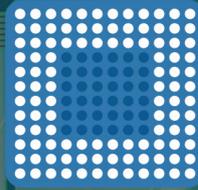


The background features a blurred laboratory scene with a person in a white lab coat. Overlaid on this are various digital and scientific motifs: a microscope silhouette at the top, a grid of white dots on a blue background to the right of the main title, and several data charts (line and bar graphs) in shades of blue and green. The overall color palette is dominated by teal, blue, and orange.

e-tech



TECNOLOGIAS PARA COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL

FIESC **SENAI**

SUMÁRIO

Controle dos principais parâmetros de um inversor via rede Alisson Schlogl; Cleisson Schneider; Juarez José Gross; Vagner Bueno de Lacerda; Adriano Baum Alberto Johwan Oh; Klaus Kramer	7
Desenvolvimento de requeijão cremoso <i>light</i> com baixo teor de lactose com adição de fibras Gabrieli Nicoletti; Creciana Maria Endres; Kátia Joana Verdi Perin; Riveli Vieira Brigido	25
Trilha de aprendizagem de competências gerais para transformação digital: uma proposta para o setor industrial Regina Wundrack do Amaral Aires; Patricia de Sá Freire	41
CAD/CAE/CAM aplicados ao layout, design e modelagem industrial: uma revisão Crivian Pelisser; Ademir Capeletto; Fabiano Fuhr Hoelscher; Jeverson Martini; Fábio Júnior Bet; Diego Muner Zilio	63
Conhecimento tradicional e a biodiversidade brasileira: estratégia nacional de proteção intelectual Alessandra do Valle Abrahão Soares; Karla da Costa Cartaxo Melo; Rayane Nunes Souto	75



SUMÁRIO

Um dispositivo goniométrico vestível para reabilitação da lombalgia

89

Eduardo Filgueiras Damasceno; rmando Paulo da Silva; José Barbosa Dias Jr.

Desenvolvimento de liga de ferro branco ASTM A532 classe I tipo D com adição de nióbio resistente ao desgaste abrasivo

103

Cristian Braga Ferreira; Orlando Preti; Kassin Shamil Fadhil Al Rubaie

A ferramenta *bow-tie* no gerenciamento de riscos em projetos

121

João Artur de Souza; Jeferson Tadeu de Souza

Elaboração de barra de cereal a partir de farinha de ora-pro-nóbis e resíduo agroindustrial de abacaxi

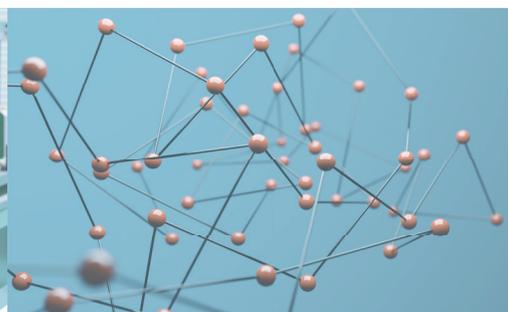
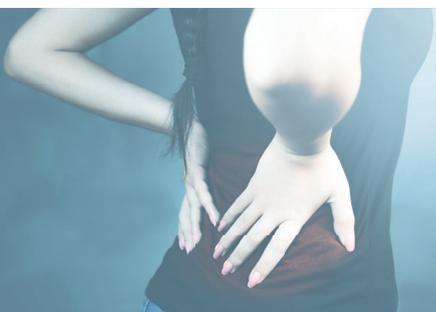
139

Adreia Faiom; Angela Lusa Lodi Savoldi; Emanoela Regina Mattiello

Visão de empreendedorismo e atitudes inovadoras na gestão pública e nas organizações sociais de saúde: caso de implantação e gestão de uma unidade de pronto atendimento em Santa Catarina

155

Péricles Ewaldo Jader Pereira; Jeferson Deleon Fávero; Lucas Schneider; Estelamaris Reif



EDITORIAL

Esta edição da Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, de caráter interdisciplinar, vem recheada de assuntos instigantes, trazendo diversos olhares, de diferentes competências, fazendo com que o leitor observe seus saberes e estabeleça contato com aqueles diferentes dos seus, ampliando os conhecimentos.

E, para iniciar, nada melhor do que direcionar o foco para uma alimentação saudável, que fornece todos os nutrientes necessários ao nosso corpo em uma quantidade adequada. Foi com esse olhar que dois dos artigos selecionados para esta edição convergiram. O primeiro deles focou no desenvolvimento de um requeijão cremoso de baixo teor de lactose com adição de fibras, testado sensorialmente e aprovado. O segundo tratou da elaboração de uma barra de cereal a partir de farinha de ora-pro-nóbis e do resíduo agroindustrial de abacaxi, um produto diferenciado para atender às mudanças no estilo de vida da população, e com alto valor proteico. Confira os dois artigos para matar sua curiosidade!

Na sequência, a abordagem foi a aprendizagem, tendo como foco a Sociedade em Transformação Digital, que tem demandado de todos os setores da economia profissionais com novas competências e atreladas às demandas tecnológicas – é uma proposta que apresenta insumos para o desenvolvimento personalizado de profissionais, respeitando as características de cada organização. Com foco na criação do conhecimento, apresentamos a ferramenta *Bow-Tie*, com abordagem direcionada ao processo de gestão de riscos, uma importante ferramenta com a finalidade de aumentar a probabilidade de sucesso em projetos.

Continuando, os próximos dois artigos focaram o setor têxtil – vestuário e design. O primeiro deles fez uma comparação entre *clusters* do segmento de confecção na região de Blumenau/SC e de Rio do Sul/SC para mensurar a integração dos atores da trílice



EDITORIAL

hélice e identificar se existe um Sistema Regional de Inovação (SRI). O segundo, por sua vez, trouxe uma abordagem estratégica e muito interessante, pois apresentou um dispositivo de medida inercial para aferir a amplitude de movimento da coluna vertebral humana com o intuito de promover a reabilitação da lombalgia. São dois artigos de diferentes dimensões que trazem a inovação, tanto no âmbito técnico-científico quanto no de produtos e serviços.

Mas, não paramos por aí, pois trouxemos um estudo que tratou de verificar como o perfil empreendedor e as atitudes inovadoras são vistos na gestão pública e nas organizações sociais de saúde sob o olhar de seus gestores, e outro que identificou qual a importância das ferramentas computacionais na elaboração de layout e customização de produtos, proporcionando agilidade na criação, modificação e movimentação com otimização de recursos e aumento na sua eficiência. Tratamos, ainda, do controle dos principais parâmetros de um inversor, partindo da criação de uma interface para realizar alterações via rede, minimizar tempo e facilitar o acesso e mudança de parâmetros. E, para finalizar, então, o último artigo abordou o tema referente à agregação de valor ao produto final, visando a minimizar o tempo de parada dos equipamentos quando da sua substituição, buscando, assim, a melhoria contínua em relação à pesquisa e ao desenvolvimento de novos produtos.

Por fim, agradecemos a contribuição dos envolvidos com o processo de avaliação dos artigos da Revista, bem como os autores, certos de que, a cada edição, avançamos no propósito de democratização dos conhecimentos técnico-científicos da indústria. Renovamos também o convite para a submissão de artigos e para o ingresso ao corpo de avaliadores da Revista. Desejamos a todos uma boa leitura!



CONTROLE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE UM INVERSOR VIA REDE

Alisson Schlögl¹
Cleison Schneider²
Juarez José Grossl³
Vagner Bueno de Lacerda⁴
Adriano Baum⁵
Alberto Johwan Oh⁶
Klaus Kramer⁷

RESUMO

O objetivo deste artigo foi realizar um estudo e criar uma interface em um painel de controle básico IHM KTP600 Siemens, já utilizado no processo de controle dos principais parâmetros de um inversor de frequência, no qual um dos maiores problemas é o tempo alocado, pelas equipes de manutenção elétrica, na hora de ajustar os parâmetros dos inversores de frequência em manutenções preventivas e corretivas – serviço este que também, em determinadas situações, se torna mais trabalhoso do que o normal, demandando maior tempo. Dessa forma, aproveita-se o painel IHM, já usado no processo, realizando-se apenas as alterações via rede, minimizando esse tempo e facilitando o acesso e a mudança dos parâmetros. O projeto é baseado em programação via CLP, desenvolvimento de telas no painel IHM para visualização e alteração de parâmetros, desenvolvimento de uma comunicação via rede para que seja possível realizar o controle do inversor.

PALAVRAS-CHAVE: Inversor de frequência. Painel IHM. Controle via rede.

1. Graduando, e-mail: alissonschlogl@gmail.com
2. Graduando, e-mail: cleison.schneider.91@gmail.com
3. Graduando, e-mail: juarezgrossl3@gmail.com
4. Graduando, e-mail: vagnerbuenoemail@gmail.com
5. Especialista, e-mail: adriano.baum@edu.sc.senai.br
6. Mestre, e-mail: alberto.oh@edu.sc.senai.br
7. Doutor, e-mail: klaus.kramer@edu.sc.senai.br

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um estudo de caso envolvendo a integração do controlador PLC Siemens S7 1200 com painel de controle básico IHM KTP e um inversor de frequência WEG CFW11 – equipamentos amplamente utilizados na indústria. O estudo tem como objetivo a programação e o desenvolvimento de um sistema para o controle dos principais parâmetros do motor no inversor de frequência via rede. O inversor de frequência é muito importante, pois controla não só a partida, mas também frenagem, frequência máxima e mínima. O inversor de corrente também monitora a corrente elétrica, protegendo o motor através da determinação da corrente nominal. Ele é utilizado para proteção contra falta de fase e

sobrecarga. No entanto, é necessário programar, no inversor de frequência, os dados do motor que está sendo utilizado, de modo que tudo funcione corretamente. Quando há a necessidade de substituir o motor por outro com parâmetros diferentes, é preciso realizar uma nova programação. Isso ocasiona uma demora na reprogramação do inversor, gerando muito tempo de máquina parada. Para solucionar e reduzir esse tempo de máquina parada, foi desenvolvida uma interface no painel IHM, em uso no processo, de modo que fosse possível realizar o monitoramento dos dados principais do inversor, bem como, de forma rápida e fácil, fazer sua reprogramação.

2 DISPOSITIVOS DE CONTROLE

Existem inúmeras razões para o uso de dispositivos para controle de velocidade. Algumas aplicações, como máquinas CNC, não podem operar sem o controle de velocidade, visando à agilidade e qualidade do processo; enquanto outras, como bombas centrífugas, podem ser beneficiadas com a redução do consumo de energia e aumento da eficiência. O controle de velocidade também auxilia no ajuste de torque de um conjunto, redução de tensão, ajuste de rampa de aceleração e desaceleração, entre outros, conforme a necessidade de cada processo, segundo destaca Felizola (2017).

2.1 Inversor de frequência

Um dos equipamentos mais utilizados nesses processos, junto com os Controladores Lógicos

Programáveis (CLP), é o inversor de frequência. Ele é um dispositivo eletroeletrônico utilizado para controlar a velocidade de um motor. A frequência que chega no motor define a velocidade na qual ele vai girar, conforme aponta Franchi (2013).

Figura 1: Inversor de frequência



Fonte: WEG (2020)

Algumas das principais vantagens de se realizar a variação de velocidade de um motor pelo inversor de frequência são listadas a seguir, de acordo com o Guia de Aplicação produzido pela WEG (MASCHERONI; LICHTBLAU; GERARDI, s.d.):

- Acionamento pelo painel IHM (Interface Homem Máquina): deve-se colocar o inversor em modo local e, pelo teclado, pode-se aumentar e diminuir a velocidade do motor, bem como inverter o sentido de giro do motor, de horário para anti-horário e vice-versa.
- Acionamento pelas entradas digitais: deve-se colocar o inversor em modo de acionamento remoto e, por meio de botões externos ligados conforme programação, ligar ou desligar o motor e, ainda, inverter o sentido de giro.
- Acionamento pela função *multispeed*: o *multispeed* é utilizado para aplicações que necessitam de até oito velocidades fixas pré-programadas. O *multispeed* permite o controle da velocidade de saída, associando-os aos valores programados por parâmetros no inversor.
- Acionamento pelas entradas analógicas: na maioria das aplicações industriais, é necessário um controle de velocidade do motor de 0% a 100%, e, para realizar este tipo de controle, pode-se trabalhar com as entradas analógicas do inversor por meio de sinais de tensão (0 a 10 Vcc) ou de sinais de corrente (4 a 20 mA).
 - Esse acionamento pode ser feito de duas formas:
 - Pelo potenciômetro: o inversor de frequência possui em seus bornes uma fonte de tensão de 10 Vcc,

podendo, assim, conectar um potenciômetro na configuração de divisor de tensão para aplicar uma tensão variável de 0 a 10 Vcc.

- Por fonte de tensão ou corrente externas: esse tipo de configuração é um dos mais utilizados quando se quer controlar a velocidade remotamente. O fornecimento de tensão ou corrente é feito por um controlador externo, como um controlador lógico programável (CLP) ou um controlador industrial.

De acordo com Felizola (2017), para que o inversor funcione da forma correta, é necessário programar as condições de trabalho. Essa tarefa é justamente a parametrização do inversor, em que quanto maior o número de recursos que o inversor oferece, maior será o número de parâmetros disponíveis para programação.

Podemos dizer que um parâmetro do inversor de frequência é um valor de leitura ou escrita, permitindo que o profissional da área elétrica leia ou programe valores que mostrem, combinem ou adequem o comportamento do inversor com o motor em uma determinada aplicação.

Conforme o Guia da WEG (MASCHERONI; LICHTBLAU; GERARDI, s.d.), os parâmetros do inversor são classificados por: parâmetros de leitura, parâmetros de regulação, parâmetros de configuração, parâmetros do motor e parâmetros das funções especiais. Os parâmetros de leitura permitem visualizar os valores programados nos parâmetros de ajuste, de configuração, do motor e das funções especiais. Os parâmetros de regulação são os valores utilizados pelas funções do inversor. Os parâmetros de configuração determinam as características do inversor, as funções das entradas e saídas e as funções a serem executadas. Os parâmetros

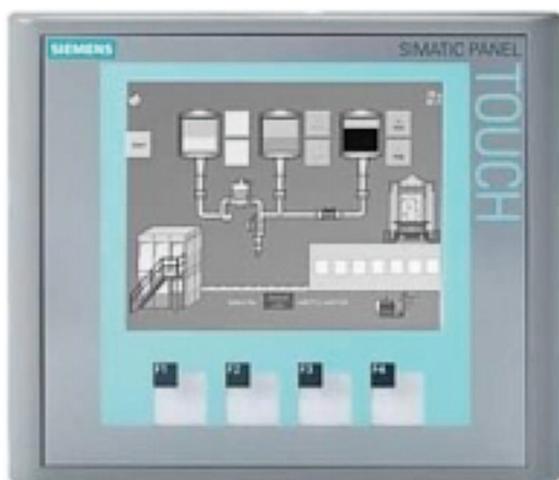
do motor são retirados dos dados de placa do motor. Os parâmetros das funções especiais são os parâmetros ligados ao ciclo automático, regulador PID e regulador de velocidade. Seguem alguns exemplos de parâmetros:

- P002: Velocidade do motor em RPM (parâmetro de leitura);
- P100: Tempo de aceleração (parâmetro de regulação);
- P401: Corrente do motor.

2.2 Interface homem-máquina (IHM)

Outro dispositivo de controle e monitoramento é o painel de interface homem-máquina (IHM), onde as interfaces são desenvolvidas de modo a suprir a necessidade dos mais diversos projetos e complexidades, sendo empregadas em máquinas e sistemas.

Figura 2: Tela IHM



Fonte: dos Autores (2020)

A IHM consiste em uma aplicação em tela, que favorece e torna mais eficiente a comunicação entre pessoas e máquinas. Esse sistema pode ser encontrado nas máquinas CNC, de usinagem metalmeccânica, onde é utilizado para

o monitoramento de itens como o tempo de usinagem, rotação (rpm), velocidade de corte, entre outros. Assim, o operador consegue coletar informações sobre a máquina, reduzindo os custos de usinagem e prolongando a vida útil dos insertos. A interface IHM torna o serviço controlável, de forma eletrônica, de modo que, apenas com toques em uma tela, o processo ocorra de forma autônoma, conforme descreve Benyon (2011).

É possível citar alguns benefícios avançados para aplicações básicas:

- Gama ideal para aplicações IHM simples iniciantes;
- Projetada no TIA Portal;
- Compatibilidade de montagem com Painéis Comfort De IHM SIMATIC e Painéis Básicos de IHM SIMATIC existentes 4" e 6";
- Escalabilidade flexível dentro da linha de IHM;
- Alta resolução, visor widescreen dimerizável com 64.00 cores;
- Interface do usuário inovadora e melhor usabilidade graças aos novos controles e gráficos;
- Funcionalidade de toque/tecla para um funcionamento intuitivo;
- Interface para ligação a vários PLCs;
- Versões para PROFIBUS e PROFINET;
- Arquivamento através de pendrive (SIEMENS, 2018, n.p.).

A evolução das máquinas e de processos demandou uma evolução nos processos de controle. Exemplo disso é o uso de botoeiras, antes do surgimento das IHMs e do CLP, com o

controle do sistema sendo feito por meio de botões e LEDs em grandes painéis elétricos. Porém, quando há uma grande quantidade de informações, a operação por botoeiras leva à ociosidade, dificuldade de manutenção e baixa produtividade. Assim, a interface de controle destina-se a substituir botões do tipo liga/desliga, teclas, painéis ou qualquer dispositivo que execute funções de controle e sinalização, tornando o processo mais rápido, simples e funcional. A utilização de interfaces de controle produzirá uma tela com representações visuais, de fácil compreensão, de tais componentes de controle, conforme salienta Benyon (2011).

As interfaces de operação são projetadas para atender aos processos cada vez mais complexos de máquinas e sistemas. Sendo implementada em processos, a interface pode ser facilmente integrada aos sistemas de automação para otimizar as linhas de produção a fim de simplificar ainda mais o controle e atender aos requisitos específicos de supervisão e operação do equipamento.

2.3 Controlador lógico programável (CLP)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define o CLP como “um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com as aplicações industriais”. A estrutura física de um controlador lógico programável é semelhante à de computador simples: existe um processador (CPU) que processa todas as informações, existem também portas de comunicação, entradas e saídas de periféricos. A principal diferença entre um computador e um CLP é que o CLP foi projetado para a indústria,

é mais robusto, além de suportar ambientes mais agressivos, como ressalta Siembra (2020).

O controlador lógico programável foi criado por volta de 1968, dentro da indústria automobilística americana, devido à grande dificuldade de se alterar a lógica de controle nos painéis de comando nas linhas de montagem. Tais mudanças geravam um custo muito elevado, devido à troca de componentes para atender as linhas de montagem. Isso refletiu numa necessidade de mudança, então, a empresa General Motors desenvolveu o primeiro projeto de um controlador lógico programável, que revolucionou a indústria, não somente a automobilística, como toda a indústria de manufatura. Por sua vasta flexibilidade e fácil alteração dos programas, o CLP começou a tomar conta das indústrias no quesito automação, conforme pontua Moraes (2014).

Nos dias atuais, existem diversos fabricantes e modelos de CLP disponíveis no mercado; porém, há alguns pontos a serem levados em consideração na escolha do CLP de modo a atender os requisitos do projeto. De acordo com Eller (2017), existem várias categorias de PLCs, mas, de modo geral, estão divididas em/quanto a:

- Capacidade de processamento;
- Quantidade de entradas e/ou saídas;
- Compactos (nos quais todos os pontos de entrada e saída estão juntos em uma mesma unidade);
- Modulares (nos quais os pontos de entrada e saída podem ser conectados e desconectados para alterar a estrutura e controlar outro processo).

Figura 3: Complexidade das aplicações



Fonte: Siemens (2012, p. 7)

2.3.1 Partes de um controlador lógico

Um CLP é composto por diversas partes que desempenham funções. Abaixo estão apresentamos os principais componentes e seu funcionamento.

CPU: unidade central de processamento (*Central Processing Unit*), considerada o cérebro do equipamento. Tem a função de receber as informações e processá-las. Por exemplo, quando se aperta um interruptor para ligar uma lâmpada, a CPU recebe a informação, a interpreta e envia um sinal para que uma saída do CLP ligue a lâmpada.

Figura 4: CPU controlador lógico programável



Fonte: Siemens (2012, p. 14)

Fonte de alimentação: Todo equipamento elétrico precisa de uma fonte de alimentação para funcionar. A principal função da fonte é regular as tensões a valores aceitáveis, seja em corrente alternada ou contínua. O CLP geralmente utiliza corrente contínua e tensão de 24 V na operação.

Figura 5: fonte de alimentação



Fonte: Siemens (2012, p. 13)

Memória: A programação que é realizada em um CLP precisa ser salva. Com isso, utilizamos memórias que armazenam essa programação, seja temporariamente ou definitivamente. Existem dois tipos de memórias: as voláteis, que gravam informações enquanto estão ligadas, porém quando desligadas perdem as informações; e as não voláteis, que gravam as informações e podem ser desenergizadas sem que percam o que foi programado.

Figura 6: Memória de dados



Fonte: Siemens (2012, p. 13)

Módulos de entrada e saída: Os módulos fazem um intermédio entre a parte lógica e a parte física do CLP. Eles são responsáveis por realizar o acionamento das saídas ou entradas, por exemplo: sensores, relés, botões. As entradas podem ser digitais (0: desligado; ou 1: ligado) ou analógicas, variando tensão (0 a 10 V) ou corrente (0 a 20 mA) (MATTEDE, s.d.).

Figura 7: Módulo de saídas e entradas



Fonte: Siemens (2012)

2.4 Redes de comunicação industrial

Com a grande disseminação do CLP nos parques fabris, novos problemas surgiram, visto que o modelo de CLP é centralizado, isto é, todos os cabamentos saem diretamente do CLP e vão para sensores, atuadores, botoeiras, sinalizadores entre outros. Como há uma grande quantidade de cabos saindo do CLP, é necessário dispor de grandes eletrocalhas para acomodá-los e, principalmente, fazê-los percorrer grandes distâncias, o que acaba sendo um método caro e complexo de construir e de manter. As melhores soluções propostas para esses problemas têm como principal objetivo a descentralização dos cartões de entradas e saídas digitais, cartões analógicos, entre outros

cartões do CLP. Sendo assim, os módulos com os cartões de entrada e saída ficam em painéis distribuídos pela máquina e apenas um ou dois cabos vão do CLP até esses painéis, realizando a comunicação entre eles, conforme explica Cassiolato (2010).

As redes industriais surgiram, de fato, no mercado industrial brasileiro no final da década de 1990 e estão em crescente evolução, desde então. Muitas indústrias ainda utilizam sistemas com CLPs (ou PLCs), chamados sistemas ponto a ponto ou tradicionais. [...] O problema deste tipo de sistema é o alto custo de implementação, em razão da grande quantidade de hardware (cabos) e da dificuldade de encontrar problemas relativos ao sistema. Assim, as redes industriais surgiram para resolver esses dois problemas citados no parágrafo anterior. (SANTOS; LUGLI, 2019, p. 23-25)

Existem atualmente no mercado vários tipos de redes que trabalham cada qual com seus protocolos de comunicação e meios físicos, utilizados para os mais diferentes tipos de comunicação, podendo atender a vários modelos de topologia de rede. Cada tipo de rede possui particularidades, mas todas atendem em parte à classificação a seguir.

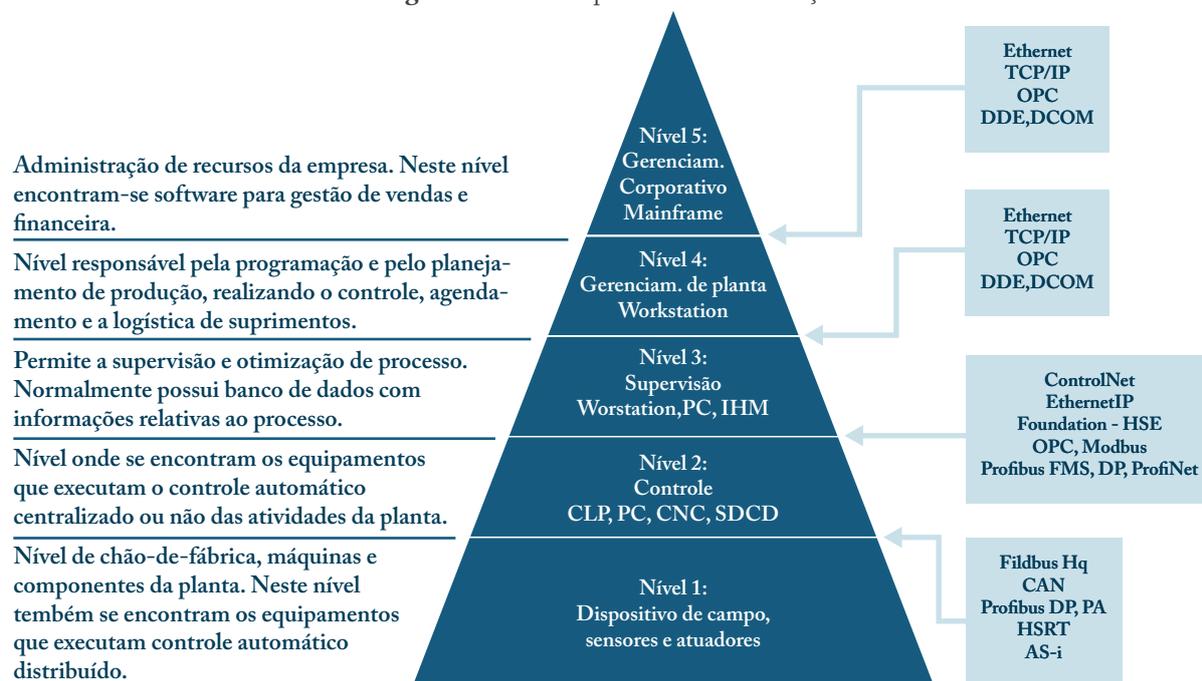
Quadro 1: Classificação geral das redes industriais

Classificação Geral das Redes Industriais	
Topologia Física	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barramento ▪ Anel ▪ Estrela ▪ Árvore ▪ Mista
Modelos de Redes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Origem-destino ▪ Produtor-consumidor
Método de Troca de Dados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pooling ▪ Cíclica ▪ Mudança de estado
Tipo de conexão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ponto a ponto ▪ Múltiplos pontos
Modo de Transmissão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Serial ▪ Paralela
Sincronização de bits	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Síncrona ▪ Assíncrona
Modo de Operação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simplex ▪ Half Duplex ▪ Full Duplex
Tipo de Comutação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comutação de circuitos ▪ Comutação de pacotes

Fonte: Cassiolato (2011)

As redes industriais têm como principal objetivo unir todas as plataformas de uma empresa, fazendo a informação de um simples sensor em campo ser tratada e chegar automaticamente aos níveis administrativos da empresa.

Figura 8: Níveis da pirâmide de automação



Fonte: Cassiolato (2011)

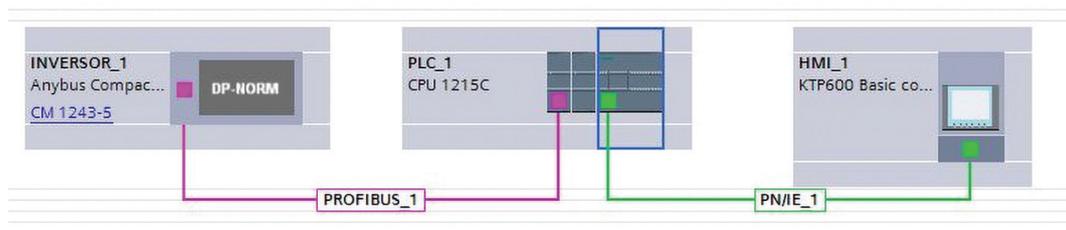
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Em uma máquina, os componentes mecânicos possuem desgaste, seja por falta de manutenção adequada, por esforços acima daqueles para os quais foram dimensionados ou por estarem no fim de sua vida útil. Um motor elétrico utilizado para acionar a parte mecânica da máquina sofre diretamente com isso, e muitas vezes acaba sendo danificado. Por essa razão, é necessário substituí-lo; porém, nem sempre há um motor reserva com as mesmas especificações. Motores parecidos, que atenderão à maioria das características do motor original, podem ser utilizados. Quando esses motores são acionados por inversores de frequência, deve-se tomar o cuidado de colocar os dados de placa do motor corretamente, a fim de acioná-lo e

fazer sua proteção. Visando a facilitar e agilizar esse processo, o presente estudo desenvolveu um bloco lógico para um CLP e uma tela para o painel IHM, de modo a permitir que essas alterações sejam executadas de maneira rápida e intuitiva, agilizando o processo e diminuindo o tempo de intervenção no equipamento.

O CLP utilizado foi um Siemens da família S7 1200 com um painel IHM Siemens da família KTP Basic e um inversor de frequência WEG da família CFW11 – ambos equipamentos amplamente utilizados nas indústrias. A comunicação entre CLP e IHM acontece por rede Profinet, e entre CLP e INVERSOR por rede Profibus DP. A programação foi feita na plataforma TIA Portal V15, da Siemens.

Figura 9: Hardware e rede utilizados



Fonte: dos Autores (2020)

A alteração de dados do inversor de frequência no protocolo Profibus DP é feita através de “palavras”, podendo chegar a no máximo oito palavras de “leitura” e oito de “escrita”. As duas primeiras palavras são destinadas ao controle do motor e as restantes podem ser parametrizadas conforme desejo do usuário. Para o inversor de frequência se comunicar com o PLC, é preciso instalar o arquivo GSD no TIA Portal correspondente ao modelo do inversor com o protocolo de comunicação e definir quais serão as “palavras” (“words”) de comunicação. Cada “word” corresponde a uma palavra. A primeira palavra é enviada em 16 bits e tem a função de comandar os parâmetros básicos de acionamento, tanto para escrever quanto para ler os status do inversor.

Quadro 2: Leitura status inversor

Descrição:

Permite ao usuário identificar o estado em que se encontra o drive.

Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4 a 0
Função	Em Falha	Manual/Automático	Subtensão	LOC/REM	JOG	Sentido de Giro	Habilitado Geral	Rampa Habilitada	Em Alarme	Em modo de configuração	Segunda Rampa	Reservado

Fonte: WEG (2008, p. 19)

Quadro 3: Escrita comando inversor

Cada bit desta palavra representa um comando que pode ser executado no inversor.

Bits	15 a 18	7	6	5	4	3	2	1	0
Função	Reservado	Reset de Falhas	Reservado	Utiliza Segunda Rampa	LOC/REM	JOG	Sentido de Giro	Habilita Geral	Gira/Pára

Fonte: WEG (2008, p. 21)

A segunda palavra é em 13 bits, corresponde à referência de velocidade e possui fundo de escala de 8192, que corresponde a 100% da velocidade do motor. Da mesma maneira em que é escrito, retorna a velocidade instantânea do motor.

As palavras seguintes são utilizadas para ler e alterar os parâmetros do motor. Como esse modelo de inversor em rede Profibus tem limitação para até 8 palavras e duas já estão em uso, apenas seis palavras restam para essa função. Os parâmetros serão configurados nas “palavras” conforme o Quadro 4.

Quadro 4: Configuração dos parâmetros do inversor

Parâmetro inversor	Descrição	Configurar em	Descrição
P 0728	Leitura #3	401	Corrente do motor (dado de placa)
P 0729	Leitura #4	404	Potência do motor (dado de placa)
P 0730	Leitura #5	402	Rotação do motor (dado de placa)
P 0731	Leitura #6	133	Velocidade mínima
P 0732	Leitura #7	134	Velocidade máxima
P 0733	Leitura #8	407	Fator de potência do motor (dado de placa)
P 0734	Escrita #3	401	Corrente do motor (dado de placa)
P 0735	Escrita #4	404	Potência do motor (dado de placa)
P 0736	Escrita #5	402	Rotação do motor (dado de placa)
P 0737	Escrita #6	133	Velocidade mínima
P 0738	Escrita #7	134	Velocidade máxima
P 0739	Escrita #8	407	Fator de potência do motor (dado de placa)

Fonte: dos Autores (2020)

Para configurar o inversor de frequência, foi utilizado o software SuperDrive G2, da WEG, que facilita esse processo. Basicamente, é preciso alterar o endereço Profibus para o mesmo utilizado no PLC, número de palavras *anybus* e programar as palavras conforme o quadro acima.

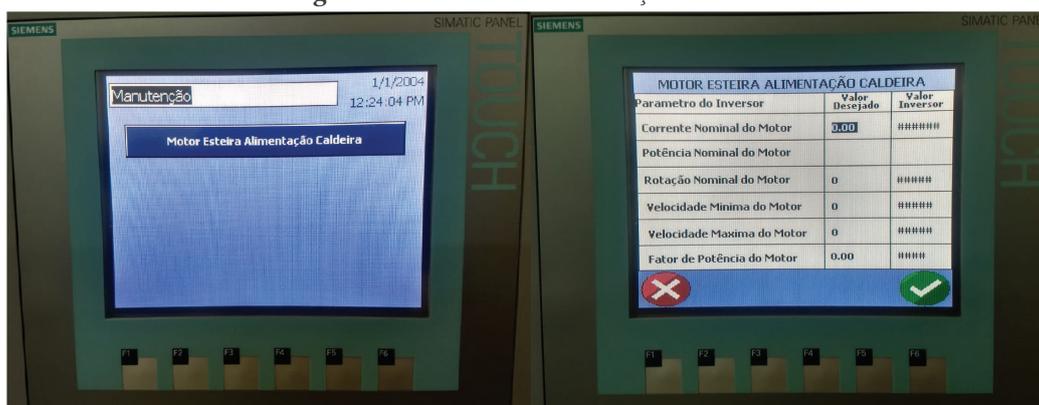
Quadro 5: Interface do software SuperDrive G2

725	Endereço Anybus	0	255	0	4		Alterado
726	Taxa Comunic. Anybus	0	3	0	0		
727	Palavras I/O Anybus	1	9	2: 2 Palavras	0: 8 Palavras		Alterado
728	Leitura #3 Anybus	0	1499	0	401		Alterado
729	Leitura #4 Anybus	0	1499	0	404		Alterado
730	Leitura #5 Anybus	0	1499	0	402		Alterado
731	Leitura #6 Anybus	0	1499	0	133		Alterado
732	Leitura #7 Anybus	0	1499	0	134		Alterado
733	Leitura #8 Anybus	0	1499	0	407		Alterado
734	Escrita #3 Anybus	0	1499	0	401		Alterado
735	Escrita #4 Anybus	0	1499	0	404		Alterado
736	Escrita #5 Anybus	0	1499	0	402		Alterado
737	Escrita #6 Anybus	0	1499	0	133		Alterado
738	Escrita #7 Anybus	0	1499	0	134		Alterado
739	Escrita #8 Anybus	0	1499	0	407		Alterado
740	Estado Com. Profibus	0	6	0: Inativo	0: Inativo		

Fonte: dos Autores (2020)

Dentro do TIA Portal, foi criada uma interface para a IHM em que é possível acessar uma tela de manutenção e selecionar o motor para alterar os parâmetros. No exemplo apresentado, há apenas um motor, porém é possível replicar essas telas alterando apenas alguns endereços. Vale notar que, na IHM, há duas colunas. Em “Valor Desejado”, escreve-se o valor ou seleciona-se uma das opções disponíveis e, apertando-se “F6”, tais parâmetros são enviados para o inversor. Na coluna “Valor Inversor”, visualizam-se os parâmetros que estão no inversor – dessa maneira, é possível conferir se todos os valores foram gravados corretamente.

Figura 10: Interface da manutenção na IHM



Fonte: dos Autores (2020)

Para tratar os valores digitados e visualizados na IHM e fazer a comunicação com o inversor de frequência, foi criado dentro do TIA Portal um bloco (FC) – “Parametrização Motor” – que é responsável por receber os valores da IHM, tratá-los e, quando solicitado, enviá-los para o inversor. Deverá, também, receber instantaneamente os valores do inversor, tratá-los e apresentar os dados na IMH para o operador. Com exceção do parâmetro de potência do motor, todos os outros apenas transferem os valores digitados para o inversor, e a quantidade de caracteres é definida na configuração do campo de visualização da IHM.

Já no parâmetro da potência do motor, o inversor oferece uma lista com várias potências e um número para cada uma delas.

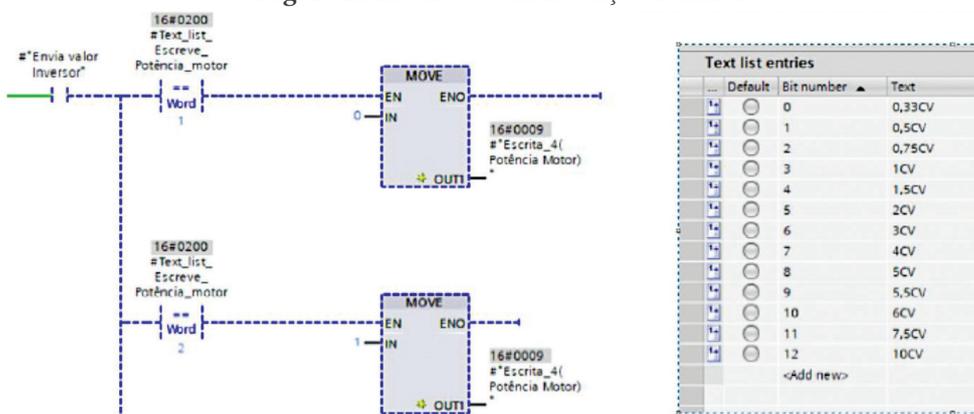
Quadro 6: Interface do software SuperDrive G2

P0404	Potência Nom. Motor	0 = 0.33CV 1 = 0.50CV 2 = 0.75CV 3 = 1.0CV 4 = 1.5CV 5 = 2.0CV 6 = 3.0CV 7 = 4.0CV 8 = 5.0CV 9 = 5.5CV 10 = 6.0CV 11 = 7.5CV 12 = 10.0CV	Motor _{max-ND}
-------	---------------------	--	-------------------------

Fonte: Manual CFW11 Referência Rápida dos Parâmetros WEG (2008)

Para que a interface da IHM ficasse mais intuitiva, foram criados uma lista e um pequeno algoritmo para quando, por exemplo, for selecionado “1.0CV”, o CLP entenda que precisa enviar o valor “3” para o inversor e, da mesma maneira, tratar os valores recebidos.

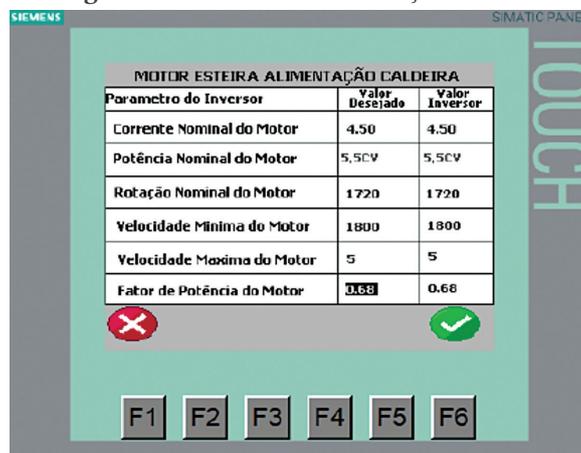
Figura 11: Interface da manutenção na IHM



Fonte: dos Autores (2020)

Então, a Figura 12 apresenta a maneira como são mostrados na tela todos os valores digitados e recebidos pela IHM, quando forem aceitos pelo inversor de frequência.

Figura 12: Interface da manutenção na IHM



Fonte: dos Autores (2020)

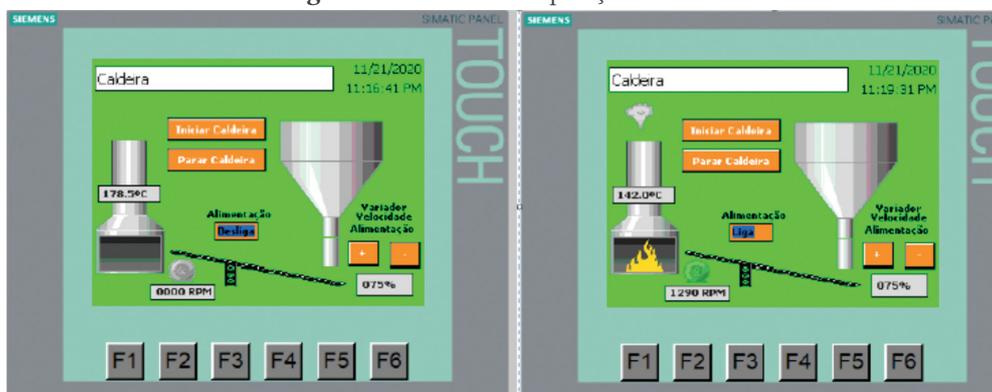
O bloco de “Parametrização Motor” consiste em uma FB e, portanto, pode ser replicado diversas vezes no programa, facilitando a implantação desse controle em outros motores. Isso é possível devido ao fato de que toda a programação contida nessa FB utiliza apenas memórias locais, e que a entrada e saída de informações do bloco acontece através de variáveis externas. Dessa forma, toda vez que esse bloco for movido para “OB1” (bloco de chamada e execução) será criado automaticamente um “DB”, que

consiste em uma lista onde são guardados os valores processados pelo bloco.

Toda a interface gráfica também pode ser replicada para outras telas, apenas alterando-se o nome da tela e os endereços de controle.

Para fins de testes, também foi desenvolvida uma tela na IHM em que é possível ligar, desligar, “resetar” falhas do motor e controlar a velocidade do mesmo, bem como visualizar animações do processo como forma de informação para o operador, conforme se observa na Figura 13.

Figura 13: Interface da operação na IHM



Fonte: dos Autores (2020)

4 CONCLUSÃO

Visando a facilitar e agilizar o processo de programação de um inversor devido à troca de um motor por outro com dados de placas diferentes, foram desenvolvidos um bloco lógico para um CLP e uma tela para IHM, os quais permitem executar essas alterações de maneira rápida e intuitiva, agilizando o processo e diminuindo o tempo de intervenção no equipamento.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise da criação da programação, em que equipamentos distintos integram-se e comunicam-se de forma a atender uma necessidade, que consiste em alterar os parâmetros

do inversor via rede. Além disso, o estudo permitiu uma pesquisa de campo para a obtenção de dados mais consistentes sobre as etapas de integração, programação e comunicação entre os equipamentos que foram utilizados.

O objetivo de realizar a alteração dos parâmetros de um inversor via rede, de maneira simples e rápida, foi alcançado com sucesso através de interfaces de fácil utilização. Como passo futuro, pode-se implementar tais sistemas e programações, medindo-se a eficiência e diminuição do tempo para manutenções nos equipamentos.



CONTROL OF THE MAIN PARAMETERS OF A FREQUENCY INVERTER VIA NETWORK

ABSTRACT

This paper sought to investigate and create an interface on a Siemens KTP600 Basic HMI control panel, which is already used to control main parameters of frequency inverters, with one of the biggest problems in this process being the time allocated by electrical maintenance teams for the adjustment of such frequency inverter parameters in preventive and corrective maintenance. In this regard, the HMI panel can be taken advantage of to operate parameters via a network, minimizing the time allocated and making it easier to access and change parameters. The project relies on PLC programming, development of HMI control panel interfaces for viewing and changing parameters, and development of network communication that allows controlling frequency inverters.

KEYWORDS: *Frequency Inverter.
HMI Panel.
Control via a Network.*

REFERÊNCIAS

BENYON, David. *Interação humano-computador*. Tradução de Heloisa Coimbra de Souza. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

CASSIOLATO, C. *Redes Industriais*. Nova Smar S/A, Smar Technology Company. Sertãozinho (SP), 2011. Disponível em: <https://www.smar.com/brasil/artigo-tecnico/redes-industriais>. Acesso em: 22 nov. 2020.

CASSIOLATO, C. *Tecnologia Profibus*. Nova Smar S/A, Smar Technology Company. Sertãozinho (SP), 2010. Disponível em: www.smar.com/brasil/artigo-tecnico/tecnologia-profibus. Acesso em: 22 nov. 2020.

ELLER, D. *PLCs: O que são e quais as suas vantagens*. Velki Instrumentos de Medição e Controle. Itu (SP): Velki, s.d. Disponível em: <https://velki.com.br/pt/blog/aprenda-com-a-velki/plcs--o-que-sao-e-quais-as-suas-vantagens>. Acesso em: 22 nov. 2020.

FELIZOLA, M. A. *Conversores e inversores*. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2017

FRANCHI, C. M. *Acionamentos Elétricos*. 4. ed. São Paulo: Érica, 2008

FRANCHI, C. M. *Inversores de Frequência: Teoria e Aplicações*. 2. ed. São Paulo: Érica, 2013.

MASCHERONI, J. M.; LICHTBLAU, M.; GERARDI, D. *Guia de Aplicação: Inversores de Frequência*. 3. ed. Jaraguá do Sul (SC): WEG, [20-?]. Disponível em: <https://sidrasul.com.br/uploads/Guia-de-Aplicacao-de-Inversores-de-Frequencia-WEG-3C2AA-EdiC3A7C3A3o.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MATTEDE, H. *Controlador lógico programável*. Mundo da Elétrica, s.d. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/controlador-logico-programavel-clp/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MORAES, E. *CLP... o que é, e qual sua Definição?* Sala da Elétrica. São Bernardo do Campo (SP), 2019. Disponível em: <https://www.saladaeletrica.com.br/definicao-do-clp/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

SANTOS, M. M. D.; LUGLI, A. B. *Redes Industriais para Automação Industrial: AS-I, PROFIBUS e PROFINET*. São Paulo: Érica, 2010.

SIEMBRA. *CLP – Controlador Lógico Programável. Você sabe o que é? Siembra Automação*. Vinhedo (SP), 2020. Disponível em: <https://www.siembra.com.br/noticias/clp-controlador-logico-programavel-voce-sabe-o-que-e/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SIEMENS. *Painéis de Controles Básicos IHM SIMATIC*. Siemens AG – Brasil, 2018. Disponível em: <https://new.siemens.com/br/pt/produtos/automacao/simatic-hmi/paineis-basicos.html>. Acesso em: 22 nov. 2020.

