlar o uso interno pelos usuários.

O papel da armazenagem é gerenciar de forma eficaz o espaço tridimensional de um local adequado e seguro, para a guarda de matéria-prima, insumos, produtos acabados, etc., preservando sua integridade física e a disponibilizando a quem de direito a reclame no momento oportuno (RODRIGUES 2007, apud, REIS, 2015, p. 54). Ademais, o processo de armazenagem é tão importante na cadeia produtiva que chega a responder em média por 10% a 40% dos custos logísticos, conforme apregoa (POZO 2010, apud, REIS, 2015, p. 54).

Na busca por uma resposta ao problema apresentado, podem-se vislumbrar algumas possíveis soluções que atendam à demanda sob análise. Para tanto, foi através de processos automatizados e equipamentos caracterizados com o conceito "*industrial vending machine*", ou "*stock machine*", que se chegou às melhores respostas oferecidas por grandes *players* do mercado. Isto não apenas por reduzirem os custos de estoque e melhorarem a produtividade, mas também por seus principais benefícios apresentados, quais sejam: capacidade de operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, englobando disponibilidade com responsabilidade pelas transações realizadas; redução significativa do consumo, tanto de itens acumulados sem necessidade quanto dos que são subtraídos ilegalmente; controle de gastos de funcionários e departamentos; redução de 20% a 50% dos gastos com inventário; automatização de pedidos, recebimento, estocagem e manutenção de estoque; capacidade em transformar dados de inventário em informações úteis; capacidade de melhoria nos custos do trabalho, nas previsões de estoque e no planejamento da demanda; redução do tempo de deslocamentos internos e outras atividades sem valor agregado, entre outros.

Ocorre que, apesar de oferecerem respostas eficazes ao problema de gerenciamento e automação de estoques, essas soluções não são plenamente eficientes por oferecerem equipamentos muitas vezes inacessíveis devido aos custos elevados, tornando as mesmas ignoradas por pequenas empresas por não enxergarem um caminho economicamente justificável na implementação desses dispositivos em seus processos, e mantendo métodos de armazenamento ultrapassados.

Dessa forma, o propósito do presente estudo foi desenvolver um sistema de estoque automatizado (*ASRS - automated storage and retrieval system*), composto por estrutura modular simplificada e robô de coordenadas cartesianas, apresentando três juntas prismáticas (PPP), resultando num movimento composto por três translações dos eixos "X", "Y" e "Z" (comprimento, largura e altura). Tal sistema foi concebido através de tecnologia e estrutura, que possam atender às necessidades de um nicho de mercado não contemplado pelas soluções presentes em decorrência dos altos custos praticados.

Além disso, o trabalho busca otimizar os recursos humanos disponíveis, de modo a remanejar o colaborador que outrora seria encarregado de realizar trabalhos repetitivos e passíveis de erros nos almoxarifados e estoques para uma atuação mais criativa através de capacitação e treinamentos contínuos, contribuindo assim para a industrialização inclusiva, em consonância com os objetivos de desenvolvimento sustentável estipulados pela ONU (ONU, 2015).

Materiais e Métodos

Para a elaboração e desenvolvimento do projeto aqui apresentado, foi necessário o respaldo teórico e científico em três pilares basilares para se conseguir chegar a uma concepção viável e pertinente do trabalho. Deste modo fez-se necessário especificar qual estrutura de armazenamento seria adotada, qual o tipo de robô industrial seria o ideal e qual equipamento de elevação e transferência seria o mais indicado para dar cabo às necessidades do sistema desenvolvido.

Diante deste cenário, o projeto desenvolvido utilizou-se como equipamento de elevação e transferência de um transelevador ou ASRS do tipo *miniload*. Este tipo de sistema apresenta estrutura de armazenamento do tipo *Drive-in*, utilizando-se de robô de coordenadas cartesianas, apresentando três juntas prismáticas (PPP).

A seguir, apresentamos um panorama geral dos tipos de estruturas de armazenamento, equipamentos de elevação e transferência e diferentes tipos de robôs industriais existentes, bem como o enquadramento do projeto nestes respectivos itens, que são apresentados na Figura 1.

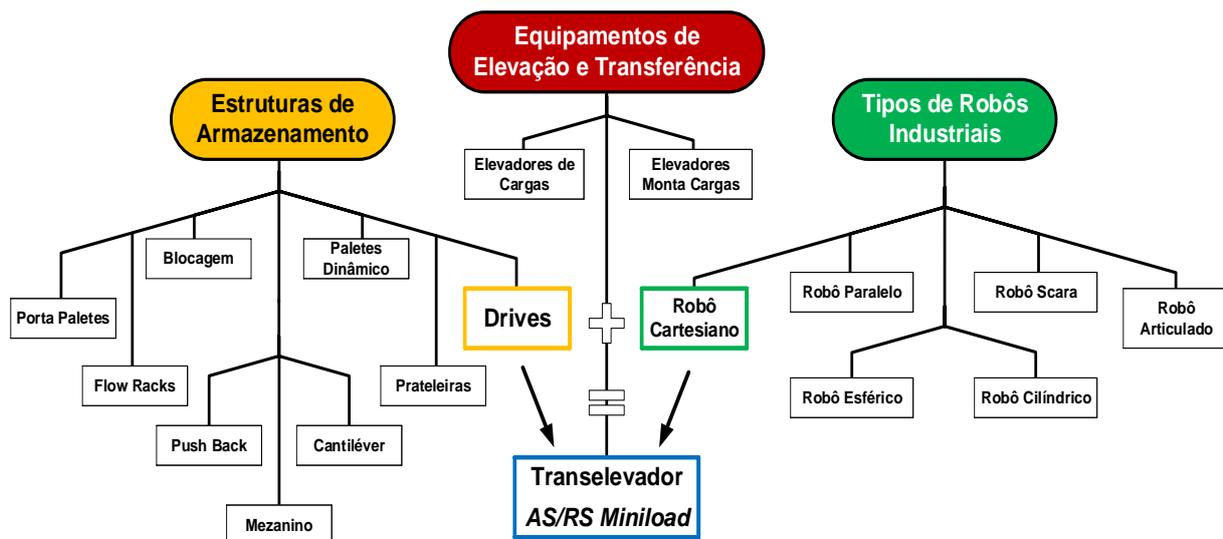


Figura 1 - Topologia entre armazenamento, transferência e robôs industriais.
Fonte: elaboração dos autores (2020).

O desenvolvimento do projeto mecânico do sistema ASRS aqui preconizado tem como alicerce para sua elaboração alguns parâmetros fundamentais tais como a necessidade atual, bem como a capacidade ideal dos *slots* disponíveis para alocação dos *SKU's*. Além disso, parâmetros técnicos como massa/peso dos carros movimentadores (conjunto de eixos "X" e "Y"), tanto vazios quanto carregados com o *SKU* selecionado, foram necessários para a determinação dos motores de passo e sistemas de contrapeso do sistema.

Através destes parâmetros e de estudos embasados em sistemas similares, verifica-se que é possível determinar a potência necessária dos motores de passo, as dimensões mínimas para atender as necessidades atuais bem como estruturar o projeto de forma modular para, caso haja

aumento de *SKU's*, e, conseqüentemente se façam necessários mais *slots* para sua alocação, sendo possível ampliar verticalmente o sistema e atender a nova demanda.

Diante disto, foi estabelecido que o projeto tem a capacidade para 55 *slots* de 4" x 2", divididos entre duas estantes com corredor entre elas, por onde o carro movimentador irá se deslocar, tendo cada estante 7 andares com 4 *slots* por andar, totalizando 28 *slots* na prateleira posterior (A1 a A7; B1 a B7; C1 a C7, e, D1 a D7), e 27 *slots* na prateleira frontal (E1 a E7; F1 a F7; G1 a G7; e, H1 a H7), ocorrendo a redução de um *slot*, que estaria alocado na posição E2 para dar espaço para que o carro movimentador possa dispensar os *SKU's* demandados.

A estrutura possui medidas externas de aproximadamente 1156mm x 760mm x 1360mm (C x L x H), e volume de trabalho retangular do carro movimentador de aproximadamente 0,8m³ (0,40m x 0,20m x 1,00m), conforme apresentado na Figura 2.