SIEMENS. *SIMATIC S7 - S7 1200: Curso 1 do Sistema - Curso ST-MICRO1*. Tradução: Salomon. SITRAIN, Siemens AG – Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.contatoaberto.com.br/wp-content/uploads/2018/02/TUTORIAL-SIMATIC-S7-1200.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

WEG. *Inversor de Frequência CFW08*. Jaraguá do Sul (SC): WEG, 2020^a. Disponível em: https://www.weg.net/catalog/weg/US/pt/Drives/Inversores-deFrequ%C3%Aancia/Micro-e-Mini-Drives/Inversor-de-Frequ%C3%AanciaCFW08/Inversor-de-Frequ%C3%AanciaCFW08/p/MKT_WDC_GLOBAL_VARIABLE_SPEED_DRIVE_CFW08. Acesso em: 22 nov. 2020.

WEG. *Linba MT*. Jaraguá do Sul (SC): WEG, 2021. Disponível em: https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-ControleIndustrial/Controle-de-Processos/Interfaces-de-Opera%C3%A7%C3%A3o-%28IHMs%29/Linha-MT/Linha-MT/p/MKT_WDC_BRAZIL_HMI_LINEMT. Acesso em: 02 jan. 2021.

WEG. *Manual Comunicação Anybus-CC: Série CFW11*. Jaraguá do Sul (SC): WEG, 2008. Disponível em: http://www.gigawattsistemas.com.br/file/cfw_111.pdf. Acesso em: 22 nov. 2020.

SOBRE OS AUTORES



Alisson Schlögl

Cursando superior em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Instituição do SENAI de Santa Catarina. Concluiu Técnico em Mecânica pela Instituição do SENAI de Santa Catarina e Aprendizagem Industrial de Mecânico de Usinagem pela Instituição do SENAI de Santa Catarina. Atuou como menor aprendiz no setor de Mecânica de Manutenção na empresa Schlögl Manutenção Ltda. no ano de 2011. Atualmente, é mecânico de manutenção na empresa Schlögl Manutenção Ltda.



Cleison Schneider

Cursando superior em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Instituição do SENAI de Santa Catarina. Concluiu Técnico em Eletromecânica pela Instituição do SENAI de Santa Catarina, Técnico em Eletrotécnica pela Instituição do SENAI de Santa Catarina e Curso Básico de Controlador Lógico Programável pela Instituição do SENAI de Santa Catarina. Atuou como eletricitista de manutenção na empresa Sólida Brasil Madeiras Ltda. de 2013 a 2017. Atuou como eletricitista de manutenção na empresa Três Irmãos S.A. de 2017 a 2018. Atualmente, é eletricitista de manutenção na empresa Sólida Brasil Madeiras Ltda.



Juarez José Grossl

Cursando superior em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Instituição do SENAI de Santa Catarina. Concluiu Técnico em Eletromecânica pela Instituição do SENAI de Santa Catarina, Aprendizagem Industrial de Manutenção de Máquinas pela Instituição do SENAI de Santa Catarina e Aprendizagem em Mecânico de Usinagem pela Instituição do SENAI de Santa Catarina. Atuou como menor aprendiz no setor de Manutenção na empresa Buddemeyer S/A no ano de 2014. Atualmente, é mecânico de manutenção na empresa Buddemeyer S/A.



Vagner Bueno de Lacerda

Cursando superior em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Instituição do SENAI de Santa Catarina. Concluiu Técnico em Eletrotécnica pela Instituição do SENAI de Santa Catarina, Aprendizagem Industrial de Eletricista em Instalações Industriais pela Instituição do SENAI de Santa Catarina e Aprendizagem em Informática pela Instituição do SENAI de Santa Catarina. Atuou como menor aprendiz no setor de Manutenção na empresa Buddemeyer S/A no ano de 2014. Atualmente, é eletricista de instalações industriais da empresa Buddemeyer S/A.



Adriano Baum

Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, graduado pela Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), especialista em Educação Profissional e Tecnológica pelo SENAI/CETIQT – Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil e especialista em Educação para o Profissional do Futuro pelo SENAI/SC. Atua como professor do SENAI-SC em São Bento do Sul nas modalidades de ensino Técnico e Superior na área de Eletroeletrônica com especialidade em Projetos Elétricos e Programação de CLPs. É instrutor dos cursos de NR10 – Básico e Complementar, orientador de TCCs do curso de graduação em Mecatrônica e atuou como coordenador de cursos técnicos do SENAI-SC de São Bento do Sul. Atualmente, é especialista de ensino do SENAI-SC.



Alberto Johwan Oh

Administrador graduado pela FAE Business School de Curitiba/PR e mestre em Organizações e Desenvolvimento pela FAE Business School. É coach e consultor de empresas, focado nas áreas de Planejamento Estratégico, Comercial, Marketing e Gestão de Pessoas. Atua como professor de graduação e pós-graduação do SENAI-SC nas áreas de Gestão. Tem experiência profissional em organizações como a Electrolux do Brasil, Nestlé e Exxon, entre outras, e como facilitador em programas de educação corporativa na CNH (CASE, New Holland e Iveco), no Brasil e na América Latina, e na Vivo Telefônica.



Klaus Kramer

Doutor em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), mestre em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), bacharel em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), licenciado em Física pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra). Graduando de Engenharia Automotiva pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atua como professor nas áreas de Cálculo e Física no curso superior Tecnólogo em Mecatrônica, no SENAI de São Bento do Sul e no curso de Aprendizagem Industrial. Atua também como professor nas áreas de Cálculo, Física e Engenharias no curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no campus de São Bento do Sul.



DESENVOLVIMENTO DE REQUEIJÃO CREMOSO *LIGHT* COM BAIXO TEOR DE LACTOSE COM ADIÇÃO DE FIBRAS

Gabrieli Nicoletti¹
Creciana Maria Endres²
Kátia Joana Verdi Perin³
Riveli Vieira Brigido⁴

RESUMO

O requeijão cremoso é um produto de grande aceitação e um dos produtos lácteos mais consumidos no Brasil. Com o aumento das demandas de mercado por produtos mais saudáveis com atribuição de alimentos funcionais, abre-se espaço para o desenvolvimento de novos produtos com tais propriedades. Este estudo objetivou o desenvolvimento de um requeijão cremoso com baixo teor de lactose com adição de fibras. Para tanto, o leite foi previamente hidrolisado para obtenção da massa básica por acidificação direta, e as fibras foram adicionadas ao final do processo de fusão. A caracterização físico-química do produto confirmou que o requeijão obtido é de baixo teor de lactose e que houve redução de 67,3 % de gordura em relação ao tradicional, podendo ser considerado um produto light. O percentual de fibras no produto final foi de 3,33 %, o que o caracteriza como um alimento fonte de fibras. O requeijão desenvolvido mostrou-se estável após 75 dias de armazenamento e foi aceito sensorialmente com 66 % das avaliações entre os índices “gostei muito” e “gostei moderadamente”, o que indica boa aceitabilidade global.

PALAVRAS-CHAVE: Requeijão. Alimentos funcionais. Baixo teor de lactose.

1. Mestre, e-mail: nicolettigabrieli@gmail.com
2. Doutoranda, e-mail: creciana.maria@gmail.com
3. Mestre, e-mail: katia.verdi@sc.senai.br
4. Mestre, e-mail: riveli.brigido@sc.senai.br

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia dos queijos fundidos ou processados surgiu no início do século XX na Suíça, com a necessidade de viabilizar a exportação para países de clima quente e estender sua durabilidade quando comparado a produtos frescos (MATTANNA, 2011; VAN DENDER, 2012.).

O requeijão é o produto obtido pela fusão de uma massa ácida ou enzimática, podendo ter adição de creme de leite, manteiga, condimentos ou especiarias, não podendo conter gordura ou proteína de origem não láctea. Pode ser classificado como requeijão, requeijão cremoso e requeijão manteiga, de acordo com a matéria-prima utilizada, conforme a portaria n.º 359/1997 que regulamenta a identidade e qualidade do requeijão (BRASIL, 1997).

A lactose é o componente majoritário do leite, podendo variar de 4,5 % a 5,2 %, conforme alimentação e intervalo de lactação (TREVISAN, 2008). Ao ser hidrolisada no intestino delgado pela enzima β -D-galactosidase ou lactase, ela é quebrada, gerando os monossacarídeos glicose e galactose, os quais, então, são absorvidos pela corrente sanguínea (MARZZOCO & TORRES, 2007; VOET, 2008 *apud* BARBOSA & ANDREAZZI, 2010).

Estima-se que 70 % da população mundial possuem intolerância à lactose, sendo que cerca 25 % desse total são de brasileiros – essa intolerância pode ser de maior ou menor grau (MARTÍNEZ & MÉNDEZ, 2006; BATISTA *et al.*, 2018)

A intolerância à lactose é a reação adversa ao carboidrato e afeta diversas faixas etárias, desde crianças até idosos. A lactose que não é hidrolisada permanece no intestino de pessoas que

possuem intolerância e atua osmoticamente, atraindo água para o intestino. As bactérias colonizadoras do intestino humano fermentam a lactose não digerida, gerando ácidos graxos de cadeia curta, dióxido de carbono e gás hidrogênio, causando inchaço, cólicas e diarreia (TREVISAN, 2008).

Segundo a RDC n.º 460, de 21 de dezembro de 2020, que dispõe sobre os requisitos de composição, qualidade, segurança e rotulagem das fórmulas dietoterápicas para erros inatos do metabolismo, os alimentos para dietas com restrição de lactose que contêm quantidade de lactose igual ou menor a 100 (cem) miligramas por 100 (cem) gramas ou mililitros do alimento pronto para o consumo, e para serem considerados de baixo teor de lactose, devem apresentar valores menores ou iguais a 1 grama de lactose por 100 gramas de produto (ANVISA, 2020).

A hidrólise da lactose é uma das principais tecnologias aplicadas para a produção de alimentos com baixo teor de lactose. Esse processo pode acontecer antes do tratamento térmico ou antes do envase do produto. Ao ser adicionada ao leite, a enzima β -galactosidase efetua a quebra da molécula de lactose, tal como a lactase intestinal, o que dá àqueles que possuem a deficiência dessa enzima a possibilidade de usufruir dos outros nutrientes do leite, evitando os inconvenientes e desconfortos causados pela má absorção da lactose (FISCHER, 2010).

A hidrólise da lactose é um processo promissor para a indústria de alimentos, pois possibilita o desenvolvimento de novos produtos sem lactose, ou com teor reduzido em sua composição, que podem ser consumidos por indivíduos intolerantes a esse carboidrato (TREVISAN, 2008).

Prebióticos são definidos como ingredientes alimentares não digeríveis pela maioria dos microrganismos do intestino humano, que promovem a multiplicação e/ou atividade de uma ou mais espécies de bactérias do cólon, garantindo a saúde do hospedeiro (ROBERFROID, 2002). Alguns oligossacarídeos, como a rafinose e os fruto-oligossacarídeos (FOS), e polissacarídeos, como a inulina e o amido resistente, podem ser considerados substâncias prebióticas (CONWAY, 2001). A inulina e os compostos

relacionados a essas substâncias, como a oligofrutose e os fruto-oligossacarídeos, compõem a classe dos frutanos e se diferenciam entre si pelo grau de polimerização (DP), ou seja, pelo número de unidades individuais de monossacarídeos na molécula.

Diante disso, este estudo teve por objetivo desenvolver um requeijão cremoso light com redução do teor de lactose e adição de fibra alimentar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no laboratório de processamento de leites do Instituto SENAI/SC de Alimentos e Bebidas, localizado na cidade de Chapecó/SC. O requeijão cremoso foi elaborado em duas etapas: primeiramente, realizou-se a hidrólise do leite para que, então, fosse elaborada a massa do requeijão, com posterior desenvolvimento da formulação do produto.

2.1 Obtenção da massa para preparo do requeijão cremoso

O leite desnatado (< 0,1 % de gordura) e o creme de leite (teor de 48 % a 50 % de gordura), adquiridos em um laticínio localizado na cidade de Chapecó/SC, foram hidrolisados com a enzima lactase (MAXILACT LGX 5000 (DSM)) na proporção de 1 mL/1 L de leite e/ou creme durante 2,5 horas a 37 °C. Após a hidrólise, foram submetidos ao processo de pasteurização e inativação enzimática (54 °C/30 min). Posteriormente, estas matérias-primas foram mantidas sob refrigeração.

A massa láctica foi obtida pelo aquecimento do leite pasteurizado até a temperatura de 55 °C e coagulação ácida pela adição de 0,40 % de ácido láctico a 85 %. Manteve-se o leite sob agitação lenta e contínua até completa mistura do ácido láctico, seguida de repouso até que houvesse precipitação da massa. Realizou-se a dessora completa e a lavagem da massa com água potável a 40 °C até que a massa atingisse pH 5,2.

2.2 Preparo do requeijão cremoso

A formulação foi definida em testes preliminares para o preparo do requeijão cremoso light com baixo teor de lactose com adição de fibras funcionais e redução de sódio. A Tabela 1 indica os intervalos percentuais dos ingredientes utilizados.

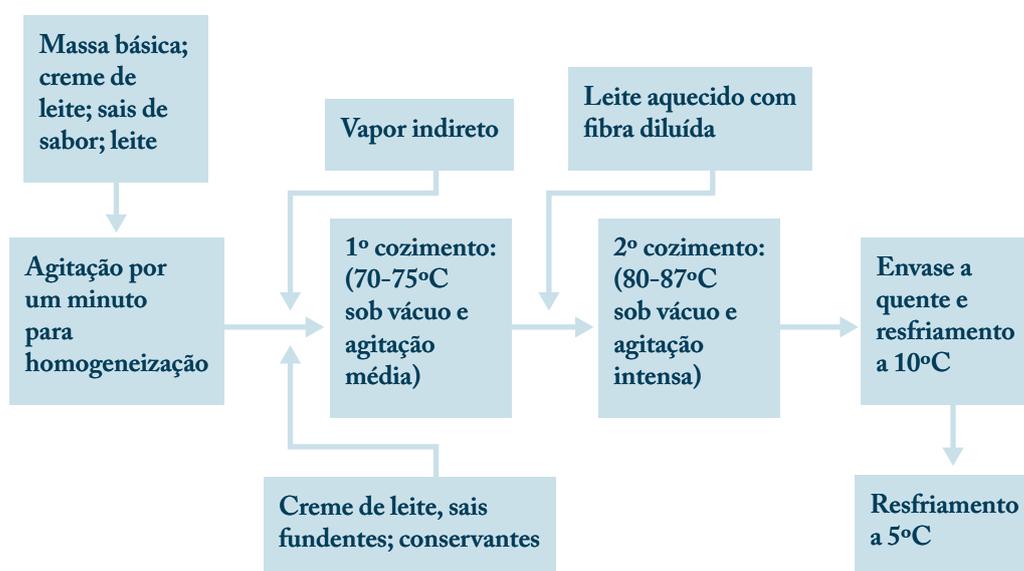
Tabela 1: Formulação de requeijão cremoso com baixo teor de lactose com adição de fibra

Ingredientes	Unidade de medida	Percentual (%)
Massa lática	Kg	35 – 37
Creme de leite (mín. 50 % de gordura)	Kg	15 – 16,8
Sal fundente de potássio (sobre total de massa básica) (ICL Brasil)	Kg	0,10 – 0,40
Sal fundente de sódio (sobre total de massa básica) (ICL Brasil)	Kg	0,90 – 1,30
Sal NaCl (Cisne, Brasil)	Kg	0,75 – 0,95
Inulina HP (Beneo Orafiti)	Kg	3,0 – 3,80
Leite desnatado (< 0,1 % de gordura)	L	42 – 49
Sorbato de potássio (All Chemistry – São Lucas)	Kg	0,10 – 0,45

Fonte: Dos autores (2021)

A massa lática foi aquecida juntamente com o creme de leite, o cloreto de sódio, os sais fundentes, o sorbato de potássio e a parte do leite sob agitação constante por 1 minuto. Em seguida, a inulina foi adicionada à outra parte do leite (85 a 87 °C). Após agitação por 2 minutos, aumentou-se a temperatura para 90 °C e agitou-se a mistura por 3 minutos. O produto foi envasado ainda quente em copos plásticos com tampas termossoldáveis e armazenado a 5 °C. Para a fusão da massa e preparo do requeijão cremoso, utilizou-se termoprocessador com aquecimento indireto (marca Thermomix) com controlador de tempo, velocidade e temperatura. Na Figura 1, apresenta-se o fluxograma com as etapas de processamento para a elaboração do requeijão cremoso.

Figura 1: Fluxograma do processamento para a elaboração do requeijão cremoso



Fonte: Dos autores (2021)

2.3 Caracterização físico-química e microbiológica

O requeijão cremoso foi caracterizado nos tempos 0, 7, 14, 28, 43, 60 e 75 dias de armazenamento, de acordo com ensaios microbiológicos e físico-químicos, para determinar a qualidade e a vida útil do produto. Foram analisados como parâmetros microbiológicos: contagem total de *Staphylococcus* coagulase positiva; bolores e leveduras; coliformes termotolerantes a 45 °C; coliformes a 35 °C; detecção de *Salmonella* spp. e psicrotóxicos, de acordo com metodologias oficiais do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA).

Quanto aos parâmetros físico-químicos, foram determinados pH, acidez em ácido láctico, lipídios, umidade, proteínas, resíduo mineral fixo, matéria gorda no extrato seco, com o uso de métodos oficiais para as referidas análises, conforme descritos na Instrução Normativa n.º 68, de 12 de dezembro de 2006. O ensaio de fibra foi determinado através da metodologia de frutooligosacarídeos, com base em AOAC Official Method 999.03 (2010). A quantificação da lactose foi realizada através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), de acordo com metodologias oficiais para a determinação de açúcares. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4 Avaliação sensorial

O requeijão cremoso light com baixo teor de lactose com adição de fibras foi submetido à avaliação sensorial por uma equipe de 50 provadores não treinados de ambos os sexos, caracterizados por serem colaboradores e alunos do SENAI da unidade de Chapecó/SC.

PARA DETERMINAR A ACEITABILIDADE DO PRODUTO, FOI UTILIZADA A ESCALA HEDÔNICA, POIS É FACILMENTE COMPREENDIDA PELOS PROVADORES. O AVALIADOR EXPRESSA SUA ACEITAÇÃO PELO PRODUTO SEGUINDO UMA ESCALA PREVIAMENTE ESTABELECIDADA QUE VARIA GRADATIVAMENTE COM BASE NOS ATRIBUTOS “GOSTEI EXTREMAMENTE” E “DESGOSTEI EXTREMAMENTE” (MINIM, 2006).

Cada provador recebeu simultaneamente o requeijão em copos plásticos descartáveis (cerca de 20 g), à temperatura de 15 °C a 2 °C, devidamente codificados, com números de três dígitos, sendo, em seguida, solicitado a avaliar a amostra sob seu ponto de vista.

Além da avaliação de aceitação global do produto, aos julgadores também foram solicitados a indicar se gostavam de requeijão cremoso, com que frequência consumiam, qual seria sua intenção de compra caso encontrassem o produto à venda no mercado, e se tinham o hábito de adquirir alimentos funcionais.

Os resultados da escala hedônica foram avaliados pela análise de distribuição de frequência dos valores hedônicos obtidos em cada amostra por meio de histogramas, revelando o nível de aceitação e rejeição do produto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico-química

A lactose é utilizada como substrato pelas bactérias lácticas, sendo o ácido lático o principal produto desse metabolismo (PEREDA *et al.*, 2005). A hidrólise da lactose pode ser favorável na diminuição da percepção do gosto ácido do requeijão. Foi comprovado o baixo teor de lactose, constando quantidade menor do que 0,2 g/100 g no produto final. O produto não se caracteriza como “sem lactose” devido à alteração da legislação que preconiza que, para ser isento, a quantidade máxima permitida é

de 0,1 grama de lactose por 100 gramas de produto (ANVISA, 2020).

A hidrólise da lactose ocasiona modificações físicas e químicas dos produtos, pois aumenta a solubilidade, o poder adoçante e a digestibilidade dos açúcares, bem como a viscosidade, o corpo, a textura e o paladar dos produtos (VINHAL, 2001).

Os resultados da caracterização química do requeijão (umidade, proteína, lipídios, cinzas, gordura no extrato seco, pH e acidez) estão apresentados na Tabela 02.

Tabela 2: Caracterização físico-química do requeijão

Parâmetros analisados	Média
Umidade (%)	68,58 ± 0,04
Proteína (%)	11,86 ± 0,01
Gordura total (%)	8,50 ± 0,58
Cinzas	1,98 ± 0,79
Fibra Alimentar (%)	3,33 ± 0,01
GES (%)	27,10 ± 0,10
Acidez titulável (%)	0,11 ± 0,52
pH	5,84 ± 0,75

*GES = gordura no extrato seco

Fonte: Dos autores (2021)

O teor de gordura no extrato seco (27,10 %), conforme Tabela 2, mostra-se inferior ao dos requeijões cremosos comerciais (59,43 % a 73,45 %) e especialidades lácticas (58,72 % a 74,35 %) (MESSAGE, 2006), similarmente aos obtidos por Van Dender (2005), isto é, 33,2 % a 36,8 % em amostras de requeijão e requeijão light com adição de fibra. Por outro lado, o teor de gordura no extrato seco é inferior aos resultados encontrados por Lubeck (2005) e Sobral (2007) para requeijão cremoso. O conteúdo de gordura (8,50 %) influencia o sabor, a textura, a cremosidade,

a aparência e a palatabilidade, pois o requeijão constitui um sistema complexo composto de proteínas, gordura, água, sais minerais e outros ingredientes. Portanto, conforme se reduz a percentagem de gordura, as proporções de proteína e umidade aumentam e alteram a textura do produto (PRENTICE, 1992).

Para um requeijão ser considerado *light* ou com baixo teor de gordura, deve-se reduzir no mínimo 25 % de seu teor de gordura, conforme a classificação estabelecida pelo regulamento técnico referente à informação nutricional complementar do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998). Na formulação obtida neste estudo, pode-se considerar o requeijão como *light*, pois observou-se uma redução de gordura total de 67,3 % em relação ao valor de gordura presente em requeijões tradicionais. O cálculo do requeijão cremoso *light* controle foi realizado para obtenção de um produto com 32 % de EST e 33 % de GES.

O teor de umidade encontrada foi de 68,58 %, no entanto, a legislação brasileira estabelece o máximo de 65 % para requeijão cremoso e 60 % para requeijão tradicional (BRASIL, 1997). Lubeck (2005) obteve alguns valores abaixo disso e outros de acordo com o exigido pela legislação (59 % a 64,5 %) no desenvolvimento de requeijão cremoso. A umidade do produto final torna-se importante sob o ponto de vista econômico, pois quanto maior sua porcentagem, maior o rendimento (VAN DENDER, 2006).

Com relação à quantidade de proteína, 11,86 %, o valor se igualou com o encontrado por Pereira (2013), que estudou as características do requeijão cremoso *light* com teor reduzido de sódio e adição de fibras. Van Dender (2005) encontrou valores de proteína entre 12,71 % e 13,71 % para requeijão cremoso *light* com fibra alimentar. O teor de lipídio encontrado foi menor quando comparado aos trabalhos

de Pereira (2013) e Viganó (2013), que apresentaram valores de 12,85 % e de 21,02 %, respectivamente. Os teores de proteína obtidos no presente estudo ficaram abaixo dos citados na literatura, uma vez que o requeijão cremoso desenvolvido apresentou elevado conteúdo de umidade. Esses teores de proteína estão diretamente relacionados com as características de fusão da massa.

Durante a fusão, o aquecimento e a adição de sais fundentes resultam na peptização da massa, o que aumenta a área superficial e a capacidade de retenção de água da proteína, provocando mudança na textura do produto final. A estabilidade da emulsão ou suspensão ocorre devido à troca iônica do cálcio do complexo paracaseinato de cálcio pelo sódio, resultando no rearranjo das moléculas proteicas e exposição de grupos hidrofílicos. Em seguida a esse efeito da caseína com o sal fundente, ocorrem vários outros secundários, como “redução da estrutura da massa” e alterações no estado de hidratação da caseína, identificados como o efeito cremificante (MAURER-ROTHMANN; SCHEURER, 2005).

O teor de cinzas, determinado como 1,98 %, foi próximo ao encontrado por Pereira (2013), de 1,89 %. Bosi (2008) encontrou valores de teor de cinzas de 1,62 % a 2,03 %, e Lins *et al.* (2009), de 2,69 % a 2,83 %. O teor de minerais influencia o grau de fusão e derretimento do requeijão, isto é, quanto maior o teor de minerais, menor será sua capacidade de derretimento (SILVA; VAN DENDER; MELLO, 2005).

Outra característica de grande importância foi o teor de fibras, que foi de 3,33 %, mostrando-se inferior ao encontrado por Viganó (2013), de 5,8 %; contudo, o valor encontra-se próximo ao determinado por Pereira (2013), que quantificou um teor de fibras de 3,30 %. De acordo com a RDC n.º 54, de 12 de novembro de

2012, o produto pode ser considerado como “fonte de fibras”, pois apresenta mais que 2,5 g de fibras por porção do alimento pronto para o consumo. A inulina pertence à classe de carboidratos denominados frutanos, que são considerados ingredientes funcionais, uma vez que exercem influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo, resultando em melhoria da saúde e em redução no risco de aparecimento de diversas doenças (SAAD, 2006). Niness (1999) destaca que a inulina tem sido amplamente utilizada nas indústrias de alimentos para substituir gorduras e açúcares, reduzindo, assim, o teor calórico.

O valor de pH encontrado (5,84) foi similar aos valores encontrados por Bosi (2008) em sua pesquisa com requeijão light com adição de fibra (5,81 e 5,91). Os requeijões avaliados por Pereira (2013) e Viganó (2013) apresentaram valores médios de pH de 5,78 e 5,68, respectivamente.

A faixa de pH é relativamente estreita, limitada pela estrutura do queijo e durabilidade do produto final (GALLINA, 2005). O intervalo de pH recomendado é de 5,5 a 5,9 para requeijões com fermentação láctica e significativamente maior quando por acidificação direta (5,4 a 6,2). O pH abaixo de 5,4 prejudica a estrutura, o paladar e tende a formar textura granulosa e muito firme. Valores de pH na faixa de 5,5 a 5,7 resultam em queijos de consistência cremosa e firme. O aumento do pH resulta no decréscimo da interação proteína-proteína e no aumento da hidratação das proteínas, deixando o requeijão menos firme (RAPACCI, 1997; LUBECK, 2005; SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2006; VAN DENDER, 2006). Valores de pH acima de 6,2 podem reduzir a durabilidade do queijo, além de provocarem alterações em seu sabor (gosto salgado, sabor de sabão e separação de gordura) (SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2006), tornando a consistência pastosa.

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos para formulação de requeijão

Tempo decorrido após a fabricação (dias)	Acidez em Ácido Láctico (g/100g)
0	0,11 ± 0,01
7	0,36 ± 0,21
14	0,39 ± 0,34
28	0,39 ± 0,02
43	0,84 ± 0,06
60	0,44 ± 0,78
70	0,46 ± 0,45

Fonte: Dos autores (2021)

Conforme mostra a Tabela 3, a acidez em ácido láctico foi avaliada com a variação do tempo. O requeijão cremoso experimental apresentou 0,11 % de acidez titulável no tempo 0 de armazenamento, resultado semelhante ao dos requeijões comerciais (0,19 % a 0,39 %), porém muito inferior aos verificados para acidez por Silva (2003) em requeijões cremosos obtidos por ultrafiltração (0,61 %) e pelo processo tradicional (0,84 %), e por Lubeck (2005), em requeijões cremosos com

diferentes concentrações de gordura no extrato seco, sal emulsificante e concentrado proteico de soro (0,58 % a 0,82 %).

Ao avaliar a acidez titulável durante os 70 dias de armazenamento, obteve-se como resultado um intervalo de 0,11 % a 0,46 %. Segundo Hoffmann *et al.* (2001), para requeijão cremoso tradicional e requeijão com teor reduzido de gordura, os valores foram 0,93 % e 1,06 %, respectivamente. Bosi (2008) encontrou valores de acidez de 0,57 % a 0,74 %. Observou-se uma variação na acidez ao longo do tempo, assim como relatado por Bosi (2008), que verificou uma redução na acidez do produto após 60 dias de armazenamento.

A variação do pH e da acidez titulável dos requeijões cremosos está relacionada com a composição dos produtos. Em geral, requeijões cremosos com baixos teores de proteína apresentam menores valores de acidez titulável e pH mais elevado. A presença de caseína, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos contribui para aumentar a acidez.

3.2 Caracterização microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas do requeijão cremoso light com baixo teor de lactose e com adição de fibras nos intervalos de tempos de 0 a 75 encontram-se na Tabela 04.

Tabela 4: Parâmetros microbiológicos para formulação de requeijão

Tempo após a fabricação (dias)	Coliformes/g (45 °C) UFC/g	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva UFC/g	Psicrotróficos UFC/g	Coliformes a 35 °C UFC/g	Bolores e Leveduras UFC/g
0	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
7	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
14	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
28	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
43	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10
60	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
75	<1,0 x 10	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10E2	<1,0 x 10	<1,0 x 10

Fonte: Dos autores (2021)

Os parâmetros microbiológicos analisados atendem à Portaria n.º 359, de 4 de setembro de 1997, que estabelece um limite de aceitação para coliformes a 35 °C (n = 5; c = 2; m = 10; M = 100) e para coliformes a 45 °C (n = 5; c = 2; m = < 3; M = 10), onde (n= número de amostras, c= número de amostras que podem ficar entre m e M, m= mínimo, M= máximo) (BRASIL, 1997). Não foi detectada a presença de coliformes a 35 °C e 45 °C nos tempos avaliados, o que indica que não há contaminação no produto. O requeijão elaborado encontra-se dentro dos limites toleráveis estabelecidos pelo regulamento técnico de identidade e qualidade do requeijão.

Além disso, não houve presença dos microrganismos psicrotróficos e *Staphylococcus* coagulase positiva nos tempos avaliados, atendendo ao estabelecido na legislação vigente ($n = 5$; $c = 2$; $m = 100$; $M = 1000$) (BRASIL, 1997). Os estudos de Mattana (2011), Pereira (2013) e Viganó (2013), sobre o desenvolvimento de requeijão cremoso com baixo teor de lactose, apresentaram resultados semelhantes para a avaliação microbiológica dos produtos.

O número de bolores e levedura manteve-se constante em todo o período avaliado, menor do que $1,0 \times 10$ UFC/g. A contagem de bolores e leveduras não é um parâmetro exigido pelos órgãos reguladores para esse tipo de produto; porém, é importante seu controle, pois sua presença indica que o produto foi produzido sob condições de higiene insatisfatória. Esses microrganismos são considerados os principais responsáveis pela deterioração de produtos lácteos. O crescimento de fungos pode reduzir a quantidade de ácido láctico, favorecendo o desenvolvimento de outros microrganismos potencialmente patogênicos e ocasionando alterações nas características sensoriais (SALVADOR, 2001). Os bolores e leveduras produzem enzimas que hidrolisam as proteínas, lipídios e carboidratos, dando origem a degradações que promovem modificações na coloração, aparência desagradável, perda de sabor e produção de metabólitos tóxicos, conhecidos como micotoxinas, tornando-os impróprios para o consumo (LOURENÇO; SOUSA, 2005).

Conforme os resultados mostrados na Tabela 4, pode-se observar que a quantificação dos microrganismos avaliados ficou de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 1997). Na Tabela 3, observa-se a variação da acidez de 0,11 g/100 g a 0,46 g/100 g, determinada em ácido láctico nos 75 dias de armazenamento do produto. Por conseguinte, declara-se a vida útil do requeijão

cremoso light com adição de fibras de 75 dias de armazenamento sob refrigeração ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $8\text{ }^{\circ}\text{C}$). As análises foram realizadas conforme regulamento técnico do produto; porém, com a legislação nova para padrões microbiológicos – a Instrução Normativa IN n.º 60, de 23 de dezembro de 2019, seria necessário realizar novas análises em novos estudos, como avaliação de enterotoxinas estafilocócicas (BRASIL, 2019).

3.3 Avaliação sensorial

Dos 50 provadores não treinados, 98 % responderam que gostam de requeijão cremoso e 2 % que não gostam. Quando questionados quanto à frequência que consomem esse tipo de requeijão, 10 % responderam que diariamente, 40 % semanalmente, 26 % mensalmente, 20 % esporadicamente e 4 % não consomem. Quando questionados quanto ao interesse em adquirir o produto se o vissem à venda, 36 % responderam que “certamente comprariam” e 44 % “possivelmente comprariam”.

QUANTO AO HÁBITO DE CONSUMIR ALIMENTOS FUNCIONAIS, 70 % DOS PROVADORES RESPONDERAM QUE SIM, TÊM ESSE HÁBITO. ISSO REPRESENTA O QUANTO O CONSUMO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS ESTÁ INSERIDO NAS PRÁTICAS DE ALIMENTAÇÃO DA POPULAÇÃO.

A escala hedônica apresentou resultados bastante satisfatórios para o produto. A adição complementar da inulina não interferiu na aceitabilidade do produto. A Figura 2 apresenta os resultados obtidos, numa escala que variou de “gostei extremamente” a “desgostei extremamente”, sendo que 36 % indicaram “gostei muito” e 30 % “gostei moderadamente”.

Figura 2: Gráfico com os resultados do teste de aceitação em escala hedônica



Fonte: Dos autores (2021)

4 CONCLUSÃO

A quantidade de fibras presente no produto, 3,33 %, é superior à quantidade mínima exigida pela legislação vigente, podendo, portanto, ser considerado uma “fonte de fibras”. Quanto à redução de gordura total, o resultado encontrado foi 67,3 % em relação ao tradicional, podendo ser considerado um produto light.

Em relação aos parâmetros físico-químicos, o produto apresentou-se estável durante os 75 dias de armazenamento, e os parâmetros microbiológicos ficaram de acordo com o padrão exigidos pela legislação vigente.

O produto teve uma boa aceitação por parte dos provadores, e a adição complementar de fibras e baixo teor de lactose não produziram mudanças significativas na análise sensorial, resultando em um produto potencial com boas perspectivas para comercialização.



DEVELOPMENT OF LIGHT CREAM CHEESE LOW IN LACTOSE AND WITH ADDED FIBER

ABSTRACT

Cream cheese is a widely accepted product and one of the most consumed dairy products in Brazil. With the increase in market demands for healthier products labeled as functional foods, there is room for the development of new products with such properties. This study aimed to develop low-lactose cream cheese with added fiber. To do so, milk was first hydrolyzed and then directly acidified to form curds, adding fibers at the end of the heating process. The physicochemical characterization of the product confirmed that the cream cheese obtained is low in lactose, and with a 67.3% reduction in fat compared to regular cream cheese, therefore it can be considered a light product. The fiber content in the final product was 3.33%, which characterizes it as a fiber source food. The developed cream cheese proved stable after 75 days of storage, and was accepted sensorially with 66% of the hedonic scale points "like very much" and "like moderately", thus indicating good overall acceptability.

KEYWORDS: *Cream cheese.
Functional foods. Low-lactose foods.*

REFERÊNCIAS

ANVISA. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. *Requisitos sanitários das fórmulas dietoterápicas para erros inatos do metabolismo*. RDC n.º 460, de 21 de dezembro de 2020.

BARBOSA, C. R.; ANDREAZZI, M. A. Intolerância à Lactose e suas Consequências no Metabolismo do Cálcio. *In: V Amostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica*. Maringá, out./2010. *Anais eletrônicos...* Maringá: Cesumar, 2010. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/quin_mostra/cristiane_rickli_barbosa_1.pdf. Acesso em: 05 set. 2021.

BATISTA, R. A. B.; ASSUNÇÃO, D. C. B.; PENAFORTE, F. R. O.; JAPUR, C. C. Lactose in processed foods: Evaluating the availability of information regarding its amount. *Cien. Saúde Colet.* v. 23, n. 12, p. 4119-28, dez./2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182312.21992016>. Acesso em: 05 set. 2021.

BOSI, M. G. *Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar*. 2008. 256 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leite e Produtos Lácteos. *Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão Cremoso ou Requesón*. Portaria n.º 359 de 04 de novembro de 1997. Brasília, 1997.

BRASIL. Resolução n.º 54 de 12 de novembro de 2012. O Ministério da Saúde (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. *Diário Oficial da União*, Buenos Aires, 21 ago. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.º 27 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 16 de janeiro de 1998. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1998/prt0027_13_01_1998.html. Acesso em: 05 set. 2021.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 60, de 23 de dezembro de 2019. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2019, 249, 26 dezembro de 2019. Seção I, p. 133. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 05 set. 2021.

CONWAY, P. Probiotics and human health: the state-of-the-art and future perspectives. *Scandinavian Journal of Clinical Nutrition*, v. 45, p. 13-21, 2001.

FISCHER, J. *Hidrólise de lactose por β -galactosidase de *Aspergillus oryzae* imobilizada em reator de leito fixo*. 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG), 2010.

GALLINA, D. A. *Influência do tratamento UHT na qualidade do requeijão cremoso tradicional e light*. 2005. 263 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2005.

HOFFMANN, F. L.; PENNA, A. L. B.; MANSOR, A. P.; COELHO, A. R.; VINTURIM, T. M. E. Estudo da qualidade do requeijão cremoso. *Cad. Tecnol Latic*, v. 6, n. 32, p. 55-58, 2001.

LINS, G. L. *et al.* Fabricação de requeijão cremoso sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 3., 2009, Campinas. *Anais...* Campinas: CIIC, 2009.

LOURENÇO, L. F. H.; SOUSA, C. L. Análise microbiológica e teste de aceitação de requeijão marajoara elaborado com leite de búfala. *Higiene Alimentar*, v. 19, n. 132, p. 84-88, jun./2005.

LUBECK, G. M. *Estudo da fabricação de requeijão cremoso com diferentes concentrações de gordura no extrato seco, sal emulsificante e concentrado proteico de soro obtido por ultrafiltração*. 2005. 321 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2005.

MARTÍNEZ, D. R.; MÉNDEZ, L. F. P. Intolerancia a la lactosa. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*. Madrid, v. 98, n. 2., fev./2006.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. *Bioquímica Básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

- MATTANNA, P. *Desenvolvimento de requeijão cremoso com baixo teor de lactose produzido por acidificação direta e coagulação enzimática*. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), 2011.
- MAURER-ROTHMANN, A.; SCHEURER, G. *Estabilização dos sistemas proteicos do leite*. Landerburg: BK Giulini, 2005.
- MESSAGE, L. B. *Caracterização físico-química e análise da viscosidade de amostras comerciais de requeijão e requeijão modificado (especialidade láctea)*. Relatório de Pesquisa PIBIC/CNPq. São José do Rio Preto, 2006. 12 p.
- NINESS, K.R. Inulin and oligofructose: what are they? *Journal of Clinical Nutrition, Bethesda*, v. 129, suppl. 7, p. 1402S-1406S, 1999.
- PEREDA, J.A.O. *et al. Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal*. Vol. 2. São Paulo: Artmed, 2005.
- PEREIRA, F. C. *Estudo tecnológico de requeijão cremoso light com teor de sódio reduzido e adição de fibra alimentar*. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba (MG), 2013.
- PRENTICE, J. H. *Dairy rheology: a concise guide*. Cambridge: VCH, 1992.
- RAPACCI, M. *Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta*. 1997. 142 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 1997.
- ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease*. v. 34, Suppl. 2, p. 105-10, 2002.
- SHIRASHOJI, N.; JAEGGI, J. J.; LUCEY, J. A. Effect of trisodium citrate concentration and cooking time on the physicochemical properties of pasteurized process cheese. *Journal of Dairy Science*, Champaign. v. 89, n. 2, p. 15-28, 2006.
- SILVA, A. T.; VAN DENDER, A. G. F.; MELLO, F. M. Capacidade de derretimento de requeijão cremoso obtido por diferentes processos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 414-417, 2005.
- SOBRAL, D. *Otimização do processo de fabricação de análogos de requeijão culinário*. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2007.
- TREVISAN, A. P. *Influência de diferentes concentrações de enzimas Lactase e temperaturas sobre a hidrólise da lactose em leite pasteurizado*. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2008.

SOBRE OS AUTORES

VAN DENDER, F. G. A. Análise do perfil de textura e características físico – químicas de requeijão cremoso light com fibra alimentar. *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 414-417, 2005.

VAN DENDER, A. G. F. *Requeijão cremoso e outros queijos fundidos*: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. São Paulo (SP): Fonte Comunicações e Editora, 2006.

VAN DENDER, A. G. F., et al. Requeijão cremoso sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio: avaliação e comparação de diferentes formulações otimizadas do produto. *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes*, v. 67, n. 387, p. 38-47, jul.-ago./2012.

VIGANÓ, O. J. et al. *Requeijão Cremoso de copo com teor reduzido de sódio e enriquecido com fibras*. SENAI/SC, 2013.

VINHAL, E. F. *Hidrólise da lactose no leite por β -galactosidase de *Kluyveromyces fragilis**. 2001. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG), 2001.



Gabrieli Nicoletti

Mestre em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC. Consultora do Instituto SENAI de Tecnologia, com experiência na área de Engenharia Química, Engenharia de Alimentos e Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Processos Biotecnológicos, desenvolvimento de novos produtos e processos, determinação e aumento de vida útil e padrões e normas de qualidade e aspectos regulatórios aplicados. Atualmente, é Gerente de Projetos e Inovação na empresa Cassava S/A, no desenvolvimento de soluções em amido de mandioca para diversos segmentos produtivos.



Creciana Maria Endres

Professora e pesquisadora da Faculdade SENAI Chapecó. Graduada em Tecnologia de Alimentos pelo SENAI. Especialista em Gestão para Segurança de Alimentos pelo SENAI. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UPF. Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos na UFRGS. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em tecnologia de produtos de origem animal.



Kátia Joana Verdi Perin

Engenheira Química pela Unochapecó (2012), mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UPF (2017). Atua como pesquisadora no Instituto SENAI de

Tecnologia em Logística de Produção em projetos de desenvolvimento de produtos alimentícios e projetos de inovação de produtos. É professora convidada na Faculdade SENAI Chapecó para assuntos de inovação de alimentos.



Riveli Vieira Brigido

Mestre em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (2010). Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de

Santa Catarina (2007). Tem experiência na área de engenharia química e engenharia de alimentos, com ênfase em processos químicos e biotecnológicos. Possui experiência na área de desenvolvimento de novos produtos, gestão da inovação e consultoria na área de alimentos em processo produtivo e gestão empresarial. Atuou como Coordenadora de Desenvolvimento de Novos Produtos na área de amidos modificados e sistemas para empanamento e como Coordenadora de Inovação e de Consultoria em Gestão e Processo Produtivo no Instituto SENAI/SC de Tecnologia em Alimentos e Bebidas. Atualmente, é especialista em Inovação no Sistema Firjan, atuando como consultora em Gestão Integrada de Inovação.



TRILHA DE APRENDIZAGEM DE COMPETÊNCIAS GERAIS PARA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: UMA PROPOSTA PARA O SETOR INDUSTRIAL

Regina Wundrack do Amaral Aires¹
Patricia de Sá Freire²

RESUMO

A Sociedade em Transformação Digital tem demandado de todos os setores da economia profissionais com novas competências em consonância com as demandas tecnológicas, estimulando as organizações a investirem no desenvolvimento contínuo e atualizado de seus colaboradores de maneira que, coletivamente, sejam desenvolvidos diferenciais competitivos para a organização e capital social para os trabalhadores com sua empregabilidade. Nesse contexto, surge o objetivo deste estudo de propor uma Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para o desenvolvimento dos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital que, de forma personalizada, leve em consideração características específicas de cada organização, necessidades de resolução de diferentes lacunas de competências, bem como interesses individuais do trabalhador. Por meio de uma pesquisa propositiva, utilizando-se de meios bibliográficos e de campo, com etapas de verificação contendo grupo focal com especialistas em educação e entrevista com um gestor, ambos de uma Rede de Ensino Superior focada na formação de profissionais para o setor industrial, este artigo, portanto, apresenta como resultado da pesquisa uma Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para desenvolvimento dos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital.

PALAVRAS-CHAVE: Trilha de Aprendizagem. Competências Gerais. Sociedade em Transformação Digital. Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial.

1. Mestre, e-mail: regina.amaral.aires@gmail.com
2. Doutora, e-mail: patriciadesafreire@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A Sociedade em Transformação Digital (AIRES, 2020), também denominada de Indústria 4.0 (SCHWAB, 2016; CNI, 2016; STEVAN JR; LEME; SANTOS, 2018), Manufatura avançada ou Indústrias inteligentes (CNI, 2016), Fábricas inteligentes (COSTA; STEFANO, 2014; SCHWAB, 2016), Transformação Digital (SCHWAB, 2016; MCKINSEY, 2016) e Quarta Revolução Industrial (SCHWAB, 2016; STEVAN JR; LEME; SANTOS, 2018), da mesma forma que as outras revoluções vividas pela humanidade, tem exigido profissionais com novas competências, tornando o desenvolvimento dos trabalhadores um dos principais desafios das organizações, junto com compartilhamento de conhecimento e implementação de novas tecnologias (AIRES; KEMPNER-MOREIRA; FREIRE, 2017).

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), instituição que representa os interesses das indústrias brasileiras, a formação dos trabalhadores figura entre um dos principais desafios do setor para colocar o Brasil no mesmo nível que o setor industrial dos países desenvolvidos na Sociedade em Transformação Digital (CNI, 2016), pois a adoção de novas tecnologias para a Transformação Digital passa por profissionais qualificados capazes de operar essas tecnologias.

Em uma pesquisa realizada em 2020 pelo Fórum Econômico Mundial, denominada “The Future of Jobs”, com 291 respondentes de 15 *clusters* industriais de 26 países que representam 7,7

milhões de funcionários no mundo, evidenciou-se que a adoção de novas tecnologias para a Transformação Digital deve ser afetada até 2025 pela lacuna de competências essenciais dos trabalhadores, demonstrando a urgência da requalificação dos profissionais, especialmente nas competências que não podem ser automatizadas e assumidas por máquinas (WEF, 2020).

Essa necessidade de desenvolvimento de novas competências pelos trabalhadores para a Transformação Digital já havia sido apontada pelas edições anteriores dessa pesquisa capitaneada pelo Fórum Econômico Mundial publicadas em 2016 e 2018; contudo, de acordo com a pesquisa publicada em 2020, a pandemia da COVID-19¹ acelerou a adoção de novas tecnologias para a Transformação Digital, ficando ainda mais evidente a demanda de capacitação da força de trabalho, apontando que a janela de requalificação dos profissionais está cada vez mais curta, estimando-se que, até 2025, 40% das competências essenciais dos profissionais que permanecerem em suas funções atuais serão atualizadas (WEF, 2020).

Tal constatação também é apontada em uma pesquisa sobre trabalho remoto realizada pela McKinsey & Company, em 2021, com executivos da alta gestão de 504 empresas com faturamento a partir de 1 bilhão de dólares, na qual apontou que a pandemia da COVID-19 acelerou de forma abrupta o modelo de trabalho remoto, especialmente nas funções consideradas de “colarinho branco” ou de “trabalho de escritório”, sendo que as empresas caracterizadas como

1. Pandemia da COVID-19, uma síndrome respiratória aguda causada pelo vírus SARS-CoV-2, um tipo de coronavírus, que teve seu primeiro caso registrado na China em dezembro de 2019 e espalhou-se rapidamente pelo mundo, registrando milhões de mortes (OMS, 2021).

resilientes e que tiveram melhores resultados de produtividade de seus profissionais foram aquelas que desenvolveram novas competências em sua força de trabalho para uso de novas tecnologias, viabilizando um trabalho remoto produtivo, mudando a medição de desempenho de monitoramento da ocupação para monitoramento de resultados. (SMET *et al.*, 2021).

Nesse contexto, encontrar meios para o desenvolvimento ágil, em escala e personalizado de novas competências passa a ser um fator de diferencial competitivo para as organizações, bem como a capacidade de desenvolver

novas competências ao longo da vida passa a ser um diferencial de empregabilidade para os trabalhadores.

Assim, surge o objetivo desta pesquisa: propor uma Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para o desenvolvimento dos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital que, de forma personalizada, leve em consideração características específicas de cada organização, necessidades de resolução de diferentes lacunas de competências, bem como interesses individuais do trabalhador.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É inexistente um consenso quanto ao conceito de competência (BARATO, 1998; MANFREDI, 1998). Barato (1998) apresenta as duas correntes mais representativas no estudo de competências: a inglesa e a francesa – a inglesa classifica competências a partir do mundo do trabalho, traçando descritores para medir o desempenho desejado pelas organizações; a francesa relaciona o desenvolvimento de competências com trabalho e educação, indicando que competências são resultado de processos de aprendizagem.

Para Kilimnik e Sant’Anna (2006), a primeira pesquisa representativa sobre competências é dos ingleses McClelland e Dailey (1972), que definiram competência como características individuais observáveis (conhecimentos, habilidades, valores) usadas no trabalho ou em outras situações da vida com o objetivo de se obter um desempenho superior. Do lado francês, os autores com representativas pesquisas são Le Boterf (1994), Zarifian (2001) e Dubar (1998).

Zarifian (2001) apontou que os conceitos de competência atuais são derivados dos conceitos

da década de 1970, tipificando competências para o trabalho. As definições de educação por competências e gestão por competências foram criadas na década de 1980 (ZARIFIAN, 2001).

Embora não haja consenso para a descrição do termo competência (BARATO, 1998; MANFREDI, 1998), pode-se observar, na bibliografia dos autores que estudam competências, que há alguns pontos em comum entre os diversos conceitos e que estes estão relacionados à descrição de que competência está relacionada com saberes, conhecimentos, aptidões e habilidades para a resolução de problemas ou situações, com o intuito de produzir resultados superiores (SPENCER; SPENCER, 1993; BOYATZIS, 1982; MCCLELLAND; DAILEY, 1972). A tríade “saber, saber-fazer e saber-ser” é apontada por vários autores como contendo elementos fundamentais das competências (MCCLELLAND; DAILEY, 1972; BOYATZIS, 1982; LE BOTERF, 1994; SENAI, 2013; FREITAS; BRANDÃO, 2006).

Com base na fundamentação de competências analisada nesta pesquisa, este estudo descreve competência como a capacidade de mobilizar diferentes saberes: saber, saber-fazer e saber-ser, além de múltiplos recursos para a resolução de problemas que alcancem resultados superiores.

As competências podem ser identificadas em três níveis: 1) individual, 2) grupal e 3) organizacional (BRANDÃO; GUIMARÃES; BORGES-ANDRADE, 2001). Zarifian (1999); Brandão, Guimarães e Borges-Andrade (2001) e Fleury e Fleury (2001) destacaram que as competências são fonte de valor tanto para as organizações quanto para seus trabalhadores – é uma relação ganha-ganha em que a organização ganha valor econômico, diferenciando-se no mercado e sendo mais competitiva; e os trabalhadores ganham valor social, sendo valorizados como profissionais diferenciados que contribuem para o crescimento da organização, reconhecidos enquanto indivíduos-profissionais.

Já o termo Competência Geral, no contexto educacional Europeu, como apontam Nogovitsyn *et al.* (2018), é compreendido como as competências essenciais da aprendizagem ao longo da vida para os cidadãos em uma sociedade baseada no conhecimento. Segundo os autores, na Federação Russa, o conceito de Competência Geral é definido nas normas educacionais federais relativas à educação regular aprovadas em 2010 e abrange a Competência digital, Capacidade de aprender, Competências sociais e cívicas, Senso de iniciativa e empreendedorismo e Consciência cultural (NOGOVITSYN *et al.*, 2018).

No sistema educacional brasileiro, em sua Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aprovada em 2017, o termo Competência Geral é compreendido como os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores essenciais para a vida no século 21, devendo ser desenvolvidos

de forma progressiva da educação infantil ao ensino médio, ou seja, ao longo do ensino regular, reconhecendo-se dez Competências Gerais, a saber: Conhecimento, Pensamento científico, Repertório cultural, Comunicação, Cultura digital, Trabalho e projeto de vida, Argumentação, Autoconhecimento e autocuidado, Empatia e cooperação e Responsabilidade e cidadania (MEC, 2018).

Para o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2020), as Competências Gerais são denominadas Competências Transversais, que são aquelas facilmente transferíveis em diversas ocupações e funções.

Essas definições foram utilizadas e adaptadas para este trabalho, especificamente para o contexto da educação profissional. Portanto, para esta pesquisa, Competências Gerais são o conjunto de competências individuais essenciais ao trabalhador, independentemente de seu nível hierárquico ou função, necessárias para atender aos objetivos estratégicos organizacionais. No caso das organizações que têm a Transformação Digital como seu objetivo estratégico, devem ser desenvolvidas Competências Gerais relacionadas à digitalização em todos os seus colaboradores, independentemente de cargo ou função.

Correspondendo ao esperado de uma nova Revolução Industrial, com base nas tecnologias cada vez mais incorporadas ao dia a dia do trabalho, no campo organizacional, estamos vivendo profundas mudanças em escala, alcance e complexidade do processo produtivo (SCHWAB, 2016), as quais estão contribuindo para “o surgimento de novas atividades e profissões, que demandarão adaptações no padrão de formação de recursos humanos.” (CNI, 2016, p. 17). Isso se dá porque a adoção de novas tecnologias está intimamente ligada com o desenvolvimento de competências da força de

trabalho, ao ponto de lacunas de competências terem o potencial de frear o uso de tecnologias emergentes, fazendo com que a requalificação dos profissionais seja um fator crítico a ser gerenciado pelas organizações (WEF, 2020).

Em consequência, junto com o progresso da Transformação Digital, apresentam-se inúmeros desafios para o processo de transição do modelo de produção 3.0 para o 4.0, sendo um deles a requalificação dos trabalhadores (WEF, 2020; SMET *et al.*, 2021), especialmente em competências que não são automatizáveis, geralmente competências que não se enquadram como competências técnicas – as competências socioemocionais, dando origem a um conjunto de competências transversais a serem desenvolvidas por trabalhadores de diferentes ocupações e funções (WEF, 2020).

Nessa mesma perspectiva, Smet *et al.* (2021) reforçaram que a automação imposta pela Sociedade em Transformação Digital irá automatizar as tarefas previsíveis e rotineiras, exigindo dos trabalhadores novas competências ligadas às competências socioemocionais para realizarem as atividades complexas e dinâmicas que exigirem criatividade, espontaneidade e inovação.

MAS, COMO DESENVOLVER COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS?

As Trilhas de Aprendizagem (TA) foram desenvolvidas no contexto da “gestão baseada por competências”, com o objetivo de sustentar e desenvolver competências nos trabalhadores alinhadas com os objetivos organizacionais das empresas, buscando, além da competitividade organizacional, o desenvolvimento integral de seus trabalhadores, indo além do desempenho

superior da empresa, mas buscando desenvolver suas aspirações pessoais também (FREITAS; BRANDÃO, 2006).

As TA são caminhos alternativos para o desenvolvimento profissional, são flexíveis e não prescritivos (FREITAS, 2002). O termo inglês ‘*learning*’ (“aprendizagem”) origina-se do vocábulo indo-europeu ‘*leis*’, que significa “trilha” ou “sulco” na terra, em referência a atividade de preparar a terra para o plantio (SENGE *et al.*, 1997). Diferentemente de grades de treinamento, as TA são flexíveis ao ponto de oferecerem uma formação personalizada para cada indivíduo. Cada profissional pode seguir um caminho diferente do outro usando diferentes estratégias de ensino e aprendizagem, incluindo: treinamentos autoinstrucionais, cursos presenciais, cursos a distância, estágios, viagens de estudo, seminários, palestras, revistas, livros, jornais, grupos de estudo e diversos outros meios de aprendizagem (FREITAS; BRANDÃO, 2006).

Nesse contexto, um “profissional A” e um “profissional B” podem desenvolver a mesma competência desejada, mas percorrendo uma sequência de formações diferentes (LE BORTEF, 1999), individualizadas, respeitando o ritmo, preferências e limitações de aprendizado de cada indivíduo (FREITAS, 2002).

Portanto, desenvolver as competências requeridas aos profissionais no contexto da Sociedade em Transformação Digital por meio de TA mostra-se uma alternativa promissora, pois permite a formação em massa, mas de forma personalizada, possibilitando o desenvolvimento do conjunto de competências necessárias em cada profissional.

Visando ao atingimento do objetivo desta pesquisa, delineou-se o percurso metodológico, apresentado a seguir.

3 METODOLOGIA

Pelo fato de analisar um problema em um contexto e propor uma solução, esta pesquisa pode ser caracterizada como propositiva (ALVES-MANZZOTTI, 2001; SERRA, 2006), utilizando-se de métodos científicos para desenvolver um artefato (BUNGE, 1985): a Trilha de Aprendizagem proposta.

Com o apoio de uma pesquisa bibliográfica exploratória (MARCONI; LAKATOS, 2010), foi construída a Trilha de Aprendizagem, a qual foi verificada em três etapas de campo utilizando-se da técnica de grupo focal e entrevista semiestruturada (MINAYO, 2008).

A primeira etapa de campo foi realizada através da técnica de grupo focal (MINAYO, 2008).

Participaram dessa etapa doze especialistas em educação de uma Rede de Ensino Superior focada na formação de profissionais para o setor industrial. Ao final dessa verificação, surgiu a versão 1 da Trilha de Aprendizagem proposta – sem a sinalização da carga horária por módulo.

Para esta elaboração da Trilha de Aprendizagem, foram consideradas as Diretrizes para a construção de uma Trilha de Aprendizagem de desenvolvimento de Competências Gerais dos profissionais da Sociedade em Transformação Digital (Quadro 1) e a Matriz de Competências Gerais requeridas dos Profissionais da Sociedade em Transformação Digital (Quadro 2), ambas propostas por Aires (2020).

Quadro 1: Diretrizes para a construção de uma Trilha de Aprendizagem de desenvolvimento de Competências Gerais dos profissionais da Sociedade em Transformação Digital propostas por Aires (2020)

Diretrizes	Descrição
1. Diagnóstico	Identificar lacunas de competência e competências críticas que precisam ser desenvolvidas por grupo de profissionais.
2. Mapeamento	Mapear as competências que precisam ser desenvolvidas, com base nas tarefas realizadas pelos profissionais.
3. Stakeholders internos	Envolver os gestores de RH com os gestores das áreas técnicas na definição do escopo dos treinamentos.
4. Competências socioemocionais	Desenvolver competências socioemocionais.
5. Competências gerenciais	Desenvolver competências gerenciais.
6. Competências STEAM	Desenvolver competências multidisciplinares, tais como as competências STEAM.
7. Competências técnicas	Desenvolver conhecimentos, habilidades e atitudes relacionadas às competências profissionais – à função laboral.
8. Tecnologias	Relacionar as competências desenvolvidas com as tecnologias habilitadoras da Sociedade em Transformação Digital.

Diretrizes	Descrição
9. Currículo	Elaborar os currículos das ofertas formativas partindo das competências críticas que precisam ser desenvolvidas.
10. Institucionalização	Relacionar o objetivo da capacitação com os objetivos organizacionais e listar os resultados esperados, promovendo o engajamento dos profissionais na participação das ofertas formativas.
11. Jornada formativa	Desenhar a experiência completa de desenvolvimento profissional como um processo, deste o convite da capacitação até o alcance de resultados superiores na prática do trabalho, relacionando com os objetivos organizacionais.
12. Perfil de aprendizado	Desenvolver as soluções educacionais, observando as formas que os profissionais aprendem mais facilmente.
13. Flexibilização	Planejar um plano de capacitação flexível, incluindo educação on-line e possibilidade de aproveitamento de estudos.
14. Cursos curtos	Priorizar módulos/cursos com carga horária curta.
15. <i>Stakeholders</i> externos	Validar os currículos de ofertas formativas com empregadores, relacionando as competências que precisam ser desenvolvidas, incluindo a validação de quais tecnologias serão priorizadas na formação.
16. Inclusão	Contemplar soluções educacionais para profissionais com todos os níveis de instrução.
17. Extensão	Estender o plano de qualificação da força de trabalho para os <i>stakeholders</i> .
18. Priorização	Desenvolver soluções educacionais que atinjam o maior número de profissionais.
19. Personalização	Prever a possibilidade de personalização das ofertas formativas de acordo com a necessidade de desenvolvimento de competências específicas de grupos de profissionais.
20. Evolução customizada	Prever a possibilidade de construção de novas trilhas ou personalização de trilhas já desenvolvidas de forma ágil, atendendo à necessidade de desenvolvimento de novas competências cada vez mais acelerada.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Aires (2020)

Na pesquisa de Aires (2020), são propostas diretrizes para a construção e desenvolvimento de Trilhas de Aprendizagem, bem como para acompanhamento da transferência para a prática do trabalho. Dado o objetivo desta pesquisa, foram consideradas apenas as diretrizes relacionadas com a etapa de construção.

Quadro 2: Matriz de Competências Gerais requeridas aos Profissionais da Sociedade em Transformação Digital proposta por Aires (2020)

Competências	Descrição
1. Adaptabilidade	Capacidade do profissional de se adaptar e ser flexível frente a diversos cenários e situações, lidando de forma harmoniosa e dinâmica com as mudanças e estabelecendo conexões interdisciplinares com a complexidade diária, sendo resiliente com o ritmo das mudanças, aceitando e aprendendo com as falhas, corrigindo erros e acertando cursos relacionados a um processo específico ou a um escopo maior.
2. Análise de dados	Capacidade do profissional de analisar, tratar e interpretar dados, usando metodologias estatísticas para monitoramento do desempenho de projetos e negócios, incluindo a capacidade de analisar e interpretar o comportamento de consumo dos clientes atuais e potenciais dos negócios organizacionais.
3. Aprender a aprender	Capacidade do profissional de desenvolver constantemente novas competências com autonomia e consciência de que o aprendizado ocorre ao longo da vida e de diversas maneiras.
4. Autogestão	Capacidade do profissional de se autogerir sem a necessidade de um líder estar acompanhando seu trabalho, tendo a consciência de como devem ser organizadas suas atividades e seu ambiente de trabalho, buscando os melhores resultados. Foco, persistência, disciplina e responsabilidade são as características marcantes desta Competência Geral.
5. Comunicação	Capacidade do profissional de se comunicar de forma clara por diversos canais de comunicação e para diferentes tipos de interlocutores, usando argumentos embasados e persuadindo seus interlocutores para um objetivo em comum dentro de critérios transparentes e éticos.
6. Contabilidade gerencial	Capacidade do profissional de analisar dados financeiros para acompanhamento dos negócios e tomada de decisão baseada em dados.
7. Criatividade	Capacidade do profissional de gerar ideias originais e inovadoras, mobilizando conhecimentos multidisciplinares e interdisciplinares, em diferentes contextos, conseguindo transcender paradigmas, propondo soluções criativas para problemas.
8. Empatia	Capacidade do profissional de se colocar no lugar do outro de forma respeitosa e confiante, estabelecendo relações positivas com indivíduos de diversas etnias, nacionalidades, culturas e gêneros, fomentando relações construtivas, mobilizando a cooperação e o bem comum.
9. Empreendedorismo	Capacidade do profissional de desenvolver uma cultura empreendedora e senso de dono, empreendendo ou intraempreendendo em projetos, buscando as melhores soluções, mobilizando outras Competências Gerais, como a criatividade e a inovação, para alcançar desempenhos superiores.
10. Engajamento	Capacidade do profissional de se comprometer com os objetivos organizacionais, mobilizando outras competências para a construção de vantagens competitivas sustentáveis por meio do alcance de metas claramente definidas, com entusiasmo, assertividade e iniciativa.

Competências	Descrição
11. Escuta ativa	Capacidade do profissional de ouvir seus interlocutores, interpretando a linguagem verbal e não verbal, compreendendo de forma eficaz o que está sendo transmitido.
12. Ética	Capacidade do profissional de ter comportamentos adequados à cultura organizacional, respeitando os preceitos normativos e legais, agindo com transparência e honestidade.
13. Fluência digital	Capacidade do profissional de dominar as tecnologias digitais inerentes às suas atividades laborais, buscando a alfabetização digital constante, bem como de reconhecer comportamentos seguros visando a salvaguardar e a proteger os dados gerados nas diversas instâncias da organização.
14. Fluência em outros idiomas	Capacidade do profissional de se comunicar em outros idiomas em seu ambiente profissional, ampliando suas possibilidades de relacionando no ambiente corporativo globalizado, estabelecendo conexões para compartilhamento de conhecimento além de sua língua materna.
15. Gestão	Capacidade do profissional de planejar, gerenciar a execução, acompanhar a implementação e avaliar oportunidades de melhorias em projetos, propondo melhorias contínuas de forma sistemática e ágil.
16. Gestão de pessoas	Capacidade do profissional de gerir equipes multidisciplinares, mobilizando diversos talentos para o alcance dos objetivos de um projeto ou negócio.
17. Gestão do tempo	Capacidade do profissional de gerir o seu tempo, dos seus pares e de demais profissionais internos e externos à organização, que fazem parte de seu relacionamento, definindo prioridades e melhores práticas, buscando a eficiência e eficácia de processos e resultados superiores organizacionais.
18. Iniciativa	Capacidade do profissional de ter iniciativa para tomar decisões, sendo proativo, avaliando cenários e possibilidades dentro de contextos, assumindo riscos considerados possíveis dentro do seu alcance, contribuindo para uma cultura ágil para a resolutividade de problemas.
19. Inovação	Capacidade do profissional de inovar no contexto digital, mobilizando outras competências, bem como mobilizando stakeholders internos e externos da organização, questionando paradigmas e propondo soluções originais para problemas considerando o contexto da Sociedade em Transformação Digital, bem como o comportamento de consumo dos clientes atuais e potenciais dos negócios organizacionais.
20. Inteligência emocional	Capacidade do profissional de se autoconhecer e ter controle emocional em diversas situações de trabalho, inclusive trabalho sob pressão, enfrentando as diversidades com sabedoria, perseverança e autoconfiança, sabendo lidar com frustrações e controle do estresse, construindo uma vida equilibrada entre carreira e atividades pessoais, praticando diariamente o cuidado de sua saúde física e mental (autocuidado), promovendo um ambiente de trabalho saudável e harmonioso.

Competências	Descrição
21. Liderança	Capacidade do profissional de liderar equipes de alto desempenho, gerindo os talentos para o alcance dos objetivos organizacionais com a máxima eficiência e eficácia.
22. Negociação	Capacidade do profissional de mobilizar diferentes recursos, negociando metas e prazos, primando pelos resultados organizacionais de forma transparente e justa.
23. Orientação para resultados	Capacidade do profissional de trabalhar para o alcance de resultados, constantemente buscando a sustentabilidade do negócio, alinhado com o planejamento estratégico organizacional, ajustando estratégias em prol da construção de vantagens competitivas sustentáveis, considerando também o comportamento de consumo dos clientes atuais e potenciais dos negócios organizacionais.
24. Pensamento científico	Capacidade do profissional de questionar paradigmas, constructos, modelos ou padrões de trabalho, de forma sistematizada e fundamentada, mobilizando outras competências, incluindo as Competências STEAM, ligadas à Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, propondo novos modelos, metodologias e padrões de trabalho, visando à eficiência operacional e à construção de vantagens competitivas sustentáveis.
25. Pensamento crítico e analítico	Capacidade do profissional de agir e reagir com pertinência, analisando contextos de forma crítica e analítica, traçando padrões e diretrizes, analisando problemas de diversos pontos de vista, buscando soluções justas e coerentes de forma embasada e consistente.
26. Pensamento enxuto	Capacidade do profissional de construir soluções, buscando a economicidade e o uso eficiente de diversos recursos, mobilizando outras competências a fim de fomentar o pensamento enxuto, buscando a excelência e o máximo resultado com os recursos disponíveis.
27. Raciocínio lógico	Capacidade do profissional de construir soluções, processando dados dentro de princípios lógicos, buscando eficiência e eficácia para resolução de problemas, contribuindo para o desenvolvimento de soluções singulares de forma objetiva.
28. Relacionamento interpessoal	Capacidade do profissional de se relacionar com seus pares, subordinados e líderes de forma harmoniosa, buscando o bem-estar comum, o bom relacionamento e um clima de trabalho que contribua para a construção dos resultados organizacionais.
29. Responsabilidade socioambiental	Capacidade do profissional de trabalhar promovendo o crescimento econômico e sustentável dos negócios sob uma perspectiva socioambiental, promovendo boas práticas que respeitem e preservem o meio ambiente e promovam a igualdade social, considerando preceitos econômicos, sociais, éticos, políticos, regulatórios e culturais.
30. Resolução de problemas	Capacidade do profissional de mobilizar todas as demais Competências Gerais, bem como as Competências Técnicas inerentes à sua função, buscando a solução de problemas dos diversos tipos (incluindo resolução de conflitos) e níveis de dificuldade, envolvendo diferentes tecnologias, sejam analógicas ou digitais, contribuindo de forma singular para a construção de valores organizacionais distintivos.

Competências	Descrição
31. Trabalho em rede	Capacidade do profissional de trabalhar de forma colaborativa em equipes compostas por stakeholders internos e externos da organização, fomentando o compartilhamento de conhecimento, promovendo a integração e construção de novos conhecimentos de forma cooperativa, contribuindo para a construção de valores distintivos para toda a rede interorganizacional e intraorganizacional.
32. Visão de futuro	Capacidade do profissional de identificar elementos direcionadores da visão de futuro organizacional e particulares aos negócios em que está envolvido, mapeando novas tecnologias, processos e modelos de negócios que podem ser adotados ou desenvolvidos, visando à sustentabilidade organizacional e à manutenção da construção de vantagens competitivas sustentáveis.
33. Visão sistêmica	Capacidade do profissional de desenvolver uma visão ampla e global da organização e do contexto em que ela está inserida, examinando questões locais, regionais e globais e suas interdependências, mobilizando um conjunto de Competências Gerais e Competências Técnicas em prol da construção de vantagens competitivas sólidas.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Aires (2020)

Para a categorização realizada na primeira etapa de campo, utilizou-se a metodologia prescrita por Bardin (2011), que consiste em três passos de análise de conteúdo, sendo eles: pré-análise, exploração e tratamento dos materiais.

A segunda etapa de campo foi realizada, novamente, utilizando a técnica de grupo focal (MINAYO, 2008). Participaram dessa etapa os doze especialistas que fizeram parte da primeira etapa da pesquisa de campo. Ao final dessa verificação, surgiu a versão 2 da Trilha de Aprendizagem proposta – com a sinalização da carga horária por módulo.

A terceira etapa de campo foi realizada através de uma entrevista semiestruturada (MINAYO, 2008) com um gestor de uma Rede de Ensino Superior focada na formação de profissionais para o setor industrial, a fim de verificar sua percepção da Trilha de Aprendizagem proposta com relação à sua aderência para o desenvolvimento de Competências Gerais voltadas ao desenvolvimento dos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital, bem como sua aplicabilidade nos cursos de pós-graduação *lato sensu*.

Ao final dessas etapas de verificação, surgiu a Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para a Sociedade em Transformação Digital validada.

4 RESULTADOS

Na primeira etapa de campo, a partir das Diretrizes para construção de Trilhas de Aprendizagem (Quadro 1) e analisando as competências relacionadas na Matriz de Competências Gerais (Quadro 2), propostas por Aires (2020), com base na análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), o grupo focal de especialistas analisou as competências, que foram associadas e ordenadas considerando os níveis básico, intermediário e avançado; e que depois foram modularizadas considerando o agrupamento de competências que poderiam ser trabalhadas de forma associada, bem como foram propostos módulos dentro de uma organização de cinco Trilhas Temáticas de Aprendizagem, sendo: Comunicação, Gestão, Inovação, Liderança e Estratégia, resultando na primeira versão da Trilha de Aprendizagem proposta, ainda sem a proposição de carga horária.

No momento de associação e ordenação das competências, foram consideradas como Competências Gerais de nível básico aquelas que dão suporte às Competências Gerais listadas nos níveis intermediário e avançado; logo, as Competências Gerais listadas no nível intermediário dão suporte às Competências Gerais listadas no nível avançado. Nessa etapa, o grupo foi orientado que as Competências Gerais poderiam ser categorizadas em mais de um nível, entendendo que, conforme a função do profissional a ser desenvolvida, as Competências Gerais requeridas poderão figurar como de nível básico, intermediário ou avançado.

Nessa etapa da pesquisa de campo, foram apresentadas aos integrantes do grupo focal as diretrizes para a construção de Trilhas de Aprendizagem, que foram consideradas na construção da trilha proposta, e, de acordo com a percepção dos participantes do grupo

focal, as 20 (vinte) diretrizes sugeridas por Aires (2020) são aderentes ao processo de elaboração de Trilhas de Aprendizagem.

A segunda etapa de campo foi realizada com os mesmos integrantes do grupo focal anterior e consistiu na análise dos módulos descritos nas cinco Trilhas Temáticas, com a proposição da carga horária que é apresentada na Trilha de Aprendizagem proposta, resultando na segunda versão da Trilha de Aprendizagem proposta – com a proposição de carga horária.

Tal proposição foi realizada considerando a experiência dos participantes com formação de profissionais para o setor industrial e está aderente com a Diretriz 14: Cursos curtos, proposta por Aires (2020), que defende que devem ser priorizados módulos/cursos com carga horária curta nas Trilhas de Aprendizagem. Assim, definiu-se que os módulos versariam com cargas horárias entre 12 (doze) horas, 20 (vinte) horas e 24 (vinte e quatro) horas.

A terceira etapa de campo consistiu na realização de uma entrevista semiestruturada com o gestor de uma Rede de Ensino Superior focada na formação de profissionais para o setor industrial, a fim de verificar sua percepção da Trilha de Aprendizagem proposta com relação à sua aderência ao desenvolvimento de Competências Gerais dos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital, bem como sua aplicabilidade nos cursos de pós-graduação *lato sensu*.

Na percepção do profissional entrevistado, a trilha proposta é aderente a essa modalidade de ensino e ao desenvolvimento de profissionais para o setor industrial, especialmente porque dá a flexibilidade de o estudante cursar um conjunto de módulos em forma de Trilha de

Aprendizagem, não sendo prescritivo realizar todos os módulos, podendo a trilha ser ofertada como um módulo transversal em vários cursos de pós-graduação *lato sensu*.

A única contribuição do respondente se refere à denominação dos módulos para uma possível venda. O respondente ponderou que precisam ser criadas denominações com apelo comercial para que os futuros estudantes se sintam atraídos e comprem a solução educacional proposta, porém o próprio respondente ponderou que esta é uma tarefa para a área de negócio e comercial da empresa, que não seria escopo desta pesquisa científica.

Ao final das etapas de verificação realizadas em campo, surgiu a Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para a Sociedade em Transformação Digital – validada, que é apresentada na Figura 1.

As trinta e três Competências Gerais requeridas aos profissionais da Sociedade em Transformação Digital propostas por Aires (2020) são apresentadas em vinte módulos organizados nos níveis básico (representado na Figura 1 na cor azul), intermediário (representado na Figura 1 na cor roxo) e avançado (representado na Figura 1 na cor verde) e em cinco Trilhas Temáticas de Aprendizagem, sendo: Comunicação, Gestão, Inovação, Liderança e Estratégia.

No nível básico, são relacionadas as competências que dão suporte às Competências Gerais listadas nos níveis intermediário e avançado; as Competências Gerais listadas no nível intermediário dão suporte às Competências Gerais listadas no nível avançado.

Para fazer o enquadramento dos módulos, foi observada, na etapa 1 da pesquisa de campo, a predominância de classificação das Competências Gerais listadas em cada módulo. Quando uma mesma competência é categorizada em mais de um nível, o módulo é representado com outro quadrado da cor do respectivo nível, sendo azul para básico, roxo para intermediário e verde para avançado.

Assim, se as competências de um módulo estão enquadradas nos três níveis (básico, intermediário e avançado) o módulo ficou enquadrado no nível mais representativo, pela percepção dos participantes do grupo focal, porém está ilustrado com as cores dos três níveis, demonstrando essa fluidez e inter-relação dos três níveis.

O percurso que será realizado por cada profissional nesta trilha dependerá das lacunas de competências de cada um, não havendo pré-requisitos entre as Trilhas Temáticas ou os níveis categorizados. Por isso, o primeiro passo para definir a trilha personalizada para cada profissional começa pelo nivelamento, que está representado da lateral esquerda da Figura 1.

O resultado desta pesquisa é uma Trilha de Aprendizagem delineada em 5 Trilhas Temáticas, sendo: Comunicação, Gestão, Inovação, Liderança e Estratégia, com 20 módulos no total, pensando-se em uma possível oferta em cursos de pós-graduação *lato sensu*, com cargas horárias variadas entre 12 (doze) horas, 20 (vinte) horas e 24 (vinte e quatro) horas.

Figura 1: Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital

Trilhas	Comunicação	Gestão	Inovação	Liderança	Estratégia
<p style="text-align: center;">Nível</p> <p style="text-align: center;">Nivelamento</p>		<p>Gestão; Orientação para resultado. 20h</p> <p>Análise de dados; Contabilidade gerencial. 24h</p>	<p>Criatividade; inovação; Resolução de problema. 20h</p> <p>Empreendedorismo. 20h</p> <p>Pensamento enxuto. 20h</p>		<p>Visão sistêmica; Pensamento crítico e analítico; Raciocínio lógico; Pensamento científico. 24h</p> <p>Visão de futuro. 20h</p>
	<p>Adaptabilidade; Empatia; Relacionamento interpessoal. 20h</p>			<p>Gestão de pessoas. 20h</p> <p>Liderança; Engajamento. 20h</p> <p>Autogestão; Gestão do tempo 20h</p>	<p>Trabalho em rede. 20h</p>
	<p>Escuta ativa. 20h</p> <p>Comunicação; Fluência em outros idiomas. 20h</p>	<p>Responsabilidade socioambiental. 12h</p>	<p>Ética. 12h</p> <p>Aprender a aprender; Iniciativa. 20h</p> <p>Fluência digital. 20h</p>	<p>Inteligência emocional. 20h</p>	
<p style="text-align: center;">Básico</p>					

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme apresentado na Figura 1, a Trilha de Aprendizagem é composta pelas Trilhas Temáticas, que ficaram assim definidas:

Na **Trilha Temática Comunicação**, foram mapeados 3 módulos, sendo eles:

- **Nível básico:** foram associadas as competências Comunicação e Fluência em outros idiomas, formando um módulo com 20 horas de duração; e um módulo de 20 horas de duração para a competência escuta ativa;
- **Nível intermediário:** foram associadas as competências Adaptabilidade, Empatia e Relacionamento interpessoal, formando um módulo com 20 horas de duração.

Na **Trilha Temática Gestão**, foram mapeados 3 módulos, sendo eles:

- **Nível básico:** um módulo de 12 horas de duração para a competência Responsabilidade socioambiental;
- **Nível avançado:** foram associadas as competências Gestão e Orientação para resultados, formando um módulo com 20 horas de duração; e foram associadas as competências Análise de Dados e Contabilidade Gerencial, formando um módulo com 24 horas de duração;

Na **Trilha Temática Inovação**, foram mapeados 6 módulos, sendo eles:

- **Nível básico:** foram associadas as competências Aprender a aprender e Iniciativa, formando um módulo com 20 horas de duração; um módulo de 12 horas de duração para a competência Ética; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Fluência Digital;
- **Nível avançado:** foram associadas as competências Criatividade, Inovação e Resolução de problemas, formando um

módulo com 20 horas de duração; um módulo de 20 horas de duração para a competência Empreendedorismo; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Pensamento Enxuto;

Na **Trilha Temática Liderança**, foram mapeados 5 módulos, sendo eles:

- **Nível básico:** um módulo de 20 horas de duração para a competência Inteligência emocional;
- **Nível intermediário:** foram associadas as competências Autogestão e Gestão do tempo, formando um módulo com 20 horas de duração; foram associadas as competências Liderança e Engajamento, formando um módulo com 20 horas de duração; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Gestão de pessoas;
- **Nível intermediário/avançado:** identificou-se que a competência Negociação foi igualmente categorizada nos níveis intermediário e avançado, por isso, foi enquadrada entre os níveis intermediário e avançado, com um módulo de 20 horas de duração.

Na **Trilha Temática Estratégia**, foram mapeados 3 módulos, sendo eles:

- **Nível intermediário:** um módulo de 20 horas de duração para a competência Trabalho em rede;
- **Nível avançado:** foram associadas as competências Visão sistêmica, Pensamento crítico e analítico, Raciocínio lógico e Pensamento científico, formando um módulo com 24 horas de duração; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Visão de futuro.

Quando analisados pelos níveis (básico, intermediário e avançado), os módulos definidos ficam assim categorizados:

- **Nível básico:** foram associadas as competências Comunicação e Fluência em outros idiomas, formando um módulo com 20 horas de duração; um módulo de 20 horas de duração para a competência Escuta ativa; um módulo de 12 horas de duração para a competência Responsabilidade socioambiental; foram associadas as competências Aprender a aprender e Iniciativa, formando um módulo com 20 horas de duração; um módulo de 12 horas de duração para a competência Ética; um módulo de 20 horas de duração para a competência Fluência Digital; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Inteligência emocional.
- **Nível intermediário:** foram associadas as competências Adaptabilidade, Empatia e Relacionamento interpessoal, formando um módulo com 20 horas de duração; foram associadas as competências Autogestão e Gestão do tempo, formando um módulo com 20 horas de duração; foram associadas as competências Liderança e Engajamento, formando um módulo com 20 horas de duração; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Gestão de pessoas; identificou-se que a competência Negociação foi igualmente categorizada nos níveis intermediário e avançado, por isso, foi enquadrada entre os níveis intermediário e avançado, com um módulo de 20 horas de duração; um módulo de 20 horas de duração foi formado para a competência Trabalho em rede;
- **Nível avançado:** foram associadas as competências Gestão e Orientação para resultados, formando um módulo com 20 horas de duração; foram associadas as competências Análise de dados e Contabilidade gerencial, formando um módulo com 24 horas de duração; um módulo de 20 horas de duração para a competência Pensamento Enxuto; foram associadas as competências Criatividade, Inovação e Resolução de problemas, formando um módulo com 20 horas de duração; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Empreendedorismo; identificou-se que a competência Negociação foi igualmente categorizada nos níveis intermediário e avançado, por isso, foi enquadrada entre os níveis intermediário e avançado, com um módulo de 20 horas de duração; foram associadas as competências Visão sistêmica, Pensamento crítico e analítico, Raciocínio lógico e Pensamento científico, formando um módulo com 24 horas de duração; e um módulo de 20 horas de duração para a competência Visão de futuro.

Somando as cargas horárias propostas nos 20 módulos, chegou-se a 392 horas. Considerando a que a carga horária mínima para um curso de pós-graduação *lato sensu* é de 360 horas², seria possível, pelo menos em tese, ofertar um curso com o currículo composto apenas por Competências Gerais ou, ainda, integrar esta Trilha de Aprendizagem no currículo de cursos dessa modalidade de ensino, podendo compor um módulo transversal ofertado em vários cursos de pós-graduação *lato sensu*, conforme validado na etapa de campo.

2. Resolução N.º 1, de 06 de abril de 2018, que trata da regulamentação da oferta de cursos de pós-graduação *lato sensu* no Brasil (BRASIL, 2018).

Assim, a Trilha de Aprendizagem proposta foi validada, prevendo a oferta de 20 módulos organizados em níveis (básico, intermediário e avançado) e Trilhas Temáticas (Comunicação, Gestão, Inovação, Liderança e Estratégia), podendo o profissional percorrer a Trilha de Aprendizagem com base em sua lacuna de competências, sem a prescrição de completar todos os cursos da Trilha de Aprendizagem, de uma Trilha Temática ou de um dos níveis descritos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da Matriz de Competências Gerais para os profissionais da Sociedade em Transformação Digital (Quadro 1) e das Diretrizes para desenvolvimento de Trilhas de Aprendizagem (Quadro 2) mapeadas por Aires (2020), passando pela verificação em campo realizada em três etapas, com grupos focais e entrevista semiestruturada, este estudo teve como resultado a proposição de uma Trilha de Aprendizagem para o desenvolvimento de Competências Gerais voltadas ao desenvolvimento dos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital, contendo 20 (vinte) módulos com cargas horárias variadas entre 12 (doze) horas, 20 (vinte) horas e 24 (vinte e quatro) horas, para oferta na matriz curricular de cursos de pós-graduação *lato sensu*.

À luz do conhecimento científico, materializou-se uma forma de desenvolvimento de Competências Gerais, essenciais aos profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital, partindo de uma pesquisa teórica com a verificação em campo, dando origem ao artefato desta pesquisa: a Trilha de Aprendizagem proposta.

Para além da contribuição científica, ao propor uma Trilha de Aprendizagem validada em campo com profissionais de uma Rede de Ensino Superior especializada em formação de profissionais para setor industrial, buscou-se encontrar uma resposta para a latente demanda

de requalificação dos profissionais desse importante setor econômico, o setor industrial, para a Transformação Digital, que, ao desenvolver seus profissionais, está contribuindo para a geração de capital econômico para a organização, conseguindo se manter na dianteira das mudanças tecnológicas, haja vista a aderência da adoção de novas tecnologias com o conjunto de novas competências desenvolvidas pelos profissionais. Contribuiu-se, também, para o capital social dos profissionais, que ao se requalificarem garantem sua empregabilidade.

Quanto à carga horária proposta pelos especialistas que participaram da verificação desta Trilha de Aprendizagem, cabe sinalizar que se tratou de um exercício e que as mesmas foram propostas considerando a experiência do grupo no desenvolvimento de profissionais especialmente para o setor industrial, e entende-se que estas podem ser ajustadas conforme as diferentes realidades e necessidades organizacionais de diferentes setores.

A ideia de propor que esta Trilha de Aprendizagem faça parte da matriz curricular de um curso de pós-graduação *lato sensu* também partiu da percepção dos participantes das etapas de verificação em campo, podendo os estudantes cursar apenas os módulos que contribuam para o desenvolvimento de determinadas competências individuais. A ideia foi que esta Trilha fizesse parte de um módulo comum a vários cursos de pós-graduação em que

cada estudante pudesse escolher quais módulos quer cursar, cumprindo um mínimo de horas pré-determinado, assim, cada estudante conseguiria definir o seu percurso educativo, seguindo a proposta de que Trilhas de Aprendizagem devem ter estruturas fluídas, possibilitando que cada estudante siga seu caminho formativo.

Com as Trilhas Temáticas contidas dentro da Trilha de Aprendizagem proposta e os níveis básico, intermediário e avançado, é possível que profissionais de diversos níveis hierárquicos e funções desenvolvam novas competências requeridas à sua prática laboral, permitindo, na mesma trilha, o desenvolvimento de vários profissionais, personalizando o desenvolvimento em uma oferta massiva. Nesse ponto, destaca-se a importância de realizar as ofertas formativas, considerando o perfil dos estudantes, bem como prevendo diferentes estratégias de ensino, com vistas a facilitar o desenvolvimento das competências de forma experiencial.

Assim, a Trilha de Aprendizagem de Competências Gerais para os profissionais do setor industrial para a Sociedade em Transformação Digital proposta considerou seu desenvolvimento de forma personalizada, respeitando características específicas de cada organização, necessidades de resolução de lacunas de competências e interesses individuais do trabalhador.

Compreendendo as demandas da Sociedade em Transformação Digital, pode-se dizer que este método de desenvolvimento de Trilhas de Aprendizagem tem a flexibilidade requerida para este momento que a humanidade está vivendo, permitindo que Trilhas de Aprendizagem sejam desenvolvidas de forma

ágil, personalizada e em massa aos profissionais, auxiliando as organizações no desenvolvimento de suas soluções educacionais com a agilidade necessária, sendo uma alternativa para suplantiar o desafio de desenvolvimento de novas competências constantemente.

No que tange às recomendações para trabalhos futuros, considerando que a Trilha de Aprendizagem proposta não foi aplicada, sugere-se que a mesma seja operacionalizada em caráter de experiência-piloto, avaliando as lições aprendidas e propondo possíveis melhorias, tanto no método de construção da trilha quanto no conjunto de módulos delineados. Além disso, sugere-se que a trilha proposta seja analisada por especialistas de outros setores produtivos, a fim de validar sua aplicabilidade e/ou propor ajustes, personalizando-a conforme a necessidade de redução ou eliminação de lacunas de competências de seus profissionais.

Quanto à proposição realizada pelo entrevistado na terceira etapa da pesquisa de campo, sobre o ajuste na denominação dos módulos, deixando-os mais atrativos do ponto de vista comercial, entende-se que essa sugestão pode ser atendida na oportunidade de oferta da trilha em uma experiência-piloto seguindo o padrão de denominação de cursos adotado pela instituição de ensino ofertante.

E, por fim, sugere-se, ainda, que, em estudos futuros, seja avaliada a oferta desta Trilha de Aprendizagem na modalidade de cursos livres ou de extensão³, uma vez que, devido à regulamentação do Ministério da Educação para a participação em um curso de pós-graduação *lato sensu*, os estudantes obrigatoriamente precisam ter graduação completa, enquanto

3. Cursos livres são um nível de ensino separado da educação básica e superior e abarca cursos que de Formação Inicial e Continuada; já cursos de extensão são uma modalidade de ensino integrante do Ensino Superior. Ambas as modalidades de ensino não têm pré-requisito de acesso descrito na legislação educacional (BRASIL, 1996; BRASIL, 2012).

que, para cursos livres ou de extensão, não há essa obrigação legal. Além disso, nesses tipos de cursos, não há a exigência de carga horária mínima para certificação, diferentemente da pós-graduação *lato sensu*, que exige o mínimo de 360 (trezentas e sessenta) horas.

Agradecimento

Ao Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES pelo apoio financeiro recebido por meio do Programa UNIEDU/Pós-Graduação para realização desta pesquisa.



GENERAL SKILLS LEARNING TRACK TOWARDS DIGITAL TRANSFORMATION: A PROPOSAL FOR THE INDUSTRIAL SECTOR

ABSTRACT

The Digital Transformation of Society has been demanding from all sectors of the economy professionals with new skills consonant with technological demands, encouraging organizations to invest in continuous and up-to-date development of employees, thus collectively generating competitive advantages for the organization and capital for the workers through their employment. In this context, this paper seeks to propose a General Skills Learning Track for the development of professionals in the industrial sector in the face of Digital Transformation, which, in a personalized way, takes into account specific characteristics of each organization, the need to fill different skills gaps, as well as workers' individual interests. Through propositional research, with bibliographic searches and field data, with verification steps containing a focus group with education specialists and an interview with a manager, both from a Higher Education Network focused on training professionals for the industrial sector, this paper presents as a research outcome a General Skills Learning Track for the development of professionals in the industrial sector for a society experiencing Digital Transformation.

KEY-WORDS: Learning track. General skills. Digital Transformation of Society. Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution.

REFERÊNCIAS

- AIRES, R. W. A. *Desenvolvimento de Competências Gerais para a Sociedade em Transformação Digital: uma Trilha de Aprendizagem para profissionais do setor industrial*. 2020. 345 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2020.
- AIRES, R. W. A.; KEMPNER-MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. *In: Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (CIKI)*, 7., 2017, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: EGC, UFSC, 2017.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. Relevância e aplicabilidade da pesquisa em educação. *Cadernos de Pesquisa*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas/Cortez, n. 113, p. 39-50, jul. 2001.
- BARATO, J. N. *Competências essenciais e avaliação do ensino universitário*. Brasília: UnB, 1998.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOYATZIS, R. E. *The competent manager: a model for effective performance*. New York: John Wiley, 1982.
- BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A.; BORGES-ANDRADE, J. E. Competências Profissionais Relevantes Qualidade no Atendimento Bancário. *Revista de Administração Pública – RAP*. Rio de Janeiro, v. 35, n. 6, p. 61-81, nov./dez. 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CEB n.º 6, de 20 de setembro de 2012*. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, com fundamento no Parecer CNE/CEB nº 11/2012. Brasília (DF), 2012.
- _____. *Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília (DF), 1996.
- BUNGE, M. *Seudociência e Ideologia*. Madrid: Alianza, 1985.
- CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *História do SENAI*. Brasília (DF), 2019. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/senai/institucional/historia/>. Acesso em: 30 jul. 2019.
- COSTA, M.; STEFANO, F. A era das fábricas inteligentes está começando. *Revista Exame* (Online). São Paulo, 07 jul. 2014. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-fabrica-do-futuro/>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- DUBAR, C. A. A sociedade do trabalho frente à qualificação e à competência. *Educação e Sociedade*. Campinas, n. 64, p. 87-103, set. 1998.
- FLEURY, A; FLEURY, M. T. *Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra cabeça caleidoscópico da indústria brasileira*. São Paulo: Atlas, 2001.
- FREITAS, I. A. Trilhas de desenvolvimento profissional: da teoria à prática. *In: ENANPAD, 26, Anais...* Salvador: ANPAD, 2002.
- FREITAS, I. A; BRANDÃO, H. P. Trilhas de aprendizagem como estratégia de TD&E. *In: BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G.; MOURÃO, L. (Orgs.). Treinamento, Desenvolvimento e Educação em Organizações e Trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas*. Porto Alegre (RS): Artmed, 2006.
- KILIMNIK, Z. M., & SANT'ANNA, A. S. Modernidade Organizacional, Política de Gestão de Pessoas e Competências Profissionais. *In: BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G.; MOURÃO, L. (Orgs.). Treinamento, Desenvolvimento e Educação em Organizações e Trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas*. Porto Alegre (RS): Artmed, 2006.
- LE BOTERF, G. *De la compétence: essai sur un attracteur étrange*. Paris: Éditions D'Organizations, 1994.