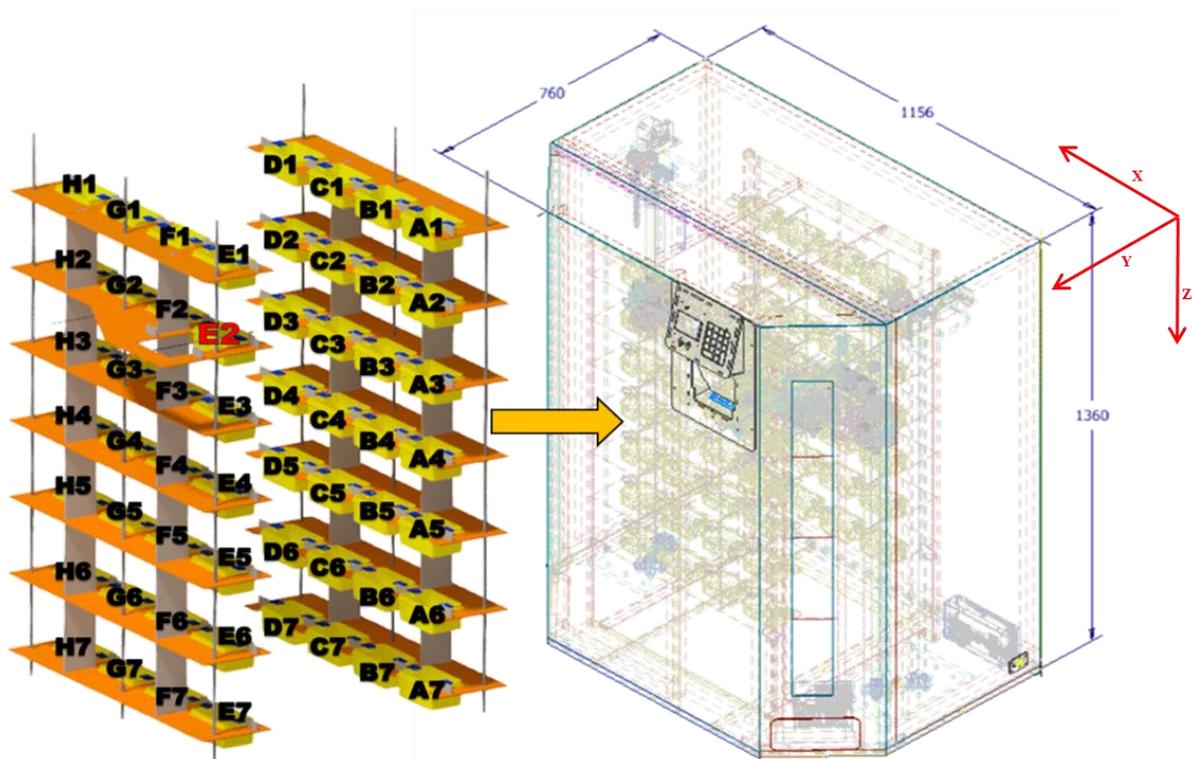


Figura 2 - Projeto estrutural do sistema ASRS.
Fonte: elaboração dos autores (2020).

Para se obter um maior dinamismo na realização do presente projeto, ele foi dividido em três principais frentes a serem trabalhadas concomitantemente, sendo elas respectivamente: mecânica, eletrônica e informática.

Utilizou-se para o desenvolvimento e modelagem dos componentes mecânicos envolvidos no projeto o software de modelagem 3D, denominado Autodesk Inventor 2019[®]. Para a manufatura e confecção das peças utilizadas no projeto do sistema de armazenamento e recuperação automatizado (ASRS), foram adotados três principais métodos: a usinagem, o corte a laser e a manufatura aditiva através de impressão 3D.

Quanto à parte eletrônica, foi desenvolvido um sistema embarcado com utilização de tecnologias já disponíveis no mercado, como Raspberry Pi[®], Arduino[®], CNC Shield e leitor RFID, de modo a

atender aos objetivos e às necessidades do projeto, apresentando como principais características o fato de serem de custo acessível, apresentarem alta eficiência e demonstrarem eficácia ao que se propõe.

Para o desenvolvimento da programação, foram empregados *softwares* como o Visual Studio® e MonoDevelop® e *Firmware Open Source* como o GRBL

Desenvolvimento

O protótipo foi projetado e desenvolvido levando-se em consideração a modularidade e a facilidade na montagem, e foi constituído por 7 grandes conjuntos. São eles: eixo "X", eixo "Y", eixo "Z", apresentados na Figura 2, correspondendo a estrutura, *slots* ou prateleiras, *case* da eletrônica e painel de comandos.

O eixo "X" é constituído por três carros movimentadores, sendo que no carro central, que se desloca linearmente na horizontal, é instalado o eixo "Y". Os demais carros movimentadores são fixos ao eixo "X". Eles estão ordenados um à direita e outro à esquerda, proporcionado assim o deslocamento vertical do conjunto de eixos "XY" orientados pelas guias do eixo "Z". Ademais, o eixo "X" apresentado na Figura 3 possui um curso de movimentação de aproximadamente 480mm.

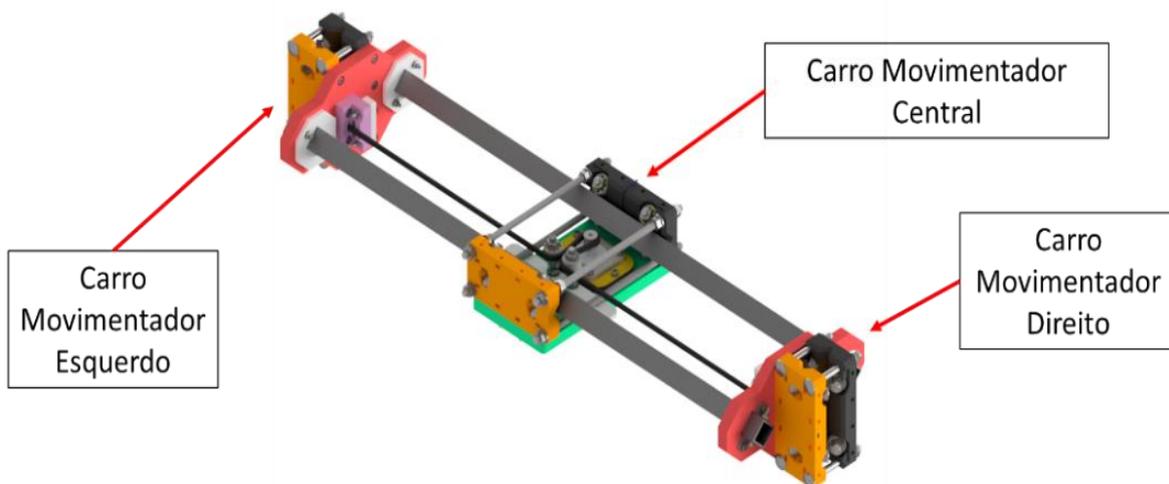


Figura 3 - Conjunto eixo "X".
Fonte: elaboração dos autores (2020).

O eixo "Y" é constituído por guias telescópicas, possibilitando um amplo deslocamento para ambos os lados. Esse eixo é composto por dois suportes, cuja principal função é de abrigar as caixas dos itens durante a retirada do *slot* e nos deslocamentos cartesianos. Ademais, o eixo "Y" apresentado na Figura 4 possui um curso de movimentação de aproximadamente 200mm.

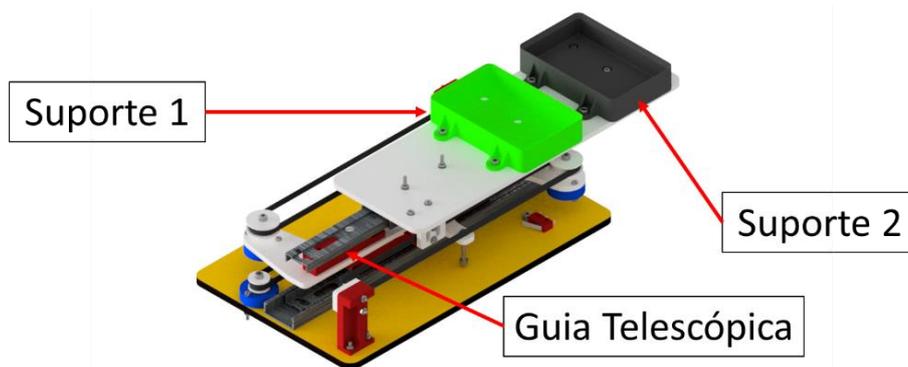


Figura 4 - Conjunto eixo "Y"
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

O eixo que proporciona o movimento vertical do sistema é o caracterizado como "Z", sendo constituído por 2 motores de passo *NEMA 23* acoplados a 2 conjuntos de redução, constituídos por elementos de transmissão, tubos de Metalon, carro movimentador do contrapeso e o contrapeso propriamente dito. Neste eixo é instalado o conjunto de eixos "X" e "Y" apresentado na Figura 5, contando com um curso de movimentação de aproximadamente 1100mm.