_____. *Compétence et navigation professionnelle*. Paris: Editions D'Organisation, 1999.

MANFREDI, S. M. Trabalho, qualificação e competência profissional – das dimensões conceituais e políticas. *Educação e Sociedade*, Campinas, n. 64, p. 13-49, set. 1998.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MC CLELLAND, D. C., DAILEY, C. *Improving officer selection for the Foreign Service*. Boston: McBer, 1972.

MCKINSEY. *Industry 4.0 at McKinsey's model factories: Get ready for the disruptive wave*. McKinsey Digital/Industry 4.0 model factories. USA: McKinsey & Company, 2016. Disponível em: <http://sf-eu.net/wp-content/uploads/2016/08/mckinsey-2016-industry-4.0-at-mckinseys-model-factories-en.pdf>. Acesso em: 05 set. 2021.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 11. ed. São Paulo: Editora Hucitec, 2008.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). *Base nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília: MEC, 2018.

NOGOVITSYN, R. R.; SIVTSEVA, T. V.; PUDOVA, T. M.; POPOV, A. S.; ABSALIKHOV, R. R.; KONDAKOVA, E. I. Development of students' general competence when studying at economic universities in the North-East of Russia. *Revista Espacios*, v. 39, n. 23, 2018.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *WHO-convened Global Study of Origins of SARS-CoV-2: China Part*. Relatório Conjunto, 14 jan. - 10 fev. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus/origins-of-the-virus>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. *Metodologia SENAI de Educação Profissional*. Brasília: SENAI/DN, 2013.

SENGE, P. M.; KLEINER, A.; ROBERTS, C.; ROSS, R. B.; SMITH, B. J. *A Quinta Disciplina - Caderno de Campo: estratégias e ferramentas para construir uma organização que aprende*. Tradução de Antônio Romero Maia da Silva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

SERRA, G. G. *Pesquisa em arquitetura e urbanismo: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação*. São Paulo: EdUSP, 2006

SMET, A.; MYSORE, M.; REICH, A.; STERNFELS, B. O retorno ao trabalho presencial é como adquirir um novo músculo. *McKinsey Quarterly*, McKinsey & Company, jul. 2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/our-insights/return-as-a-muscle-how-lessons-from-covid-19-can-shape-a-robust-operating-model-for-hybrid-and-beyond#>. Acesso em: 20 jul. 2021

SPENCER, L. M.; SPENCER, S. *Competence at work*. New York: John Wiley, 1993.

STEVAN JR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. *Indústria 4.0: Fundamentos, perspectivas e aplicações*. 1. ed. São Paulo: Érica, 2018.

WEF - World Economic Forum. *The future of Jobs 2020*. Global Challenge Insight Report, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/in-full>. Acesso em: 20 jul. 2021.

ZARIFIAN, P. A gestão da e pela competência. In: Seminário Internacional Educação Profissional, Trabalho e Competências. *Anais...* Rio de Janeiro: Centro Internacional para Educação, Trabalho e Transferência de Tecnologia, 1996.

SOBRE AS AUTORAS



Regina Wundrack do Amaral Aires

Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2020), especialista na área de Gestão

com MBA em Gestão Estratégica de Instituições de Educação Profissional e Tecnologia (2013) e especialista em Gestão Empresarial (2010). Bacharel em Secretariado Executivo (2008). Atualmente, trabalha como especialista em Educação no Departamento Regional do SENAI/SC, atuando na Gestão de Projetos Estratégicos. É pesquisadora no Laboratório Engenharia da Integração e Governança Multinível do Conhecimento e Aprendizagem ENGIN/UFSC/EGC.



Patricia de Sá Freire

Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento, professora do Departamento de Engenharia do Conhecimento e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia

e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, e mestre em EGC pelo mesmo Programa (2010). Possui graduação em Educação, com habilitação em Tecnologias da Educação, pela PUC/RJ (1986). É especialista em Marketing pela ESPM/RJ (1987) e em Psicopedagogia pela UCB/RJ (2006). Líder do ENGIN Laboratório de Engenharia da Integração e Governança Multinível do Conhecimento e da Aprendizagem e membro dos Grupos IGTI (Núcleo de Inteligência, Gestão e Tecnologia para a Inovação/UFSC) e do KLOM (Interdisciplinar em Conhecimento, Aprendizagem e Memória Organizacional/UFSC). É editora do International Journal of Knowledge and Management (IJKEM).



CAD/CAE/CAM APLICADOS AO LAYOUT, DESIGN E MODELAGEM INDUSTRIAL: UMA REVISÃO

Crivian Pelisser¹
Ademir Capeletto²
Fabiano Fuhr Hoelscher³
Jeverson Martini⁴
Fábio Júnior Bet⁵
Diego Muner Zilio⁶

RESUMO

O objetivo deste estudo foi demonstrar, por meio de uma revisão de literatura, a importância das ferramentas computacionais, como CAD/CAE/CAM, na elaboração de layout na indústria alimentícia e sua importância para o desenvolvimento de estratégias de customização de produtos. Essas ferramentas auxiliam na visualização do layout ou produto final, no manuseio e na tomada de decisões. Os softwares descritos contribuem para a redução do tempo de elaboração e para a melhoria da qualidade do projeto, além de melhorar a comunicação e apresentação da ideia do layout, proporcionando agilidade na criação, modificação e movimentação. Desenvolveu-se uma revisão com base na evolução cronológica dos recursos que potencializam a elaboração de layout. Percebeu-se que as ferramentas estudadas, CAD/CAE/CAM, permitem a identificação de problemas potenciais antes da construção, proporcionam maior precisão no projeto, facilitam a otimização dos recursos da fábrica, aumentando sua eficiência. Esses sistemas podem ser aplicados a todos os tipos de indústrias, em especial, a indústria de alimentos, sendo possível construir um layout que permita um fluxo de operações adequado, flexível e que proporcione segurança aos colaboradores. Além disso, a utilização dos softwares CAD/CAE/CAM permite a produção de peças com um design específico que poderá ser utilizado tanto para a elaboração de peças quanto para a produção de linhas personalizadas, algo largamente aplicado nas indústrias de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Softwares gráficos. Indústria. Layout. Projetos.

1. Doutoranda, e-mail: crivian.pelisser@edu.sc.senai.br
2. Pós-graduado, e-mail: ademir.capeletto@edu.sc.senai.br
3. Pós-graduando, e-mail: fabiano_hoelscher@estudante.sesisenai.org.br
4. Pós-graduando, e-mail: jeverson_martini@estudante.sc.senai.br
5. Pós-graduando, e-mail: fabio_bet@estudante.sc.senai.br
6. Mestre, e-mail: diego.zilio@edu.sc.senai.br

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos tem se destacado no âmbito nacional por sua significativa relevância em produtividade e geração de renda, pois o Brasil possui um clima propício para a geração de alimentos. Em Santa Catarina, o segmento alimentar foi responsável por 38% dos investimentos realizados pelas indústrias do estado em 2017, ou seja, foram investidos cerca de R\$ 820 milhões (FIESC, 2018).

Parte desse investimento é realizada para a melhoria e atualização de processos produtivos. Nesse aspecto, a Indústria 4.0 tem forte impacto, pois utiliza diversas formas de gerenciamento, como *Big Data*, IoT, computação em nuvem e controle de processos de automação. Essas formas de gerenciamento permitem a digitalização do ambiente fabril, facilitando, por exemplo, o processo produtivo por meio da identificação prévia de falhas em máquinas (BIGLIARDI, 2021).

Entre as ferramentas utilizadas na concepção de projetos de engenharia estão os softwares voltados para o desenho técnico, como *computer-aided design*, *computer-aided engineering* e *computer-aided manufacturing*, conhecidos como CAD/CAE/CAM, respectivamente. Esses tipos de softwares reúnem diversas ferramentas em um sistema informatizado que automatiza o processo de um produto, que pode ser modelo ou um conjunto (AMARAL; PINA FILHO, 2010).

Uma das funções dos softwares CAD/CAE/CAM para a indústria é o desenvolvimento de novos layouts com a finalidade de solucionar problemas de posicionamento de máquinas, isto é, decidir a posição mais adequada em que cada elemento deve ficar para tornar mais eficiente o fluxo de trabalho. O posicionamento adequado reduz o tempo perdido de movimentação de

colaboradores ou de materiais. Ressalta-se que, para o desenvolvimento de um layout adequado, é necessário conhecer o produto que será desenvolvido, quais materiais serão utilizados na fabricação e quais os processos de produção (GÓES; SILVA, 2011).

A forma como as empresas operam está mudando drasticamente. O setor alimentício, por exemplo, precisa atender às demandas do cliente de maneira cada vez mais rápida (BIGLIARDI, 2021). Além disso, o setor sofre constantes mudanças de layouts para atender às rígidas legislações de higiene, saúde e segurança. Para tanto, faz-se necessário otimizar o tempo destinado aos estudos de mudança de layout. Os softwares CAD/CAE/CAM facilitam esse processo contribuindo para a redução do tempo investido na exploração das possibilidades de movimentação de máquinas e equipamentos. Isso ocorre graças a sistemas gráficos interativos que permitem realizar as modificações no modelo e observar imediatamente as mudanças refletidas no projeto (SPECK, 2005; SILVESTRI, 2021).

Para a indústria, em especial a de alimentos, o desenvolvimento de um layout adequado ao processo produtivo traz como resultados positivos a ergonomia, o aumento da produtividade/rendimento do processo e a redução de custos. Também, é possível que se faça o layout pensando em alterações futuras, propiciando uma projeção de produtividade e expansão das áreas produtivas de maneira adequada. Em vista do exposto, o objetivo deste estudo foi demonstrar, por meio de uma revisão de literatura, a importância das ferramentas computacionais, como CAD/CAE/CAM, na elaboração de layouts na indústria alimentícia e sua importância para o desenvolvimento de estratégias de customização de produtos.

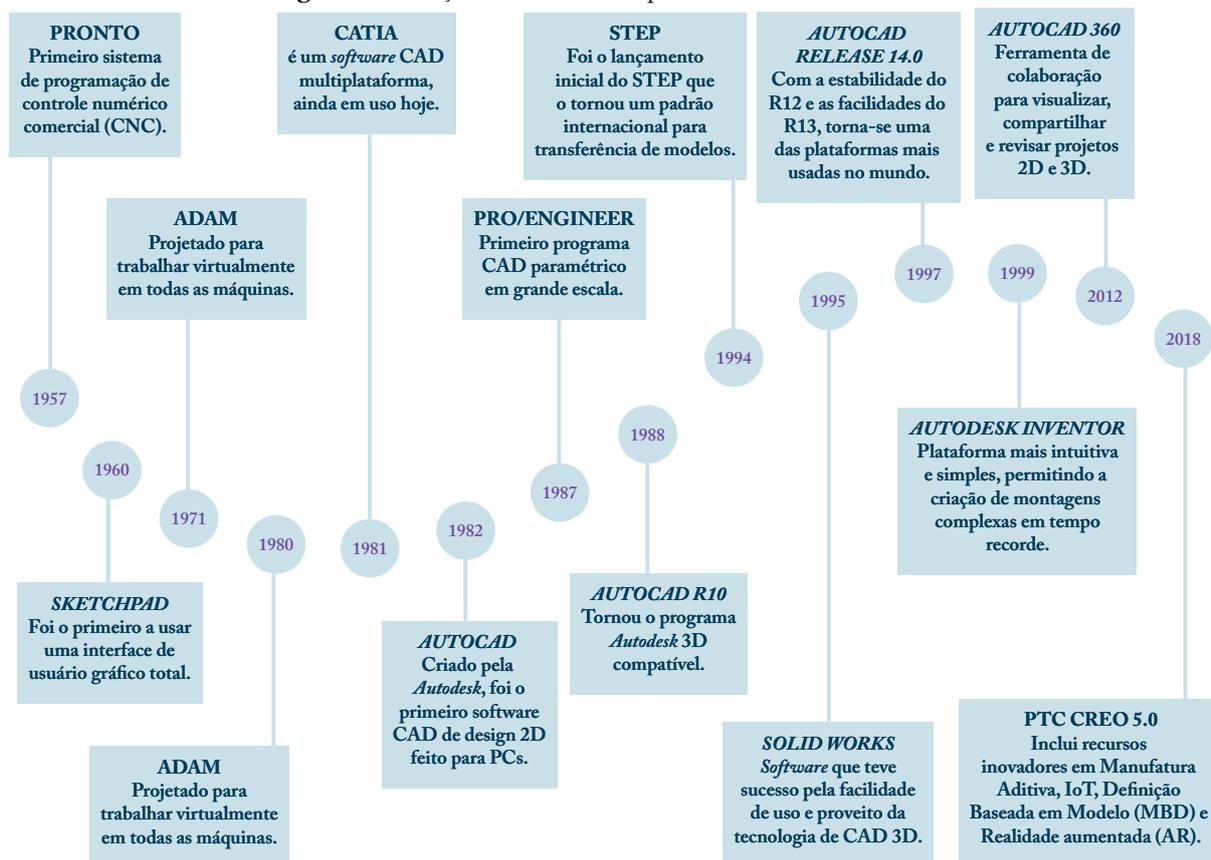
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Aspectos históricos do desenvolvimento de softwares gráficos

O cientista americano da computação Douglas Taylor Ross percebeu o quão importante poderia se tornar o uso de ferramentas de auxílio por engenheiros e projetistas na criação, modificação, análise, documentação técnica e/ou otimização de um projeto. Essa otimização propiciou a substituição do desenho manual por um processo automatizado em duas dimensões (2D) e modelos tridimensionais (3D). Tudo se iniciou em 1957, com Patrick Hanratty, que é considerado o pai do CAD/CAM (NORTON, 2013).

Na Figura 1, é possível visualizar a linha do tempo correspondente à evolução dos softwares para desenho industrial.

Figura 1: Evolução dos softwares aplicados ao desenho industrial



Fonte: Adaptado de ProConcept (2021)

Percebe-se que, desde o início da utilização de softwares de interface gráfica para a elaboração de projetos em 1957, demorou em torno de 30 anos (1988) para que fossem desenvolvidas interfaces que possibilitassem a criação de modelos gráficos em 3D. A tecnologia foi sendo

atualizada constantemente com interfaces mais intuitivas e simples para o manuseio, incluindo, a partir de 2018, recursos da Indústria 4.0.

Esses recursos tornam-se cada vez mais importantes e necessários, tendo em vista que as

indústrias, em especial a de alimentos, estão em fase de expansão no que se refere à implantação de processos da Indústria 4.0. Conforme relatam Chenci e Meneghini (2021), em pesquisa realizada com gestores de agroindústrias da região Meio-Oeste catarinense, apenas 10% das empresas pesquisadas relataram ter alto nível de automação industrial dentro de suas fábricas, fato que demonstra oportunidade de crescimento para o setor de automação.

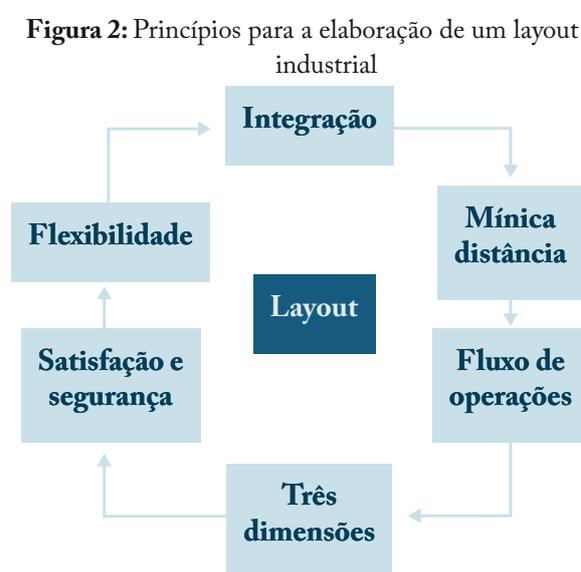
Os softwares gráficos, como CAD/CAE/CAM, auxiliam na elaboração de layouts industriais, bem como na produção de peças específicas, que podem ser exclusivas ou em série, para aplicações em engenharia. Portanto, esses softwares tendem a ser cada vez mais utilizados na indústria de alimentos como uma estratégia de customização em massa, que tem crescido muito nos últimos anos e cujo objetivo é o atendimento de demandas específicas dos consumidores (CALEGARI; FETTERMANN, 2018). Além disso, esses softwares agilizam processos e facilitam a observação de falhas que possam acarretar prejuízos.

2.2 Características para definição do layout

O layout é definido pelo International Labour Office de Genebra como sendo a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho. Há também o layout das máquinas, dos pontos de armazenamento e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção, dos meios de suprimento e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo do trabalho (GÓES; SILVA, 2011). Para definir um layout adequado, observa-se a representação espacial envolvendo homens, materiais e equipamentos,

bem como suas conectividades na harmonização e integração e na forma como serão dispostos no espaço tridimensional (CAMAROTTO; MENEGON, 2006).

Desse modo, no projeto, o profissional estabelecerá as relações e interações existentes entre a localização das pessoas, equipamentos e as demais áreas. A Figura 2 relaciona alguns princípios que devem ser seguidos no projeto de layout, conforme proposto por Olivério (1985), devendo ser aplicados em cada etapa do desenvolvimento de um layout industrial.



Fonte: Dos autores (2021)

Conforme apresentado na Figura 2, a integração apresenta a conexão em todas as partes da planta. Deve-se pensar um layout que proporcione a minimização do esforço e da movimentação, para gerar valor no produto, reduzindo, assim, o custo de produção. Deve-se, ainda, respeitar o fluxo das operações, evitando cruzamentos, retornos e interrupção. Também, é imprescindível considerar a utilização do espaço tridimensional, ou seja, armazenagem verticalizada, otimizando o espaço da indústria. A eliminação de riscos do ambiente industrial viabiliza que a indústria tenha um layout que permita a satisfação e segurança dos colaboradores. A

flexibilidade permite uma alteração rápida do sistema produtivo para atender às necessidades do cliente.

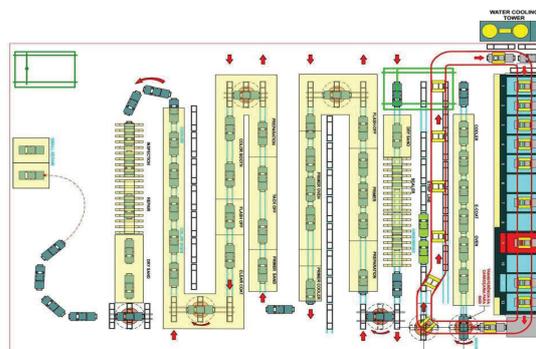
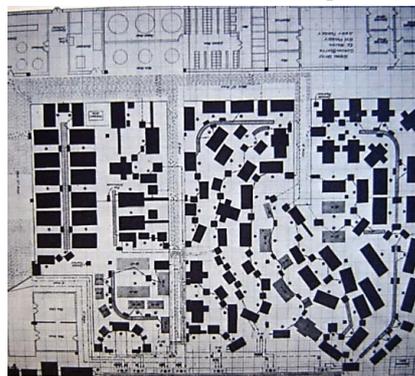
Os principais tipos de layout são: layout posicional, layout funcional, layout por produto, layout celular. No layout posicional, o material a ser trabalhado permanece parado enquanto os operadores e os equipamentos se movimentam ao seu redor. É utilizado para produtos de grande escala, como prédios, pontes e navios (SILVA, 2009). Já no layout funcional, os equipamentos são dispostos conforme sua função de similaridade, formando departamentos ou setores. Nessa configuração, identificam-se os processos da empresa (CAMAROTTO; MENEGON, 2006). No layout por produto, a disposição dos postos de trabalho obedece a sequência do processamento do produto, formando um conjunto de equipamentos, mantendo em comum o processamento sequencial do produto. Nesse caso, é o material que se movimenta (OLIVÉRIO, 1985). Por fim, o layout celular consiste em todo arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas em uma ordem sequencial, formando um fluxo contínuo. Os componentes processados são agrupados em famílias (ROTHER; HARRIS, 2002).

2.3 Ferramenta computacional CAD aplicada no projeto de layout

A representação gráfica é utilizada para facilitar a visão do projetista, simplificando a movimentação de modelos sobre uma folha de papel ou no software antes de serem posicionados e fixados. Além disso, a representação gráfica auxilia em arranjos físicos melhores, em uma visão geral da fábrica, e possibilita a análise de vários cenários (MUTHER, 1976). A Figura

3 mostra um layout desenvolvido com papel e cartolina em comparação a um layout desenvolvido através do software.

Figura 3: Comparação entre um layout desenvolvido em papel cartolina e um layout desenvolvido através de software específico



Fonte: Adaptado de Torres (2007) e Fábrica do Projeto (2021)

Nota-se claramente que a utilização do software permite uma visualização do processo de uma maneira mais objetiva, permitindo que sejam alteradas as configurações da planta para fins de otimização do processamento.

Além disso, após o desenvolvimento do layout 2D, é necessário representar tridimensionalmente uma planta industrial, com explicações do arranjo físico e situações de apresentação, para poder desenvolver novos métodos ou soluções. Com a utilização de ferramentas gráficas, obtêm-se muitos benefícios, como fácil manipulação do layout, maior precisão, menor tempo de confecção de moldes e facilidade de armazenamento do projeto. Porém, nesse segmento, há algumas desvantagens, como a

necessidade de treinamento dos projetistas e investimento em tecnologias.

Atualmente, para a indústria, o software mais utilizado para esse fim é o Autodesk AutoCAD. Esse software é fundamental, pois permite visualizar e demonstrar as possibilidades de arranjo físico com elevado grau de precisão. Nele, o cliente pode ter uma representação do projeto e verificar se está de acordo com o desejado. A principal contribuição apontada com o uso do Autodesk AutoCAD é que os projetos se tornam mais rápidos e possuem alta compatibilidade com os demais softwares já existentes, em comparação aos diferentes cenários de layout (AUTODESK, 2021).

Para a visualização em 3D e análise, o software Siemens Tecnomatix é destinado a otimizar o processo, analisar o desempenho, assim permitindo simular e validar o planejamento do projeto de layout. Ele está incluído na plataforma PLM (Product Lifecycle Management) e garante que se tenha uma visão de todas as fases do produto, desde seu desenvolvimento, engenharia e manufatura, até o processo final (SIEMENS, 2021). A Figura 4 apresenta uma representação 3D do layout de um processo industrial em que é possível visualizar os aspectos espaciais do layout da indústria.

Figura 4: Layout 3D Siemens Tecnomatix



Fonte: Moreira (2010)

A utilização de projeções 3D traz alguns benefícios, como a diminuição de erros de interpretação, rápido desenvolvimento de desenhos conceituais e de instalação. É uma ferramenta que permite ao usuário desenvolver ou modificar fábricas, desenhando paredes, portas, janelas, linhas ou colunas. Pode-se escolher, a partir de em uma biblioteca, desenhos de máquinas, sistemas de transporte de material ou pallets. Os modelos podem armazenar informações de custo, desempenho e processo, possibilitando o uso em outras aplicações. Além disso, a utilização de softwares permite que se desenhem peças, equipamentos e outros produtos de maneira personalizada.

2.4 Aplicação dos sistemas CAD/CAE/CAM no processo de oxicorte e de corte a plasma

O aumento de produção das fábricas e indústrias está intimamente ligado com prazos de entrega cada vez menores. Dessa forma, muitas empresas têm adotado softwares para otimizar seus processos. As características desses sistemas os tornam aliados das indústrias, trazendo benefícios, como aumento da produtividade, redução do desperdício de matéria-prima e cálculos de tempo e orçamento mais precisos sobre a fabricação da peça antes mesmo dela ser produzida (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Uma tecnologia que tem sido utilizada para alcançar esses resultados em menor tempo de produção é a aplicação de técnicas especializadas de corte, por exemplo, o oxicorte e o corte a

plasma. O oxicorte pode ser definido como um procedimento em que metais são cortados por uma reação de combustão devido à aplicação de um jato de oxigênio de alta pureza, agindo sobre um ponto pré-aquecido por uma chama de oxicombustível. O gás oxigênio de corte ocasiona uma reação química de oxidação com o metal de base a altas temperaturas, expulsando o metal líquido do local de interesse em altas velocidades (THIÉBAUD *et al.*, 2014).

Já o corte a plasma é um sistema de corte recente e é indicado para muitas aplicações em razão da qualidade e da velocidade. O processo utiliza um bico com um orifício para restringir o gás ionizado em alta temperatura; assim que entra em contato com o metal, o arco plasma o derrete, ao mesmo tempo em que a alta velocidade do gás remove o material derretido, proporcionando um corte bastante preciso e limpo (TREAL, 2018). A Figura 5 ilustra um exemplo de oxicorte e de corte a plasma.

Figura 5: Representação de oxicorte (esquerda) de corte a plasma (direita)



Fonte: Soluções Industriais (2021)

A utilização dos sistemas integrados CAD/CAE/CAM permite que a indústria faça uso de todos os recursos disponíveis em relação às matérias-primas, através da otimização do corte das chapas, o que só é possível depois de um projeto eficaz e layout adequado, reduzindo os desperdícios, além da obtenção de um resultado mais satisfatório em um curto espaço de tempo (MARQUES *et al.*, 2013).

Outra vantagem da utilização dos softwares é a visualização do produto acabado em formato digital e a previsão imediata de possíveis alterações antes mesmo de se fazer a elaboração da peça, evitando retrabalhos e gastos desnecessários. Na indústria de alimentos, a aplicação desses sistemas permite que sejam elaboradas peças personalizadas para a produção de bolos, massas, chocolates, hambúrgueres, doces, picolés e quaisquer outros produtos que necessitam de formas para moldagem.

3 CONCLUSÃO

Através do desenvolvimento deste estudo, foi possível evidenciar a importância das ferramentas gráficas, em especial CAD/CAE/CAM, na esfera industrial. O projeto de layout contribui para a visualização, o manuseio e a tomada de decisão dentro das organizações, em especial nas indústrias de alimentos, tendo em vista que o layout industrial envolve equipamentos, materiais, homens, métodos e suas interações, sendo possível – com conhecimentos específicos da área em questão – inserir essas variáveis no projeto e ter uma visão mais clara do funcionamento do processo produtivo, facilitando um estudo mais detalhado das necessidades do ambiente para posterior adequação no ambiente físico.

Além disso, os benefícios dos sistemas CAD/CAE/CAM, em relação aos processos convencionais de projeto e produção, representam uma

contribuição expressiva para o desenvolvimento dos produtos. Apesar da utilização dos sistemas exigirem mudanças na forma de organização das áreas envolvidas, as mudanças não se sobrepõem aos desafios de se projetar e produzir com qualidade visando à diminuição de custos e à redução do prazo de entrega.

Destaca-se, também, a importância dos sistemas de oxicorte e de corte a plasma na elaboração de produtos customizados, sistemas esses que podem ser aplicados à indústria de alimentos na customização de produtos, haja vista a grande demanda nessa área.

Outro fator que merece destaque é a aplicação cada vez mais frequente de tecnologias da Indústria 4.0 aos sistemas CAD/CAE/CAM, possibilitando incluir desde o projeto, recursos vinculados, manufatura aditiva, *Big Data*, internet das coisas, entre outros.



CAD/CAE/CAM APPLIED TO INDUSTRIAL LAYOUT, DESIGN AND MODELING: A REVIEW

ABSTRACT

This study aims to demonstrate, through a literature review, the importance of computational tools such as CAD/CAE/CAM, in layout designing in the food industry and its importance for product customization strategy. These tools help in viewing the layout or final product, in product handling and decision making. The described software tools contribute to reducing designing time and project quality improvement, in addition to improving the communication and presentation of the layout idea, providing agility in its creation, modification and movement. A review was carried out based on the chronological evolution of resources that enhance layout designing. It was found that the CAD/CAE/CAM tools studied allow identifying potential problems prior to project construction, providing greater precision, facilitating optimization of plant resources thus increasing its efficiency. These systems can be applied to all types of industries, in particular the food industry, where it is possible to build a layout that allows an adequate, flexible flow of operations and that provides security to employees. In addition, the use of CAD/CAE/CAM software allows the production of specifically designed parts that can be used both for the devising of parts and customized lines, something widely applied in the food industry.

KEYWORDS: Graphics software.
Industry. Layout. Projects.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. D. C.; PINA FILHO, A. C. A evolução do CAD e sua aplicação em projetos de engenharia. *In: Simpósio de Mecânica Computacional (SIMMEC)*, 9. 2010, São João del-Rei. *Anais...* São João del-Rei (MG): Universidade Federal de São João Del Rei/ABMEC, 2010.
- AUTODESK. *Página Inicial Autodesk* (On-line). San Rafael (CA, EUA): Autodesk Inc., 2021. Disponível em: <http://www.autodesk.com>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- CALEGARI, L. P.; FETTERMANN, D. C. Uma revisão sistemática para identificação das possibilidades de aplicações e das barreiras de adoção da customização em massa na produção de alimentos. *Braz. J. Food Technol.*, v. 21, e2017096, 2018.
- CAMAROTTO, J. A.; MENEGON N. L. *Projeto de Unidades Produtivas*: Apostila. 2006. 126 p. Departamento de Engenharia de Produção. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2006.
- CHENCHI, E.; MENEGHINI, C. Estudo da situação da Indústria 4.0 em frigoríficos no Meio Oeste catarinense. *Anuário Pesquisa e Extensão*. Joaçaba: Unoesc, 2021. Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br/apeuj/article/download/27398/16119/>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- FÁBRICA DO PROJETO: *Projetos Mecânicos FP: Desenvolvimento de Layout Industrial em 3D*. Disponível em: <https://www.fabricadoprojeto.com.br/2012/03/projetos-mecanicos-fp-desenvolvimento-de-layout-industrial-em-3d/>. Acesso em: mar. 2021. Acesso em: 20 mar. 2021.
- FIESC - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. *Rotas estratégicas setoriais para a indústria catarinense 2022: Indústrias Emergentes*. Florianópolis: FIESC, 2018.
- GÓES, B. C.; SILVA, C. E. Análise de layout do sistema produtivo de beneficiadora de leite: o caso dos empreendimentos do município de Antas, Bahia, *Revista Gestão Industrial*, v. 7, n. 3, p. 41–59, 2011.
- MOREIRA, M. E. *Siemens: Software adota cloud computing em seu PLM*. BDxpert Branding + Design, 2010. Disponível em: <http://bdxpert.hospedagemdesites.ws/2010/10/07/siemens-software-adota-computacao-na-nuvem-para-seu-plm/>. Acesso em: mar. 2021.

MUTHER, R. *Planejamento do Layout: Sistema SLP*. Tradução de Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Aiub Hijjar e Miguel de Simoni. Edgard Blucher. São Paulo, 1976.

NORTON, R. L. *Projeto de Máquinas: uma abordagem integrada*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OLIVÉRIO, J. L. *Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais*. São Paulo: Instituto Brasileiro do Livro Científico, 1985.

PROCONCETP. *A História e a Evolução do Software CAD*. ProConcept Sistemas, Belo Horizonte (MG), 2018. Disponível em: <https://www.proconcept.com.br/2018/07/18/a-historia-do-software-cad/>. Acesso em: abr. 2021.

ROTHER, M.; HARRIS, R. *Criando fluxo contínuo: Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

RIBEIRO, J. F.; LEITE, G. S. A.; VIVAS, R. C. *Aplicação de CAD/CAE/CAM no processo de Oxicorte*. Trabalho escrito para a disciplina Modelagem e Otimização de Sistemas Produtivos, Turma 2013.2, do Curso de Engenharia de Produção, UFBA - Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Mecânica, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/9439685/Aplica%C3%A7%C3%A3o_de_CAD_CAE_CAM_no_processo_de_Oxicorte. Acesso em: 05 set. 2021.

SIEMENS. *Tecnomatix Plant Design and Optimization*. Plano (TX, EUA): Siemens Digital Industries Software, 2021. Disponível em: https://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/tecnomatix/plant_design/index.shtml. Acesso em: 20 mar. 2021.

SILVA, A. L. *Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout Industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a produção enxuta*. 2009. 244 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos (SP), 2009.

SPECK, H. J. *Proposta de método para facilitar a mudança das técnicas de projetos: da prancheta à modelagem sólida (CAD) para empresas de engenharia de pequeno e médio porte*. 2005. 185 f. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2005.

SILVESTRI, L. CFD modeling in Industry 4.0: New perspectives for smart factories. *Procedia Computer Science*, v. 180, n. 2019, p. 381-387, 2021.

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. Oxicorte SP (Imagem JPG) e Corte a Plasma (Imagem JPG). In: _____. *Produtos > Construção/Serviços*. Soluções Industriais, São Paulo (SP), 2021. Imagem 1 disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/comercio/oeste/produtos/construcao/oxicorte-sp>; Imagem 2 disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/siderurgicas/interface-/produtos/servicos/corte-a-plasma>. Acesso em: 05 abr. 2021.

THIÉBAUD, R.; DREZET, J. M.; LEBET, J. P. Experimental and numerical characterisation of heat flow during flame cutting of thick steel plates. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 214, v. 2, p. 304-310, 2014.

TORRES, I. *Um Formalismo Relacional para o Desenvolvimento de Arranjo Físico Industrial*. 2007. 205 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2007.

SOBRE OS AUTORES



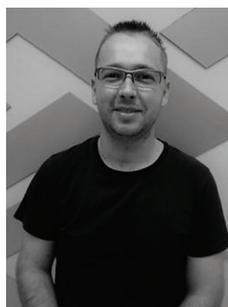
Crivian Pelisser

Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade de Passo Fundo (2011), graduada em Engenharia Química pela Unochapecó (2014) e mestra em Ciências Ambientais pela Unochapecó (2018). Atualmente, é doutoranda em Engenharia Química pela UFPR, com concentração na área de membranas. Atua como professora colaboradora na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e na Faculdade de Tecnologia SENAI de Chapecó, na área química, ambiental e de alimentos.



Ademir Capeletto

Pós-graduado em Especialização *Lato Sensu* em Gestão Escolar pela Faculdade de Educação São Luís (2017) e em Engenharia de Manutenção Industrial pelo SENAI Joinville (2016) e Bacharel em Administração pela Faculdade Exponencial – FIE (2006). Atuou nas empresas Sadia (Chapecó-SC), Frigo (Vale do Itajaí-SC), Cordilat Laticínios (Cordilheira Alta-SC), Frango Seva (Pato Branco-PR), no período 1991 a 2012 na área de Gestão de Equipes de Manutenção Industrial. Atualmente, é coordenador no SENAI/SC de Chapecó.



Fabiano Fuhr Hoelscher

Tecnólogo em Marketing pela Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR), pós-graduando em Especialização *Lato Sensu* em Engenharia de Automação Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI Chapecó. Atuou como desenhista detalhista e projetista CAD em escritórios de engenharia/arquitetura e indústria de estruturas metálicas. Estagiou em laboratório ligado ao desenvolvimento de projetos e ministrou aulas de utilização de ferramentas CAD para iniciantes. Atualmente, é Caixa Executivo no Banco do Brasil S/A, além de Empreendedor Individual na O Alemão Resolve, atuando como prestador de serviços de manutenção e reparos emergenciais em residências e pequenas manutenções e adaptações em equipamentos elétricos/mecânicos.

Jeverson Martini



Engenheiro Mecânico graduado pela Faculdade Empresarial de Chapecó/ UCEFF Faculdades, Técnico em Mecânica pela Faculdade SENAI Chapecó e pós-graduando em Especialização *Lato Sensu* em Engenharia de Automação Industrial na Faculdade SENAI Chapecó. Atualmente, desenvolve atividades como Técnico em Manutenção Mecânica II na empresa Aurora Alimentos.



Fábio Júnior Bet

Tecnólogo em Manutenção Industrial formado pela Faculdade SENAI Chapecó, pós-graduando em Especialização *Lato Sensu* em Engenharia de Automação

Industrial na Faculdade SENAI e Técnico em Mecatrônica pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI Chapecó. Atualmente, atua como Técnico em Manutenção Mecânica II na empresa Aurora Alimentos e é especialista em Solda TIG.



Diego Muner Zilio

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Passo Fundo (UPF) e Mestre em Projetos e Processos de Fabricação também pela UPF. Atualmente, é Consultor de

Implementação na Siemens PLM Software Brasil. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Desenvolvimento de Produtos e Design, experiência de mais de 5 anos em SolidWorks, bons conhecimentos em AutoCad, UGS NX, com facilidade para migração para outras plataformas. Sólidos conhecimentos em modelagem de superfícies complexas e modelagem de superfícies classe A (NX), necessária em aplicações de peças injetadas ou estampadas, principalmente na indústria automobilística. Tem experiência em projetos na indústria de ônibus, suprimentos para escritório e automação. Experiência em implementação de sistemas de engenharia aplicados ao ciclo de vida de produtos PLM.



CONHECIMENTO TRADICIONAL E A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA: ESTRATÉGIA NACIONAL DE PROTEÇÃO INTELECTUAL

Alessandra do Valle Abrahão Soares¹
Karla da Costa Cartaxo Melo²
Rayane Nunes Souto³

RESUMO

Este estudo objetivou compreender como estão sendo abordadas as estratégias de proteção intelectual acerca do conhecimento tradicional e da biodiversidade brasileira, a partir de um estudo da evolução histórica, legal e suas aplicações. A nova Lei da Biodiversidade representa o novo marco legal da biodiversidade brasileira e foi implementada com o intuito de desburocratizar o acesso ao patrimônio genético nacional e ao conhecimento tradicional. O trabalho buscou, através de pesquisa bibliográfica e documental, analisar as legislações nacionais e internacionais sobre o assunto e demonstrar que a questão ainda é muito incipiente no Brasil. O estudo conclui que, por sermos um país de dimensão continental e com grande diversidade cultural, o tratamento conferido pela lei às comunidades tradicionais deve ser usado com um olhar para as especificidades de cada povo.

PALAVRAS-CHAVE: Conhecimento tradicional. Biodiversidade. Proteção intelectual.

1. Mestranda, e-mail: avalleas@gmail.com
2. Mestranda, e-mail: karlacartaxo4.0@gmail.com
3. Mestranda, e-mail: raynunes@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Conhecimento tradicional é uma temática bastante atual no Brasil e no mundo; ao contrário da sua essência, que envolve a ancestralidade, uma vez que é um conhecimento que surge da vivência de comunidades locais na interação com o meio ambiente e que é disseminado com ensinamentos seculares entre as gerações.

Conhecimentos tradicionais são entendidos, na literatura, como o conjunto de informações (saber) e práticas (saber-fazer) de comunidades específicas que vivem em estreita relação com o ambiente (indígenas, quilombolas, ribeirinhas, entre outras) e que podem se transformar em valor, associados ou não ao patrimônio genético (ZANIRATO; RIBEIRO, 2007; ELOY *et al.*, 2014; SILVA; SILVA, 2013; BOFF, 2015; RABBANI, 2016).

Nessa perspectiva, os conhecimentos tradicionais são aqueles transmitidos oralmente entre as gerações que descobriram e desenvolveram esse “saber” original diante da interação social e física do seu grupo sobre o meio em que vivem (BOFF, 2008; RABBANI, 2016). Dessa forma, três características são marcantes nos conhecimentos tradicionais, quais sejam: estão intimamente ligados a grupos tradicionais numa relação de codependência; são frutos da interação humana com o meio ambiente; e são construídos e mantidos a partir do convívio social do grupo.

Os conhecimentos tradicionais são gerados a partir da experiência, da transmissão de tradições e da observação de povos indígenas, seringueiros, agricultores, ribeirinhos, outros grupos, que vivem em estreita relação com o bioma que os cerca. Dado esse caráter empírico, os conhecimentos tradicionais são utilizados como ponto de partida (ou até como atalho) para direcionar pesquisas científicas que visem a

explorar o potencial (farmacológico ou comestível) de plantas e animais. Karam (2008) ressalta que a sofisticada perícia dos povos indígenas e de outros grupos étnicos minoritários em manejar recursos naturais e seu conhecimento relacionado à agricultura e à medicina formam uma valiosa matriz de tecnologias capaz de ser explorada e potencializada na busca por vias sustentáveis de desenvolvimento e na preservação da biodiversidade. Assim, pesquisadores e cientistas coletam recursos biológicos e passam a estudá-los com base no que observam no uso “tradicional” desenvolvido pelas comunidades locais ao longo de sua existência e tradição cultural.

Para entender melhor a implicação disso, é importante compreender as diferenças entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico.

Enquanto o conhecimento tradicional é “popular”, cumulativo, empírico, possui carga táctica, se constrói socialmente e se dissemina (e se mantém) oralmente entre os membros da comunidade e suas gerações (CASTELLI e WILKINSON, 2002 *apud* ELOY *et al.*, 2014), o conhecimento científico é extenso, explícito, objetivo, sequencial, sistemático, derivado da atividade de pesquisa e sujeito a verificações e comprovações (ELOY *et al.*, 2014).

Leite (2006 *apud* ELOY, 2014) explica que o conhecimento científico é formado a partir da aplicação de métodos confiáveis e de uma revisão crítica dos membros da comunidade científica, que, após sua publicação formal, passam a utilizar seus métodos e realizar novas experiências (pesquisas). Para Trujillo Ferrari (1982, p. 2), “A ciência é todo um conjunto de atitudes e de atividades racionais, dirigido

ao sistemático conhecimento, com objetivo limitado e capaz de ser submetido à verificação”.

ASSIM, O CONHECIMENTO TRADICIONAL FUNDAMENTA-SE, BASICAMENTE, EM QUESTÕES BASEADAS NOS COSTUMES E TRADIÇÕES, AO PASSO QUE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO SE APOIA EM FATOS CIENTIFICAMENTE COMPROVADOS.

Segundo Boff (2015, p. 112), “ao associar o conhecimento tradicional ao científico, dá-se um grande passo para o êxito das pesquisas e essa prática pode levar ao patenteamento de produtos e processos”. Nesse sentido, o saber “popular”, apesar de surgir da experiência circunstancial, caracterizando-se como um conhecimento assistemático e ametódico e deve ser valorizado como base do conhecimento, especialmente por ter surgido antes mesmo da Ciência (RAMPAZZO, 2005 *apud* ELOY *et al.*, 2014, p. 191).

Entretanto, a dificuldade em determinar os limites entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico gera dúvidas acerca da apropriação dos bens considerados “patrimônio da humanidade”, como os recursos genéticos, no processo de desenvolvimento de novos produtos comerciais (BOFF, 2008, p. 67).

Nesse contexto, as grandes empresas de biotecnologia, frequentemente, apropriam-se do conhecimento tradicional para transformá-lo em produtos patenteados (às vezes em versões levemente modificadas), que serão potencialmente explorados sem a devida retribuição financeira aos povos tradicionais que livremente partilharam os mesmos produtos por toda a

história da humanidade (RIFKIN, 1999 *apud* BOFF, 2015, p. 115; ELOY *et al.*, 2014, p. 192).

Apesar de os países em desenvolvimento serem os principais fornecedores de recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, a maioria dos direitos de propriedade intelectual sobre sementes e medicamentos está concentrada em países desenvolvidos. A escassez de recursos e investimentos em pesquisa dos países em desenvolvimento favorece esse cenário.

Por outro lado, países desenvolvidos possuem uma cultura de investimento em pesquisa e desenvolvimento e uma sólida estrutura de financiamentos e incentivos fiscais. Aliado a isso, tem-se a dinâmica de consolidação de mercados, por meio de aquisições e fusões de empresas internacionais de tecnologia de sementes, por exemplo, o que fomenta a disparidade.

Para reverter essa relação de exploração histórica – de um lado, os países ricos e desenvolvidos que oferecem/exploraram tecnologia e, de outro, os países pobres, subdesenvolvidos e/ou em desenvolvimento que fornecem os recursos naturais –, povos indígenas, comunidades tradicionais e governos têm exigido proteção de propriedade intelectual aos seus conhecimentos tradicionais, reivindicando-os como resultado da sua criatividade e inovação.

Em virtude da informalidade e novidade do tema, este artigo pretende identificar as formas de proteção jurídica dos conhecimentos tradicionais relacionados à biodiversidade, no âmbito nacional e internacional, e verificar como o arcabouço legal brasileiro, em especial o novo marco regulatório da biodiversidade – Lei n.º 13.123/2015 – tem tratado o acesso ao patrimônio genético e a repartição de benefícios na comercialização dos produtos resultantes dos recursos genéticos associados aos conhecimentos tradicionais.

2 DESENVOLVIMENTO

Nos últimos anos, os recursos genéticos e conhecimentos tradicionais têm sido um assunto bastante relevante e discutido mundialmente nas principais organizações multilaterais, como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, a Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI e a Organização Mundial do Comércio – OMC (ELOY *et al.*, 2014; GONÇALVES *et al.*, 2013).

Desde sua criação, em 1945, a UNESCO trata da proteção da natureza e, durante a década de 1980, assistiu a diversos movimentos ambientalistas e sociais se mobilizarem para induzir a formulação e elaboração de políticas ambientais.

Mas só em 1992, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ou Rio-92, que foi assinado o primeiro tratado multilateral para regular a conservação e o acesso aos recursos genéticos: a Convenção sobre Mudanças Climáticas e sobre Diversidade Biológica – CDB. O acordo, ratificado por mais de 160 países, reconheceu formalmente, pela primeira vez, o papel das comunidades tradicionais como protagonista na geração e manutenção do conhecimento tradicional, estabeleceu o princípio da soberania dos países sobre seus próprios recursos e instaurou um novo regime e um novo código de conduta (ZANIRATO *et al.*, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2013).

Segundo Gonçalves *et al.* (2013, p. 2955), “somente após a Convenção sobre a Diversidade Biológica verificou-se o respeito à soberania de cada nação sobre o patrimônio genético existente em seu território”, refutando o conceito de “patrimônio da humanidade”. Nos termos da

CDB, as Partes têm “o direito soberano sobre seus recursos genéticos e a possibilidade de proibir o uso do direito de propriedade intelectual sobre organismos vivos” (ALMEIDA, 2002, p. 119 *apud* ZANIRATO *et al.*, 2007, p.46).

Diante desse posicionamento, que privilegia os países pobres, mas ricos em biodiversidade, muitos países desenvolvidos, detentores da esmagadora maioria das patentes, passou a ver com cautela as disposições da CDB e a pressionar a OMC para que a Organização instituisse uma norma sobre a proteção das propriedades intelectuais (CUNHA, 1999 *apud* ZANIRATO *et al.*, 2007, p. 45-46).

Após três anos da formalização da CDB, em 1995, surge o acordo dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados com o Comércio (TRIPS, na sigla em inglês), que garantia a internacionalização dos direitos de propriedade intelectual, independentemente do lugar que lhe tivesse dado origem, ou seja, uma patente concedida por um país membro da OMC teria que ser respeitada pelos demais.

O Acordo TRIPS, na visão de Boff (2008, p. 71), nada contemplou sobre os conhecimentos tradicionais, deixando a cargo dos países membros a proteção ou não de plantas e animais e dos processos para sua obtenção. Por sua vez, Zanirato *et al.* (2007, p. 46) registram que o TRIPS foi “patrocinado por grandes empresas para promover seu domínio tecnológico e obter expressivas margens de lucros por meio da instituição de monopólios”. Sob essa perspectiva, o TRIPS, estritamente um tratado comercial, tem objetivos puramente mercantilistas e foi criado para proteger e gerar enormes benefícios às grandes organizações privadas.

Na lição de Boff (2014, p. 115), “são frequentes as atuações de grandes empresas de biotecnologia que se apropriam de conhecimento para, após, repassá-lo de volta, a altos preços”. Porto-Gonçalves (2012 *apud* ELOY *et al.*, 2014) afirma que as grandes corporações têm buscado regras mais restritas para o patenteamento de produtos farmacêuticos para desconfigurar os sistemas de saúde autônomos das comunidades locais, transformando-os em consumidores obrigatórios de seus produtos.

Eloy *et al.* (2014, p. 195) alertam que “a generalização da propriedade privada sobre a biodiversidade, ou seja, a privatização da natureza, [...] é peça chave na constituição do capitalismo, uma vez que restringe o acesso aos bens ou recursos naturais”. Os autores ilustram, por meio de uma revisão da literatura, que os países desenvolvidos permanecem com os processos colonizadores do passado, subjugando os subdesenvolvidos ou em desenvolvimento e mantendo uma relação de exploração dos detentores de tecnologia em detrimento dos que ainda têm acesso aos recursos naturais.

Nesse ínterim, diante do anseio dos países pobres no reconhecimento de seus conhecimentos tradicionais como ativos de propriedade intelectual, a OMPI entendeu que a proteção intelectual deve salvaguardar os interesses do autor. Para tal, como aponta Zanirato *et al.* (2007, p. 53), “é preciso definir a autoria, a quem se destina os recursos da exploração comercial da criatividade cultural e estabelecer as condições de reparo no caso de uso inadequado da criatividade cultural”.

Diante de posições distintas quanto à proteção dos conhecimentos tradicionais, que resultam em choque de interesses, o tema permanece na arena de debates internacionais, vez ou outra sendo direcionado em determinados fóruns, como o da OMC, em detrimento de outros com

mais afinidade com o assunto, para salvaguardar interesses econômicos dos países desenvolvidos, como Estados Unidos, Comunidade Europeia, Japão e Canadá (KARAM, 2008).

Nesse contexto, alguns países têm criado seus próprios sistemas *sui generis* para proteger os conhecimentos tradicionais, utilizando os tipos de medidas, princípios e valores que constituem o sistema de propriedade intelectual, na tentativa de evitar apropriações indevidas desses ativos, como o aproveitamento do conhecimento de um remédio tradicional, por uma companhia farmacêutica, para o registro de uma patente de um novo medicamento.

2.1 Proteção intelectual dos conhecimentos tradicionais e da biodiversidade no Brasil

O Brasil, detentor da maior biodiversidade do planeta, estimada em 20% do número total de espécies existentes no planeta, conforme dados extraídos do site do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, s.d.), também tem buscado proteger seu patrimônio genético e seu valioso acervo de conhecimentos tradicionais associados ao uso e conservação dessa biodiversidade. Embora a legislação brasileira que trata do assunto seja recente, durante anos houve diversas discussões sobre como proteger os conhecimentos tradicionais.

Desde a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), há previsão legal para proteger a biodiversidade nacional, com a instituição do direito de todos a um meio ambiente equilibrado, a proteção de manifestações das culturas populares, indígenas e afro-brasileiras, e das de outros grupos participantes do processo civilizatório nacional (art. 215, § 1.º), bem como a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país (art. 225, § 1.º, II).

A Constituição Federal de 1988, ainda, protege o meio ambiente e os direitos indígenas nos seus artigos 210, 225 e 231, como segue:

Art. 210. Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais. § 2º O ensino fundamental regular será ministrado em língua portuguesa, assegurada às comunidades indígenas também a utilização de suas línguas maternas e processos próprios de aprendizagem.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. § 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens. (BRASIL, 2016, n.p.)

Porém, somente com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei n.º 9.985/2000 (BRASIL, 2000), é que surgiu na legislação brasileira a expressão “populações tradicionais”, sem definição delimitada, mas vinculada a um

conceito de “reserva de desenvolvimento sustentável”, que já apontava caminhos para a evolução legislativa de sua conceituação.

Poucos anos depois, foi instituída a Medida Provisória n.º 2.186-16 (BRASIL, 2001), em 23 de agosto de 2001, que criou o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN). Mais tarde, essa MP foi revogada pelo novo Marco Legal da Biodiversidade, a Lei n.º 13.123/2015 (BRASIL, 2015), que trouxe mais proteção aos recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado, dispondo também sobre a obrigação de repartição dos benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade, até então inédita no país.

A MP 2.186-16/2001 já trazia previsão legal para tratar acerca da proteção ao conhecimento tradicional, como se observa:

CAPÍTULO III DA PROTEÇÃO AO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Art. 8º Fica protegido por esta Medida Provisória o conhecimento tradicional das comunidades indígenas e das comunidades locais, associado ao patrimônio genético, contra a utilização e exploração ilícita e outras ações lesivas ou não autorizadas pelo Conselho de Gestão de que trata o art. 10, ou por instituição credenciada.

§ 1º O Estado reconhece o direito das comunidades indígenas e das comunidades locais para decidir sobre o uso de seus conhecimentos tradicionais associados ao patrimônio genético do País, nos termos desta Medida Provisória e do seu regulamento.

§ 2º O conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético de que trata esta Medida Provisória integra o patrimônio cultural brasileiro e poderá ser objeto de cadastro, conforme dispuser o Conselho de Gestão ou legislação específica.

§ 3º A proteção outorgada por esta Medida Provisória não poderá ser interpretada de modo a obstar a

preservação, a utilização e o desenvolvimento de conhecimento tradicional de comunidade indígena ou comunidade local.

§ 4º A proteção ora instituída não afetará, prejudicará ou limitará direitos relativos à propriedade intelectual.

Art. 9º À comunidade indígena e à comunidade local que criam, desenvolvem, detêm ou conservam conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, é garantido o direito de:

I - ter indicada a origem do acesso ao conhecimento tradicional em todas as publicações, utilizações, explorações e divulgações;

II - impedir terceiros não autorizados de:

a) utilizar, realizar testes, pesquisas ou exploração, relacionados ao conhecimento tradicional associado;

b) divulgar, transmitir ou retransmitir dados ou informações que integram ou constituem conhecimento tradicional associado;

III - perceber benefícios pela exploração econômica por terceiros, direta ou indiretamente, de conhecimento tradicional associado, cujos direitos são de sua titularidade, nos termos desta Medida Provisória.

Parágrafo único. Para efeito desta Medida Provisória, qualquer conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético poderá ser de titularidade da comunidade, ainda que apenas um indivíduo, membro dessa comunidade, detenha esse conhecimento. (BRASIL, 2001, n.p.)

No entanto, em comparação à MP 2.186-16/2001, a Lei da Biodiversidade apresenta aspectos mais inovadores, entre eles, a desburocratização de procedimentos e a atualização do CGEN, que passou a ser constituído, na proporção 60-40%, por representantes de órgãos e entidades da administração pública federal e representantes da sociedade civil, com a participação do setor empresarial, academia e populações indígenas, comunidades tradicionais

e/ou agricultores tradicionais. A nova composição do CGEN foi muito importante para que a sociedade civil pudesse participar mais ativamente das discussões sobre o assunto e influenciar as políticas públicas por meio do voto nas deliberações do Conselho (BRASIL, 2001; BRASIL, 2015).

O CGEN, POR MEIO DE SUAS RESOLUÇÕES, ORIENTAÇÕES TÉCNICAS, ESTABELECE NORMAS E PROCEDIMENTOS COGENTES EM TODO O TERRITÓRIO NACIONAL RELACIONADOS ÀS QUESTÕES DE ACESSO AO PATRIMÔNIO GENÉTICO, SOBRE A PROTEÇÃO E O ACESSO AO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO E SOBRE A REPARTIÇÃO DE BENEFÍCIOS PARA CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA BIODIVERSIDADE.

Destaca-se que a regulamentação do novo marco legal só foi editada em 11 de maio de 2016, com a publicação do Decreto n.º 8.772/2016 (BRASIL, 2016). Nesse decreto, ficou estabelecida a criação do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional (SisGen), um sistema eletrônico mantido e operacionalizado pela Secretaria-Executiva do CGEN.

A criação do SisGen é considerada uma inovação advinda da Lei da Biodiversidade e foi fundamental para realizar o gerenciamento do cadastro de acesso ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado.

Esse sistema facilitou o tratamento e inserção dos dados, apesar de, no início de sua implementação, haver relatos sobre dificuldades de acesso, situação que hoje se encontra superada. Contudo, devido à sua simplicidade, não foi possível a inserção de uma série de funcionalidades necessárias e, em virtude dessa inexistência, várias situações de pesquisa foram postergadas para o SisGen Fase II.

Tem-se, como um exemplo prático, a impossibilidade de inclusão de registros nesse sistema para a situação em que se exija a inserção de três mil cepas de algum tipo de material genético. O sistema não comporta, gera erro, e fica impossível inserir uma cepa de cada vez, diante da enorme quantidade. Para minimizar essa situação, a solução foi construir uma planilha em Excel, da qual não se consegue fazer o upload para o sistema, mas é enviada diretamente a contatos do SisGen e lá eles fazem sobem os dados. Como consequência da não contemplação no sistema de todas as funcionalidades necessárias à pesquisa, muitos cadastros foram postergados para o SisGen Fase II.

O SISGEN É CONSIDERADO UM AVANÇO. O USUÁRIO CADASTRADO CONSEGUE FAZER ALGUMAS AÇÕES DIRETAMENTE NO SISTEMA, SEM A NECESSIDADE DE AUTORIZAÇÃO DO CGEN, E ISSO É UM REFLEXO DA PRÓPRIA LEGISLAÇÃO EM VIGOR.

Antes do advento da nova legislação, o procedimento consistia em, primeiramente, solicitar autorização, aguardar a resposta e, somente depois, iniciar a pesquisa. Com o SisGen, inicia-se toda a pesquisa direto no sistema. É possível pesquisar se existe publicação anterior, remessa de material, divulgação de resultados, exploração comercial e/ou depósito de patente.

A importância desse avanço se faz nas instituições públicas de pesquisa. Acordos de cooperação para o desenvolvimento de um ativo tecnológico não precisam aguardar a resposta do CGEN para sua execução. As atividades decorrentes desses arranjos podem ser executadas livremente e, somente após o resultado, caso seja necessário, se faz o cadastro no sistema.

Apesar de todas as facilidades e modernidades trazidas pela nova legislação, inexistente no ordenamento jurídico nacional um sistema de proteção legal que ampare o conhecimento tradicional de maneira eficiente.

Quando se fala em tutela da propriedade intelectual, recorre-se à Lei da Propriedade Industrial (Lei n.º 9.279/1996), Lei de Proteção de Cultivares (Lei n.º 9.456/1997), Lei de Direitos Autorais (Lei n.º 9.601/1998) e Lei do Software (Lei n.º 9.609/1998). Entretanto, nenhuma delas se presta à proteção do conhecimento tradicional e da biodiversidade brasileira. Na verdade, o art. 18 da Lei da Propriedade Industrial (BRASIL, 1996) é expresso em afirmar a impossibilidade de se patentear plantas, por exemplo.

Contudo, apesar de não estabelecer um regramento específico, a Lei n.º 13.123/2015 (BRASIL, 2015), que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade, buscou de alguma forma proteger o conhecimento tradicional na medida em que estabelece no seu art. 8º o seguinte:

Art. 8º Ficam protegidos por esta Lei os conhecimentos tradicionais associados ao patrimônio genético de populações indígenas, de comunidade tradicional ou de agricultor tradicional contra a utilização e exploração ilícita (BRASIL, 2015, n.p.)

Foi além, inclusive, ao dispor sobre formas de exploração comercial e o ressarcimento pelo uso do conhecimento, como segue:

Art. 17. Os benefícios resultantes da exploração econômica de produto acabado ou de material reprodutivo oriundo de acesso ao patrimônio genético de espécies encontradas em condições **in situ** ou ao conhecimento tradicional associado, ainda que produzido fora do País, serão repartidos, de forma justa e equitativa, sendo que no caso do produto acabado o componente do patrimônio genético ou do conhecimento tradicional associado deve ser um dos elementos principais de agregação de valor, em conformidade ao que estabelece esta Lei.

§ 1º Estará sujeito à repartição de benefícios exclusivamente o fabricante do produto acabado ou o produtor do material reprodutivo, independentemente de quem tenha realizado o acesso anteriormente.

§ 2º Os fabricantes de produtos intermediários e desenvolvedores de processos oriundos de acesso ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado ao longo da cadeia produtiva estarão isentos da obrigação de repartição de benefícios.

§ 3º Quando um único produto acabado ou material reprodutivo for o resultado de acessos distintos, estes não serão considerados cumulativamente para o cálculo da repartição de benefícios.

§ 4º As operações de licenciamento, transferência ou permissão de utilização de qualquer forma de direito de propriedade intelectual sobre produto acabado, processo ou material reprodutivo oriundo do acesso ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado por terceiros são caracterizadas como exploração econômica isenta da obrigação de repartição de benefícios (BRASIL, 2015, n.p., grifo original).

No entanto, o desafio da lei é identificar os reais titulares desses direitos e para quem de fato devem ser revertidos os proveitos econômicos. Nessa perspectiva, precisar qual foi o fato específico gerador do conhecimento, que passa por inúmeras gerações, é uma tarefa difícil, sendo, em certa medida, impossível.

3 CONCLUSÃO

A pesquisa científica, motivada pela possibilidade de exploração econômica, diante dos resultados derivados de proteção da propriedade intelectual, fomenta países de diversas localidades do globo a se apropriarem do conhecimento tradicional, fazendo com que comunidades que há séculos se utilizam desse conhecimento não consigam revertê-lo em proveito econômico, preterindo investimentos e melhorias sociais que poderiam ser usufruídas em função desse conhecimento.

Ademais, diferentemente do conhecimento científico baseado em fatos cientificamente comprovados, em que facilmente é possível identificar autores, detentores e obtentores dessas informações, o conhecimento tradicional fica à margem. Quando se estabelece que esse conhecimento se baseia na herança das informações, transmitido por gerações, inserido, especialmente no caso do Brasil, dentro de um país megadiverso, percebe-se a dificuldade na comprovação de sua origem, o que facilita a apropriação indevida pela ganância de setores produtivos.

Esse artigo apresentou o tratamento dado à proteção jurídica sobre conhecimentos tradicionais nos mais importantes acordos internacionais que tratam do tema, como a CDB, o TRIPS e a OMPI, e nos sistemas nacionais, partindo-se da Constituição Federal de 1988, pela Lei de PI, Lei de Cultivares e Lei da Biodiversidade, e evidenciou as contradições e evoluções da estratégia nacional de proteção intelectual dos recursos genéticos brasileiros.

Como se observa, a inexistência de um sistema de proteção adequado, isto é, que garanta reconhecimento e retorno às populações tradicionais

pelo uso do seu conhecimento tradicional, privilegia os países estrangeiros na apropriação do conhecimento tradicional brasileiro, que será utilizado para explorar as riquezas da biodiversidade nacional sem o devido ressarcimento econômico às comunidades tradicionais.

Com efeito, além de o Brasil perder a oportunidade de desenvolver a economia nacional, as comunidades tradicionais brasileiras, que há séculos geram e utilizam esse conhecimento, são prejudicadas sem a reversão de proveitos econômicos para si e tendo suas condições sociais ainda mais precarizadas.

É IMPORTANTE REGISTRAR QUE O BRASIL TEM EVOLUÍDO PARA A PROTEÇÃO DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS, MAS PRECISA AVANÇAR MAIS PARA QUE A APROPRIAÇÃO DESSE CONHECIMENTO NÃO PRIVILEGIE UM GRUPO PEQUENO. A PROTEÇÃO É IMPORTANTE SOB A ÓTICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PARA A CONTINUIDADE DO PROCESSO DE DISSEMINAÇÃO DESSE CONHECIMENTO POR GERAÇÕES.

De mais a mais, apesar dos avanços legislativos acerca da matéria, a tramitação da legislação dispensou a participação de povos indígenas e comunidades tradicionais em sua tramitação, deixando de ouvir os reais interessados e afetados com a publicação do texto normativo.

Nesse sentido, é fundamental que se busque um olhar mais estratégico e integrado sobre os instrumentos jurídicos e as políticas públicas para a tutela da biodiversidade e dos conhecimentos tradicionais associados.

Além disso, é imprescindível que as estratégias de desenvolvimento adotadas pelo Brasil possam harmonizar os interesses econômicos com aqueles dirigidos à conservação da biodiversidade e das comunidades tradicionais, uma vez que não são excludentes e nem contraditórios. Os resultados econômicos que podem ser revertidos para essas populações são importantes, mas a privatização de recursos naturais não é algo que se possa conceber. Por isso, ressalta-se a importância de se estabelecer critérios de proteção legal que abarquem todas essas variantes.



TRADITIONAL KNOWLEDGE AND BRAZILIAN BIODIVERSITY: A NATIONAL INTELLECTUAL PROTECTION STRATEGY

ABSTRACT

This study sought to understand how intellectual protection strategies are being approached regarding traditional knowledge and Brazilian biodiversity by analyzing its historical, legal evolution and its applications. The new national Biodiversity Law established a new legal framework for Brazilian biodiversity and aims at reducing bureaucratic access to national genetic heritage and traditional knowledge. The present study drew on bibliographic and documentary research to analyze national and international legislation related to the subject and demonstrate that the issue is still very incipient in Brazil. It concludes that, given Brazil's continental size and its great cultural diversity, said law, as regards traditional communities, should be applied with a view to the specificities of each people.

KEYWORDS: *Traditional knowledge.
Biodiversity. Intellectual Protection.*

REFERÊNCIAS

- BOFF, S. O. Direitos intelectuais sobre conhecimentos tradicionais. *Revista do Programa de Pós-graduação Mestrado Doutorado Universidade Santa Cruz do Sul*, n. 29, p. 67-76, jan./jun. 2008.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 22 set. 2020.
- BRASIL. *Decreto n.º 2.519, de 16 de março de 1998*. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2519.htm. Acesso em: 18 set. 2020.
- BRASIL. *Decreto n.º 8.772, de 11 de maio de 2016*. Regulamenta a Lei n.º 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8772.htm. Acesso em: 22 set. 2020.
- BRASIL. *Lei n.º 13.123, de 20 de maio de 2015*. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto n.º 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória n.º 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2015]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acesso em: 22 set. 2020.
- BRASIL. *Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996*. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm. Acesso em: 20 out. 2020.
- BRASIL. *Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 22 set. 2020.

BRASIL. *Medida Provisória n.º 2186-16, de 23 de agosto de 2001*. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição, os arts. 1º, 8º, alínea “j”, 10, alínea “c”, 15 e 16, alíneas 3 e 4 da Convenção sobre Diversidade Biológica, dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/2186-16.htm. Acesso em: 18 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Biodiversidade*. Brasília: MMA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>. Acesso em: 11 de ago. de 2020.

ELOY, C. C.; VIEIRA, D. M.; LUCENA, C. M.; ANDRADE, M. O. Apropriação e proteção dos conhecimentos tradicionais no Brasil: a conservação da biodiversidade e os direitos das populações tradicionais. *Gaia Scientia*, v. Populações Tradicionais, p. 189-198, 2014.

GONÇALVES, A. *et al. A gestão da propriedade intelectual nas instituições de fomento à ciência, tecnologia e inovação*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2013.

KARAM, F. H. *Conhecimentos tradicionais, propriedade intelectual e política externa brasileira*. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas, 2008.

RABBANI, R. M. R. O conhecimento tradicional no ordenamento jurídico brasileiro: o ser humano como parte do meio ambiente. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 1, p. 157-176, 2016.

SILVA, J. E.; SILVA, M. V. V. A possibilidade da proteção do conhecimento tradicional através dos mecanismos de propriedade intelectual. In: XXII Encontro Nacional do CONPEDI/UNINOVE. São Paulo, nov. 2013. *Anais...* Paulo (SP): Universidade Nove de Julho, 2013.

TRUJILLO FERRARI, A. *Metodologia da pesquisa científica*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

ZANIRATO, S. H.; RIBEIRO, W. C. Conhecimento tradicional e propriedade intelectual nas organizações multilaterais. *Ambiente & Sociedade*, v. 10, n. 1, p. 39-55, jun. 2007.

SOBRE AS AUTORAS



**Alessandra do Valle
Abrahão Soares**

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação na Universidade de Brasília (UnB). MBA em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Especialização em Gestão Pública pela União Pioneira de Integração Social (UPIS). Graduada em Comunicação Social pelo Centro de Ensino Unificado (CEUB). Tem experiência no setor público e privado em áreas ligadas à estratégia, planejamento, gestão, comunicação, governança e inovação. Atualmente, atua como gestora pública no Governo do Distrito Federal e realiza atividades de ensino e consultoria técnica em temas como: planejamento estratégico; elaboração, gestão e avaliação de projetos; mapeamento, redesenho e monitoramento de processos; gestão de contratos; governança corporativa, *compliance* e gestão de riscos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9031-5505>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2887918315172549>.



**Karla da Costa Cartaxo
Melo**

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT/UnB). Graduada em Direito (UDF) com Especialização em Direito Previdenciário (ILFG). Desde 2011, atua no corpo jurídico da Embrapa, especificamente na área de propriedade intelectual e inovação. Em 2018, passou a compor o Núcleo de Inovação Tecnológica da Embrapa, para suporte jurídico em inovação e negócios.



Rayane Nunes Souto

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação na Universidade de Brasília (UnB). Graduada em Secretariado Executivo pela Universidade Paulista (UNIP). Atualmente, dedica-se à capacitação e consultoria empresarial no IEL/DF. Cooperou na implementação do Núcleo de Gestão da Inovação do IEL e atuou como Consultora em Gestão da Inovação e Gestora de Projetos do Sistema FIBRA. Sólida experiência em gestão, elaboração de projetos e prestação de contas.

UM DISPOSITIVO GONIOMÉTRICO VESTÍVEL PARA REABILITAÇÃO DA LOMBALGIA

Eduardo Filgueiras Damasceno¹
Armando Paulo da Silva²
José Barbosa Dias Junior³

RESUMO

Este trabalho apresenta um dispositivo de medida inercial para aferir a amplitude de movimento da coluna vertebral humana, com o intuito de promover a reabilitação da lombalgia. O dispositivo, desenvolvido com tecnologia vestível e embarcada, foi projetado, montado e testado. Dez sujeitos foram considerados na pesquisa: pessoas saudáveis que foram recrutadas com o intuito de testar os dados obtidos pelo dispositivo. Assim, os movimentos requeridos são os mesmos recomendados para a reabilitação das dores nas costas. Após análise estatística dos dados da amplitude de movimento da coluna, notou-se que a diferença entre a angulação medida por um dispositivo convencional (goniômetro) e o dispositivo vestível foi menor do que 5%. A taxa de efetividade e acurácia do dispositivo foi maior do que a avaliação inter-avaliador, em média 3%. A partir desses resultados, conclui-se que o dispositivo pode ser usado como referencial de medida, tão confiável quanto o goniômetro manual.

PALAVRAS-CHAVE: Dispositivo Vestível, Goniometria, Reabilitação, Lombalgia.

1. Doutor, e-mail: damasceno@utfpr.edu.br
2. Doutor, e-mail: armando@utfpr.edu.br
3. Doutor, e-mail: jose.dias@ifpr.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Dispositivos vestíveis (DV), também conhecidos como *wearable devices*, são pequenos dispositivos eletrônicos que podem ser facilmente acoplados ao corpo do usuário (GAO *et al.*, 2016). Tais dispositivos têm ganhado o mercado de forma rápida, em comparação com demais novas tecnologias embarcadas e com a expansão de usuários se tornando adeptos desses dispositivos, logo, inovações para diversas áreas e, em especial, para a saúde física (PARK; JAYARAMAN, 2003).

No que se refere à atenção aos processos de reabilitação, os DVs se tornaram uma ferramenta indispensável para a monitoramento, registro e avaliação em tempo real da condição física e fisiológica de quem usa o dispositivo (PATEL *et al.*, 2012).

Ademais, esses dispositivos, por serem compostos de diferentes tipos de sensores flexíveis, podem ser integrados a roupas, fitas elásticas ou diretamente ligados ao corpo humano (MAJUMDER; MONDAL; DEEN, 2017).

Assim, esses sensores, no domínio da saúde, podem realizar monitorização fisiológica, como a frequência cardíaca; aplicações de rastreamento, como a análise de sangue; assim como aplicações de risco de queda, assistência e reabilitação (CIUTI *et al.*, 2015).

A razão para essa proliferação de sensores nos cuidados de saúde está associada às tecnologias de baixo custo e potência, bem como ao desenvolvimento de módulos de telemetria mais eficientes e fiáveis (BLASCO; PERIS-LOPEZ, 2018).

Esses aspectos têm permitido o desenvolvimento de soluções compactas, fiáveis, robustas, precisas e de baixa potência, ideais para aplicações vestíveis (XUE, 2019).

NESSE SENTIDO, A CONSTRUÇÃO DE UM DISPOSITIVO VESTÍVEL DE BAIXO CUSTO PARA SER APLICADA EM PROCESSOS DE REABILITAÇÃO FÍSICA DE UMA DETERMINADA PATOLOGIA SE APRESENTA COMO MOTE DE PESQUISA EM TECNOLOGIA PARA AUXILIAR EM REABILITAÇÃO FÍSICA.

Compondo os elementos deste trabalho, apresentamos as pesquisas relacionadas que inspiraram a construção deste DV e, em seguida, o desenho e delineamento da pesquisa, com 10 voluntários saudáveis. A partir dos dados coletados e analisados, tanto pelos indicadores recomendados para a verificação de movimento quanto pelo DV criado, apresentamos nossos achados científicos que podem ser replicados. Os autores dessas pesquisas publicadas em periódicos se colocam à disposição, após a publicação, para dirimir quaisquer outras dúvidas oriundas dos leitores por meio de contato do e-mail.

2 PESQUISAS RELACIONADAS

Os dispositivos vestíveis que são acoplados ao corpo necessitam de tecnologias de automonitoramento. Nesse sentido, esta seção apresentará apenas as pesquisas em que houve o monitoramento e a avaliação do movimento do corpo humano como técnica para apoiar a reabilitação.

Assim, destacam-se os resultados da pesquisa de Abidine e Fergani (2020), em que o acelerômetro, particularmente, foi empregado no contexto de captura de movimento, apropriando-se da tecnologia do smartphone para avaliar um certo movimento do corpo (PAUL; GEORGE, 2015).

Diversas pesquisas publicadas relatam limitações quanto ao uso de acelerômetros em dispositivos móveis como forma de captura de movimento, comumente indicadas como: falha do sistema operacional; consumo de bateria; baixa efetividade e precisão na captura do movimento e ergonomia do dispositivo para o movimento realizado (MORAL-MUNOZ *et al.*, 2019).

Resultados de pesquisas recentes apresentam outros dispositivos endereçados à Interação Humano Computador (IHC), além do fato de que estes estão ganhando espaço na indústria do entretenimento, como a de jogos digitais, associados às aplicações biomédicas e de reabilitação (ESFAHLANI *et al.*, 2018).

Algumas limitações de uso dessa tecnologia se mostram como: identificação apenas do movimento de um dos membros superiores;

CABE CITAR TAMBÉM O CASO DE ALGUNS SENSORES VESTÍVEIS, ANTES PROJETADOS PARA MONITORAR MILITARES E ASTRONAUTAS, QUE ESTÃO SENDO UTILIZADOS POR ATLETAS E DESPERTANDO O INTERESSE DE DIVERSOS PESQUISADORES, EMPRESÁRIOS, ALÉM DE GIGANTES TECNOLÓGICOS (XIANGFANG *ET AL.*, 2021).

manuseio da interface de controle e técnicas de adaptação do dispositivo para diversas aplicações (GONÇALVES; CARDOSO; AQUINO, 2018).

Além disso, existe no mercado uma variedade de produtos comerciais vestíveis, tais como a camisa biométrica (por Hexoskin[®], Ambiotex's[®], NadiX[®]), e rastreadores de atividade física (por Fitbit[®], Jawbone[®], Striiv[®], Garmin[®], Microsoft Band[®] e Huawei Watch[®]), apresentados no Quadro 1.

Todas essas tecnologias possuem limitações, por exemplo, quanto à/ao: liberdade do ator/usuário, número de pontos de captura, iluminação; transmissão de dados e reconstrução de modelos e precisão do movimento como validade médica (DAMASCENO; LAMOUNIER Jr.; CARDOSO, 2015).

Quadro 1: Lista de dispositivos vestíveis comerciais

Produto	Parâmetro monitorado	Tipo	Imagem
Hexoskin® ¹	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação, número de passos, consumo de oxigênio e consumo de calorías	Camiseta	
Ambiotex's® ²	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação, nível de estresse muscular	Camiseta	
NadiX® ³	Goniometria e fleximetria dos membros inferiores	Calça	
Fitbit® ⁴	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação	Relógio	
Jawbone® ⁵	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação	Pulseira	
Striiv BIO® ⁶	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação, agenda, leitor de mensagem, contagem de passos, atividades	Relógio	
Garmin HR+® ⁷	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação, contagem de passos, atividades	Relógio	
Huawei Watch® ⁸	Batimento cardíaco, pressão arterial, oxigenação, contagem de passos, atividades	Relógio	
Microsoft band® ⁹	Barômetro, acelerômetro, GPS, temperatura corporal, batimento cardíaco, pressão arterial	Pulseira	

1. <https://www.hexoskin.com/>
2. <https://www.ambiotex.com/>
3. <https://www.wearablex.com/>
4. <https://www.fitbit.com/>
5. <https://www.jawbone.com/>
6. <https://www.inkin.com/wearables/Striiv/Fusion-Bio>
7. <https://buy.garmin.com/>
8. <https://www.huawei.com/>
9. <https://www.windowscentral.com/microsoft-band-2-review>

Entre os resultados obtidos, é possível perceber uma certa frequência da utilização do acelerômetro e giroscópio em diversos dispositivos. Também, em alguns casos, por intermédio da inteligência computacional, é possível identificar as atividades exercidas por um usuário e registrá-las, inspecionar o movimento, identificando as falhas ou corrigindo uma postura inadequada do usuário (DAMASCENO; LAMOUNIER Jr.; CARDOSO, 2012).

As tecnologias de sensores inerciais de movimento, como os acelerômetros, tornaram-se uma tecnologia mais atrativa e de baixo custo de manufatura (OAKLEY; O'MODHRAIN, 2005) uma vez que podem ser construídas com

componentes de baixa potência e de relativa precisão (KANJANAPAS *et al.*, 2013).

Sendo assim, postulamos que um dispositivo vestível e apropriado para executar uma tarefa específica, respeitando o requisito de baixo consumo energético e, desse modo, podendo operar por longos períodos sem a necessidade de recarga ou substituição de bateria, seja uma alternativa viável para aplicação nos mais diversos processos de reabilitação motora.

A seguir, apresentamos a questão do tratamento da lombalgia – um dos aspectos pesquisados envolvendo o DV que foi desenvolvido.

3 O TRATAMENTO DA LOMBALGIA

A lombalgia, ou dor lombar, normalmente está ligada à má postura corporal, sendo relacionada à contração muscular excessiva, a qual inibe a transmissão de impulsos ao cérebro, bem como ao desequilíbrio de forças sobre os ossos da coluna. Essa contração excessiva produz estímulos dolorosos, levando a pessoa às posturas de melhor conforto, mas inadequadas, pois aumentam o desequilíbrio e o tônus muscular da coluna (MILTON; GOLDENFUM; SIENA, 2010).

Nesse contexto, com a ampliação da tecnologia em diversas áreas do conhecimento, sensores de movimentos do corpo humano vêm sendo utilizados para a reabilitação e acompanhamento da evolução da lesão, com

equipamento vestível e adaptado ao corpo do usuário (DAMASCENO; LAMOUNIER Jr.; CARDOSO, 2015).

Para o tratamento e diminuição da dor lombar, é necessário um programa de exercícios individualizado e diferenciado baseado na classificação clínica da lombalgia, ou seja, a dor lombar ou a dor pélvica posterior (KLEINPAUL; RENATO; MORO, 2009). A terapêutica utilizada no tratamento da dor lombar consiste em cinesioterapia, reeducação postural, exercícios de relaxamento, bem como orientações quanto à ergonomia e às atividades da vida diária (THOMAS; MACADAMS, 2004).

Na sequência, apresentamos o DV que foi desenvolvido.

4 O DISPOSITIVO VESTÍVEL

Os avanços nas tecnologias de sensores, microeletrônica, telecomunicações e técnicas de análise de dados permitiram o desenvolvimento e a implantação de sistemas para o monitoramento remoto. Sensores vestíveis são usados para coletar dados fisiológicos e de movimento, permitindo o monitoramento do status do usuário (MAJUMDER; MONDAL; DEEN, 2017).

Dessa forma, o dispositivo vestível criado, descrito neste trabalho, foi desenhado de maneira a permitir uma maior conformidade do usuário e movimentos em tempo real, com base nos movimentos do tronco. O dispositivo transfere os movimentos do tronco, por meio de sensores sem fio, para um ambiente digital que realiza a modelagem da coluna vertebral. Com esse recurso, os exercícios necessários para a reabilitação da lombalgia podem ser realizados de maneira adequada (DAMASCENO *et al.*, 2021).

O dispositivo possui dois periféricos e uma central de processamento, sendo que os periféricos são compostos por um módulo Adafruit 9-DOF IMU, produzido pela Adafruit Industries®. Esse módulo foi escolhido por possuir pequena dimensão física e ter seus custos de aquisição relativamente baixos. O módulo IMU conta com um giroscópio de três eixos, um acelerômetro de três eixos e um magnetômetro (bússola eletrônica) de três eixos, que trabalham em comunicação via protocolo I2C com um microcontrolador a partir de um único canal. Por intermédio do I2C, é possível acessar os nove tipos de informações vindas do UMI, apenas com uma entrada do microcontrolador.

Com o referido dispositivo, é possível monitorar os seguintes parâmetros: sensibilidade,

linearidade, polarização, desvio de polarização, robustez do choque, sensibilidade à vibração contra acelerações de alta frequência (fora da faixa de frequência de medição) e capacidade de autoteste e segurança (probabilidade de erros não detectada). Para mais detalhes, recomenda-se a leitura do artigo de Damasceno *et al.* (2021).

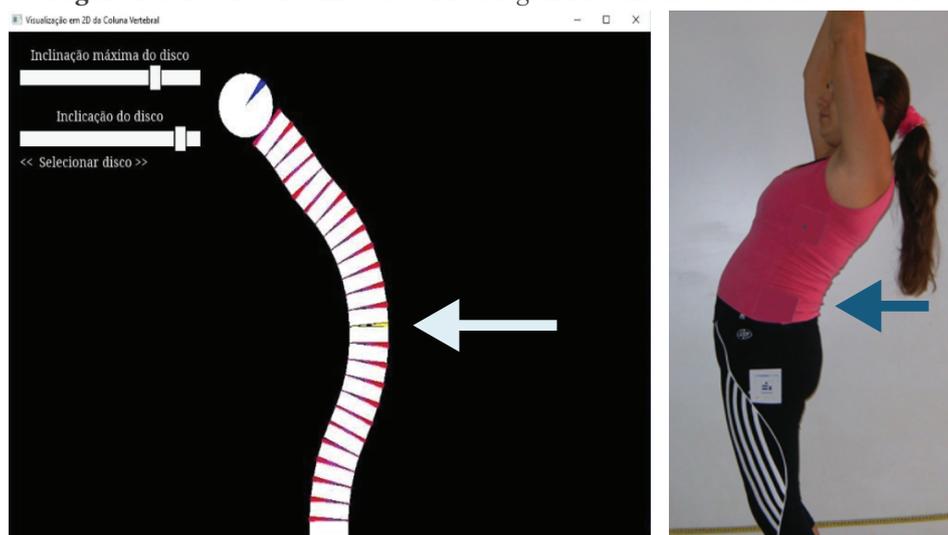
4.1 Validação do dispositivo

Considerando que a biomecânica da coluna vertebral pode ser influenciada por fatores psicológicos, sociais, hereditários, fisiológicos, idiopáticos e ambientais, os seguintes aspectos poderão estar relacionados diretamente com as alterações biomecânicas da coluna vertebral: a idade, o calçado, a profissão, o exercício, a depressão, o stress, a ansiedade, índice de massa corporal e a posição adotada ao longo do dia (ANDRADE; ARAÚJO; VILAR, 2005), sendo todos esses aspectos influenciadores da validação das mensurações.

Ademais, foi aplicado um simulador multimídia para visualização dos discos vertebrais e dos movimentos da coluna, em modelo simplificado de Hanavan (1964). Esse modelo possui sua formulação em modelagem matemática para que os dados possam ser aferidos e comparados com os modelos reais.

A Figura 1 é uma ilustração do visualizado em tempo real em que é possível verificar os dados simulados da coluna. Nesse software, implementou-se o modelo matemático que evidencia quando um disco intervertebral está sendo comprimido. Na Figura 1, apresenta-se a compressão, destacada em roxo, e o ponto focal de dor, evidenciado em amarelo.

Figura 1: Software Visualizador da Modelagem Matemática da Coluna Vertebral



Fonte: Dos autores (2019)

No simulador, a cabeça é ilustrada por um círculo, o qual se afere a posição central das medidas dos discos vertebrais, bem como a região sacrococcígea, que foram consideradas no modelo como imóvel, no intuito de facilitar a representação do modelo matemático.

Os movimentos mapeados pelo dispositivo permitem até seis graus de liberdade, e, com isso, é possível realizar movimentos de: flexão/extensão, inclinação lateral e rotação, com valores de referência para os testes de amplitude de movimento padrão (NATOUR *et al.*, 2004) de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: População pesquisada

Movimento	Baixa		Moderadamente Baixa		Média		Moderadamente Alta		Alta	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Flexão/ extensão	< 48	< 30	45 - 62	30 - 47	63-83	48-68	84-101	69-89	>101	>86
Inclinação lateral	<74	<104	74 - 89	104 -119	90 -106	120 -136	107 -122	137 -152	>122	>152
Rotação	< 108	< 134	108 -126	134 - 152	127 - 147	153 - 173	148 - 166	174 -192	> 166	> 192

Fonte: Dos autores (2019)

4.2 Testes com os sujeitos da pesquisa

Foram realizados testes iniciais do sistema para fornecer uma medição de acurácia e eficiência do dispositivo. Assim, foram selecionados 10 sujeitos voluntários da pesquisa, de ambos os sexos. Dos sujeitos analisados, 3 eram mulheres, com idade média de 20,4 anos, e 7 eram homens, com idade média de 21,7 anos.

O grupo masculino apresentou massa média de 68,77 kg e altura média de 172,82 cm, o que o classifica como um grupo de estatura mediana e de peso dentro da normalidade preconizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Entre os sujeitos do grupo feminino, a massa média foi de 59,65 kg e a estatura média foi

de 168,38 cm, o que classifica o grupo como de pessoas de biotipo normal.

Como protocolo de medida, adotou-se a medição tripla, que consiste na repetição das aferições pelo pesquisador aos sujeitos da pesquisa com intervalos de 1 minuto entre cada tomada de medida. Cada movimento aferido (flexão, inclinação e rotação) foi anotado e, posteriormente, foi realizada a média dos 10 participantes separados por gênero.

Os testes com os voluntários foram registrados por uma câmera de vídeo afastada o suficiente para não atrapalhar os movimentos dos sujeitos, ajustando-se o zoom para focar o indivíduo. Na Tabela 2, apresentam-se os dados de análise com o goniômetro.

Tabela 2: Dados de análise com goniômetro

Movimento	M				F			
	1º	2º	3º	Desvio	1º	2º	3º	Desvio
Flexão/extensão	68,82	70,61	71,03	0,89	79,35	80,62	81,18	0,69
Inclinação lateral	104,62	105,88	107,04	0,82	123,45	125,43	125,80	0,96
Rotação	132,56	133,36	134,56	0,71	162,67	164,13	164,63	0,76

Fonte: Dos autores (2019)

Os vídeos foram gravados em dois momentos distintos: o primeiro, no início da sessão de treino; e o segundo, no final, após a última sessão de treino. Foram tiradas fotos que registram a evolução da amplitude de movimento de cada sujeito e suas respectivas sugestões de melhoria para o sistema.

Na Tabela 3, apresentam-se os dados de análise com o dispositivo, mostrando os registros do desvio médio (desvio) e a diferença entre as médias das aferições colhidas com o goniômetro manual e com o dispositivo, em percentagem (delta).

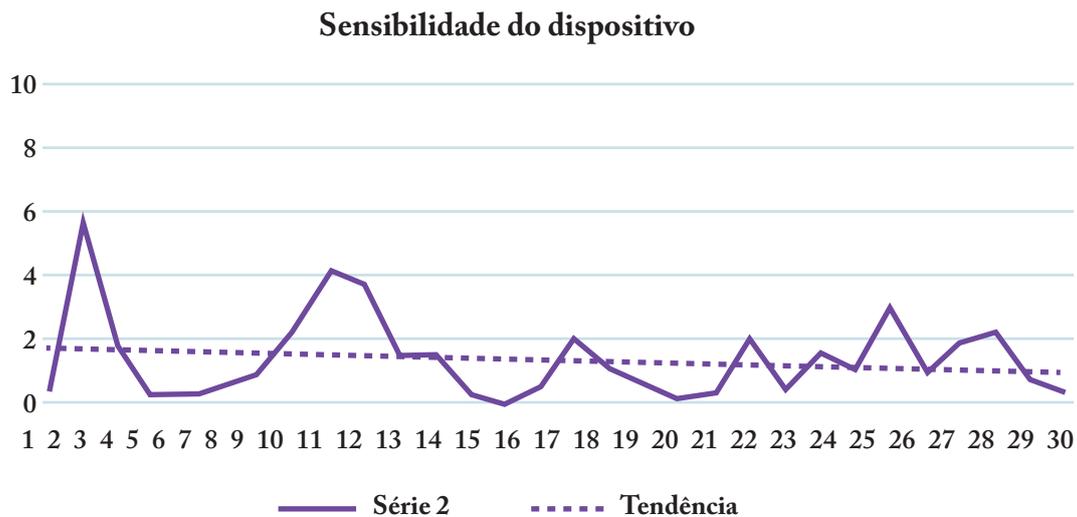
Tabela 3: Dados de análise com o dispositivo

Movimento	M					F				
	1°	2°	3°	Desvio	Δ	1°	2°	3°	Desvio	Δ
Flexão/extensão	66,65	69,65	72,78	2,06	0,66%	76,50	80,50	81,60	2,02	1,06%
Inclinação lateral	101,25	106,92	108,20	2,81	0,37%	118,40	122,70	123,10	2,00	2,80%
Rotação	128,35	132,07	135,11	2,33	1,23%	156,00	159,65	160,30	1,77	3,15%

Fonte: Dos autores (2019)

Para aferir a sensibilidade do dispositivo, optou-se pela análise de 30 segundos com os voluntários em situação de repouso ou descanso. Nesse aspecto, apesar de a bateria utilizada nos testes durar em média uma hora, optamos por fazer a análise de cada sujeito em uma quantidade de 200 registros espalhados em 30 segundos, a uma taxa nominal de 25 Hz na qual o dispositivo consegue enviar sinais, podendo abarcar uma taxa média de perda de sinal em 10%, como se observa na Figura 2.

Figura 2: Sensibilidade do dispositivo em modo parado/descanso



Fonte: Dos autores (2019)

Apesar do dispositivo estar junto ao corpo do sujeito, notamos que existe uma tendência de sensibilidade da posição em estado parado/descanso que tende a 2% de variação nos 30 segundos analisados, na média dos dez sujeitos apresentados na pesquisa.