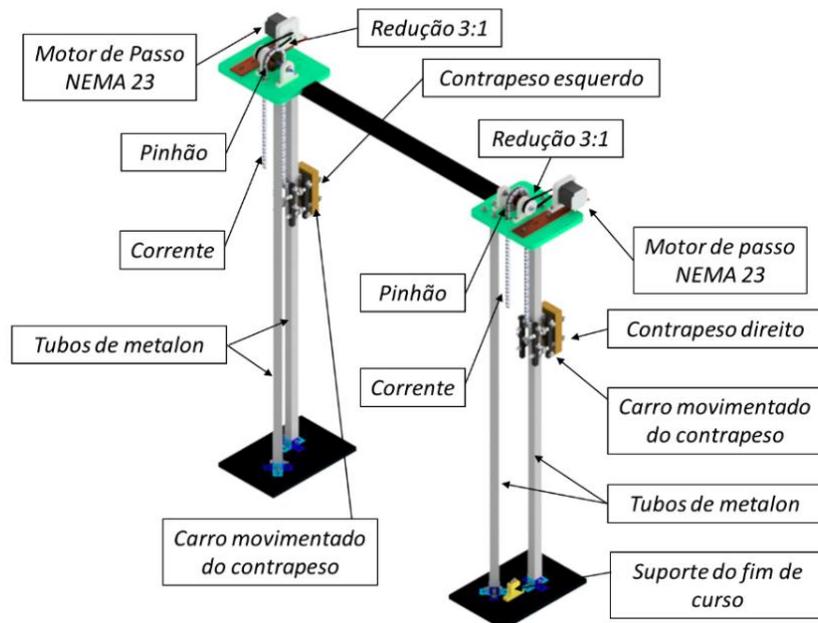


Figura 5 - Conjunto eixo "Z"
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

A interação entre usuário e máquina é possível por meio do painel de comando, onde há uma tela *HDMI* de 3.5" para proporcionar uma interface entre o homem e a máquina. O painel também é composto por um módulo de leitura *RFID*, teclado numérico para manuseio da IHM e um botão para confirmação de retirada de item, como apresentado na Figura 6.

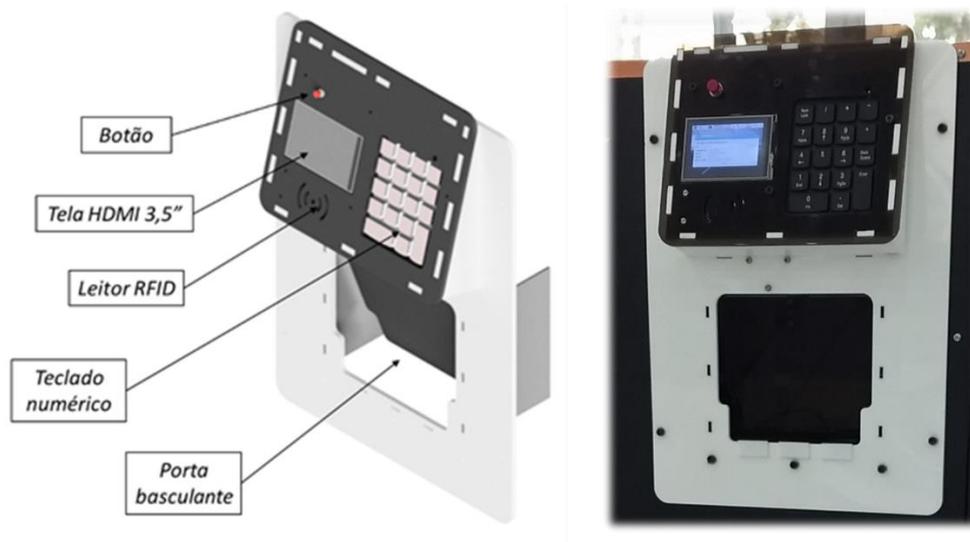


Figura 6 - Painel de comando
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

Parte dos hardwares do projeto está alojada em uma pequena caixa de acrílico. Esse compartimento, denominado *case*, apresentado na Figura 7, foi projetado para acomodar o microcomputador Raspberry Pi®, Arduino Uno® e a *Shield CNC V3*. No *case* encontra-se instalado um *cooler* para prover o arrefecimento do microcomputador e a dissipação do calor gerado pelos *drivers* dos motores.

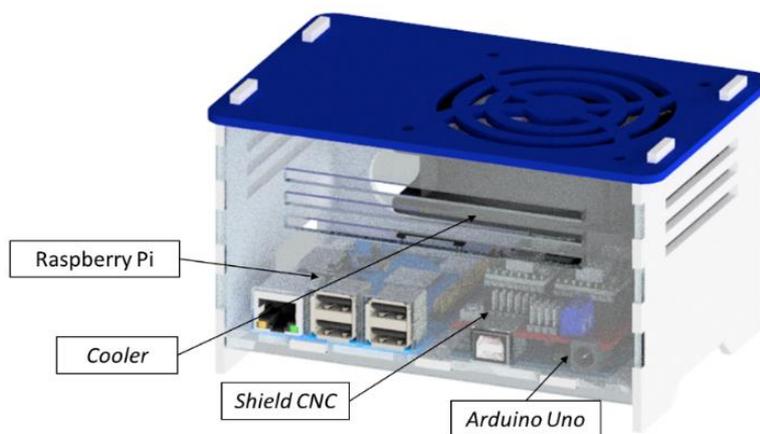


Figura 7 - Case da eletrônica
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

O conjunto de *slots*, ou prateleiras, são os espaços destinados para a acomodação das caixas dos itens alocados. Cada posição na prateleira possui sua coordenada cartesiana definida. O protótipo foi desenvolvido com capacidade de alojar 55 caixas. No desenvolvimento do trabalho adotou-se a utilização de caixas de luz retangular da marca *Fortlev*, para acomodação dos itens em seus alojamentos. As prateleiras mostradas na Figura 8 foram fabricadas em placas de *MDF* e estruturadas com placas de acrílico e barras rosqueadas.

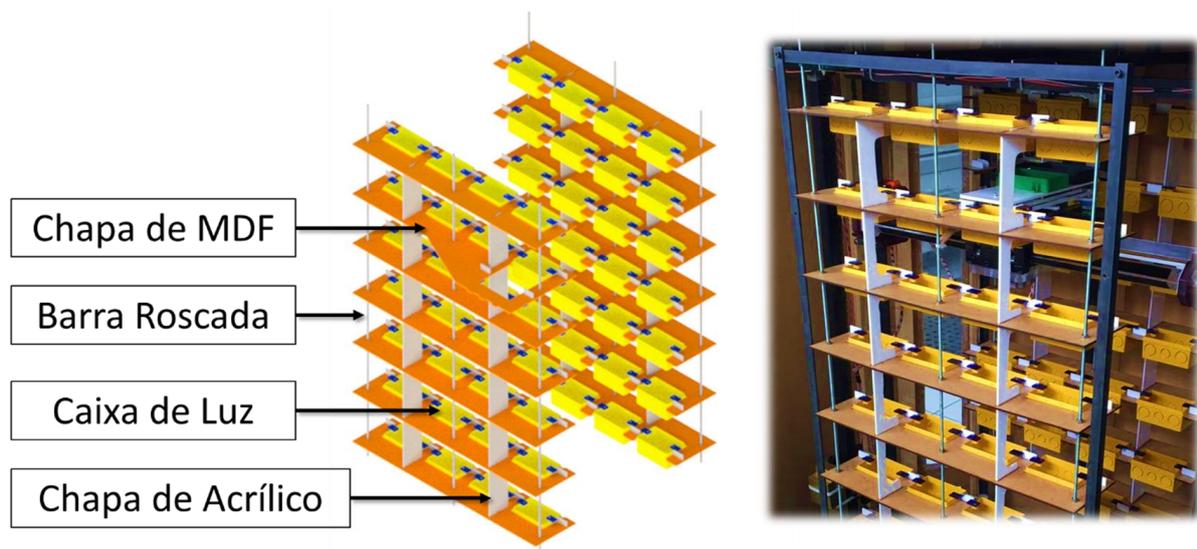


Figura 8 - Slots ou prateleiras de armazenamento
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

A estrutura é composta por peças fabricadas em madeira e aço. A parte mais importante da estrutura é a base, local de instalação do eixo "Z", da armação, do esqueleto de madeira e da parte eletrônica. A armação é produzida com cantoneiras de aço e tem por função servir de sustentação das prateleiras. A estrutura ainda é composta também por um esqueleto de madeira e por um local de fixação das carenagens. A Figura 9 detalha o processo de montagem da estrutura.

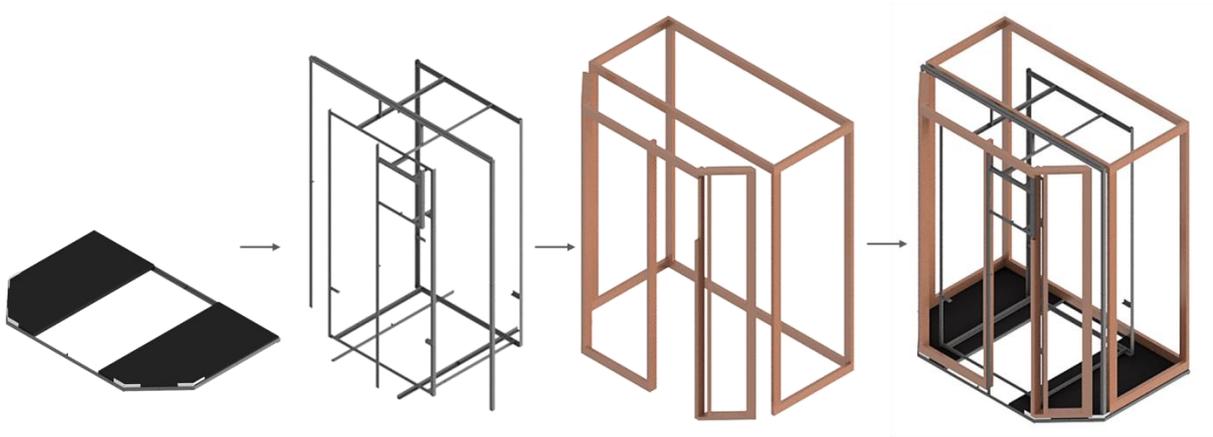


Figura 9 - Processo de montagem da estrutura
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

Com a união dos 7 agrupamentos principais tem-se a versão final do protótipo, que pode ser demonstrada pela Figura 10, tanto aberto quanto fechado, com sua carenagem de proteção.

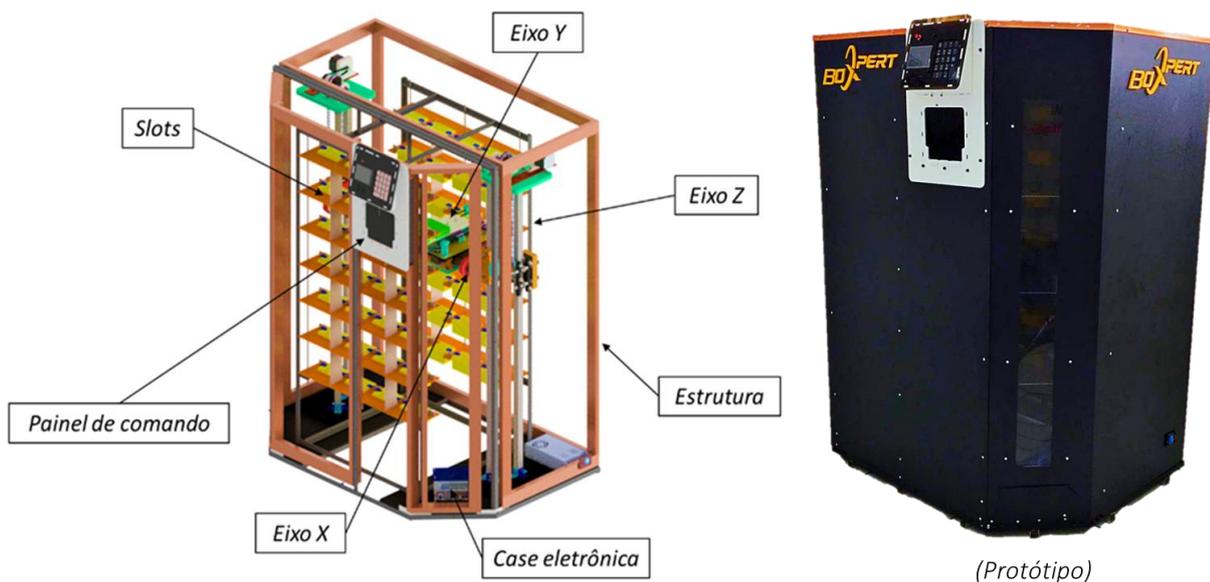


Figura 10 - Montagem (integração dos 7 grandes conjuntos)
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

A parte eletrônica do projeto, composta pelo microcontrolador Arduino Uno®, o microcomputador Raspberry Pi® modelo 3B+, a CNC Shield V3 e demais periféricos conectados entre estes, pode ser melhor visualizada através da Figura 11.

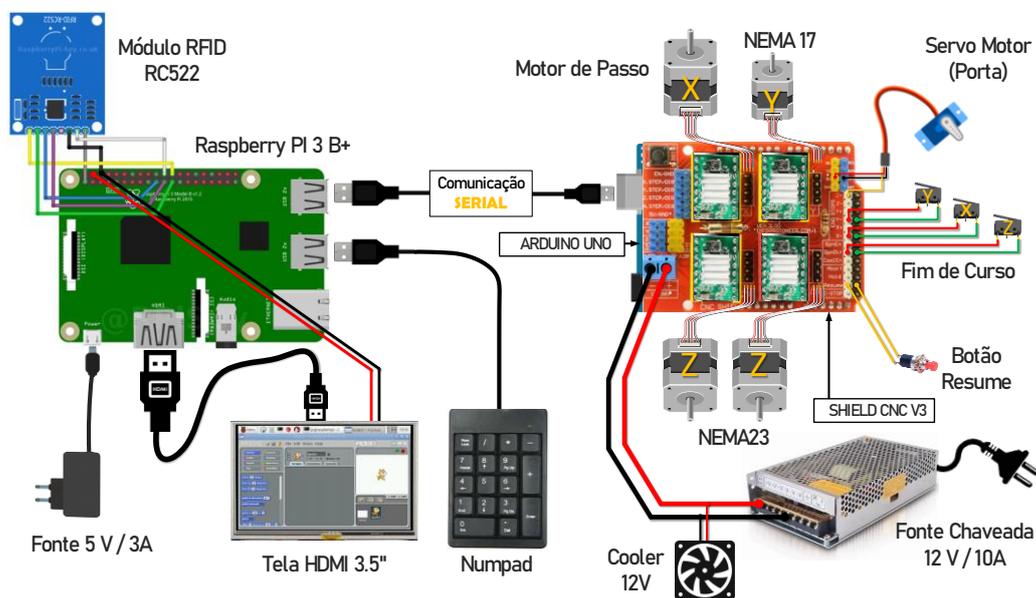


Figura 11 - Diagrama elétrico
 Fonte: elaboração dos autores (2020).

Conforme se pode observar na figura acima, para o controle dos motores de passo dos eixos “X”, “Y” e “Z” foi utilizada uma placa CNC Shield V3 conectada ao Arduino Uno® através dos pinos A0 ao A5, e dos pinos 2 ao 13.

Os motores de passo são os responsáveis pela movimentação dos eixos; o servo motor é o encarregado pela abertura e fechamento da porta de acesso aos SKU’s; as chaves fim de curso dos

eixos “X”, “Y” e “Z” atuam para o “zeramento” (*home*) do sistema; o botão “*resume*” informa pelo *input* ao sistema que o componente já foi retirado e que pode ser dado prosseguimento à operação bem como à fonte chaveada, sendo que todos estão conectados à placa *CNC Shield V3*.

Em seguida, para o controle e monitoramento de todo o sistema, utilizou-se um microcomputador *Raspberry Pi*® modelo 3B+ conectado ao *Arduino Uno*® através de uma de suas portas *USB*, por intermédio de comunicação serial; o teclado numérico, responsável pela navegação do usuário foi também conectado através de entrada *USB* do *Raspberry*; já o *display LCD TFT* de 3.5” foi conectado ao *Raspberry* através da sua entrada *HDMI*; a fonte de 5V/3A foi ligada ao *Raspberry* através da entrada micro *USB* presente neste; e o sensor *RFID MFRC522* foi conectado ao *Raspberry* através dos pinos: 1 (alimentação 3V3); 6 (*ground*); 19 (*GPIO 10*); 21 (*GPIO 09*); 22 (*GPIO 25*); 23 (*GPIO 11*) e, 24 (*GPIO 08*).

O dispositivo construído (estoque automatizado *ASRS*) segue uma ordem de funcionamento simples, de uso facilitado, intuitivo e de fácil operação, conforme o fluxograma de funcionamento ilustrado no apêndice A.

Para a determinação da velocidade ideal de avanço do sistema, foi realizado um estudo minucioso a priori quanto às vibrações mecânicas geradas pelo conjunto e desse modo concluiu-se que a melhor faixa para trabalho seria na casa de 25000mm/min, garantindo assim menores níveis de vibração e melhor tempo de operação para buscar e guardar um *SKU*, ligeiramente superior ao correspondente à ação humana.

Resultados

Objetivando demonstrar a possibilidade e o enquadramento da proposta do projeto como um estoque automatizado *ASRS* de baixo custo, durante o desenvolvimento e a construção, foi levantada e documentada grande parte dos custos envolvidos na elaboração do protótipo, ressaltados alguns custos, fossem diretos (mão de obra própria) ou indiretos (água, energia elétrica, etc.). A partir desse levantamento, foi estimado que o produto desenvolvido poderia ser comercializado por um valor entre R\$ 30.000,00 a R\$ 40.000,00. já dotado de todos os acessórios pertinentes e de acordo com as normas de proteção da NR12.