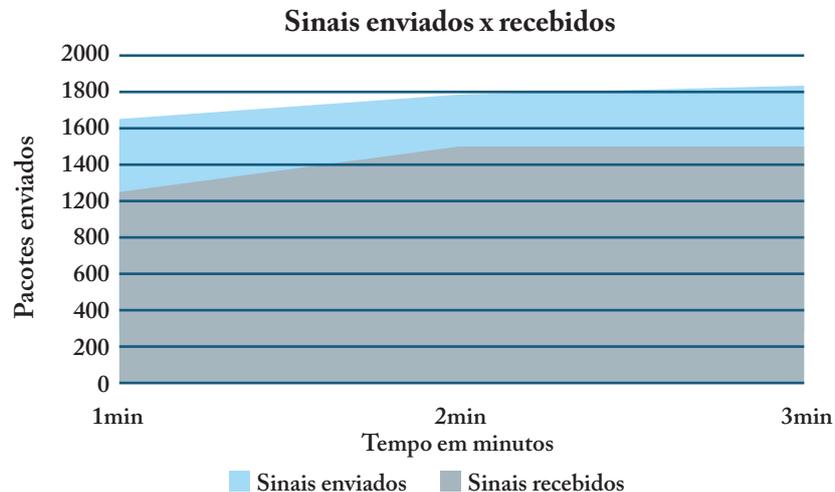
Percebe-se, também, que, após a afixação do dispositivo, os sujeitos tendem a acertar a postura – comportamento observado entre os dez

primeiros segundos de uso – e um posterior relaxamento próximo do final dos testes de sensibilidade.

No intuito de limitar o estudo e simplificar as análises, estabeleceu-se que o tempo de execução de cada exercício seria de 1 minuto, ou seja, 60 segundos, e, como critérios de análise, foram estabelecidos: sinais enviados e recebidos por segundo; e a taxa de erros, conforme Figura 3.

É possível inferir que, na primeira análise dos pacotes enviados e recebidos pelo dispositivo durante o primeiro minuto, foi obtida uma taxa de 72,4%; no segundo minuto, obteve-se uma taxa de 80,6%; e, no terceiro minuto, uma taxa de 79,7%. Logo, considerou-se que a taxa média foi de 77,59% dos pacotes de dados enviados e recebidos.

Figura 3: Taxa de erros por amostragem de pacotes enviados e recebidos



Fonte: Dos autores (2019)

5 CONCLUSÃO

Hodiernamente, vê-se cada vez mais dispositivos agregados às roupas, os quais são dispositivos vestíveis, voltados para melhoria da atividade física ou mesmo para a reabilitação. Notadamente, seu custo ainda não é acessível à população em geral e, portanto, há uma crescente demanda por tecnologias mais acessíveis.

ASSIM, UMA TECNOLOGIA MAIS ACESSÍVEL POSSIBILITA O AMPLO USO DE SENSORES DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS PARA O DESENVOLVIMENTO E A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS PARA MONITORAR REMOTAMENTE O STATUS DE PACIENTES, SENSORES ESSES IMPLANTADOS DE ACORDO COM A APLICAÇÃO CLÍNICA DE INTERESSE.

Após os achados apresentados neste trabalho, é possível inferir que o dispositivo apresentado poderá ser usado como equipamento para instrumentação na reabilitação física e motora de pacientes, visto que sua taxa de erro está com uma confiabilidade de mais de 70% e os dados aferidos possuem uma diferença aceitável (menor que 5%) em comparação com o instrumento manual.

Os dados que o dispositivo afere e envia permitem que o terapeuta acompanhe a evolução da amplitude de movimento em tempo real. Dessa forma, é possível gerar relatórios clínicos completos, possibilitando quantificar a efetividade do exercício.



A WEARABLE GONIOMETRIC DEVICE FOR LOW BACK PAIN REHABILITATION

ABSTRACT

This paper presents an inertial measurement device to measure the range of motion of the human spine and help with low back pain rehabilitation. The device, developed with wearable and embedded technology, was designed, assembled, and tested. Ten healthy subjects were recruited for the experiment in order to test the data obtained by the device. Thus, the movements required are the same as those recommended for back pain rehabilitation. After statistical analysis of spinal range of motion data, the difference between the angulation measured by a conventional device (a regular goniometer) and by the wearable device was less than 5%. The effectiveness and accuracy rate of the device was higher than the interrater review, on average 3%. These results allow concluding that the proposed wearable device can be used as a measurement reference, as reliable as the manual goniometer.

KEY-WORDS: *Wearable device.
Goniometry. Rehabilitation.
Low back pain.*

REFERÊNCIAS

ABIDINE M. B., FERGANI B. Human Activities Recognition in Android Smartphone Using WSVM-HMM Classifier. *In: JMAIEL M., MOKHTARI M., ABDULRAZAK B., ALOULOU H., KALLEL S. (Orgs.) The Impact of Digital Technologies on Public Health in Developed and Developing Countries. ICOST 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12157. Springer, Cham, 2020.

ANDRADE, S. C.; ARAÚJO, A. G. R; VILAR, M. J. P. "Escola de Coluna": Revisão histórica e sua aplicação na lombalgia crônica. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 45, n. 4, p. 224-228, 2005.

BLASCO, J.; PERIS-LOPEZ, P. On the feasibility of low-cost wearable sensors for multi-modal biometric verification. *Sensors (Basel, Switzerland)*, v. 18, n. 9, 1 set. 2018.

CIUTI, G. *et al.* MEMS sensor technologies for human centred applications in healthcare, physical activities, safety and environmental sensing: A review on research activities in Italy. *Sensors (Basel, Switzerland)*, v. 15, n. 3, p. 6441-6468, 2015.

DAMASCENO, E. *et al.* Um dispositivo vestível para apoiar o tratamento da lombalgia mecânica. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 2, n. 2, 25 mar. 2021.

Damasceno, E.F., Lamounier Jr. E.F., e Cardoso. Recomendação de Exercícios Fisioterápicos por Sensores de Movimento. *Journal of Health Informatics*, v. 7, n. 2, 2015.

Damasceno, E.F., Lamounier Jr. E.F., e Cardoso, A. Uma avaliação heurística sobre um Sistema de Captura de Movimentos em Realidade Aumentada. *Journal of Health Informatics*, v. 4, n. 3, 2012.

ESFAHLANI, S. S. *et al.* Validity of the Kinect and Myo armband in a serious game for assessing upper limb movement. *Entertainment Computing*, v. 27, p. 150-156, ago. 2018.

GAO, W. *et al.* Fully integrated wearable sensor arrays for multiplexed in situ perspiration analysis. *Nature*, v. 529, n. 7587, p. 509-514, 27 jan. 2016.

GONCALVES, F.; CARDOSO, A.; AQUINO, R. Strategy for Support People with Physical Limitation using Games and Wearable Device Myo. *IEEE Latin America Transactions*, v. 16, n. 11, p. 2808-2816, nov. 2018.

HANAVAN, E. P. A Mathematical Model of the Human Body. *AMRL-TR. Aerospace Medical Research Laboratories*, 1-149, out. 1964.

KLEINPAUL, J. F.; RENATO, A.; MORO, P. Dor lombar e exercício físico. Uma revisão. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, Buenos Aires, v. 1, n. 33, p. 1-8, 2009.

KANJANAPAS, K., WANG, Y., ZHANG, W., WHITTINGHAM, L., & TOMIZUKA, M. *A Human Motion Capture System Based on Inertial Sensing and a Complementary Filter*. ASME 2013 Dynamic Systems and Control Conference, v. 3. Palo Alto, California, EUA. Out. 21-23, 2013.

MAJUMDER, S.; MONDAL, T.; DEEN, M. Wearable Sensors for Remote Health Monitoring. *Sensors (Basel, Switzerland)*, v. 17, n. 12, p. 130, 12 jan. 2017.

MILTON, H.; GOLDENFUM, M. A.; SIENA, C. Lombalgia ocupacional. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, v. 56, n. 5, p. 583-589, 2010.

MORAL-MUNOZ, J. A. *et al.* Smartphone-based systems for physical rehabilitation applications: A systematic review. *Assistive Technology*, p. 1-14, 21 maio 2019.

NATOUR, J. *et al.* *Coluna vertebral: conhecimentos básicos*. 2. ed. São Paulo (SP): ETCetera Editora, 2004.

OAKLEY, I.; O'MODHRAIN, S. Tilt to scroll: evaluating a motion based vibrotactile mobile interface. *In: WHC'05: First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, pp. 40-49. *Anais...* Los Alamitos, 2005.

PARK, S.; JAYARAMAN, S. Enhancing the quality of life through wearable technology. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, v. 22, n. 3, p. 41-48, 2003.

PATEL, S. *et al.* A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 9, n. 1, p. 21, 2012.

PAUL, P.; GEORGE, T. An effective approach for human activity recognition on smartphone. 2015 IEEE International Conference on Engineering and Technology (ICETECH), p. 45-47. *Anais...IEEE*, mar. 2015

THOMAS, C. H.; MACADAMS, D. Back pain rehabilitation. *Australian Family Physician*, v. 33, n. 6, p. 427-430, 2004.

XIANGFANG, R. LEI, S.; MIAOMIAO, L.; XIYING, Z. HAN, C. Research and sustainable design of wearable sensor for clothing based on body area network. *Cognitive Computation and Systems*, 3. 10.1049/ccs2.12014, 2021.

XUE, Y. A review on intelligent wearables: uses and risks. *Human Behavior and Emerging Technologies*, v. 1, n. 4, p. 287-294, 2019.

SOBRE OS AUTORES



**Eduardo Filgueiras
Damasceno**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6246-1246>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7333630388674575>

Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Cornélio Procópio. Também atua nos Programas de Pós-Graduação em Informática e em Ensino de Ciências. Tem experiência em sistemas de reabilitação física, motora e emocional e em criação de dispositivos médicos e terapêuticos para a saúde.



**José Barbosa Dias
Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4465-4316>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9175997990682339>

Professor do Instituto Federal do Paraná, Câmpus Paranavaí. Tem experiência em EaD, sistemas adaptativos de Realidade Virtual e Aumentada e dispositivos móveis. Atualmente, desenvolve pesquisas em estratégias de adaptação de conteúdo digital para o ensino de computação.



**Armando Paulo da
Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8186-051>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6724994186659242>

Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Cornélio Procópio. Também atua no Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, PPGEN da UTFPR, Multicâmpus Londrina e Cornélio Procópio. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Cálculo Diferencial e Integral, atuando principalmente nos seguintes temas: EaD, metodologias ativas, TDIC, materiais manipuláveis, formação inicial de professores, dificuldades de aprendizagem (discalculia).

DESENVOLVIMENTO DE LIGA DE FERRO BRANCO ASTM A532 CLASSE I TIPO D COM ADIÇÃO DE NIÓBIO RESISTENTE AO DESGASTE ABRASIVO

Cristian Braga Ferreira¹
Orlando Preti²
Kassim Shamil Fadhil Al Rubaie³

RESUMO

Tendo em vista a constante evolução tecnológica do setor de máquinas e equipamentos e a demanda por soluções que viabilizem sua produtividade, tornando-os mais eficientes, deve-se considerar, nesse contexto, o desgaste por abrasão, pois tem um papel importante uma vez que as peças e partes desses equipamentos têm contato direto com o solo. Assim, este projeto visa a desenvolver de uma liga em ferro branco para utilização em peças e partes de máquinas e equipamentos resistentes à abrasividade no intuito de obter um melhor resultado em relação às ligas utilizadas atualmente. Neste projeto, desenvolveu-se a composição química para a obtenção de corpos de prova através dos processos de fundição, tratamento térmico e análises laboratoriais dos dados obtidos sobre as amostras. Com a obtenção de uma liga com propriedades mecânicas apresentando resultados acima da atual, vislumbra-se agregar valor ao produto final, minimizando o tempo de parada do equipamento para substituição devido ao desgaste, e, com o prolongamento da vida útil, minimizar o impacto ambiental devido aos processos de obtenção e, assim, buscar melhoria contínua em relação à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Desgaste Abrasivo. Ferro Fundido Branco. Ni-Hard. Nióbio.

1. Mestre, e-mail: cristianbferreira@gmail.com
2. Doutor, e-mail: orlpreti@gmail.com
3. Doutor, e-mail: kassim.alrubaie@sociesc.com.br

1 INTRODUÇÃO

Elementos de ligas e tratamentos térmicos em ferros fundidos apresentam microestruturas e propriedades mecânicas que ampliam o campo de aplicações industriais, como no desenvolvimento de máquinas, equipamentos e/ou peças que necessitam de uma melhor relação custo-benefício quanto aos componentes empregados (SANTOS; BRANCO, 1989; CHIAVERINI, 2008).

No setor agrícola, o desgaste por abrasão é um fator importante a ser controlado, em virtude das peças e/ou partes dos equipamentos terem contato direto com o solo, implicando em paradas prolongadas para a substituição, baixo custo-benefício dos materiais de desgaste, risco de acidentes devido à dificuldade de manutenção e impacto ambiental, gerando elevada demanda de extração de minérios e energia para fabricar novas peças (GADANHA Jr. *et al.*, 1991; REIS; FORCELLINI, 2002).

Dessa forma, as ligas de ferro fundido branco apresentam boa resistência ao desgaste abrasivo e ocupam parte do mercado industrial em componentes para a mineração, como mandíbulas, grelhas, placas de revestimento; para a agricultura, em tratores, colheitadeiras, plantadeiras; e demais equipamentos para a indústria de diversos setores (SILVA, 2007).

Assim, entre os ferros fundidos brancos ligados ao cromo-níquel, estudou-se a liga de Ferro Branco Classe I, tipo D (Ni-Hard 4), que apresenta boa resistência ao desgaste abrasivo e resistência ao impacto em relação às demais ligas de Ferro Fundido Branco da Classe I (ASTM A532, 2014).

A liga Ni-Hard 4, no estado bruto de fusão, apresenta microestrutura e propriedades mecânicas

de dureza e de desgaste abrasivo que podem ser melhoradas com a adição de nióbio (Nb) e tratamento térmico do tipo têmpera mais revenido. Verifica-se a importância da adição de nióbio na microestrutura de diversos tipos de ligas ferrosas, melhorando as propriedades mecânicas de forma significativa, evidenciando a formação de carboneto de nióbio (NbC) de alta dureza e melhora na resistência ao desgaste (FARAH, 1997; GUESSER; GUEDES, 1997; SILVA, 2004; NYLÉN, 2007; PÉRES; GAS; MAUGIS, 2007; SOUZA, 2012).

De acordo com a norma ASTM A532 (2014), selecionou-se a liga Ni-Hard 4 (Classe I – Tipo D) e estudou-se o efeito de adições crescentes de Nb (0,00; 1,00 e 2,50 % Nb) na resistência ao desgaste abrasivo para uso em componentes de equipamentos agrícolas, mineração, entre outros.

As amostras foram obtidas pelo processo de fundição, em que foram produzidos moldes pelo processo de cura a frio (fenol uretânico) com auxílio de modelos das amostras em madeira e emplacados, num total de 10 amostras por molde.

A fusão foi realizada em forno de indução, da marca Indutherm, capacidade de 380 kg de carga líquida, com refratário sílico-aluminoso. Com a composição química definida e a temperatura controlada, procedeu-se o vazamento dos moldes, sendo a temperatura do metal líquido de vazamento de 1420 ± 10 °C. As amostras permaneceram por 24 horas no molde, com posterior desmoldagem, limpeza, quebra de canal e rebarbação.

Para cada condição de adição de Nb, foram selecionadas 5 (entre 15) amostras, que foram

mantidas no estado bruto de fundição, e outras 5 amostras (entre 15) que foram encaminhadas para tratamento térmico de têmpera e revenido, perfazendo um total de 30 amostras, as quais, posteriormente, passaram pelos ensaios de composição química por meio do espectro de emissão de luz, dureza, metalografia e desgaste abrasivo tipo roda de borracha.

Os resultados obtidos com a adição de Nb na liga Ni-Hard 4 incluíram desde a formação de NbC, o refinamento dos carbonetos eutéticos e de cromo, até o aumento do valor da dureza e melhora na propriedade de desgaste abrasivo, através dos ensaios realizados.

2 DESENVOLVIMENTO

Neste trabalho, estudou-se, entre os ferros fundidos brancos ligados ao cromo-níquel, a liga de Ferro Branco Classe I, tipo D (Ni-Hard 4), que apresenta boa resistência ao desgaste abrasivo e resistência ao impacto em relação às demais ligas de Ferro Fundido Branco da Classe I, (ASTM A532, 2014).

A ANÁLISE DA LIGA DE FERRO FUNDIDO BRANCO (3,0 % C, 17,0 % CR, 0,85 % MN, 0,7 % NI, 0,90 % MO, 0,6 % SI) ACRESCIDA DE 0,06 % A 3,0 % Nb INDICA QUE A ADIÇÃO DE Nb CONTRIBUI PARA A MELHORA DA RESISTÊNCIA AO DESGASTE E DA RESISTÊNCIA À FRATURA DINÂMICA. A LIGA COM 3,0 % Nb APRESENTOU APROXIMADAMENTE 30 % A MAIS DE RESISTÊNCIA À FRATURA DINÂMICA E RESISTÊNCIA AO DESGASTE ABRASIVO EM RELAÇÃO À LIGA À BASE DE FERRO, CROMO E CARBONO (Fe-Cr-C) (FILIPOVIC *ET AL.*, 2013).

O desgaste abrasivo tem especial importância nas atividades estratégicas, como a agrícolas, de transporte e de mineração. Assim, os ferros fundidos brancos são utilizados basicamente em peças que são solicitadas ao desgaste abrasivo devido à presença de carbonetos na microestrutura, sendo tais ferros aplicados nas industriais de mineração, equipamentos para movimentação de terra, plantas siderúrgicas, entre outras (SINATORA, 2005; PRETI, 2004; SANTOS; BRANCO, 1989).

Os ferros fundidos brancos contêm basicamente Fe-Cr-C, caracterizando-se por apresentar uma reação eutética durante a solidificação (SANTOS; BRANCO, 1989), formando uma matriz austenítica com carbonetos de cromo ($M_3C, M_7C_3, M_{26}C_6$); quando não se adiciona o cromo (Cr) e mantém-se o silício (Si) em baixos teores (menor que 0,6% Si), o carboneto formado é a cementita (Fe_3C) (ROSÁRIO, 2012).

A norma ASTM A532 (2014) apresenta a composição química de ferros fundidos brancos resistentes à abrasão dividindo-se em três classes: Classe I) ferros brancos ligados ao níquel-cromo, ou Ni-Hard (designação comercial); Classe II) ferros brancos ligados ao cromo e ao molibdênio; e, por último, Classe III) ferros brancos de alto cromo, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Composição Química do Ferro Fundido Branco

Classe:	Tipo:	Designação	C (%)	Mn (%)	Si (%)	Ni (%)	Cr (%)	Mo (%)	Cu(%)	P (%)	S (%)
I	A	Ni-Cr-Hc	2,8-3,6	2,0 máx.	0,8 máx.	3,3-5,0	1,4-4,0	1,0 máx.	....	0,3 máx.	0,15 máx.
I	B	Ni-Cr-Lc	2,4-3,0	2,0 máx.	0,8 máx.	3,3-5,0	1,4-4,0	1,0 máx.	....	0,3 máx.	0,15 máx.
I	C	Ni-Cr-GB	2,5-3,7	2,0 máx.	0,8 máx.	4,0 máx.	1,0-2,5	1,0 máx.	....	0,3 máx.	0,15 máx.
I	D	Hi-HiCr	2,5-3,6	2,0 máx.	2,0 máx.	4,5-7,0	7,0-11,0	1,5 máx.	....	0,1 máx.	0,15 máx.
II	A	12% Cr	2,0-3,3	2,0 máx.	1,5 máx.	2,5 máx.	11,0-14,0	3,0 máx.	1,2 máx.	0,1 máx.	0,6 máx.
II	B	15% Cr-Mo	2,0-3,3	2,0 máx.	1,5 máx.	2,5 máx.	14,0-18,0	3,0 máx.	1,2 máx.	0,1 máx.	0,6 máx.
II	D	20% Cr-Mo	2,0-3,3	2,0 máx.	1,0-2,2	2,5 máx.	18,0-23,0	3,0 máx.	1,2 máx.	0,1 máx.	0,6 máx.
II	A	25% Cr	2,0-3,3	2,0 máx.	1,5 máx.	2,5 máx.	23,0-30,0	3,0 máx.	1,2 máx.	0,1 máx.	0,6 máx.

Fonte: Norma ASTM A532 (2014)

UMA ALTERNATIVA PARA MELHORAR A TENACIDADE DE UM FERRO FUNDIDO BRANCO COM UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA ESPECÍFICA É MUDAR A MATRIZ. OUTRA ALTERNATIVA É ALTERAR O TIPO E A MORFOLOGIA DOS CARBONETOS, COM ADIÇÃO DE DIFERENTES ELEMENTOS FORMADORES DE CARBONETO, TAIS COMO TITÂNIO (Ti), VANÁDIO (V), NIÓBIO (Nb), MOLIBDÊNIO (Mo) E TUNGSTÊNIO (W), AFETANDO A COMPOSIÇÃO E A DISPERSÃO DAS FASES DO CARBONETO (HOU; HUANG; WANG, 2009).

2.1 Caracterização da pesquisa

Desenvolveu-se uma pesquisa exploratória de abordagem quantitativa, obtendo-se as amostras pelo processo de fundição, usinagem, tratamento térmico e realizando-se ensaios de caracterização da composição química, microestrutura, propriedade de dureza Rockwell C (ABNT/NBR 6671) e Vickers (ASTM E92) e de desgaste abrasivo tipo roda de borracha (ASTM G65).

O desenvolvimento experimental, que envolveu a obtenção das amostras brutas de fundição, usinagem e tratamento térmico, ocorreu em condições industriais. No caso dos ensaios laboratoriais (composição química, dureza, microestrutura e desgaste abrasivo), em ambos os processos, foram utilizados os equipamentos listados na Tabela 2.

Tabela 2: Equipamentos empregados no desenvolvimento experimental

Etapas (Processo / Ensaio)		Equipamento	Observação
Modelação		Modelo emplacado	12 amostras empacados em madeira.
Moldagem Cura a Frio		Misturador Contínuo tipo Vick	0,5 % de resina fenólica uretânica (Parte I e II) sobre o peso da areia de sílica com granulometria 74 AFS e 5 % de catalisador sobre a resina parte I.
Fusão		Forno a indução - Inductotherm	Forno de média frequência com capacidade para 380 Kg de Fe líquido, refratário sílico-aluminoso.
Análise química		Espectrômetro de emissão óptica Spectromax - Spectro.	Análise a partir de moeda coquilhada obtida no vazamento.
Usinagem	Corte	Policorte Dewalt D8720, 14", 2200 Watts	Corte e extração das 10 amostras por molde.
	Fresamento	Centro de Usinagem	Fresamento das amostras
	Retífica	Retífica Plana	Retífica das amostras
Tratamento Térmico	Têmpera	Forno Elétrico	Forno elétrico c/ resistências em ambos os lados do forno e na parte superior e inferior
	Revenimento	Forno Elétrico	Forno elétrico c/ resistências em ambos os lados do forno e na parte superior e inferior
Caracterização Microestrutural		Microscópio óptico Olympus BX-51	Observação e captura de imagens
		Software Digimet plus 5G - MIPS Sistemas Ltda	Análise metalográfica
Dureza	Macro dureza (HRC)	Durômetro Wolpert	10 indentações - carga = 150 kgf indentador de diamante cônico 120"
	Macro dureza (HV)	Durômetro Mitutoyo - modelo HV112	10 indentações - carga = 100 kgf indentador de diamante piramidal 136"
Perda de Massa Tipo Roda de Borracha	Limpeza	Vibrador ultrassônico - SOLOTEST	Com álcool absoluto
	Secagem	Estufa Nova Era 400/1ND	Secagem a 100°C por 60 minutos
	Pesagem	Balança analítica AUY 220 Shimadzu	Capacidade: 220 g Leitura: 0,1 mg (0,001g)
	Ensaio de desgaste	Abrasômetro - Roda de Borracha	Velocidade = 1,4 m/s, tempo = 30 minutos e número de rotações = 6000

Fonte: Dos autores (2019)

A escolha da liga Ni-Hard 4 para este estudo sobre adição de Nb deve-se ao fato de a liga apresentar carbonetos (M_7C_3) típicos de ligas da norma ASTM das Classes II e III, com os M_7C_3 sendo mais duros e descontínuos, deixando a liga mais dura e mais tenaz do que os carbonetos da liga ASTM A532 Classe I.

A escolha do uso do elemento Nb como elemento de liga para este estudo foi por sua característica de formar NbC em temperaturas mais altas do que a dos carbonetos de cromo (M_7C_3 e M_3C), com densidade próxima à da

liga Ni-Hard 4, possibilitando que as partículas de NbC se distribuam de forma randômica na microestrutura, principalmente na matriz, que atuará como reforço para aumento da resistência ao desgaste abrasivo da liga Ni-Hard 4.

A Tabela 3 mostra a composição química da liga segundo a norma ASTM A532 Classe I Tipo D (Ni-hard 4), sendo a identificação da liga 1 utilizada para as amostras sem a adição de Nb; a liga 2 é a liga Ni-Hard 4 com adição de 1,0 % Nb; e a liga 3 é a liga Ni-Hard 4 com adição de 2,5 % Nb.

Tabela 3: Composição química especificada das amostras da liga Ni-Hard 4 sem e com Nb

Liga	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb	Cr/C
Ni Hard 4	2,50 - 3,60	2,0*	2,0*	0,10*	0,15*	7,0 - 11,0	4,5 - 7,0	1,5*	0,00	1,9 - 4,4
1	2,95 - 3,15	1,40 - 1,60	0,60 - 0,80	0,10*	0,15*	9,0 - 11,0	5,0 - 6,0	0,30 - 0,40	0,00	2,9 - 3,7
2	2,95 - 3,15	1,40 - 1,60	0,60 - 0,80	0,10*	0,15*	9,0 - 11,0	5,0 - 6,0	0,30 - 0,40	1,00	2,9 - 3,7
3	2,95 - 3,15	1,40 - 1,60	0,60 - 0,80	0,10*	0,15*	9,0 - 11,0	5,0 - 6,0	0,30 - 0,40	2,50	2,9 - 3,7

Valores % massa; * valores máximos

Fonte: Dos autores (2019)

2.2 Obtenção das amostras

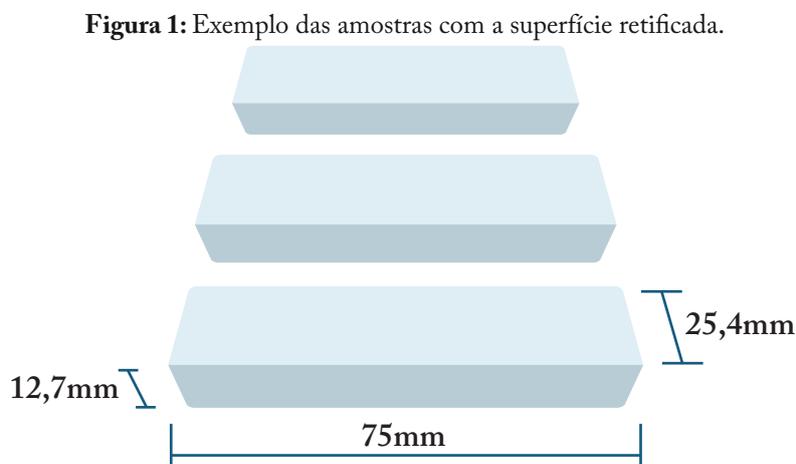
Este estudo fez uso de amostras para ensaio de abrasão tipo roda de borracha, sob desgaste abrasivo a 3 corpos, de acordo com a norma ASTM G 65 (2010), com dimensões de 12,7 x 25,4 x 75,0 mm.

A partir de 10 modelos emplantados em madeira, com as dimensões das amostras para o ensaio de desgaste abrasivo tipo roda de borracha, juntamente com o sistema de alimentação e enchimento, produziram-se seis (6) moldes no processo de cura a frio, com mistura de areia de sílica 74 AFS, aglomerada com resina fenólica uretânica e adição de catalizador, com o auxílio de misturador do tipo contínuo marca Gevitev, modelo Turbo-4 (Tabela 2).

A liga Ni-Hard 4 (Tabela 3) foi fundida em forno elétrico de indução da marca Inductotherm com potência de 300 kw, frequência de 1200 Hz, tensão de 380 volts CA e capacidade do cadinho de 380 kg de ferro líquido (Figura 21). Foi fundida uma carga de 350 kg, sendo a matéria prima composta de retorno de liga de ferro fundido branco, sucata de aço, FeCr, carburante, FeNi e FeNb.

As amostras foram extraídas dos moldes (desmoldadas) 24 horas após o vazamento, sendo então submetidas aos processos de jateamento com jato de granalha de aço do fabricante Pressenge tipo Batch e rebarbação em moto esmeril Jowa (MEB-18), e em seguida enca-minhadas para a usinagem.

No setor de usinagem, foram selecionadas 10 amostras de cada liga (ligas 1, 2 e 3) e realizou-se o processo de fresamento (Romi D 1000AP Direct Drive) e de retífica (FerroMat tipo Plana, Modelo RAPH 845-E) das duas faces planas, onde foram realizados os ensaios, conforme mostra a Figura 1.



Fonte: Dos autores (2019)

Nas cinco amostras de cada liga (ligas 1, 2 e 3), realizou-se o tratamento térmico de têmpera mais revenido. As amostras foram dispostas de forma ordenada e equidistante entre si, no interior do forno elétrico tipo mufla (dimensões internas de 700 mm de comprimento, 500 mm de largura e 400 mm de altura), de fabricação interna da empresa Tupytec, com atmosfera não controlada.

As amostras foram pré-aquecidas, com uma taxa de aquecimento de 288 °C/h até a temperatura de 720 °C, com permanência de 2,50 horas. Em seguida, foram aquecidas com uma taxa de aquecimento de 130 °C/h para a temperatura de 850 °C e mantidas por 5,0 horas. Desligou-se o forno e ali foram mantidas as amostras para resfriamento até a temperatura de 450 °C, com taxa de resfriamento de 27,5 °C/h, perfazendo um tempo de 20 horas, momento em que foram retiradas as amostras do forno e resfriadas ao ar calmo até a temperatura ambiente (~25 °C).

Com base nos estudos de Kassim e Pohl (2014), após temperadas as amostras, procedeu-se o

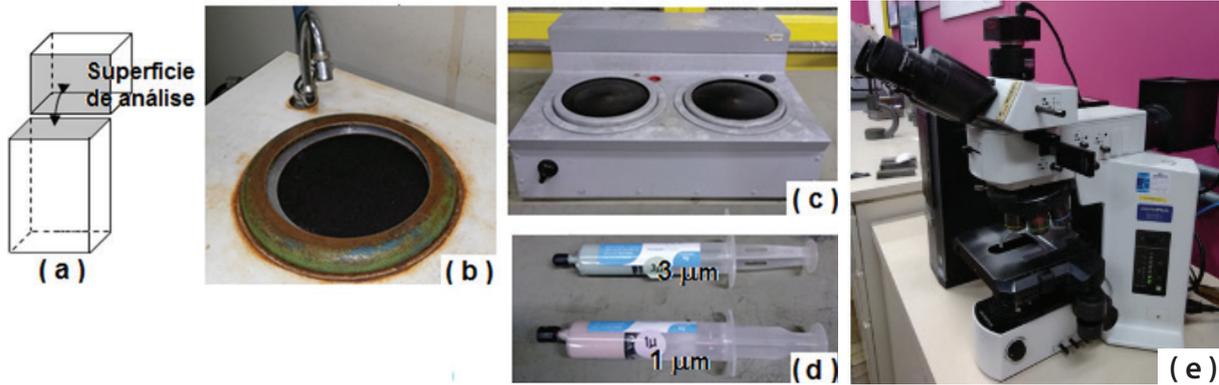
tratamento térmico de revenido no mesmo forno mufla em que foi realizada a têmpera. O forno foi aquecido à temperatura de 280±10 °C, onde foram introduzidas as amostras, lá permanecendo por três (3) horas, com posterior resfriamento ao ar calmo.

2.3 Ensaio microestrutural

O ensaio de análise microestrutural foi realizado em uma amostra de cada uma das ligas (1, 2 e 3), na condição sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido.

As amostras passaram pelo processo de corte transversal (Figura 2-a) com equipamento denominado Cut-off (um disco de corte); lixamento com lixas d'água, na sequência de 50, 120, 240, 400, 600 e 1200 mesh (de acordo com a norma ASTM A247) com uso de lixadeira metalográfica (Figura 2-b); polimento em politriz metalográfica (Figura 2-c) com feltro Bueller e pasta de diamante de 3 e 1 μm (Figura 2-d).

Figura 2: a) Esquema amostra cortada; b) Lixadeira; c) Politriz metalográfica; d) Pasta diamantada e) Microscópio óptico



Fonte: Dos autores (2019)

As amostras, após polidas, passaram pelo processo de revelação microestrutural, realizado por ataque químico da superfície polida, imergindo as amostras numa solução de 10% metabisulfito de sódio diluído em água deionizada. O tempo de imersão foi de 48 ± 2 segundos, seguido de neutralização em água corrente e secado com álcool com ar quente (secador de cabelo).

As superfícies das amostras polidas e atacadas foram analisadas segundo a norma ABNT NBR 15454:2007, com auxílio do microscópio óptico Mod. GX 51, fabricante Olympus (Figura 2-e), com sistema de captura e análise de imagem (Software Digimet plus 5G – MIPS Sistemas Ltda).

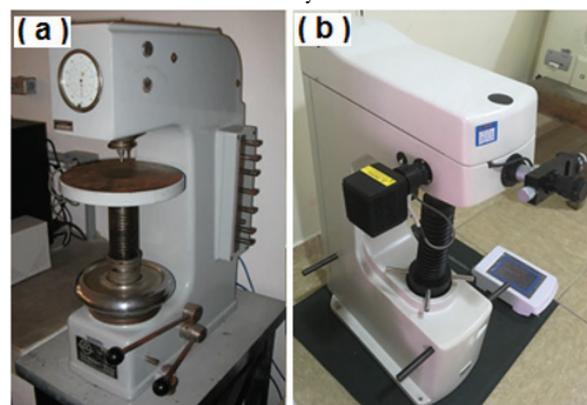
2.4 Ensaio de macrodureza

Para a análise da macrodureza na escala Rockwell C, foi utilizado um durômetro de Marca Wolpert (Figura 3-a), com indentador tipo cone de diamante e carga de 150 kgf, num tempo de 15 segundos, utilizando-se como referência a norma ABNT/NBR 6671/2008. Foram realizadas 10 indentações em uma amostra de

cada liga (ligas 1, 2 e 3), na condição sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido.

Para a macrodureza Vickers, foi utilizado o durômetro Mitutoyo H112 (Figura 3-b), com indentador piramidal de diamante com base quadrada e ângulo entre face de 136 graus, com carga de 100 kgf, num tempo de endentação de 30 segundos, tendo como base a norma ABNT NBR NM ISO 6507-1:2008. Foram realizadas 10 indentações em uma amostra de cada liga (ligas 1, 2 e 3), na condição sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido.

Figura 3: a) Durômetro Wolpert; b) Durômetro Mitutoyo HV112



Fonte: Dos autores (2019)

2.5 Ensaio de desgaste abrasivo – Abrasômetro tipo roda de borracha

O ensaio de desgaste abrasivo tipo roda de borracha, realizado nas amostras das ligas 1, 2 e 3, sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido, foi baseado na norma ASTM G65 (2010), com auxílio do abrasômetro mostrado na Figura 4-a.

Para a realização do ensaio de desgaste abrasivo, no abrasômetro tipo roda de borracha (Figura 4-a), utilizou-se o método A, segundo a norma ASTM G65 (2010), com os seguintes parâmetros:

- a) Utilizou-se areia de sílica típica de fundição, com granulometria 70 AFS; porém, a areia não era arredondada, como indica

a norma ASTM G-65 (2010). Para a obtenção de homogeneidade de granulometria da areia utilizada, realizou-se peneiramento da areia no dispositivo mostrado na Figura 4-b.

- b) Ajustou-se a força (peso) em 130 N para ser aplicada sobre a amostra durante o ensaio de desgaste abrasivo;
- c) A vazão da areia foi de 350 g/min;
- d) O diâmetro da roda de borracha utilizada foi de 320 mm;
- e) O número de revoluções da roda de borracha foi de 215 rpm.

A Figura 4-c mostra em detalhes o contato da amostra com a roda de borracha no abrasômetro, e a Figura 4-d mostra o desgaste promovido na amostra.

Figura 4: a) Abrasômetro tipo roda de borracha; b) Dispositivo de peneiramento de areia; c) Detalhe contato amostra roda de borracha; d) Superfície desgasta na amostra



Fonte: Dos autores (2019)

As etapas de realização do ensaio de desgaste abrasivo nas amostras das ligas 1, 2 e 3, sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido, basearam-se na norma ASTM A 65 (2010), como segue:

- a) Realizou-se limpeza das amostras durante 15 minutos no equipamento de ultrassom de marca UltraCleaner 1400 A, sendo as amostras introduzidas na cuba e imersas com álcool etílico (absoluto), momento em que foram aplicados pulsos ultrassônicos;

- b) Após retirada da cuba do ultrassom, a amostra foi introduzida numa estufa a 120 °C por uma hora para eliminar a umidade, devido ao álcool durante a limpeza ultrassônica;
- c) Deixou-se a amostra esfriar até a temperatura ambiente, dentro de um dessecador;
- d) Realizou-se a pesagem em balança analítica de marca Denver Instrument APX-200, com precisão de 0,001 grama;
- e) Fixou-se a amostra no porta-amostra do abrasômetro tipo roda de borracha;
- f) Aproximou-se a amostra da roda de borracha, mantendo-se uma força de 130 N;
- g) Abriu-se a válvula para a vazão de areia (350 g/min) direcionada por um tubo na região entre a amostra e a roda de borracha;
- h) Acionou-se o motor, com rotação de 215 rpm, para que a roda de borracha girasse.
- i) Deixou-se ensaiar (desgastar a amostra) até completar 6.000 giros, perfazendo um tempo médio de 28 minutos; o abrasômetro desliga automaticamente;
- j) Retirou-se a amostra do porta-amostra;
- k) Foram refeitas as etapas dos itens de “a” até “d”.

Os resultados dos ensaios de desgaste abrasivo tipo roda de borracha estão mostrados no item 3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 4, que os valores da composição química básica praticamente se encontram dentro da faixa especificada para a liga ASTM A532 Classe I tipo D (Ni-Hard 4), tanto para a liga 1 (sem Nb) quanto para a 2 e a 3 (com Nb).

Em relação ao teor de Nb, que havia sido especificado como 1,0 % Nb para a liga 2 e 2,5 % para a liga 3, ficou levemente abaixo do esperado, porém não interferiu significativamente no desenvolvimento deste estudo.

DETERMINOU-SE O CARBONO EQUIVALENTE (CE), MOSTRADO NA TABELA 4, INDICANDO QUE AS LIGAS 1, 2 E 3 APRESENTARAM SOLIDIFICAÇÃO DE ACORDO COM LIGA HIPOEUTÉTICA, OU SEJA, A FASE PRIMÁRIA FORMADA FOI AUSTENITA, SEGUIDA DE SOLIDIFICAÇÃO DO EUTÉTICO (AUSTENITA MAIS M_7C_3).

Tabela 4: Composição química real das ligas das amostras

Liga	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	P	S	Nb	CE	Cr/C
Ni Hard ID	2,5 - 3,6	2,0 máx.	2,0 máx.	4,5-7,0	7,0-11,0	1,5 máx.	...	0,1 máx.	0,15máx.		3,20-4,30	2,0-4,4
1	2,85	0,64	1,60	5,17	10,46	0,61	0,146	0,061	0,044	0,00	3,41	3,7
2	2,94	0,64	1,65	5,11	10,48	0,61	0,155	0,065	0,044	0,80	3,51	3,6
3	2,98	0,62	1,71	4,90	10,06	0,60	0,156	0,062	0,045	2,43	3,57	3,4
Média	2,93±0,07	0,63±0,01	1,65±0,06	5,06±0,14	10,34±0,24	0,61±0,01	0,15±0,01	0,06±0,00	0,04±0,00	1,08±1,24	3,50±0,08	3,57±0,15

% peso; * valores máximos

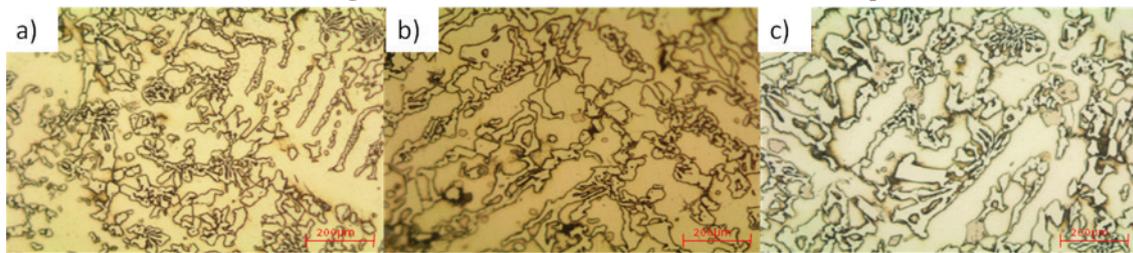
Fonte: Dos autores (2019)

3.1 Resultado da análise microestrutural

A análise microestrutural das amostras 0, 1 e 2 referentes às ligas 1, 2 e 3, sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido, foi realizada nas amostras polidas, com revelação da microestrutura com ataque químico de metabisulfito de sódio e observadas em microscópio ótico.

A Figura 5-a mostra a microestrutura da Liga 1 sem tratamento térmico de têmpera mais revenido, indicando fase primária de matriz austenita e composto eutético formado de austenita mais carbonetos de cromo (M_7C_3). A Figura 5-b mostra a microestrutura da Liga 2 sem tratamento térmico de têmpera mais revenido, indicando fase primária de matriz austenita e composto eutético formado de austenita mais carbonetos de cromo (M_7C_3) e NbC, com pequenas regiões escuras, possivelmente perlita. A Figura 5-c mostra a microestrutura da Liga 3 (2,40 % Nb) sem tratamento térmico de têmpera mais revenido, indicando fase primária de matriz austenita e composto eutético formado de austenita mais M_7C_3 e NbC, com pequenas regiões escuras, possivelmente perlita.

Figura 5: a) Microestrutura da Liga 1 (sem Nb) sem tratamento térmico de têmpera mais revenido; b) Microestrutura da Liga 2 (0,80% Nb) sem tratamento térmico de têmpera mais revenido; c) Microestrutura da Liga 3 (2,40% Nb) sem tratamento térmico de têmpera mais revenido



Fonte: Dos autores (2019)

A Figura 6-a mostra a microestrutura da Liga 1 com tratamento térmico de têmpera mais revenido, indicando matriz martensítica a carbonetos eutético de cromo (M_7C_3). A Figura 6-b mostra a microestrutura da Liga 2 (0,80 % Nb) com tratamento térmico de têmpera mais revenido, indicando matriz martensítica, M_7C_3 , carbonetos secundários precipitados e NbC. A Figura 6-c mostra a microestrutura da Liga 3 (2,40 % Nb) com tratamento térmico de têmpera mais revenido, indicando matriz martensítica, M_7C_3 , carbonetos secundários precipitados e NbC.

Figura 6: Microestrutura da Liga 1 (sem Nb) com tratamento térmico de têmpera mais revenido; b) Microestrutura da Liga 2 (0,80 % Nb) com tratamento térmico de têmpera mais revenido; c) Microestrutura da Liga 3 (2,40 % Nb) com tratamento térmico de têmpera mais revenido



Fonte: Dos autores (2019)

3.2 Resultado do ensaio de macrodureza

Nas amostras das ligas 1, 2 e 3 sem e com tratamento térmico de têmpera mais revenido, foram medidas as macrodurezas Rockwell C (HRC) e Vickers (HV), sendo os resultados da média e desvio padrão mostrados na Tabela 5.

Tabela 5: Macrodurezas Rockwell C e Vickers

Liga	Dureza STR		Dureza CTR	
	HRC	HV	HRC	HV
Ni Hard ID	50,0	540,0	56,0	660,0
Liga 1	49,5±1,1	506,6±14	60,5±1,6	709,7±35
Liga 2	48,7±0,9	501,8±12	60,6±1,2	719,9±28
Liga 3	51,0±1,6	534,4±25	62,8±1,4	775,7±44

STR - Sem Têmpera mais Revenido; VTR - Com Têmpera mais Revenido

Fonte: Dos autores (2019)

A Tabela 5 apresenta, portanto, os valores das macrodurezas Rockwell C e Vickers medidas nas amostras das ligas 1, 2 e 3 sem e com tratamento térmico de têmpera e os valores mínimos segundo a norma ASTM A 532.

3.3 Resultado do ensaio de desgaste abrasivo

Os resultados de desgaste abrasivo, conforme a Tabela 6, das amostras das ligas 1, 2 e 3 sem e com têmpera mais revenido, foram obtidos em abrasômetro tipo roda de borracha e realizados de acordo com o procedimento “A” da norma ASTM G-65. Vale mencionar que foram feitas 5 amostras para cada liga, nas condições sem e com têmpera mais revenido, ou seja, foram ensaiadas 30 amostras.