Como resultado, foi possível validar o projeto como viável, embora com algumas restrições que se verificaram no decorrer do seu desenvolvimento. Dessa forma, foi possível identificar os problemas encontrados e as possíveis soluções para eles.

Um dos problemas encontrados se deu em relação ao desbalanceamento do eixo “Z”, na ocorrência concomitantemente do deslocamento dos eixos “X” e “Z”, ou até mesmo deslocamentos apenas no eixo “Z”; quando o carro movimentador está posicionado numa das extremidades do eixo “X”, o sistema pende para este lado em decorrência do peso, gerando perda do passo dos motores e ocasionando conseqüentemente a perda das posições gravadas. Para sanar este problema, foi alterada a lógica de programação para que em toda movimentação no eixo “Z” o carro movimentador deve a priori se deslocar no eixo “X” até o centro para que o sistema entre em equilíbrio.

O projeto focou na simplicidade e no baixo custo de desenvolvimento, e por esse motivo foi utilizado um controlador em malha aberta. Ocorre que, esse tipo de estrutura é suscetível a sofrer erros crônicos de perda de posicionamento em decorrência de interferências externas como solavancos e/ou os já citados desbalanceamentos do eixo “Z”, sendo que este problema poderia

ser solucionado através de uma reestruturação do projeto para trabalhar em malha fechada com a utilização de *encoders* para garantir o posicionamento dos eixos.

Considerações finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a criação de um protótipo de estoque automatizado *ASRS* com a utilização de um robô de coordenadas cartesianas (PPP) de baixo custo, com a finalidade de atender a uma demanda reprimida do mercado por soluções automatizadas para estoques e almoxarifados, visando com isso gerenciar, controlar e monitorar o uso de ferramentas, equipamentos, *SKUs* e demais componentes cujo uso por parte dos usuários se pretenda controlar. O sistema foi concebido utilizando-se de tecnologia e estrutura que possa atender às necessidades de um nicho de mercado não contemplado pelas soluções presentes em decorrência dos altos custos praticados.

Dessa forma, mostrou-se altamente relevante o presente trabalho não só para o meio acadêmico, mas também para as grandes empresas que necessitam de um controle mais enxuto e efetivo para seus almoxarifados ou estoques. Além disso, o trabalho buscou otimizar os recursos humanos disponíveis, de modo a remanejar os colaboradores que outrora seriam encarregados de realizar trabalhos repetitivos e passíveis de erros nos almoxarifados e estoques para um trabalho mais inventivo através de capacitação e treinamentos contínuos, contribuindo assim para a industrialização inclusiva, em consonância com os objetivos de desenvolvimento sustentável estipulados pela ONU (ONU, 2015).

Ademais, de modo geral, o projeto atendeu ao que se propôs. Desse modo, foi desenvolvida a estrutura prismática modular para o armazenamento dos equipamentos ou componentes; construiu-se um robô prismático cartesiano (PPP) para fazer a intermediação entre os usuários e os itens para empréstimo; também foi concluída a criação da IHM, com identificação do usuário através de cartão dotado de tecnologia *RFID*, bem como, a devida criação do banco de dados através do *SQLite* para armazenamento de dados dos usuários cadastrados e/ou novos entrantes no sistema. O presente estudo é passível de melhorias, uma vez que é possível corrigir os problemas encontrados no desenvolvimento e expandir a utilização das tecnologias aplicadas no projeto seguindo a tendência da indústria 4.0.

Referências

- FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. *Equipamentos de movimentação*. Portal Fiesp, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/transporte-e-logistica/equipamentos-de-movimentacao/>>. Acesso em: 17, Jul. 2019
- FRACARO, J. **Fabricação pelo processo de usinagem e meios de controle** [livro eletrônico]. Curitiba: InterSaberes, 2017, cap. 8.
- GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011, p. 264 - 270.
- LONGA, 2019. **Sistemas de Armazenagem: drive-in e drive-thru**. Disponível em: <https://www.longa.com.br/><. Acesso em: 18, Nov. 2019.
- MOURA, R. A. Manual de logística: armazenagem e distribuição física. São Paulo: Imam, 2006.
- OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010, p. 1 – 8.
- OLIVEIRA, L.F.S. **Desenvolvimento de um robô cartesiano acionado por CNC**. Santa Cruz do Sul, 2016. Disponível em:<<https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/2153/1/Luis%20Felipe.pdf>>. Acesso em: 22, Out. 2019.
- ONU BRASIL. **Objetivos de desenvolvimento sustentável: conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-on>>. Acesso em: 22, Ago. 2019.
- POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- POLONSKII, M. M. **Introdução à robótica e mecatrônica**. 2. ed. Rio Grande do Sul, EDUCS, 1996, p. 11 - 26.
- REIS, J. G. M. dos. **Gestão estratégica de armazenamento**. Paraná: Intersaberes, 2015, p. 54 - 104.
- RODRIGUES, P.R.A. **Gestão estratégica da armazenagem**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2007.
- ROMANO, V.F; Dutra, M.Suel. **Robótica Industrial: Aplicação na indústria de manufatura e de processos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002, p. 1 - 10.

APÊNDICE – A

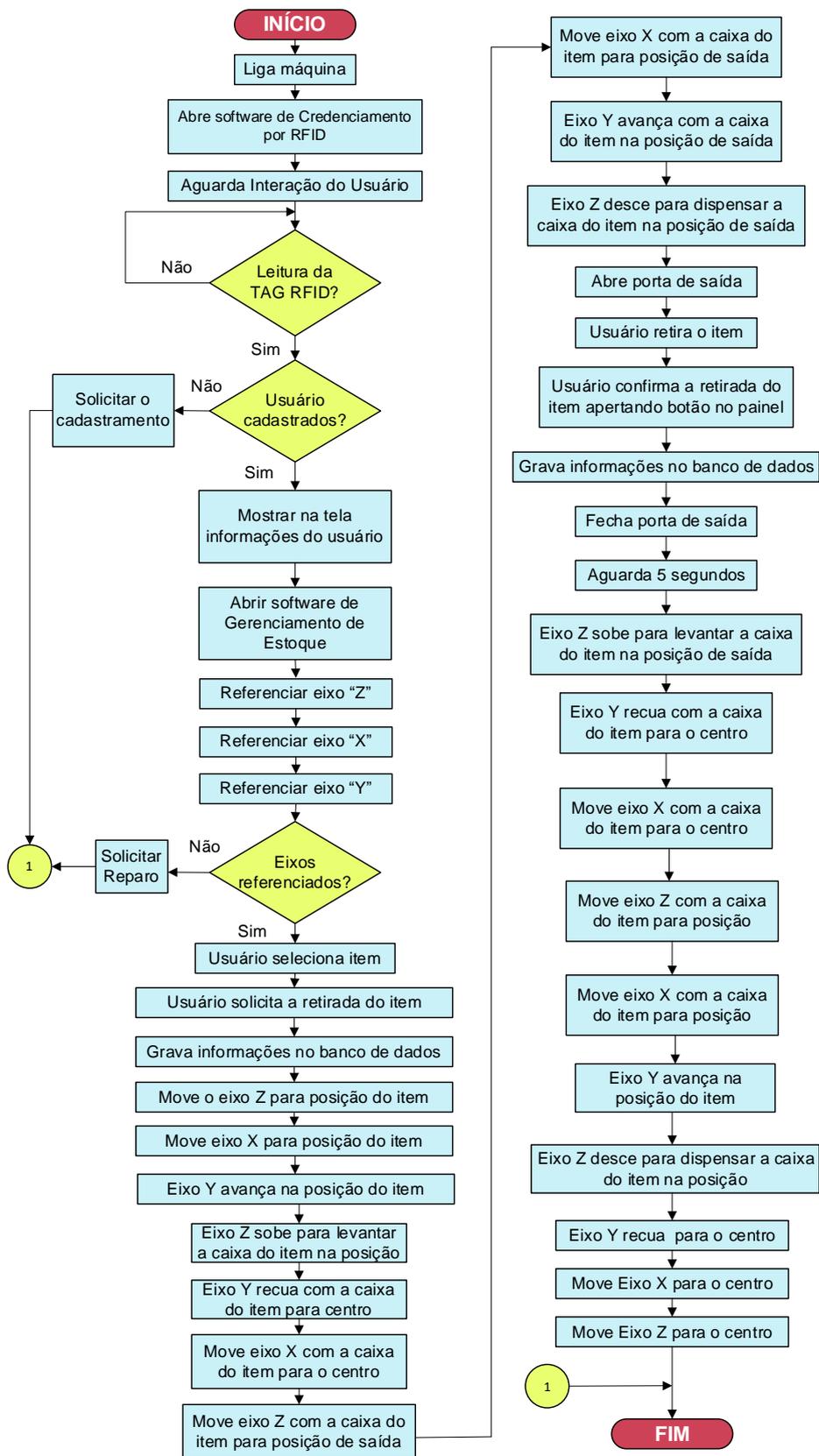


Figura 12 - Fluxograma de Funcionamento
 Fonte: Elaboração dos autores (2020)



Implementação de protocolo OPC UA para controle de uma célula de manufatura, utilizando framework Web voltado para Indústria 4.0

Implementation of the OPC UA protocol for a manufacturing cell control, using a Web framework for Industry 4.0

Marco Antônio Fumagalli (pro15969@cefesa.edu.br)
Doutor em Engineering Science pelo Institut für Robotik (IFR) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Augusto Afonso Castelo Branco (augustoacbranco@live.com.br)
Graduado em Engenharia de Controle e Automação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Wellington Santana Dias (well.santanasft@gmail.com)
Graduado em Engenharia de Controle e Automação pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Resumo

Um dos principais desafios encontrados pelas indústrias é a aquisição confiável de dados e a utilização desses dados para a efetiva otimização e controle de processos. Devido à globalização, as empresas têm que produzir itens de forma competitiva, exigindo menos recursos para sua produção, maior qualidade e, conseqüentemente, reduzindo custos. Nesse cenário, as indústrias vêm investindo cada vez mais na aplicação de tecnologias da informação e comunicação (TIC) para aquisição de dados e controle de processos, sendo a internet a principal tecnologia empregada para essa função. Analisando essa nova perspectiva, implementou-se uma solução de software customizada, a qual, através de uma interface de acesso remoto *web*, permite a realização do monitoramento, supervisão e operação remota dos equipamentos presentes em uma célula de manufatura didática, a fim de dar início aos estudos sobre a Indústria 4.0 na Faculdade de Tecnologia Termomecanica. Foram utilizadas tecnologias de código aberto como o *framework* Node.js e o protocolo de comunicação OPC UA para a integração entre máquinas CNC, sistema supervisorio e teleoperação dos equipamentos. O uso dessas tecnologias permite e facilita a troca de informações em todos os níveis da pirâmide da automação, permitindo assim a integração de equipamentos de conectividade limitada à Indústria 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0. OPC UA. *Open-Source*. Internet das Coisas.

Abstract

One of the main challenges faced by the industries is the reliable acquisition of data and the use of this data for the effective optimization and control of processes. Due to globalization, companies have to produce items competitively, requiring fewer resources for their production, higher quality and, consequently, reducing of costs. In this scenario, the companies are investing more and more in the application of information and communication technologies (ICT) for data acquisition and process control, with the internet being the main technology used for this function. Analyzing this new perspective, a customized software solution was implemented, in which, through a remote web access interface, it allows the monitoring, supervision and remote operation of the equipment present in a didactic manufacturing cell, in order to begin the studies on Industry 4.0 at the Faculdade de Tecnologia Termomecanica. Open source technologies were used, such as the Node.js framework and the OPC UA communication protocol for the integration between CNC machines, supervisory systems and equipment operation. The use of these technologies allows and facilitates the exchange of information at all levels of the automation pyramid, thus allowing the integration of limited connectivity equipment to the Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0. OPC UA. Open-Source. Internet of Things.

Introdução

Indústria 4.0

A forma como o homem se relaciona com o trabalho e o realiza vem sofrendo alterações desde os primórdios de nossa história. Durante a Revolução Agrícola, passamos de nômades a agricultores, com a domesticação de animais para a realização de certas atividades, seguido da invenção dos moinhos; a relação do homem com o trabalho se manteve em constante alteração, porém em um ritmo extremamente lento (SCHWAB, 2016). Porém, em 1760 ocorreria uma quebra de paradigma, através da chamada Primeira Revolução Industrial, que durou até 1840, com a invenção do tear mecânico e da máquina a vapor, que viabilizaram o nascimento da indústria através da substituição da força humana e animal pela força mecânica de máquinas e equipamentos (SCHWAB, 2016).

A Segunda Revolução Industrial ocorreu no final do século 19 e início do século 20, com a criação da eletricidade e dos motores de combustão interna, aliados ao método de produção em linha, de Henry Ford, possibilitando o advento da produção em massa, seguida da Terceira Revolução Industrial, que teve início em 1960 e ficou conhecida como a Revolução Digital, uma vez que durante esse período foram criadas as principais tecnologias que redefiniriam o funcionamento do mundo, como: os semicondutores e a computação *mainframe*, durante a década de 1960; os computadores pessoais (PCs) entre 1970 e 1980, e a *internet* em 1990 (SCHWAB, 2016). Foi através desta Revolução que os sistemas produtivos atuais se tornaram baseados na utilização de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), Sistemas Embarcados e na Robotização.

Para Schwab (2016), a contínua evolução das tecnologias provenientes da Terceira Revolução Industrial está culminando na denominada “Indústria 4.0”, sendo caracterizada por uma internet muito mais onipresente e móvel, por sensores menores e mais potentes que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizado de máquina. Viabilizando as denominadas “Fábricas Inteligentes”, a Indústria 4.0 cria um mundo onde os sistemas físicos e digitais trabalham de forma conjunta, gerando avanços sem precedentes nas mais diversas áreas, de sequenciamento genético à nanotecnologia, de materiais renováveis à computação quântica, viabilizando um processo produtivo com foco em customização e não somente na produção em massa. A união destas tecnologias e o seu impacto na forma como os sistemas físicos, digitais e biológicos se inter-relacionam é o que define e diferencia a Quarta Revolução Industrial das demais.

Protocolo OPC UA

A arquitetura *Open Platform Communications* (OPC) foi criada em 1996, utilizando tecnologias COM/DCOM, tecnologias essas pertencentes à Microsoft. O grande objetivo alcançado por esta arquitetura foi a padronização da interface de comunicação de dispositivos de diferentes fabricantes. O primeiro e mais bem-sucedido padrão OPC – OPC Data Access – foi desenvolvido como uma interface para drivers de comunicação, permitindo um padrão de leitura e escrita de dados em dispositivos de automação (MAHNKE et al., 2009). A principal limitação do OPC clássico é a dependência da arquitetura COM/DCOM, não podendo ser utilizado em todos níveis de automação devido a restrições de compatibilidade com sistemas operacionais ou às limitações de acesso remoto impostas pelo uso da arquitetura DCOM. A OPC *Unified Architecture* (UA) (IEC 62541) foi desenvolvida com o objetivo de substituir todas as especificações baseadas em COM/DCOM, sem perder qualquer característica ou performance. Esta poderosa arquitetura permite o transporte de dados do nível de campo (sensores e atuadores) até os níveis mais altos de controle

(SCADA, MES) de forma segura, confiável e independente do fabricante do equipamento (MAHNKE et al., 2009).

Em conjunto tais características, como definido por National Instruments (2019), o OPC UA é baseado em uma SOA (Arquitetura Orientada a Serviços) independente de plataforma ou de sistema operacional, o qual expande a segurança e a funcionalidade encontradas no OPC Clássico, suportando dois protocolos de dados: um protocolo binário, de fácil ativação por meio de um firewall e que utiliza recursos computacionais mínimos, e um protocolo de serviço da web (SOAP), que usa portas HTTP / HTTPS padrão (*Hypertext Transfer Protocol/ Hypertext Transfer Protocol Secure*). Devido aos benefícios que o OPC UA apresenta, mais e mais aplicações industriais adotaram-no no ambiente de automação industrial.

A Figura 1 ilustra a aplicabilidade do protocolo OPC UA nos diversos níveis da pirâmide da automação, utilizando-se de suas características de flexibilidade e robustez para viabilizar a comunicação entre os mais diversos equipamentos.

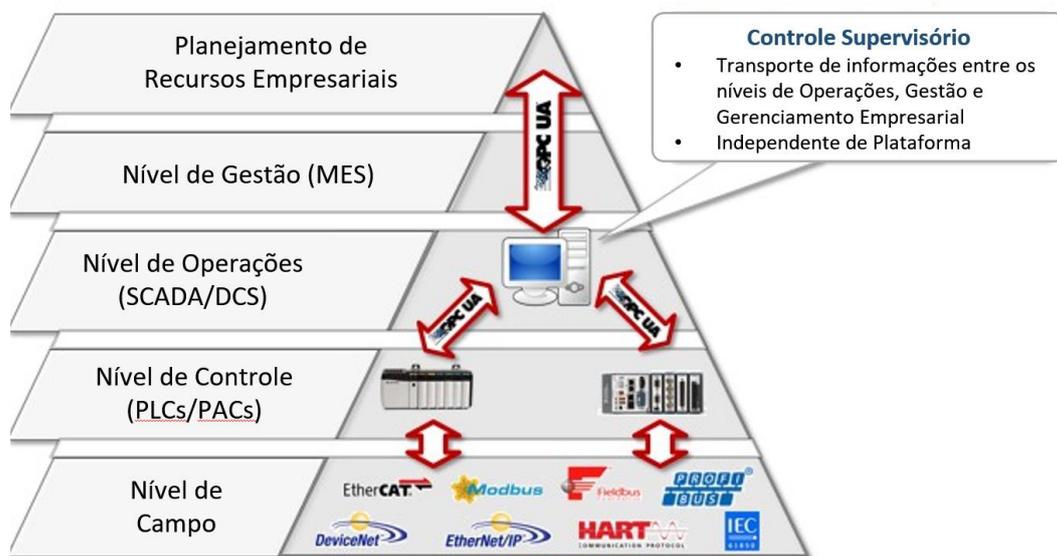


Figura 1: implementação do protocolo OPC UA em diversos níveis da pirâmide de automação.
Fonte: National Instruments (2019).