Tabela 6: Resultado do ensaio de desgaste abrasivo (tipo roda de borracha)

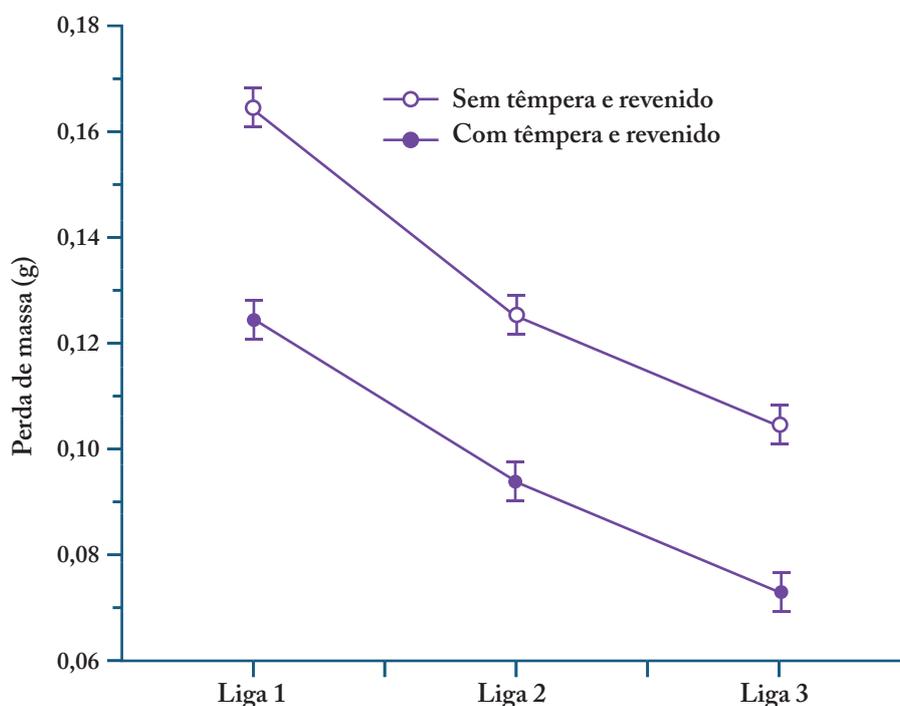
Liga	Amostra	Sem Têmpera Revenido			Com Têmpera Revenido		
		Pi (g)	Pf (g)	Diferença massa (g)	Pi (g)	Pf (g)	Diferença massa (g)
1	1	156,392	156,228	0,164	169,547	169,425	0,122
	2	166,093	165,930	0,163	154,360	154,236	0,124
	3	164,833	164,661	0,172	162,495	162,370	0,125
	4	174,296	173,133	0,163	166,569	166,439	0,130
	5	154,600	154,438	0,162	169,874	169,751	0,123
	Média	163,043	162,878	0,165	164,569	164,444	0,125
	DesvPad	7,635	7,634	0,004	6,431	6,432	0,003
2	1	186,248	186,121	0,127	184,878	184,783	0,095
	2	168,469	168,350	0,119	153,779	153,685	0,094
	3	171,751	171,624	0,127	162,115	162,025	0,090
	4	155,259	155,137	0,122	164,100	164,004	0,096
	5	166,091	165,959	0,132	173,384	173,289	0,095
	Média	169,564	169,438	0,125	167,651	167,557	0,094
	DesvPad	11,192	11,190	0,005	11,888	11,887	0,002
3	1	156,889	156,787	0,102	150,106	150,031	0,075
	2	151,260	151,156	0,104	135,643	135,567	0,076
	3	137,120	137,017	0,103	155,158	155,088	0,070
	4	159,919	159,811	0,108	150,073	150,002	0,071
	5	151,578	151,471	0,107	162,451	162,378	0,073
	Média	151,353	151,248	0,105	150,686	150,613	0,073
	DesvPad	8,756	8,755	0,003	9,816	9,818	0,003

Fonte: Dos autores (2019)

A Tabela 6 mostra os valores das massas iniciais (P_i) e finais (P_f) e da diferença da perda de massa das amostras das ligas 1, 2 e 3 sem e com têmpera mais revenido, sendo as massas medidas com o auxílio de balança analítica com precisão de 0,001 grama.

A Figura 7 mostra a média dos valores com os desvios padrões da perda de massa (desgaste abrasivo), a partir do ensaio tipo roda de borraça, conforme os dados mostrados na Tabela 6.

Figura 7: Perda de massa das amostras das ligas 1, 2 e 3 sem e com tratamento térmico mais revenido



Fonte: Dos autores (2019)

Na Figura 7, observa-se que as amostras das ligas 1, 2 e 3 sem têmpera e revenido apresentam maior perda de massa em relação às amostras com têmpera e revenido para as mesmas ligas, indicando que a mudança da fase austenítica (sem têmpera e revenido) para a martensítica mais carbonetos secundários (com têmpera mais revenido) torna a liga mais resistente ao desgaste.

A melhora na resistência ao desgaste, ou seja, menor perda de massa para as ligas com têmpera mais revenido, se dá pelo fenômeno ligado ao fato de a martensítica ser mais dura (rígida) do que a austenítica (dúctil), promovendo

melhor ancoramento, menor trincamento e arrancamento de carbonetos (M_7C_3 , NbC e secundários), estando de acordo com estudos de Albertim e Sinatora (2001).

O aumento do teor de Nb na liga também promove menor perda de massa por desgaste abrasivo nas ligas 2 e 3, sem e com têmpera mais revenido, e isso está relacionado à presença de partículas de NbC, que são mais duras do que a matriz (austenítica e martensítica), e aos carbonetos de M_7C_3 . Esse comportamento está de acordo com estudos de Agapova *et al.* (1982), Farah (1997) e Filipovic *et al.* (2013).

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados de desgaste abrasivo, conforme Tabela 6, das amostras das ligas 1, 2 e 3, sem e com têmpera, e dos dados obtidos no desenvolvimento deste estudo sobre o efeito do nióbio em uma Ni-Hard 4 sem e com realização de tratamento térmico de têmpera mais revenido, conclui-se:

a) Composição química

A composição química básica determinada nas amostras das ligas 1, 2 e 3 encontra-se praticamente na faixa especificada para a liga ASTM A532 Classe I tipo D (Ni-Hard 4), com presença de 0,80 % Nb para a liga 2 e de 2,40 % Nb para a liga 3.

De acordo com o diagrama ternário Fe-Cr-C, a liga se encontra dentro do campo de solidificação primária da austenita e finalizando no eutético formado de M_7C_3 e austenita.

b) Microestrutura

Na condição como de solidificação (sem têmpera mais revenido), a microestrutura das ligas 1, 2 e 3 corresponde à liga ASTM A532 Classe I tipo D (Ni-Hard 4), constituída de austenita primária mais composto eutético formado por austenita mais carboneto M_7C_3 ; e as ligas 2 e 3, acrescidas de 0,80 % Nb e 2,40 % Nb, respectivamente, apresentam também carbonetos poligonais de NbC. Na condição temperada e revenida, as ligas 1, 2 e 3 apresentaram característica similar em termos de carbonetos M_7C_3 e NbC em comparação às de solidificação, porém com mudança na matriz de austenita para martensita revenida com precipitados de carbonetos secundários.

c) Dureza

Na condição como de solidificação (sem têmpera mais revenido), os valores de dureza (HRC e HV) das ligas 1 (sem Nb) e 2 (0,80 % Nb) ficaram abaixo daqueles especificados pela norma ASTM A532; porém, a liga 3 ficou no limite inferior. Na condição temperada e revenida, os valores de dureza (HRC e HV) das ligas 1, 2 e 3 ficaram acima dos especificados pela norma ASTM A532, sendo a liga 3 a de maior valor. Para as condições sem e com têmpera mais revenido, os valores de dureza (HRC e HV) são similares aos com adição de até 0,80 % Nb, e, para a liga 3 (2,40 % Nb), os valores foram maiores, indicando que o Nb melhora a dureza da liga Ni-Hard 4.

d) Desgaste abrasivo tipo roda de borracha

As ligas 1, 2 e 3, na condição como de solidificação (sem têmpera mais revenido), apresentam maior perda de massa em relação às ligas com têmpera e revenido, indicando que a mudança da fase austenítica (sem têmpera mais revenido) para a martensítica mais carbonetos secundários (com têmpera mais revenido) torna a liga mais resistente ao desgaste. O aumento do teor de Nb na liga também promove menor perda de massa por desgaste abrasivo nas ligas 2 e 3, sem e com têmpera e revenido, indicando que o NbC melhora a resistência ao desgaste. Portanto, as ligas temperadas e revenidas, e com adição de Nb, apresentaram maior resistência ao desgaste abrasivo, sendo a liga 3, com 2,40 % Nb com têmpera e revenido, a que mais se destacou.



DEVELOPMENT OF AN ABRASIVE- RESISTANT ASTM A532 WHITE IRON ALLOY CLASS I TYPE D WITH ADDED NIOBIUM

ABSTRACT

In view of the ongoing technological advancements of the industrial machinery and equipment sector and the demand for solutions on equipment efficiency, abrasive wear is a point in question and plays an important role, as the parts of such equipment have direct contact with the ground. In this regard, this project aims to develop a white iron alloy for use in abrasive-resistant machine and equipment parts in order to outdo the alloys currently used. In this project, the chemical composition used to obtain the specimens relied on casting, heat treatment, and laboratory analysis to examine the data obtained from the samples. The achievement of an alloy with mechanical properties better than those of the current one can expectedly add value to the final product. This seeks to minimize equipment downtime for maintenance or replacement due to worn parts, extending their useful life, and reduces environmental impact caused by raw material extraction processes, thus aiming at continuous improvement regarding research and development of new products.

KEY-WORDS: *Abrasive wear.
White cast iron. Ni-Hard.
Niobium.*

REFERÊNCIAS

ABNT/NBR-6671/2008 – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Materiais Metálicos – Ensaio de Dureza Rockwell - Parte 1: Método de Ensaio (escalas A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*. 2008.

ABNT/NBR-15454/2007 – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Metalografia das ligas de ferro-carbono-terminologia*. 2007.

AL RUBAIE K.; POHL, M. Heat Treatment and two-body abrasion of Ni-Hard 4. *Wear*, v. 312, n. 1-2, p. 21-28, abr. 2014.

ASTM A532 A532M-10(2014). *Standard Specification for Abrasion-Resistant Cast Irons*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014.

ASTM G65-04(2010). *Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010.

CHIAVERINI, V. *Aços e Ferros Fundidos*. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira dos Metais, 2012.

FARAH, A. F. *Desenvolvimento de uma liga de ferro fundido branco alto cromo com nióbio, tratada termicamente, para resistência ao desgaste abrasivo*. 1997. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Institutos de Física e Química da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

FILIPOVIC, M.; KAMBEROVIC, Z.; KORAC, M.; GAVRILOVSKI, M. Microstructure and mechanical properties of Fe-Cr-C-Nb white cast irons. *Materials & Design*, v. 4, p. 41-48, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261306912008618>. Acesso em: 09 set. 2021.

GADANHA Jr., C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. *Máquinas e implementos agrícolas do Brasil*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991.

GUESSER, W. L.; GUEDES, L. C. Desenvolvimentos recentes de ferros fundidos aplicados à indústria automobilística. *In: Seminário da Associação de Engenharia Automotiva*. São Paulo. *Anais...* São Paulo, p. 3-11, 1997.

HOU, Q.; HUANG, Z.; WANG, J. Application of rietveld refinement to investigate the high chromium white cast iron austempered at different temperatures. *Journal of Iron and Steel Research*. International. v. 16, n. 4, p. 33-38, 2009.

NYLÉN, T. A. Adição de nióbio em ferros fundidos. *Fundição e Serviços*. São Paulo: Aranda Editora Técnica Cultural, v. 17, n. 177, p. 72-87, 2007.

PÉREZ, R. A.; GAS, P.; MAUGIS, P. Study of diffusion and reaction diffusion in Fe-C-Nb system. *Trans Tech Publications*, Swizerland, Defect and Diffusion Forum v. 264, p. 163-169, 2007.

PRETI, O. *Caracterização das ligas de ferro fundido branco resistentes à abrasão segundo a Norma ASTM A532 no estado bruto de fundição*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2004.

REIS, A. V.; FORCELLINI, F. A. Seleção de materiais para ponteiros de esçarificadores. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 270-277, 2002.

ROSARIO, A. M. *Estudos dos efeitos de elementos de liga na solidificação de um ferro fundido cinzento via análise térmica*. 2012. 175 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Caracterização de Materiais) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), 2012.

SANTOS, A. B.; BRANCO, C. H. C. *Metalurgia dos ferros fundidos cinzentos e nodulares*. São Paulo: IPT 100, 1989.

SILVA, J. A. *Análise térmica na solidificação de ferros fundidos cinzentos hipoeutéticos*. 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2007.

SINATORA, A. *Tribologia: um resgate histórico e o estado da arte*. Erudição apresentada como parte dos requisitos do Concurso para provimento de cargo de Professor Titular do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 02 jun. 2005. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/19271149/ResgateHistoricoEstadoArte>. Acesso em: 09 set. 2021.

SOBRE OS AUTORES



Cristian Braga Ferreira

Engenheiro da Produção graduado pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi), Tecnólogo em Gestão de Marketing pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Pós-Graduado em Engenharia da Produção e Mestre em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Sociesc (Unisociesc). É professor universitário do SENAC Santa Catarina nos cursos de Processos Gerenciais, Tecnologia da Informação e Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Especialista de Ensino no SENAI Santa Catarina, atuando como professor nos cursos de Engenharia e Tecnologia. Consultor de empresas em sistema em desenvolvimento de produtos e processos, e gestão industrial.

Orlando Preti



Doutor (2014) e Mestre (2005) em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduado (1998) em Licenciatura Plena em Metalurgia pela Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do CEFET-PR-CP. Professor nos cursos de bacharelado em Engenharia Mecânica, Produção, Materiais, Metalurgia e Fundição e nos cursos de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica; nos cursos de bacharelado em Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção, no Centro Universitário Sociesc (Unisociesc). Professor-pesquisador e Consultor técnico nas áreas de Metalurgia de Ligas Ferrosas e Não Ferrosas, com ênfase em solidificação (nucleação e crescimento),

tratamento térmico e termoquímico, caracterização microestrutural e mecânica com foco em desgaste (abrasivo e adesivo) pela Unisociesc.



Kassim Shamil Fadhil Al Rubaie

Doutor em Engenharia Mecânica (1995) pela Ruhr-Universität Bochum, Alemanha. Especialização em Engenharia Mecânica - Usinagem (1990) pela Technische Universität Berlin, Alemanha; Mestrado (1984), diploma superior (1982) e graduação (1980) em Engenharia Mecânica pela Universidade de Bagdá, Iraque. Professor de Engenharia Mecânica na Universidade de Bagdá (1984-1988), Pesquisador na Technische Universität Berlin (1989-1990), Pesquisador na Ruhr-Universität Bochum (1990-1996), Pesquisador na Universidade Federal de Uberlândia (1997-1999), Pesquisador na Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (1999-2000), Professor na Universidade do Vale do Paraíba (2001-2003) e trabalhou na Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer), de 2001 até 2/2009, onde publicou 76 relatórios técnicos internos sobre fadiga, propagação de trincas e desgaste em materiais aeronáuticos. Professor-pesquisador no Centro Universitário Sociesc (Unisociesc) (2009-2019). Atualmente, é Professor Visitante na McMaster University, Mechanical Engineering, Canadá.

A FERRAMENTA *BOW-TIE* NO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS

João Artur de Souza¹
Jeferson Tadeu de Souza²

RESUMO

O processo de gestão de riscos é uma importante ferramenta para que se possa aumentar a probabilidade de sucesso em projetos. A ferramenta *Bow-Tie* é uma abordagem apontada pela ISO 31010:2012 para o auxílio no processo de avaliação de riscos. Esse instrumento tem sido usado no setor industrial em várias partes do mundo para a gestão de riscos em assuntos diversos; contudo, mostra-se assunto pouco explorado no Brasil. Em vista disso, o presente artigo, por meio de revisão integrativa, busca entender se a ferramenta é eficiente para a gestão de riscos em projetos. Constatou-se que, embora textos técnicos, como o PMBOK, a ISO 31000:2009 e a ISO 31010:2012, apontem para a viabilidade do seu uso, os textos acadêmicos encontrados são incipientes para se chegar a uma conclusão precisa.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Riscos. Gestão de Projetos. *Bow-Tie*.

1. Pós-Doutor, e-mail: jartur@gmail.com
2. Mestrando, e-mail: jefersontadeus@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Risco é um evento que não está adstrito apenas ao controle de projetos; ao contrário, está “em toda parte e deriva diretamente da imprevisibilidade” (HOPKIN, 2018, p.1), ou seja, surge tanto em projetos quanto em processos institucionais.

A administração de riscos é matéria constante nas literaturas acerca da gestão de projetos. A exemplo, o guia *Project Management Body of Knowledge* – um guia de conhecimento sobre administração de projetos mundialmente reconhecido – expõe que a gestão de riscos deve aparecer tanto no grupo de processos de planejamento quanto na fase de monitoramento e controle (PMI, 2013).

A gestão de riscos fornece uma estrutura para que as organizações possam lidar e reagir com a incerteza, aumentando a probabilidade e o impacto de eventos positivos e mitigando a probabilidade e o impacto de eventos negativos, seja nos projetos, seja nos processos (HOPKIN, 2018; PMI, 2013).

Para fazer tal administração, o gestor dispõe de uma série de modelos, bem como de ferramentas de identificação, análise, avaliação e de tratamento de riscos. Encaixa-se nesse contexto uma ferramenta denominada *Bow-Tie*, da qual se tem os primeiros relatos documentais em uma palestra para a engenharia química na Universidade de Queensland, em 1979 (UKG, 2018).

Em linhas gerais, a ferramenta *Bow-Tie* é um diagrama que mostra como as ameaças podem levar à perda de controle dos riscos, derivando uma série de consequências indesejadas. Nesse diagrama, são mostradas, ainda, “barreiras”, que são elementos colocados para evitar, prevenir ou mitigar as consequências em níveis sobrepostos

de maneira a diminuir cada vez mais as probabilidades das ocorrências indesejadas (CCPS, 2018).

Contudo, se a ferramenta tem sido usada na gestão de riscos em setores como indústria química de óleo e gás e na aviação (UKG, 2018), resta o questionamento: A literatura disponível permite concluir que a ferramenta *Bow-Tie* é eficiente para a gestão de riscos em projetos?

Considerando tal indagação, o presente artigo se utiliza de revisão integrativa explorando livros, produções acadêmicas e científicas e, subsidiariamente, sites especializados no ramo de gestão de riscos ou gestão de projetos, com o fito de atingir os seguintes objetivos específicos: i) identificar conceitos relacionados à questão de pesquisa; ii) identificar se as publicações nacionais e internacionais acerca da ferramenta *Bow-Tie* encontram-se relacionadas à gestão de riscos em projetos; e iii) buscar conhecer o estado atual do conhecimento disponível para se entender se a ferramenta *Bow-Tie* está consolidada como eficiente para ser aplicada à gestão de riscos em projetos.

Todo o processo foi realizado tendo por principal base teórica a gestão de projetos PMBOK e a Gestão de Riscos a ISO 31000:2009 e suas subsidiárias. Enquanto o PMBOK, parâmetro em gestão de projetos, estabelece que o gerenciamento de riscos é um importante elemento da gestão de projeto, em leitura preliminar encontrou-se uma única norma de referência sobre gestão de riscos que cita a ferramenta *Bow-Tie*: a ISO 31000:2009. Em vista disso, o presente artigo almeja construir um caminho entre Gestão de Projetos (PMI, 2013), Gestão de Riscos (representado pela ISO 31000:2009) e *Bow-Tie* (citado nesta última norma).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Antes de se adentrar ao método e discussões sobre os achados deste estudo, faz-se necessária a apresentação e contextualização dos termos relacionados ao questionamento da pesquisa.

Ao longo dos subtópicos a seguir, expõem-se o conceito de gestão de projetos e sua relação com a necessidade de se lidar com os riscos inerentes a tais iniciativas.

No que tange ao gerenciamento de riscos, será demonstrado que a literatura de gestão de projetos se alinha à bibliografia sobre gerenciamento de riscos ao dividir o tema entre as etapas: identificação, análise, avaliação e tratamento de riscos.

Em seguida, serão mostradas normas técnicas referentes a gestão de riscos que listam ferramentas relacionadas a cada uma dessas fases, entre elas a *Bow-Tie*, que ganha tópico próprio no presente trabalho, expondo sua origem, conceito, técnica e emprego.

2.1 Gestão de projetos

Embora o termo projeto seja comum e, empiricamente, de fácil identificação, textos técnicos trazem diversos conceitos em torno da palavra. A exemplo, para a ISO 10006:2000, trata-se de um “processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos” (ABNT, 2000). Já para o *Project Management Body of Knowledge – PMBOK*, projeto é “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A

natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos” (PMI, 2013, p. 2). No mesmo sentido, Vale (2014) afirma que os projetos têm por características o fato de serem temporários, produzirem entregas singulares e serem elaborados de forma progressiva.

O gerenciamento de projetos é definido no PMBOK como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos” (PMI, 2013, p. 3). A referida literatura divide tal gestão em 47 processos integrados, agrupados em 5 grupos de processos: iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle; e encerramento.

ENTRE OS 47 PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS, O PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS, ALVO DO PRESENTE TRABALHO, VISA A AUMENTAR A PROBABILIDADE DE SUCESSO DOS OBJETIVOS DO PROJETO. ELE SURGE NA FASE DE PLANEJAMENTO (COM A IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E ELABORAÇÃO DO PLANO DE RESPOSTAS AOS RISCOS) E ACOMPANHA TODO O PROJETO, FAZENDO PARTE DOS PROCESSOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE (PMI, 2013).

2.2 Risco

Em consulta ao Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, em meio eletrônico, verifica-se que risco está definido como a probabilidade de perigo ou de insucesso (HOUAISS; VILLAR, 2009). Tal conceito coaduna com a descrição de risco na ISO/IEC 31000:2009, que o define como o “efeito da incerteza nos objetivos [...] um desvio em relação ao esperado” (ABNT, 2009, p. 1). Observa-se que, muito embora a referida norma considere que o desvio possa trazer tanto resultado negativo quanto positivo, por questão de recorte do objeto de pesquisa, no presente trabalho, considerar-se-á risco apenas como os eventos que trazem resultados desfavoráveis.

No termo “objetivos”, mencionado na supracitada norma, incluem-se os financeiros, os ambientais, os estratégicos, os de processo e, sublinha-se, os de projetos – conforme a NOTA 2 do conceito de Risco na ISO 31000:2009.

O conceito de risco em projetos concilia-se com a definição dada pela ISO 31000:2009; contudo, tem a especificidade de que seus efeitos são sobre os objetivos do projeto, tais como, escopo, cronograma, custo e qualidade (PMI, 2013).

Para o referido Guia de Projetos, os riscos, que têm origem na incerteza, estão presentes em todos os projetos, sendo os conhecidos aqueles que foram identificados, analisados e para os quais foi possível estabelecer o planejamento de tratamento de maneira proativa (PMI, 2013), em outros dizeres, os riscos conhecidos são os que podem ser gerenciados.

-
1. Tradução nossa
 2. Tradução nossa
 3. Tradução nossa
 4. Tradução nossa

2.3 Gerenciamento de risco

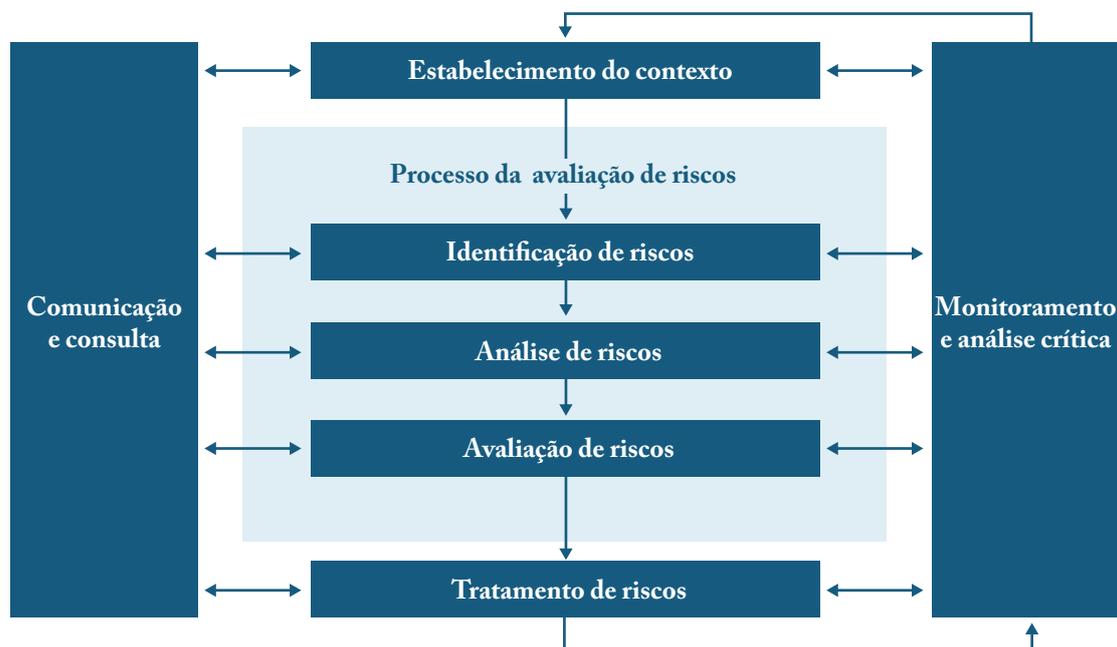
Conforme se verifica na obra de Hopkin (2018), o conceito de gerenciamento de risco não se conflita em diferentes obras de relevância. Para a ISO 31000:2009, gerenciamento de risco é “o conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito aos riscos”¹. O Institute of Risk Management (IRM) o conceitua como o “processo que visa a ajudar as organizações a entender, avaliar e agir em todos os seus riscos a fim de aumentar a probabilidade de sucesso e reduzir a probabilidade de falha”². Para a London School of Economics, é “a seleção dos riscos que uma empresa deve assumir, evitar ou mitigar, seguida de ação de tratamento do risco”³ (HOPKIN, 2018).

Em geral, as obras dividem o gerenciamento de riscos em processos ou fases. Por exemplo, o *Her Majesty's Treasury* (UKG, 2018) cita que a gestão de risco é composta por “todos os processos envolvidos na identificação, avaliação e julgamento de riscos, atribuição de propriedades, tomada de ações para mitigá-los ou evitá-los, e o monitoramento e revisão de seu progresso”⁴ (UKG, 2018).

No que se refere à comparação entre a ISO 31000:2009 e o PMBOK, Ferreira (2012) constatou que ambas possuem escopos semelhantes, apesar da diferença de nomenclaturas. Enquanto a ISO 31000:2009 elenca os processos de estabelecimento de contexto, identificação, análise, avaliação e tratamento dos riscos, o PMBOK lista os processos de planejamento de gerenciamento dos riscos, identificação, os processos de análise quantitativa e de análise qualitativa de riscos, o planejamento de respostas e o controle de riscos.

De maneira ilustrativa, a norma ISO 31000:2009 disponibiliza o gráfico abaixo referente aos processos que compõem a estrutura da gestão de riscos.

Figura 1: Processos para o gerenciamento de riscos ISO 31000:2009



Fonte: Norma Brasileira ISO 31000:2009

2.3.1 Identificação de risco

Conforme se pode depreender da Figura 1 e de acordo com o trabalho de Bleser (2017), a identificação de riscos é a primeira fase do processo de avaliação. Para a autora, sua finalidade é gerar uma lista abrangente de riscos baseada em eventos que podem criar, aumentar, evitar, reduzir, acelerar ou atrasar a realização dos objetivos. A pesquisadora complementa que, nessa fase, devem ser consideradas todas as possíveis causas e consequências.

Segundo a ISO 31000:2009, a identificação de riscos é o processo de busca, reconhecimento e descrição de riscos, em que “a identificação abrangente é crítica, pois um risco que não é identificado nesta fase não será incluído em análises posteriores” (ABNT 2009, p. 17). Conforme a ISO 10006:2000, que trata das diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos, a identificação deve considerar, além dos custos, tempo e produto, outros elementos

como confiabilidade, responsabilidade profissional, tecnologia da informação, segurança e ambiente.

Conforme o PMI (2013), a identificação e documentação dos riscos tem como uma das principais vantagens a possibilidade de a equipe antecipar os eventos. A obra adverte, ainda, que a atividade não deve ser realizada uma única vez, mas reiteradas vezes, de acordo com a situação, o que vai ao encontro do que afirma a ISO 10006:2000: que a identificação de riscos deve ser realizada no início do projeto, bem como, em avaliações de progresso e em outras ocasiões em que decisões forem tomadas.

2.3.2 Análise de risco

De acordo com o PMBOK, o processo de análise de riscos visa a conhecer o efeito de tais eventos, podendo ser atribuída classificação a esses eventos de perigo.

Paralelamente, para a ISO 31000:2009, essa fase envolve a compreensão, apreciação das causas e das fontes dos riscos, suas consequências e a probabilidade e o impacto de tais consequências. Tal análise pode ser qualitativa, semiquantitativa, quantitativa ou uma combinação destas (FERREIRA, 2012).

Uma discordância entre a ISO 31000:2009 e o PMBOK (2013), no que diz respeito ao macroprocesso de avaliação dos riscos, é que enquanto a norma entende a análise de risco como um processo único, o PMBOK o subdivide entre a análise qualitativa e a análise quantitativa dos riscos.

Para o PMI (2013, p. 333), a análise qualitativa dos riscos é o “processo de priorização de riscos para análise ou ação adicional através da avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto”, enquanto a análise quantitativa é o processo de “analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto”.

Na avaliação qualitativa dos riscos, deve-se, além de categorizar o risco, avaliar a precisão, qualidade, confiabilidade e integridade dos dados relativos ao risco (PMI, 2013), enquanto na avaliação quantitativa, deve-se examinar os dados levantados na fase qualitativa para entender como o somatório dos riscos impactam os objetivos do processo.

2.3.3 Avaliação de risco

A norma ISO 31000:2009 considera que a avaliação dos riscos, ao determinar o nível de gravidade encontrado durante o processo de análise, auxilia na tomada de decisões sobre se os riscos merecem tratamento.

A ISO 31010:2012 conceitua o processo de avaliação de risco como aquele que visa a “identificar

como os objetivos podem ser afetados e analisa o risco em termos de consequências e probabilidades antes de decidir se um tratamento adicional é requerido” (ABNT, 2012, p. xiii). Para essa norma, o processo tenta responder questões como: quais são as consequências do risco? Qual é a probabilidade de sua ocorrência futura? Quais fatores mitigam a consequência do risco ou diminuem sua probabilidade? Qual é o nível de risco tolerável ou qual requer tratamento adicional?

Tal fase não consta no PMI (2013), em que se passa do processo de avaliação de riscos para a fase de planejamento de respostas ao risco.

2.3.4 Tratamento de risco

O tratamento dos riscos é o processo que pretende modificar os riscos a fim de aumentar a probabilidade de sucesso e diminuir a probabilidade dos riscos negativos (ABNT, 2009).

Para Ferreira (2012), esse tratamento deverá ser documentado e deve-se entender que, mesmo após o tratamento dos riscos, ocorrerá o risco residual, que deverá igualmente ser documentado, monitorado e analisado criticamente. Segundo o autor, os tratamentos dos riscos em geral são: evitar, remover a fonte de risco, alterar a probabilidade da ocorrência e diminuir a probabilidade das consequências.

2.4 Documentação e ferramentas para o processo de avaliação de riscos

A ISO 10006:2001, ao tratar dos processos relacionados aos riscos, afirma que “é particularmente importante que estes processos e seus resultados sejam documentados” (ABNT, 2001, p. 11).

Várias são as ferramentas e formas de documentação disponíveis para esse processo. Deve-se ter em mente que um modelo de documento reflete abordagens, metodologias e filosofias de trabalho. Nos dizeres de Tálamo (2001, p. 142), a documentação se apresenta como uma “forma de comunicação entre o usuário e os estoques informacionais, representando o conteúdo neles inseridos de forma condensada”. A autora, ainda, afirma que a linguagem documental resulta do modo de organização de objetos integrados. Nesse diapasão, deve-se ter em mente que a

escolha dos modelos de documentação para a fase de avaliação de riscos deve refletir uma abordagem adequada à instituição, ao projeto e à fase do processo de avaliação de riscos.

Dessa forma, a ISO 31010:2012 identifica a aplicação das principais técnicas e ferramentas, conforme quadro abaixo. Esses instrumentos, em geral, se apresentam como gráficos, textos e listas que podem ser entendidos, também, como formas de documentação de riscos.

Quadro 1: Técnicas e ferramentas avaliadas pela ISO 31010:2012

Ferramentas e técnicas	Processo de avaliação de riscos				
	Identificação de riscos	Análise de riscos			Avaliação de riscos
		Consequência	Probabilidade	Nível de risco	
Brainstorming	FA ¹	NA ²	NA	NA	NA
Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas	FA	NA	NA	NA	NA
Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Listas de verificação	FA	NA	NA	NA	NA
Análise preliminar de perigos (APP)	FA	NA	NA	NA	NA
Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP)	FA	FA	A ³	A	A
Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC)	FA	FA	NA	NA	FA
Avaliação de risco ambiental	FA	FA	FA	FA	FA
Técnica estruturada “E se” (SWIFT)	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de cenários	FA	FA	A	A	A
Análise de impactos no negócio	A ³	FA	A	A	A
Análise de causa-raiz	NA	FA	FA	FA	FA
Análise de modos de falha e efeito	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de árvore de falhas	A	NA	FA	A	A
Análise de árvore de eventos	A	FA	A	A	NA
Análise de causa e consequência	A	FA	FA	A	A

Ferramentas e técnicas	Processo de avaliação de riscos				
	Identificação de riscos	Análise de riscos			Avaliação de riscos
		Consequência	Probabilidade	Nível de risco	
Análise de causa e efeito	FA	FA	NA	NA	NA
Análise de camadas de proteção (LOPA)	A	FA	A	A	NA
Árvore de decisões	NA	FA	FA	A	
Análise de confiabilidade humana	FA	FA	FA	FA	A
Análise <i>Bow tie</i>	NA	A	FA	FA	A
Manutenção centrada em confiabilidade	FA	FA	FA	FA	FA
Sneak analysis (SA) e sneak circuit analysis (SCA)	A	NA	NA	NA	NA
Análise de Markov	A	FA	NA	NA	NA
Simulação de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	FA
Estatística Bayesiana e Redes de Bayes	NA	FA	NA	NA	FA
Curvas FN	A	FA	FA	A	FA
Índices de risco	A	FA	FA	A	FA
Matriz de probabilidade/consequência	FA	FA	FA	FA	A
Análise de custo/benefício	A	FA	A	A	A
Análise de decisão por multicritérios (MCDA)	A	FA	A	FA	A
1 FA – Fortemente aplicável 2 NA – Não Aplicável 3 A – Aplicável					

Fonte: Norma Brasileira ISO 31010:2012

Das ferramentas elencadas, ressalta-se a *Bow-Tie*, objeto do presente estudo. Como se pode ver, pela ISO 31010:2012, a ferramenta não é aplicável ao processo de identificação de riscos. Contudo, mostra-se aplicável ou fortemente aplicável para os demais processos relacionados à gestão de riscos.

2.4.1 Ferramenta *Bow-Tie*

O *Bow-Tie Analysis* ou “análise da gravata borboleta”, conforme salienta Borges (2018), permite rápida análise e descrição dos caminhos que levam a um risco, a seus resultados e à revisão dos controles. Sua proposta é representar atividades de gerenciamento de risco em constante evolução (KOPKIN, 2018).

Não há consenso quanto à origem da metodologia. Conforme o site do governo do Reino Unido, “suas raízes se encontram nas notas do curso da indústria química para uma palestra sobre análise de perigos dada na Universidade de Queensland em 1979”⁵ (UKG, 2018). Sabe-se que a metodologia começou a ser conhecida após o desastre da Piper Alpha, com a Royal Dutch/Shell adotando a ferramenta como o padrão da empresa para analisar e gerenciar riscos (UKG, 2018).

O instrumento *Bow-Tie* tem ganhado popularidade no gerenciamento de riscos (HOPKIN, 2018), pois oferece uma boa visão geral dos diferentes cenários e faz com que causas e consequências de um acidente sejam claramente identificadas.

O *Bow-Tie* permite que rapidamente se visualize como as ações de controle do risco agem em diferentes cenários (DIANOUS; FIEVEZ, 2006). Para Biasini (2015), bem como para Chapman (2016), trata-se de uma maneira esquemática de representação da ameaça identificada em um diagrama, simples de entender e de analisar os caminhos da ocorrência de um evento de risco, desde as suas causas até as suas consequências. O diagrama “mostra como várias ameaças podem levar à perda de controle de um risco e permitir que essa condição insegura se transforme em um número de consequências indesejáveis”⁶ (CCPS, 2018, p. xvi).

O objetivo do *Bow-Tie* é alcançar uma otimização balanceada entre competência das forças de trabalho e supervisão. A abordagem também prevê que as barreiras em si podem falhar, ao que, em livre tradução, denomina-se “decaimento da

barreira”. Devido a isso, barreiras secundárias são colocadas no sistema a fim de protegê-lo. Nessa abordagem, as melhorias no processo de gestão de risco não são feitas apenas pelo monitoramento e auditoria, mas, principalmente, pela melhoria dos processos (TRBOJEVIC, 2008; CHAPMAN, 2016).

Conforme destaca Trbojevic (2008), a técnica faz com que seja evitada a lógica booleana (sim/não), pois a análise das falhas de barreira não se dá entre “funcionando” e “não funcionando”, mas são medidas por meio de indicadores de eficiência. Outra característica da ferramenta é que ela faz com que rapidamente se visualize como as ações de controle do risco agem em diferentes cenários (DIANOUS; FIEVEZ, 2006).

Nesse modelo, o evento de perigo é representado pelo *top event* [no gráfico, um círculo no centro], conforme mostra a Figura 2. Ele representa a ameaça ao projeto ou, na “linguagem *bow-tie*”, a perda do controle. Tal evento pode ser disparado por um ou mais acontecimentos críticos (TRBOJEVIC, 2008; CHAPMAN, 2016).

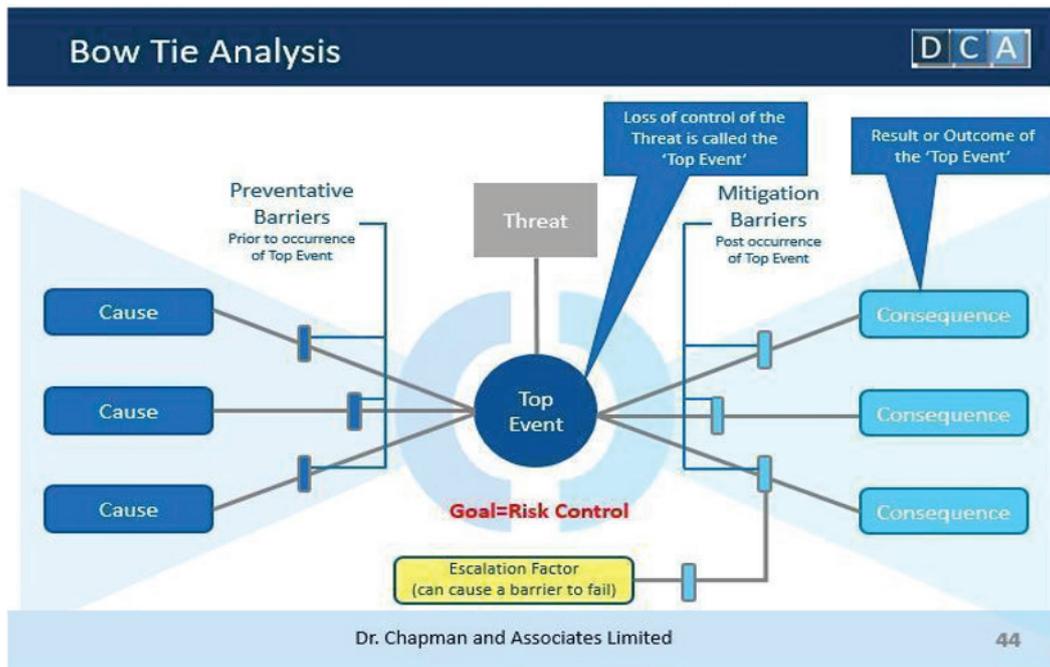
Na figura, as ameaças ou causas [à esquerda], são eventos que podem resultar em uma ou mais consequências [à direita]. As consequências teriam um efeito prejudicial na garantia dos objetivos do projeto (CHAPMAN, 2016).

Segundo Borges (2018), as barreiras – foco da abordagem *Bow-Tie* – existem para proteger o sistema das ameaças, tentam impedir que as causas disparem o evento principal na primeira instância ou, se o evento principal ocorrer, evitar as consequências ou mitigar seus impactos (CHAPMAN, 2016, p. 1).

5. Tradução nossa

6. Tradução nossa

Figura 2: Gráfico *Bow-Tie*



Fonte: Chapman (2016)

Para a identificação das barreiras, o método propõe a revisão sistemática do gráfico e da documentação por ele gerada. De acordo com Dianous e Fievez (2006, p. 7), no desenho das barreiras, “cada evento das árvores, ramo por ramo, deve ser examinado, e a seguinte pergunta deve ser feita: existe uma barreira de segurança que evita, impede, controla ou limita este evento?”⁷. Se sim, uma barreira de segurança deve ser colocada no ramo.

Por fim, a ferramenta *Bow-Tie* pode ser entendida, também, como uma ferramenta de comunicação (UGULINO, 2015). Chapman (2016) sugere que sejam utilizadas, sempre que possível, ferramentas visuais para capturar e comunicar informações sobre risco. Para o autor,

os membros de projetos tendem a se engajar melhor no que diz respeito ao gerenciamento de riscos quando trabalham com apoios visuais do que com relatórios, planilhas e apresentações. Para o autor, a vantagem da técnica *Bow-Tie* é que causas e consequências podem ser ilustradas juntas em uma página simples em que as barreiras podem ser identificadas. Nas palavras do autor:

Se um dos principais objetivos do gerenciamento de risco de projetos é garantir o envolvimento dos membros de projeto de forma a trabalharem colaborativamente para apoiar os processos de gerenciamento de riscos, todos os métodos que podem tornar isso uma realidade devem ser explorados.⁸ (CHAPMAN, 2016, p. 5).

7. Tradução nossa

8. Tradução nossa

3 MÉTODOS

De acordo com Gil (2002), a principal vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de possibilitar uma cobertura maior de fenômenos do que seria possível pesquisar diretamente. Essa vantagem é particularmente importante “quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço” (GIL, 2002, p.44).

A revisão integrativa é um gênero da revisão bibliográfica que combina dados da literatura teórica e empírica. Ela se utiliza de informações bibliográficas e eletrônicas e busca fundamentar teoricamente um determinado tema (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

Essa ferramenta de pesquisa é usada em tópicos novos e emergentes e, portanto, podem ser encontradas contradições ou discrepâncias entre a literatura e as observações (TORRACO, 2016).

No presente trabalho, adotou-se a revisão integrativa porque esta faz uso de estudos de metodologias diversas, anteriormente publicados, além de permitir análise e combinação de dados da literatura empírica e teórica a fim de elucidar o questionamento central desta pesquisa (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

Essa perspectiva permite a abrangência e o foco necessários para a inclusão de pesquisas diversas que possibilitam uma visão mais completa do tema a ser estudado, atingindo a complexidade necessária para que se possa diferenciar as contribuições efetivas para a gestão de riscos.

Essa metodologia se apresenta como alternativa ampla que permite combinar estudos com metodologias diversas de textos empíricos e teóricos, de forma direcionada à definição de conceitos, identificação de lacunas, revisão de teorias e análise metodológica dos estudos

sobre um determinado tópico (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

CONFORME DESTACA SOUZA (2010), A REVISÃO INTEGRATIVA PASSA PELOS SEGUINTE PASSOS: EM UM PRIMEIRO MOMENTO, DETERMINA-SE O OBJETIVO ESPECÍFICO, FORMULAM-SE OS QUESTIONAMENTOS A SEREM RESPONDIDOS OU HIPÓTESES A SEREM TESTADAS; POSTERIORMENTE A ISSO, ESTABELECEM-SE CRITÉRIOS PARA INCLUSÃO E EXCLUSÃO DE ESTUDOS/AMOSTRAGEM OU BUSCA NA LITERATURA.

Para a produção deste artigo, foram tomados os seguintes passos: i) definição dos critérios de busca e de indexação dos achados ao acervo; ii) análise quantitativa e qualitativa dos achados, tabulando-os, analisando-os com um software específico de análise de discurso denominado Iramuteq; bem como análise qualitativa dos textos; e iii) registro dos resultados, seguido da discussão e da conclusão.

Por critério de busca, decidiu-se padronizar o termo, assim como eliminar resultados dos indexadores de pesquisa nos quais o termo *bow-tie* não se relacionava com gerenciamento de riscos.

Assim sendo, tendo em vista que artigos e dissertações acadêmicos brasileiros colocam o sumário (*abstract*) também na língua inglesa, e que algumas ferramentas utilizadas na pesquisa

eram de cunho internacional, com o fito de padronizar a pesquisa nessas ferramentas, buscou-se, em todos os sites, pela expressão: *project bow-tie risk*.

Inicialmente, houve um ensaio para decidir entre as grafias *bowtie*, *bow-tie* e *bow tie* – junto, com hífen ou separado – a que melhor trouxesse retorno relacionado à ferramenta de risco, tendo-se optado por *Bow-Tie*.

Do conteúdo revocado pelas ferramentas, foram eliminados aqueles em que a expressão *Bow-Tie* se referia ao vestuário “gravata borboleta” ou a um gráfico utilizado em pesquisas genéticas. Também, para fins de recorte de pesquisa, as respostas dos buscadores que não incluíam a relação entre *Bow-Tie* e riscos ou entre *Bow-Tie* e projeto, foram eliminadas. Tendo em vista que as ferramentas de busca elencadas têm a política de colocar as respostas de maior similitude nas primeiras páginas de resposta à busca, neste trabalho, limitou-se a pesquisa à apenas primeira página de cada buscador.

Por meio da pesquisa com expressão padronizada nas ferramentas de busca dos próprios acervos, os textos, em inglês ou português, foram coletados das seguintes bibliotecas: Biblioteca da Universidade de Brasília (UnB), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Scielo, Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (Catálogo Capes), Plataforma O’Reilly, Google Acadêmico, Amazon Books.

Primeiramente, foi feita a triagem do material colhido a fim de excluir artigos não concernentes ao escopo ou à fundamentação teórica desta pesquisa. Após isso, seguindo o indicado no trabalho de Souza (2010), foi feita a definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados.

Do material resultante, procedeu-se à análise qualitativa e quantitativa. Para a análise qualitativa, os materiais foram analisados e comparados entre si. Para a quantitativa, separou-se todos os resumos apostados pelos próprios pesquisadores no início de seus trabalhos, adicionando a eles os textos dos livros nas partes referentes a *Bow-Tie* em projetos ou *Bow-Tie* em gestão de riscos.