Para este trabalho, duas características da arquitetura OPC UA foram determinantes: extensibilidade e o modelo de informação, viabilizando o modelamento das características da planta estudada de forma precisa, segura e flexível, justificando assim a escolha deste protocolo para a comunicação entre as máquinas.

Objetivos

O objetivo deste trabalho consiste na implantação do protocolo OPC UA em uma célula didática de Manufatura Integrada por Computador (CIM), de forma a possibilitar a aquisição de dados e controle de um braço robótico modelo Scorbot ER9 em conjunto com um centro de usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado) EMCO PC MILL 155.

A supervisão e aquisição de dados deve ser realizada através de um sistema supervisório executado em ambiente web estruturado sob protocolos e soluções *open source*, compatíveis com a Indústria 4.0., uma vez que tal estrutura torna desnecessário o desenvolvimento de soluções diferentes para

desktops ou dispositivos móveis. O sistema possui, também, a capacidade de realizar a integração com sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing*), através do *upload* de programas gerados via software para a máquina CNC. Esta solução tem como seu ponto chave oferecer uma implementação totalmente baseada em *software*, sem a necessidade de modificar ou adicionar equipamentos à planta já existente.



Figura 2: Scorbot ER9 e EMCO PC Mill 155.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

Metodologia

Definição da lógica e funcionalidade

Primeiramente, foi definida uma sequência lógica dos eventos a serem realizados pelos elementos constituintes do sistema (braço robótico e máquina CNC), de forma a organizar o seu ciclo de trabalho. Tal sequência prevê a movimentação da matéria-prima pelo braço robótico, assim como o ciclo de trabalho da máquina CNC. O fluxograma abaixo ilustra tal sequência.

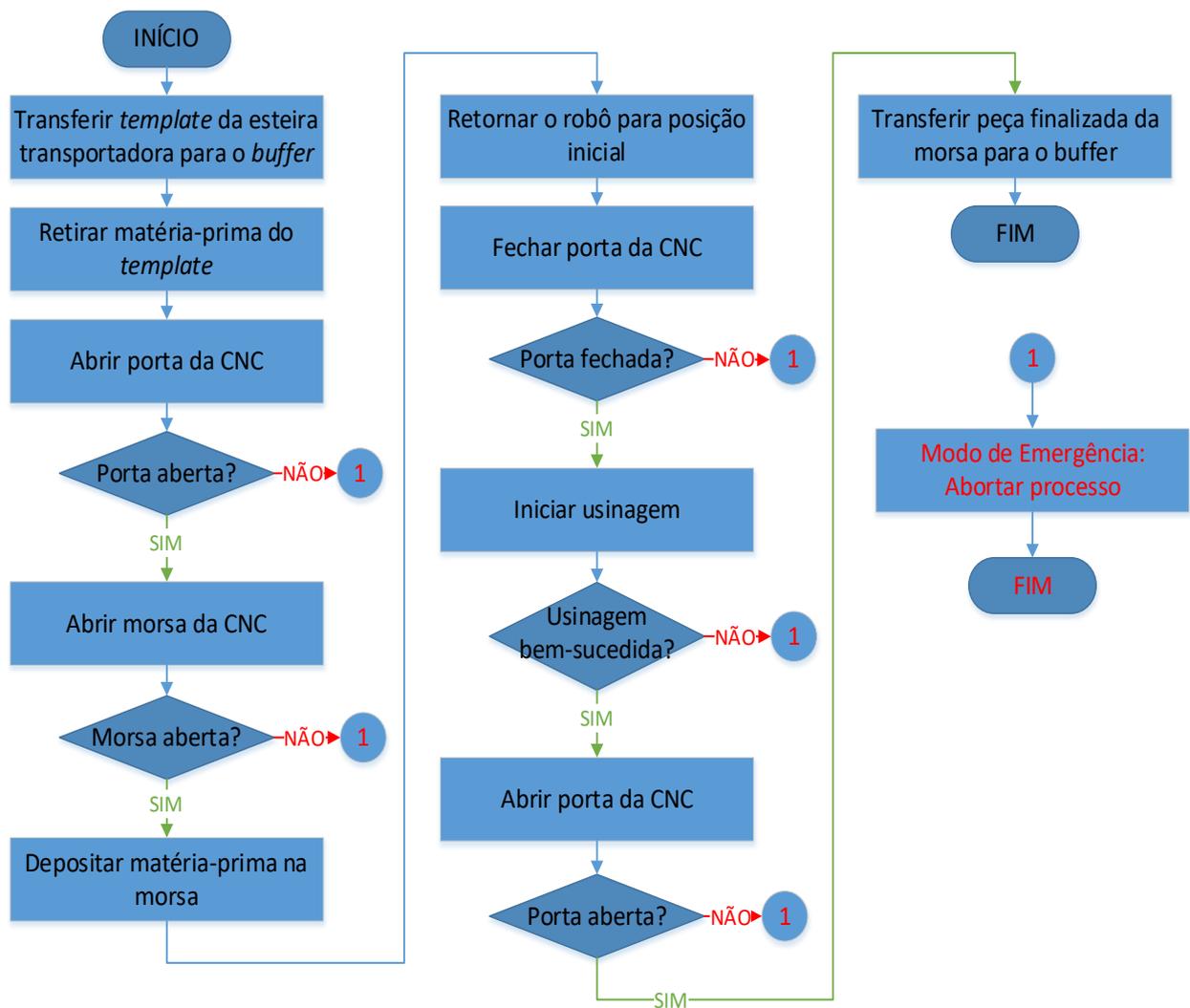


Figura 3: fluxo de processo do sistema.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

Tal sequência possibilitou a estruturação coerente dos *softwares* envolvidos além de tornar possível a prevenção de possíveis condições inseguras de operação e movimentação das máquinas.

Posicionamento do braço robótico

De forma a viabilizar as ações descritas na Figura 2, fez-se necessário criar posições de trabalho para o braço robótico. Para esta tarefa foi utilizada a técnica *pick and place*, largamente implementada na indústria de automação, através da qual, para cada etapa de movimentação do braço robótico foram gravados pontos ou posições no espaço delimitado pelo envelope de trabalho do braço, de forma que o manipulador seguisse a trajetória definida por tais pontos durante a manipulação da matéria-prima.

Comunicação serial

A comunicação serial, através do meio físico RS232-C, foi utilizada para estabelecer a troca de informações entre o servidor OPC UA e a unidade controladora do braço robótico, que, por sua vez, controla o centro de usinagem CNC. A tabela a seguir ilustra as funcionalidades de cada máquina do

sistema, assim como a instrução definida para a interpretação de cada ação pela unidade controladora.

Tabela 1: comandos relativos à operação do centro de usinagem e do braço robótico.

FUNÇÃO	INSTRUÇÃO	REFERENTE A
Referenciar eixos	RUN HOMES	Braço Robótico
Iniciar Controlador	RUN INITC	Unidade Controladora
Modo Automático	AUTO	Unidade Controladora
Cancelar Operação	A	Unidade Controladora
Iniciar Usinagem	RUN MAIN	CNC
Abrir Morsa	RUN OWISE	CNC
Fechar Morsa	RUN CWISE	CNC
Abrir Porta	RUN ODOOR	CNC
Fechar Porta	RUN CDOOR	CNC
Abrir Garra	OPEN	Braço Robótico
Fechar Garra	CLOSE	Braço Robótico

Fonte: elaboração dos autores (2019).

Par cliente-servidor OPC UA

Como supracitado, o protocolo de comunicação OPC UA é baseado em 2 pontos, sendo que um possui a função de cliente, e o outro, de servidor. A ideia central do protocolo é o modelamento da informação através de técnicas orientadas a objetos, de forma que cada dispositivo, máquina ou equipamento presente no sistema seja(atue como) um servidor de dados, ou seja, contenha todas as possíveis informações que este equipamento possua, como por exemplo as ações ou rotinas que o equipamento possa exercer, o que também é chamado de métodos ou características atuais, dele, tais como temperatura ou velocidade, e exponha tais informações para os clientes que se conectem a ele (MAHNKE et al., 2009).

No que diz respeito ao cliente, ele se conecta através de uma rede ao servidor OPC UA e tem acesso a tais informações, podendo ler os dados provenientes do equipamento e até mesmo interagir com ele através dos métodos disponibilizados pelo servidor.

No ambiente estudado neste documento, o PC conectado à unidade controladora do braço robótico assume o papel de servidor OPC UA, expondo ao cliente as características referentes ao braço robótico e ao centro de usinagem CNC. Os métodos disponibilizados para o cliente foram definidos de acordo com os comandos ilustrados na Tabela 1, além dos possíveis alarmes gerados pelo sistema. A Figura 4 ilustra esta estrutura.

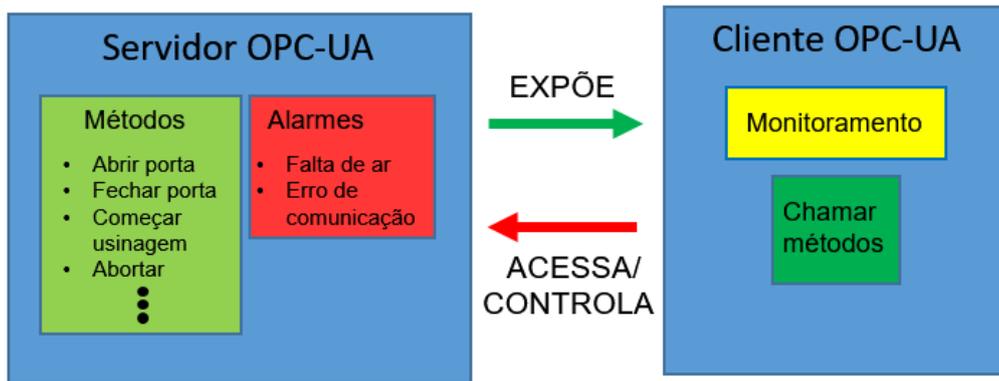


Figura 4: par cliente-servidor OPC UA.
 Fonte: elaboração dos autores (2019).

A construção de ambos os softwares, servidor e o cliente OPC UA, foi realizada totalmente através da utilização do *framework open-source* Node.JS, aliado à biblioteca consolidada *node-opcua*, criada por Etienne Rossignon. Essa poderosa biblioteca compreende todos os recursos necessários para a implementação do OPC UA em todas as camadas do sistema.

Sistema supervisório

O sistema supervisório *web* visa atender um dos princípios da Indústria 4.0, que é a integração de sistemas cyberfísicos permitindo a operação de máquinas e a troca de informações através de um meio computacional. A premissa principal é de que o sistema deve ser *cross-platform*, ou seja, possa ser executado em diferentes dispositivos com diferentes sistemas operacionais. Por isso optou-se pela criação de uma *web service* na qual a parte gráfica faz a interface com a solução OPC UA rodando em segundo plano; assim o supervisório pode ser executado em diferentes dispositivos, incluindo dispositivos móveis, sem a necessidade de desenvolver uma solução personalizada para cada tipo de sistema.

O sistema supervisório é executado de forma paralela na máquina que funciona como o cliente OPC UA, e tem o seu funcionamento baseado nos eventos gerados pelo usuário ao pressionar os botões disponíveis na interface gráfica (Figura 5): quando qualquer botão da página é pressionado, um formulário HTML (*Hypertext Markup Language*) contendo a informação de qual botão foi pressionado é submetido ao software, que por sua vez traduz essa informação em um método disponibilizado ao cliente OPC UA; uma vez na posse dessa informação, o cliente OPC UA envia o comando de execução ao servidor OPC UA, que então executa a função requerida, seja esta uma ação física do braço robótico ou CNC, ou ainda o retorno de algum *status* do sistema.



Figura 5: sistema supervisório rodando em ambiente Windows.
 Fonte: elaboração dos autores (2019).

O envio de programas ao centro de usinagem CNC segue uma estrutura de processamento parecida com a dos comandos oriundos dos botões, porém existem algumas diferenças no processamento por se tratar de um arquivo de texto vindo de formulário de *upload*. Após o usuário selecionar o arquivo desejado através do navegador de arquivos, o sistema realiza a leitura desse arquivo linha após linha, de forma que todo o conteúdo do arquivo seja resumido a um único pacote de informações, que é então enviado ao software para a tradução dessa informação em uma mensagem OPC UA, que, por sua vez, é enviada pelo cliente OPC UA ao servidor OPC UA conectado à CNC. Quando o servidor OPC UA recebe esse pacote de informações, ele os envia, através de uma rede Ethernet local, à CPU interna do Centro de Usinagem CNC, possibilitando assim a utilização do programa desejado durante o processo de usinagem.

Resultados e discussão

Os testes realizados demonstram que o sistema atingiu seus objetivos com êxito, sendo capaz de prover ao usuário as funcionalidades planejadas. A Figura 6 ilustra a conexão bem-sucedida entre o cliente e o servidor OPC UA presente no computador do Centro de Usinagem CNC, bem como a inicialização do servidor WEB que provê a interface do sistema supervisório.

A Figura 7 demonstra o recebimento das instruções provenientes da interação do usuário com o sistema supervisório e posterior envio dos comandos ao braço robótico e centro de usinagem CNC através da comunicação serial. A transferência remota de rotinas de usinagem entre o sistema supervisório e o Centro de Usinagem CNC é demonstrada na Figura 8.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\servidor\Desktop>cd SuperCIM_CNC

C:\Documents and Settings\servidor\Desktop\SuperCIM_CNC>node testServer
Servidor executando em: http://0.0.0.0:1406
Servidor iniciado
Servido Executando ... (CTRL+C para interromper)
Porta: 1407
Endereço do servidor: opc.tcp://MANAGER:1407/UA/FTTServer
Client connected with address = undefined port = 1039

```

Figura 6: conexão OPC UA bem-sucedida.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

```

C:\Documents and Settings\cin-pc2\Desktop\TesteSerial>node testeSerial
Port opened.Baud Rate: 9600
Data write completed
Data:RUN
Data:Done.
Data:>HOMES
Data:WAIT !! homing...
Data:Homing (axis 2)...
Data:Homing (axis 3)...
Data:Homing (axis 4)...
Data:Homing (axis 5)...
Data:Homing (axis 1)...
Data:Homing complete
Data:>
Data:WAIT !! homing...
Data:Homing complete

```

Figura 7: execução bem-sucedida do comando RUN HOMES através da comunicação serial.
Fonte: elaboração dos autores (2019).

<pre> cncProgram = G54 TRANS Z40 T3D1 M6 S2000 M3 G0 X-10 Y-10 Z2 G1 Z-2 F800 X0 Y0 Y52 G2 X8 Y60 CR8 G1 X20 </pre>	<pre> X0 G0 Z2 X160 Y80 Z20 M30 </pre>
Programa enviado com sucesso!	

Figura 8: recepção e gravação do programa CNC completo.
Fonte: elaboração dos autores (2019)

Considerações finais

Através da análise dos resultados obtidos é possível afirmar que o trabalho desenvolvido gerou benefícios, uma vez que foi possível observar que a solução proposta, em conjunto com a estrutura do CIM utilizado possui condições de implementação dos conceitos da Indústria 4.0 em seu ambiente didático, atuando com tecnologias de grande relevância no cenário atual da indústria.

Concluindo, pode-se afirmar que os objetivos do trabalho foram alcançados, com o desenvolvimento e implantação bem-sucedidos de uma solução de controle, supervisionamento e

comunicação para uma célula de manufatura do sistema CIM atual, sem a necessidade de realizar modificações ou adições nos equipamentos presentes atualmente na planta, sendo baseada em tecnologias *open-source*, como o protocolo OPC UA, garantindo, assim, características de flexibilidade e escalabilidade, além de métodos de integração com outros sistemas, como o acesso remoto e independente da plataforma ao sistema. Pode-se, pois, definir o trabalho como sendo aderente ao cenário da Indústria 4.0 bem como suas tecnologias, como os sistemas cyber-físicos, Internet das Coisas, etc.

Referências

COELHO, F. J. S., CARVALHO, R. A de. **Estudo sobre o desenvolvimento e tendências futuras da Manufatura Integrada por Computador (CIM) através de análise bibliográfica e bibliométrica.** 2016. 24 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, - Centro de Ciência e Tecnologia - Laboratório de Engenharia de Produção, Univ. Est. do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em:

<<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/1688/801>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W. HELBIG, J.. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry.** [s.l.]: Acatech - National Academy Of Science And Engineering, 2013. Disponível em:

<<https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

MAHNKE, Wolfgang; LEITNER, Stefan-helmut; DAMM, Matthias. **OPC Unified Architecture.** Ladenburg,germany: Springer, 2009.

OLIVEIRA, L.E.S. **Concepção de um framework para monitoramento e teleoperação de máquinas-ferramenta cnc via internet aderente à Indústria 4.0.** 2017. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

ROSSIGNON, E. **Build OPC UA applications in JavaScript and NodeJS.** Disponível em: <<http://node-opcua.github.io/>>. Acesso em: 29 maio 2018

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution.** Cologny/geneva,switzerland: World Economic Forum, 2016.