Esse material foi concatenado em um corpus único e fez-se análise computadorizada por meio de sistema de exame bibliométrico e linguístico, conforme demonstrado na seção de desenvolvimento deste artigo. Os índices bibliométricos e linguísticos foram comparados à análise qualitativa e foram realizadas as inferências.

Entre artigos, livros – técnicos ou científicos –, trabalhos de conclusão de curso, teses ou dissertações, 36 achados se enquadraram no critério da pesquisa. Os dados encontrados foram tabulados em relação a: a) tipologia: livro, artigo ou tese/dissertação; b) naturalidade: se produção nacional ou internacional; c) site encontrado: nome do site pesquisado; d) aderência ao critério de pesquisa: os textos foram divididos entre aqueles que atendem a dois critérios de pesquisa – *bow-tie* e *risk* – e a três critérios de pesquisa – *risk*, *project* e *bow-tie*.

Para que se pudesse conhecer e analisar o conteúdo de parte dos achados, foram compilados todos os resumos (abstracts) iniciais dos artigos e teses nacionais e internacionais, tomando-se apenas os resumos dispostos em inglês. Também se copiou parte de dois livros – *Identifying and Managing Project Risk*, de Tom Kendrick; e *ERM – Enterprise Risk Management: Issues and Cases*, de Jean-Paul Louisot –, dos quais havia trechos disponibilizados na internet.

Com esse montante categorizado e compilado, procedeu-se a análise do discurso com o uso de um software livre, o Iramuteq (versão 0.7, alpha

2) – programa de interface R para análise multidimensional de textos e questionários, desenvolvido pelo Laboratório de Estudo e Pesquisa Aplicada em Ciências Sociais – LERASS da l’Université de Toulouse III. A amostra foi dividida entre as variáveis: naturalidade (nacional ou internacional) e tipo (artigo, livro ou dissertação/tese).

Foi procedida análise de especificidades, uma funcionalidade que “engloba o cálculo das frequências e os valores de correlação qui-quadrado de cada palavra do *corpus*” (SALVIATI, 2017, p. 39) – em outros termos, a função produz uma pontuação que, quanto maior, mais alinhado está o termo à variável da amostra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados encontrados foram compilados e tabulados, conforme as duas tabelas a seguir.

Tabela 1: Relação entre achados e natureza dos textos

Tipo de Texto	Naturalidade			
	Internacional		Nacional	
	Atende apenas às palavras <i>risk</i> e <i>bow-tie</i>	Atende às três palavras: <i>risk</i> , <i>project</i> e <i>bow-tie</i>	Atende apenas às palavras <i>risk</i> e <i>bow-tie</i>	Atende às três palavras: <i>risk</i> , <i>project</i> e <i>bow-tie</i>
Artigo	10	5	0	0
Livro	12	2	0	0
Tese/ Dissertação	0	0	0	7

Fonte: Dos autores (2021)

Tabela 2: Relação entre achados e origem do texto

Site	Artigo	Livro	Tese/ Dissertação
Amazon Books	0	3	0
BASE Search	5	0	0
Catálogo Capes	0	0	6
Google Acadêmico	10	1	0
Plataforma O’Reilly	0	10	0
BDTD	0	0	1
Scielo	0	0	0

Fonte: Dos autores (2021)

As informações sugerem que a temática “o uso da ferramenta *Bow-Tie* em gestão de riscos em projetos” ainda está nas fases iniciais no Brasil, tendo sido alvo apenas de dissertações em cursos de especialização *stricto sensu*, pouco explorada em livros técnicos brasileiros ou artigos acadêmicos. Enquanto isso, o assunto parece ser comum internacionalmente. Ressalta-se, aqui, o fato de a técnica *Bow-Tie* ter sido encontrada no site do Governo do Reino Unido.

Foram comparados, com base na leitura das obras, textos nacionais e internacionais, e pôde-se inferir que os textos internacionais selecionados estão mais aderidos à gestão de risco (qui-quadrado igual a 5.86), projeto (qui-quadrado igual a 2.42), causas (qui-quadrado igual a 2.3) e desenvolvimento de sistemas (qui-quadrado

igual a 1.25). Já os textos nacionais estão mais ligados à instituição das barreiras, conceito conforme *Bow-Tie* (qui-quadrado igual a 6.66), ao setor de construção civil (qui-quadrado igual a 4.84), à área de processos (qui-quadrado igual a 1.67) e ao setor industrial (qui-quadrado igual a 1.32).

Os dados, reforçados com a leitura dos textos, sugerem os textos nacionais estão mais ligados à gestão de riscos em processos, sobretudo na área industrial, principalmente no contexto da indústria petrolífera e de construção civil, enquanto, no âmbito internacional, os textos ligam a metodologia à gestão de riscos em projetos, inclusive no setor de desenvolvimento de sistemas.

5 CONCLUSÃO

O presente artigo buscou, por meio de revisão integrativa, perceber como a ferramenta *Bow-Tie* se insere no contexto de gestão de riscos em projetos. Como demonstrado, a ISO 31000:2009, que trata de gestão de riscos, possui aderência conceitual à gestão de riscos em projetos proposta pelo PMBOK.

Dito isso, considerando o disposto na ISO 31010:2012, a qual é complementar à ISO 31000:2009, constata-se a indicação da ferramenta *Bow-Tie* para as fases de análise, avaliação e tratamento de riscos. Dessa forma, com base nessas obras, vislumbra-se a viabilidade da utilização da ferramenta *Bow-Tie* em gestão de riscos de projetos.

Subsidiariamente, houve uma busca, em produção nacional e internacional, por textos acadêmicos ou técnicos que suportassem o

conceito da referida ferramenta em projetos. Pode-se afirmar que há carência de pesquisas nesse campo, principalmente no que se refere à produção acadêmica brasileira.

Quanto aos textos achados, identificou-se que, enquanto os textos de outros países aproximam-se do uso da metodologia em gestão de riscos em projetos, as pesquisas brasileiras estão voltadas para o seu uso contínuo em processos principalmente ligados à indústria.

Embora a leitura conjunta do PMBOK, da ISO 31000:2009 e da ISO 31010:2012, bem como de parte das referências utilizadas neste estudo, aponte para a usabilidade da metodologia *Bow-Tie* na gestão de riscos em projetos, a produção acadêmica encontrada se mostrou inconclusiva e incipiente nesse campo, o que sugere a necessidade de mais pesquisas referentes à problemática colocada.



THE BOW-TIE TOOL IN PROJECT RISK MANAGEMENT

ABSTRACT

Risk management is an important tool for increasing the probability of project success. The Bow-Tie tool is an approach pointed out by ISO 31010:2012 as helpful in the risk analysis process. This instrument has been used in the industrial sector in various parts of the world for risk management in a variety of areas; however, it has been little explored in Brazil. In view of that, the present paper, based on an integrative literature review, seeks to understand whether the tool is efficient for risk management in the case of projects. It was found that, although technical materials, such as the PMBOK, ISO 31000:2009 and ISO 31010:2012, point to the feasibility of its use with projects, the academic materials found are still incipient to allow for an accurate conclusion.

KEY-WORDS: Risk management. Project management. Bow tie.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT IEC 31010:2012: *Gestão de riscos-técnicas para o processo de avaliação de riscos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT ISO NBR 10006: *Gestão da qualidade – Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos*. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT ISO 31000:2009: *Gestão de riscos: princípios e diretrizes*. Committee Draft of ISO, v. 31000, 2009.

BIASINI, E. *Metodologia Bow Tie ou Gravata Borboleta*. Logísticos Oficial, São José dos Campos (SP), 2015. Disponível em: <https://www.logisticosoficial.com/single-post/2015/09/05/METODOLOGIA-BOW-TIE-OU-GRAVATA-BORBOLETA>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BLESER, C. S. *Gestão de risco no planejamento de manutenção: estudo de caso em plataformas de petróleo*. 2017. 65 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), 2017.

BORGES, Nathalia Ferreira. *Proposta de ferramenta de risco aplicável em projetos que utilizam o Scrum*. 2018. 70 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília. Brasília (DF), 2018.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY (CCPS). *Bow Tie in Risk Management: A Concept Book for Process Safety*. Bhopal (Índia): Ed. CCPS, 2018.

CHAPMAN, R. J. Securing participation in project risk management through the use of visual aids – The Bow Tie Method. *PM World Journal*, v. 5, n. 4, 2016.

DIANOUS, V.; FIEVEZ, C. Aramis project: A more explicit demonstration of risk control through the use of bow-tie diagrams and the evaluation of safety barrier performance. *Journal of Hazardous Materials*, v. 130, n. 3, p. 220-233, 2006.

FERREIRA, B. A. A. *et al.* Gestão de Riscos em Projetos: uma análise comparativa da norma ISO 31000 e o Guia PMBOK, 2012. *Revista de Gestão e Projetos – GeP*, v. 4, n. 3, p. 46-72, 2013.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE SCHOLAR. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Google_Scholar&oldid=52727828. Acesso em: 23 jul. 2018.

HOPKIN, P. *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. New York: Kogan Page Publishers, 2018.

RISCO. In: HOUAISS, A; VILLAR, M. S. Grande Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa - Versão Eletrônica (Online). UOL, 2021. Disponível em: https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol_www/v5-4/html/index.php#1. Acesso em: 09 set. 2021.

MINISTRY OF DEFENCE AND MILITARY AVIATION AUTHORITY – United Kingdom Government (UKG). *BowTie: a visual tool to keep an overview of risk management practices*. UK, jun. 2018. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/news/bowtie-a-visual-tool-to-keep-an-overview-of-risk-management-practices>. Acesso em: 16 abr. 2019.

PMBOK. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. Guia PMBOK®, 5. ed., v. 123, p. 25, 2013.

SALVIATI, M. E. *Manual do Iramuteq* (versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2.3 – IraMuTeQ/LERASS). Planaltina (DF), mar. 2017. Disponível em: <http://iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>. Acesso em: 18 abr. 2019.

SOBRE OS AUTORES



João Artur de Souza

Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e Pós-doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000).

Graduação em Matemática (Licenciatura) pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989), Mestrado em Matemática e Computação Científica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993), Graduação em Direito pela Universidade do Sul Catarinense (UNISUL). Trabalhou na Universidade Federal de Pelotas, de 1993 a 2007, como professor na área de Matemática, atuando também em Educação a Distância. Enquanto professor da Universidade Federal de Pelotas, foi coordenador do Curso de Matemática a Distância, trabalhando com ambiente virtual de aprendizagem, preparação de material didático e objetos de aprendizagem. Atualmente, é professor da Universidade Federal de Santa Catarina do Departamento de Engenharia do Conhecimento, líder do Grupo de Pesquisa IGTI e membro do Grupo ENGIN – Engenharia da Integração e Governança do Conhecimento. Na graduação, tem trabalhado com disciplinas das áreas de Métodos Quantitativos de Pesquisa, Gestão da Inovação, Lógica Matemática e Técnicas da Engenharia do Conhecimento. Na pós-graduação, tem atuado como professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC na área de Engenharia do Conhecimento. Atua nas áreas de pesquisa: Gestão da Tecnologia da Informação, Educação a Distância, Inovação, Gestão da Inovação e Inteligência para Inovação. Tem experiência na área de inteligência artificial, mais especificamente: redes neurais, conjuntos difusos e algoritmos genéticos.

SOUZA, M.; SILVA, M.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer? *Einstein*, v. 8, n. 1, p. 102- 106, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/QTbkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 jul. 2018

TÁLAMO, M. F. G. M. Terminologia e documentação. *Tradterm*, v. 7, 141-151. 2001.

TORRACO, R. J. Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review*, v. 15, n. 4, p. 404-428, 2016.

TRBOJEVIC, V. M. *Optimising hazard management by workforce engagement and supervision*. RR637 Research Report, HSE - Health and Safety Executive. London: Risk Support Limited, 2008.

UGULINO, K. L. C. A. *Metodologia dinâmica de suporte à decisão: estudo de caso da aplicação da metodologia Bow-Tie na análise de risco de um FPSO na fase de operação*. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), 2015.

VALLE, A. B. *Fundamentos do gerenciamento de projetos*. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.



Jeferson Tadeu de Souza

Mestrando em Administração na Universidade de Brasília (UnB). MBA em Gestão de Projetos. Especialista em Gestão Estratégica de TI.

Policial Rodoviário Federal. Possui experiência em gestão de projetos de inovação no Governo Federal.

ELABORAÇÃO DE BARRA DE CEREAL A PARTIR DE FARINHA DE ORA-PRO-NÓBIS E RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DE ABACAXI

Andreia Faiom¹
Angela Lusa Lodi Savoldi²
Emanoela Regina Mattiello³

RESUMO

Devido às mudanças no estilo de vida da população e das necessidades de busca por fontes alternativas de nutrientes, novos produtos vêm surgindo no mercado, e, por isso, estudos com o uso de subprodutos e plantas não convencionais são realizados. As barras de cereais proteicas devem possuir 10 g de proteína por porção e representam uma opção diferenciada no mercado. Com o objetivo de desenvolver um produto de alto valor proteico, elaborou-se uma barra de cereais com adição de farinha de ora-pro-nóbis, utilizando a casca do abacaxi para a produção da calda ligante. Após a produção de duas formulações, as barras foram submetidas a análises físico-químicas e análise sensorial. A barra obtida não pôde ser designada como barra proteica, porém notou-se que, quando comparada com as barras de cereais comercializadas, apresentou níveis duas vezes maiores de proteínas. Para as duas formulações produzidas, os níveis de cinzas e umidade analisados ficaram dentro dos parâmetros da legislação. Comparados à literatura, os valores de lipídeos e carboidratos foram inferiores, porém o valor calórico foi superior. Através da análise sensorial, com uso de escala hedônica de nove pontos, notou-se que F1 obteve melhor aceitação quando comparada com F2 para todos os atributos: crocância, sabor, textura e avaliação global. Conclui-se que a utilização do subproduto de abacaxi e da planta não convencional ora-pro-nóbis foi satisfatória, porém recomenda-se um novo estudo para elevar o nível de proteína do produto e poder atingir o objetivo inicial.

PALAVRAS-CHAVE: Barra proteica. Resíduo. Abacaxi. Ora-pro-nóbis.

1. Doutora, e-mail: andreiafaion57@gmail.com
2. Mestranda, e-mail: angelalodi@gmail.com
3. Mestranda, e-mail: emanoelamatiello@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A tendência de se ingerir alimentos nutritivos e seguros já faz parte da rotina de muitas pessoas, especialmente devido à divulgação de que a ingestão de alimentos balanceados constitui a maneira correta de evitar ou até mesmo corrigir problemas de saúde (SILVA *et al.*, 2011; GUTKOSKI *et al.*, 2007).

ENTRE AS TENDÊNCIAS APONTADAS PELO RELATÓRIO *GLOBAL TASTE TRENDS 2021* (KERRY, 2021) ESTÁ A BUSCA POR ALIMENTOS *HEALTH HALO*, OU SEJA, AQUELES QUE TRAZEM BENEFÍCIOS À SAÚDE DO CONSUMIDOR, ALÉM DO SABOR E EXPERIÊNCIA AGRADÁVEL. O RELATÓRIO CITA QUE ESSA BUSCA AUMENTOU DRASTICAMENTE APÓS A PANDE- MIA DE COVID-19.

Sendo assim, essa demanda abre espaço para o desenvolvimento de novos produtos, já que as empresas, seguindo as tendências indicadas, estão preocupadas com a produção de alimentos com um melhor perfil nutricional (REGO *et al.*, 2020). Entre esses, destacam-se os funcionais, como os cereais, visto que exercem papel vital no estilo de vida moderno, principalmente devido à sua conveniência e praticidade, como é o caso das barras de cereais e barras energéticas (FREITAS; MORETTI, 2006).

As barras de cereais se enquadram, segundo a legislação, em cereais processados, podendo ser obtidos a partir de cereais laminados, extrusados, pré-cozidos, entre outros. Podem ter cobertura,

formatos e texturas diversos e receber adição de variados ingredientes desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

Entre os ingredientes que podem ser adicionados às barras, já tem sido investigado por diversos autores o uso de resíduos (subprodutos) agroindustriais, o que pode contribuir para agregação na qualidade tecnológica e nutricional dos alimentos, fornecendo fibras, minerais e vitaminas, além de reduzir os impactos ambientais (FONSECA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2017).

Esses resíduos são provenientes de diversos tipos de processamento, por exemplo, o de frutas, sendo uma delas o abacaxi. Cerca de 60 % do peso do abacaxi é resíduo, seja casca, coroa, aparas ou centro; desse valor, 31,7 % representam a casca, que pode ser utilizada em diversos subprodutos (SILVA; ZAMBIAZI, 2008). Levando em consideração os dados expostos e sabendo que no ano de 2019 a produção brasileira de abacaxi foi de 1.617.684 mil unidades (IBGE, 2020), pode-se afirmar que há um grande volume de resíduo gerado devido à sua industrialização.

A população vem buscando novas fontes de obtenção de nutrientes, por exemplo, proteínas, principalmente com o aumento do número de pessoas vegetarianas, veganas, praticantes de atividades físicas que buscam uma alimentação alternativa e mais saudável. Devido à essa necessidade, surgiram as barras proteicas, que, conhecidas no mercado pelo seu alto custo, são muito utilizadas por quem quer ganhar massa muscular (FARIA, 2014).

Morgan, em 1974, patenteou a primeira barra proteica, desenvolvida para suprir as necessidades proteicas de militares e praticantes de exercícios físicos.

Segundo a RDC n.º 18 de 27 de abril de 2010 (BRASIL, 2010), suplementos proteicos são aqueles destinados a complementar as necessidades proteicas do ser humano e devem possuir no mínimo 10 g de proteína por porção. Ainda conforme a RDC 18, 50 % do valor energético oriundo das proteínas pode ser adicionado de vitaminas e minerais e não pode ser adicionado de fibras alimentares e não nutrientes.

Assim, novas alternativas de fonte proteica surgem no mercado, e em destaque estão as proteínas vegetais, muitas vezes oriundas de plantas não convencionais, podendo-se citar como exemplo a ora-pro-nóbis.

Esse nome vem do latim e significa “rogai por nós”. Cientificamente, a planta é conhecida como *Pereskia* e somente as suas folhas são comestíveis. Para o consumo, essas folhas podem ser processadas de diferentes maneiras: refogada, em saladas, sopas e como farinha, visto que os teores de proteínas são mantidos após submissão em altas temperaturas (PAULA *et al.*, 2016).

A ora-pro-nóbis está entre os vegetais que mais possuem proteínas, sendo que algumas das suas variedades chegam até 25 % da matéria seca. Por isso, ela é conhecida como a carne dos pobres (MADEIRA *et al.*, 2013).

Além do alto teor proteico, as folhas desse cactáceo possuem teor destacável de vitamina C, fósforo, magnésio, manganês, cálcio e ferro – por isso, ela pode ser utilizada como um suplemento alimentar, visto que contém elevado potencial para o combate à fome (BRASIL, 2010; CARDOSO *et al.*, 2017) e é rica em fibras, podendo ser útil na melhoria do perfil lipídico e no tratamento de constipações intestinais (MARINELLI, 2016).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma barra de cereais com alto teor proteico, utilizando como fonte de proteína o cactáceo *Pereskia*, espécie *aculeata*, e com o aproveitamento de resíduo agroindustrial, a casca do abacaxi, para a produção do xarope ligante. Serão realizadas análises físico-químicas e análise sensorial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Farinha de ora-pro-nóbis

As folhas de ora-pro-nóbis foram coletadas em horta particular na cidade de Xaxim/SC, no dia anterior à sua secagem, no mês de março de 2018. Estas foram conduzidas ao Laboratório de Processamento de Frutas e Vegetais do SENAI Chapecó/SC, onde foram higienizadas. Foram lavadas em água corrente e, depois, imersas em solução de 2 % de hipoclorito de sódio por 10 minutos e lavadas em água corrente novamente.

Depois disso, as folhas foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçado a 45 °C até completa secagem (60 horas),

segundo a metodologia empregada por Rocha *et al.* (2008), sendo posteriormente triturada em liquidificador industrial, obtendo-se, assim, a farinha de ora-pro-nóbis.

2.2 Calda de casca de abacaxi

As cascas de abacaxi foram cedidas por uma agroindústria familiar, da cidade de Concórdia/SC, a qual realiza processamento de polpas de frutas. As mesmas foram congeladas até sua utilização.

Para a produção da calda, utilizada como xarope ligante a ser empregado na formulação da barra

de cereais proteica, foram utilizadas as cascas e água na proporção 1:1,5, mantendo-as em fervura até seu amolecimento. A partir disso, foram produzidas duas formulações de calda ligante, sendo a Formulação 1 (F1) produzida a partir do chá das cascas de abacaxi e açúcar mascavo, na proporção 8:1, e a Formulação 2 (F2) elaborada a partir da moagem das cascas cozidas e peneiradas, retirando somente o filtrado, o qual foi reduzido com adição de açúcar mascavo na mesma proporção que em F1.

2.3 Barra de cereais proteica

Os ingredientes sólidos para a produção das barras de cereais proteicas foram obtidos em comércio local da cidade de Chapecó/SC.

2.3.1 Formulação

A Tabela 01 apresenta os ingredientes utilizados para a produção das barras de cereais proteicas, sendo empregada a mesma proporção para ambas as formulações.

Tabela 1: Ingredientes e formulação da barra de cereais proteica

Ingredientes	Quantidade (%)
Calda de casca de abacaxi	39,7
Amendoim	14
Castanha	14
Aveia em flocos	10,5
Flocos de arroz	10,5
Farinha de ora-pro-nóbis	10,5
Canela em pó	0,8

Fonte: Das autoras (2018)

2.3.2 Preparo da barra de cereais proteica

Em balança semianalítica, foram pesados os ingredientes secos e acondicionados em vasilha. Adicionou-se a calda ligante ainda quente, em cada uma das formulações.

Após obtenção de uma massa homogênea e com boa consistência, acondicionou-se em forma de aço inox revestida com papel alumínio, compactando-a.

Em seguida, as mesmas foram assadas em forno pré-aquecido a 180 °C por 10 minutos; quando retiradas, resfriaram-se em bancada até

temperatura ambiente e seguiram para o corte. Após o corte, as barras foram armazenadas em pote plástico e revestidas com papel manteiga, sendo mantidas em temperatura ambiente até a realização das análises no dia seguinte.

2.4 Análises físico-químicas

Para a caracterização da barra de cereais proteica, foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: umidade, em estufa a 105 °C, por 24 horas; cinzas, por calcinação da amostra em mufla a 550 °C, até peso constante e obtenção de cinzas brancas; lipídeos, por extração com éter

de petróleo, utilizando sistema Soxhlet; proteína total, pelo método de Kjeldahl, com base na determinação do nitrogênio total, utilizando fator de conversão de 6,25; e carboidratos, por diferença. Todos os ensaios foram realizados em triplicata no Laboratório Físico-Químico do SENAI, conforme as metodologias descritas no Livro de Métodos do Instituto Adolfo (2008).

O cálculo do valor calórico foi realizado através dos coeficientes de Atwater, em que foram utilizados os valores para proteínas de 4,0 kcal.g⁻¹, carboidratos de 4,0 kcal.g⁻¹ e lipídeos de 9,0 kcal.g⁻¹(WATT, 1963).

2.5 Análise sensorial

As barras de cereais proteicas foram submetidas à análise sensorial através do teste de aceitação de atributos, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de uma extremidade a outra desde “1- desgostei muitíssimo” a “9- gostei muitíssimo”, com a mediana “indiferente”. Os atributos analisados foram: sabor, textura, crocância e avaliação global, existindo ainda um campo para comentários adicionais dos julgadores (IAL, 2008), conforme Figura 1.

Figura 1: Ficha de avaliação sensorial
TESTE SENSORIAL DE ACEITAÇÃO

Nome: _____ **Data:** _____ **Idade:** _____

Sexo: Masculino Feminino

Você tem o costume de consumir barras de cereais? Sim Não

Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita, e use a escala para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo. Por fim, dê a nota para aceitação global. Enxague a boca com água e espere 30 segundos entre uma amostra e outra.

9 - Gostei muitíssimo
8 - Gostei muito
7 - Gostei moderadamente
6 - Gostei ligeiramente
5 - Indiferente
4 - Desgostei ligeiramente
3 - Desgostei moderadamente
2 - Desgostei muito
1 - Desgostei muitíssimo

Codigo da amostra		
Sabor		
Textura		
Crocância		
Avaliação Global		

Caso tenha alguma sugestão para o produto escreva-a aqui: _____

Fonte: Das autoras (2018)

As análises sensoriais foram realizadas em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial do SENAI Chapecó. Foram selecionados 60 julgadores voluntários, frequentadores da instituição.

Os provadores, após se acomodarem nas cabines, receberam aproximadamente 12 g de amostra,

acondicionadas em embalagem descartável e codificadas com números aleatórios. Também foi fornecido um copo com água para minimizar os efeitos de resíduos da degustação. Após provarem as amostras, os participantes responderam a ficha de avaliação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização físico-química

A Tabela 02 apresenta os resultados encontrados nas análises físico-químicas realizadas para as duas formulações e os valores necessários segundo a legislação para umidade e proteína; já cinzas, gordura e carboidrato não estão definidos pela legislação nos padrões de identidade e qualidade do produto.

Tabela 2: Caracterização físico-química

Formulação	Cinzas (g/100 g)	Umidade (g/100 g)	Proteína (g/100 g)	Gordura (g/100 g)	Carboidrato (g/100 g)
F1	4,00	11,53	11,34	14,38	58,61
F2	4,03	13,96	11,02	14,10	54,91
Legislação	-	15,00 ¹	50,00 ²	-	-

Fonte: Das autoras (2018). ¹BRASIL, 2010. ² BRASIL, 2005.

A análise de cinzas fornece uma indicação da riqueza de minerais na amostra, identificando no alimento principalmente: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, entre outros, além de permitir conhecer sua matéria orgânica (SILVA; QUEIROZ, 2005). Neste caso, obteve-se valores muito próximos para as duas formulações, já que a base da produção das barras era a mesma. Quando se compara com a literatura, percebe-se que a barra de cereais deste estudo, provavelmente, possui uma quantidade superior de minerais, já que Santos (2010) encontrou valores próximos de 1,00 g/100 g no

desenvolvimento de barra de cereais acrescida de farinha de banana verde.

Segundo a RDC n.º 263 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), o padrão de umidade para produtos de farinha, cereais e farelos deve ser inferior a 15 %, sendo assim, observa-se que os valores encontrados para as duas formulações condizem com a legislação.

Mesmo as duas formulações estando dentro dos parâmetros da legislação para umidade, foram obtidos valores diferentes para ambas, e isso se deve à diferença das caldas ligantes, de casca

de abacaxi, utilizadas. A calda ligante de F2 foi produzida a partir da casca de abacaxi batida e filtrada e posteriormente reduzida com açúcar mascavo, ficando com um aspecto mais grosso, úmido e macio, diferente da calda de F1, em que se utilizou-se o chá das cascas de abacaxi reduzido com açúcar mascavo, o que fez com que a maior parte da água fosse evaporada e a calda ficasse mais firme e cristalina.

A alta umidade nos alimentos favorece a proliferação microbiana e reduz a crocância, aspecto importante quando se fala em barra de cereais. Alguns autores encontraram resultados semelhantes ao deste trabalho no desenvolvimento desse tipo de produto. Baú *et al.* (2010) encontraram o valor de 12,5 g/100 g no desenvolvimento de barra alimentícia com alto valor proteico. Leite (2013) também obteve resultados parecidos em suas três formulações de barras de cereais com adição de farinha de casca de banana, variando de 11,41 a 12,89 g/100 g. Com a utilização da farinha de ora-pro-nóbis, Rocha *et al.* (2008) também obtiveram resultados condizentes com a legislação na produção de macarrão, encontrando um valor de 10,47 g/100 g para umidade do produto, e para a farinha de ora-pro-nóbis, um valor de 6,53 g/100 g.

Os teores de proteínas foram semelhantes para as duas formulações, porém não atingiram a quantidade necessária para que a barra pudesse ser caracterizada como alimento proteico, como era o objetivo deste trabalho. Segundo a RDC n.º 18, de 27 de abril de 2010, o produto pronto deve conter no mínimo 10 g de proteína na porção. Vale ressaltar que, de acordo com a RDC n.º 359, de 23 de dezembro de 2003, a porção para esse alimento é 20 g.

Quando comparado o resultado deste estudo com referências na literatura, nota-se que valores inferiores a 11,34 e 11,02 g/100 g foram obtidos, já que a barra de cereais com elevado

valor proteico, elaborada por Baú *et al.* (2010), possuía teor de proteína de 15,8 g/100g; entretanto, vale destacar que houve adição de proteína texturizada de soja, o que facilitou esse aumento no resultado.

A fonte de proteína da barra de cereais deste estudo foi a planta não convencional ora-pro-nóbis, que também foi usada por Rocha *et al.* (2008) para a produção de macarrão. Os autores realizaram análise de proteína na planta e obtiveram o resultado de 22,93 %, comprovando que a mesma é uma boa fonte desse nutriente. Esses autores, quando adicionaram apenas 2 % da planta não convencional ao seu produto, conseguiram um valor de 17,21 % de proteína. Já no presente estudo, utilizou-se a quantidade de 10,5 % de farinha de ora-pro-nóbis, porém, mesmo sendo uma quantidade cinco vezes maior do que a utilizada por Rocha *et al.* (2008), foram obtidos somente 11 % de proteína no produto final. Essa diferença pode ter ocorrido devido aos demais ingredientes utilizados nos produtos, uma vez que, no caso do macarrão, outros ingredientes podem ter fornecido proteína ao produto final, como os ovos.

Quando os referidos resultados são comparados aos de barras de cereais comercializadas atualmente, com apelo proteico, verifica-se um resultado bem distante do encontrado no estudo – valores próximos a 30 g/100 g. Já as barras de cereais comerciais sem apelo proteico possuem valores em torno de 5 g/100 g, ou seja, inferiores ao deste estudo, indicando que esta ainda possui melhores valores do que algumas disponíveis no mercado.

Para a análise de gordura, foram obtidos valores próximos para as duas formulações: 14,38 e 14,10 g/100 g para F1 e F2, respectivamente. Dessa maneira, pode-se concluir que as diferentes caldas não influenciaram o resultado.

Quando comparados aos de outros autores, os valores obtidos neste estudo foram inferiores, a citar, por exemplo, Faria (2014), que obteve em torno de 20 g/100 g de lipídeos em suas três formulações de barras proteicas – mesmo valor que Grden *et al.* (2008) em barras de cereais para praticantes de atividades físicas. Isso mostra que a barra de cereais deste estudo teria menos gordura, o que é ideal para pessoas que buscam uma alimentação saudável.

Os valores de carboidratos (58,61 e 54,91 g/100 g) foram inferiores quando comparados aos de Fonseca *et al.* (2011), que encontraram o valor de 69,98 g/100 g em barra de cereais também produzida com casca de abacaxi, ou aos de Leite (2013), que encontrou valor de 66,33

g/100 g em sua barra de cereais com adição de 10 % de farinha de banana e que também, no mesmo estudo, adicionando 20 % de farinha, obteve o valor de 56,12 g/100 g, mais aproximado ao alcançado neste estudo. Rocha *et al.* (2008) também encontraram valor superior (64,96 g/100 g) quando produziram macarrão acrescido de farinha de ora-pro-nóbis, e que fizeram a análise da farinha de ora-pro-nóbis e obtiveram um valor de 36,18 g/100 g para carboidratos, mostrando que a planta não tem valores elevados desse nutriente.

As formulações finais das barras de cereais aqui elaboradas apresentaram informações nutricionais, conforme descrição nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Informação nutricional barra de cereais F1

Porção de 20 g (1 barra)		
Quantidade por porção		%VD
Valor Calórico	81,8 kcal - 344,2 kJ	4 %
Carboidrato	11,7 g	4 %
Proteína	2,3 g	3 %
Gorduras Totais	2,9 g	5 %
*% Valores diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas quantidades energéticas.		

Fonte: Das autoras (2018)

Tabela 4: Informação nutricional barra de cereais F2

Porção de 20 g (1 barra)		
Quantidade por porção		%VD
Valor Calórico	78,1 kcal - 328,5 kJ	4 %
Carboidrato	11 g	4 %
Proteína	2,2 g	3 %
Gorduras Totais	2,8 g	5 %
*% Valores diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas quantidades energéticas.		

Fonte: Das autoras (2018)

As informações nutricionais para as barras de cereais elaboradas tiveram valores bem semelhantes, visto que, como já mencionado, suas matérias-primas diferiram entre si somente pela calda ligante. De maneira geral, as formulações elaboradas neste estudo obtiveram alto valor energético, com baixa concentração de carboidratos e gorduras e elevado valor de proteínas quando comparado com o de barras de cereais comerciais.

3.2 Análise sensorial

A aceitabilidade dos atributos sabor, crocância, textura e avaliação global para as duas formulações de barras de cereais foi analisada com a participação de 60 avaliadores não treinados, sendo 26 homens e 34 mulheres, com idade média de 25 anos. A Tabela 5 apresenta os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tuckey a 5 % de significância.

Tabela 5: Resultados obtidos no teste de aceitação

Formulação	Sabor	Crocância	Textura	Avaliação Global
F1	7 ^a	7 ^a	7 ^a	7 ^a
F2	5 ^b	5 ^b	6 ^b	6 ^b

Valores na mesma coluna seguidos de letras minúsculas diferentes diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Fonte: Das autoras (2018)

Os valores de diferença mínima significativa (DMS), obtidos através do Teste de Tuckey, foram de 0,070 para sabor, 0,118 para crocância, 0,065 para textura e 0,071 para a avaliação global. Nota-se, portanto, que a maior diferença nas notas dos provadores foi obtida para o quesito crocância.

As duas formulações, para todas as características avaliadas, diferiram significativamente (95 % de confiança), apesar da mudança em apenas um dos seus ingredientes: a calda ligante.

A utilização do resíduo do abacaxi em sua totalidade, sendo batida e filtrada, fez com que a formulação F2 apresentasse aspecto mais úmido, o que foi comprovado nas análises físico-químicas. Outro aspecto diferente foi o sabor, ficando mais suave, fato observado pelos provadores, pois houve notas menores para esse item em comparação à F1.

Esses dois atributos são relevantes e fundamentais para a aceitação do consumidor quando se

trata de barras de cereais, tanto que os próprios julgadores deixaram alguns comentários sobre a maciez demasiada do produto, sua menor crocância e o aspecto quebradiço. A calda da F2 não cumpriu sua tarefa, que era fazer a ligação dos ingredientes secos.

Isso fez com que as notas atribuídas para F1 fossem maiores, indicando que a média dos provadores gostaram moderadamente de todos os aspectos da formulação, o que foi percebido também através de seus comentários deixados na ficha de avaliação.

Dessa forma, nota-se que a adição de diferentes caldas foi percebida pelos provadores. A favorita foi a calda produzida a partir do chá do abacaxi reduzido com o açúcar mascavo, a qual obteve as melhores notas e comentários nas fichas dos julgadores.

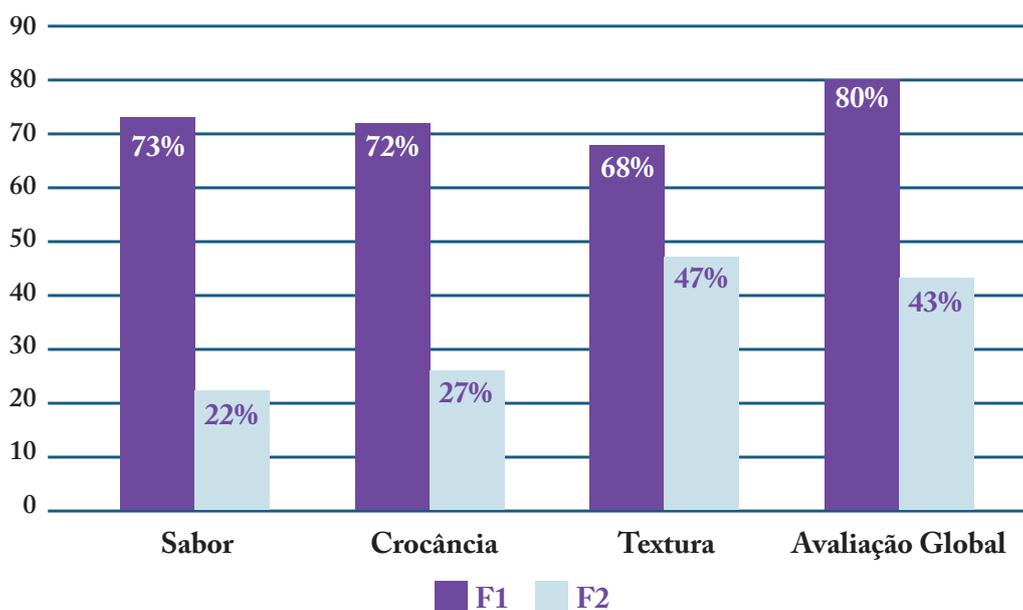
Sobre a farinha de ora-pro-nóbis, as duas formulações possuíam a mesma quantidade do ingrediente em sua formulação, o que não

influenciou os aspectos sensoriais da barra de cereais; porém, sua coloração pode ter influenciado no aspecto de avaliação global da barra – resultado este não comprovado devido à falta de comentários dos julgadores.

De acordo com Monteiro (1982), o Índice de Aceitabilidade mínimo de um produto, para análise de seus atributos sensoriais, é de 70 %.

Sendo assim, nota-se, através do Gráfico 1, que os atributos sabor, crocância e aceitação global da F1 passaram o índice mínimo de aceitabilidade; todavia, o atributo textura não alcançou essa marca, mesmo estando muito próximo dela. A F2 não chegou ao índice mínimo de aceitabilidade em nenhum dos quesitos analisados.

Gráfico 1: Aceitação dos avaliadores.



Fonte: Das autoras (2018)

Fonseca *et al.* (2011) também produziram barras de cereais com casca de abacaxi, utilizando uma geleia da fruta como calda ligante. Eles obtiveram resultados superiores para aceitação do produto para todos os aspectos, entre 91 % e 93 %, porém eles utilizaram outros ingredientes que, caso fossem usados neste estudo, fariam com que a barra perdesse sua saudabilidade.

Leite (2013) também conseguiu atingir o Índice de Aceitabilidade para suas barras de cereais acrescidas de 10 % e 20 % de farinha de casca de banana, que, para o item impressão global, pontuaram 75 %; porém as barras não atingiram o nível de 70 % para os aspectos de cor, textura e aparência, em decorrência da coloração escura das barras de cereais. Esse mesmo fato pode ter influenciado as notas dos provadores no presente estudo, já que a adição da farinha de ora-pro-nóbis causou escurecimento do produto, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Barra de cereais de ora-pro-nóbis e calda de casca de abacaxi



Fonte: Das autoras (2018)

De maneira geral, caso venha a ocorrer o lançamento da barra de cereais F1 ao mercado consumidor, é necessário realizar melhorias em sua formulação e novas análises sensoriais, como a análise descritiva quantitativa (ADQ).

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados alcançados no presente trabalho, pode-se concluir que a barra de cereais da Formulação 1 (F1) teve melhor aceitação diante da análise sensorial, cuja avaliação global obteve um índice de aceitabilidade de 80%, o que é 10% acima do mínimo necessário no quesito aceitação do produto.

As barras de cereais produzidas não obtiveram o mínimo de quantidade de proteína recomendada pela legislação para serem chamadas de proteicas, porém, quando comparadas com barras de cereais comerciais sem esse apelo, o teor de proteínas ficou duas vezes maior. Com relação à umidade, outro parâmetro exigido por legislação, os valores ficaram dentro do padrão – isso indica que o produto manterá sua crocância e terá sua vida de prateleira conservada em função de sua estabilidade, qualidade e composição dos alimentos utilizados em sua produção.

A utilização de resíduo agroindustrial (casca de abacaxi) para a produção da barra de cereais foi viável tecnologicamente e pode ser uma alternativa de reaproveitamento do subproduto. A farinha de ora-pro-nóbis deixou a barra de cereais com cor escura (verde escuro), o que pode ter influenciado em sua avaliação sensorial, mas que, em contrapartida, gerou o aumento do valor proteico, sendo considerado um produto com apelo funcional, característica que está dentro das tendências de consumo para a próxima década (REGO *et al.*, 2020).

Por fim, recomenda-se que sejam realizadas melhorias na Formulação 1 e novas análises, como a microbiológica, para que o objetivo deste trabalho seja alcançado e a barra possa ser lançada no mercado como alimento proteico com índice positivo de aceitabilidade para todas as suas características na análise sensorial do produto.



PREPARATION OF A CEREAL BAR USING PERESKIA ACULEATA FLOUR AND PINEAPPLE AGROINDUSTRIAL WASTE

ABSTRACT

With the changes in people's lifestyles and the increasing need for alternative sources of nutrients, new products have appeared on the market, therefore studies on the use of byproducts and unconventional plants have been carried out. Protein cereal bars must have at least 10 g of protein per serving and represent a distinguished option on the market. In order to develop a high protein product, cereal bars were prepared with the addition of Pereskia aculeata (a shrub called ora-pro-nóbis in Brazil) flour, using pineapple skin to produce the binding syrup. Under two different formulations (F1 and F2), the bars underwent physical-chemical analysis and sensory evaluation. The bar obtained did not meet the criteria to be classified as a protein bar, but when compared to marketed cereal bars, it yielded twice the protein levels of those. In both the formulations, the levels of ash and moisture analyzed were within the parameters of the law. Compared to findings in the literature, the product obtained is lower in lipids and carbohydrates, but its calorific value was higher. Through sensory evaluation, with a nine-point hedonic scale, F1 showed better acceptance when compared to F2 for all attributes: crispness, flavor, texture and overall acceptability. The results led to the conclusion that the use of pineapple by-product and the unconventional plant Pereskia aculeata was satisfactory; however, further research is recommended to increase the product's protein level and achieve our initial aim.

KEY-WORDS: Protein bar.
Agroindustrial waste.
Pineapple. Pereskia aculeata.

REFERÊNCIAS

BAÚ, T. R.; CUNHA, M. A. A.; CELLA, S. M.; OLIVEIRA, A. L. J.; ANDRADE, J. T. Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 41-52, 2010. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/519>. Acesso em: 04 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual de hortaliças não-convencionais*. Brasília (DF), 2010. 94 p.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada n.º 18, de 27 de abril de 2010. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília (DF), 2010. Seção 1, p. 211.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada n.º 263, de 22 de setembro de 2005. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília (DF), 2005. Seção 1, p. 368.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada n.º 359, de 23 de dezembro de 2003. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília (DF), 2003. Seção 1.

CARDOSO, G. de M., RIBEIRO, K. P., COSTA, B. E. dos S. Composição química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Mill.) aplicada em suplementação alimentar no combate à desnutrição infantil. In: Congresso Mineiro de Engenharias e Arquiteturas – CENAR. 2017, Patos de Minas. *Revista Cenar*, Patos de Minas: UNIPAM, 2017. Disponível em: <http://revistas.unipam.edu.br/index.php/cenar/article/view/650/316>. Acesso em: 13 fev. 2018.

FARIA, W. C. S. *Desenvolvimento, caracterização nutricional e avaliação sensorial de barra proteica diet suplementada com isoflavonas da soja (Glycine Max (L.) Merr)*. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá (MT), 2014.

FONSECA, R. S.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Elaboração de barras de cereais com casca de abacaxi. *Arquivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, v.6, n. 2, 2011. Disponível em: http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222011000200014. Acesso em: 13 fev. 2018.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 318-324, abr./jun. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n2/30179.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2018.

GRDEN, L.; OLIVEIRA, C. S.; BORTOLOZO, E. A. F. Q. Elaboração de uma barra de cereais como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 02, n. 01, p. 87-94, 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/273>. Acesso em: 04 jun. 2018.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D.M.F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 355-363, abr./jun. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/24.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2018.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção Agrícola Municipal*. Tabela 10198 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. Brasil, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/0?indicador=10198>. Acesso em: 10 set. 2021.

KERRY. *Global Taste Trends 2021*. Kerry - Taste & Nutrition, 2021. Disponível em: <https://www.kerry.com/br-pt/explore/brasil-taste-trends-2021>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LEITE, M. L. S. *Elaboração de barra de cereais com farinha de casca de banana*. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Campus Avançado do Bom Jesus, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz (PI), 2013. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/97/1/Monografia%20Maria%20Laenia%20Santana%20Leite.pdf> Acesso em 04 jun. 2018.

MADEIRA, N. R., SILVEIRA, G. S. R., MATHIAS, J. Como plantar ora-pro-nóbis. *Globo Rural*. 02 dez. 2013. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2013/12/como-plantar-ora-pro-nobis.html>. Acesso em: 13 fev. 2018.

MARINELLI, P. S. *Farinhas de moringa (Moringa Oleifera Lam.) e ora-pro-nóbis (Pereskia Aculeata Mill.): biomateriais funcionais*. 2016. 59 f. Tese (Doutorado em Ciencia e Tecnologia de Materiais) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru (SP), 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/141906/marinelli_ps_dr_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 13 fev. 2018.

MONTEIRO, C. *Técnicas de avaliação sensorial*. 2. ed. Curitiba: UFPR, 1982.

PAULA, M. C. *et al.* Processamento de bolo com a planta *Pereskia Aculeata* MILL (Ora-pro-nóbis). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. Campina Grande, v. 18, n. 2, p. 167-174, 2016. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev182/rev1827.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2018.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. *Indústria de alimentos 2030: ações transformadoras em valor nutricional dos produtos, sustentabilidade da produção e transparência na comunicação com a sociedade*. 1. ed. São Paulo: Ital/Abia, 2020. Disponível em: <https://www.sindsorvete.com.br/wp-content/uploads/2021/04/Industria-de-Alimentos-2030.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

ROCHA, D. R. C.; PEREIRA JUNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller) desidratado. *Revista Alimentos e Nutrição*, Araraquara. v. 19, n. 4, p. 459-465, out./dez. 2008. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/656/552>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

SANTOS, C. C. S.; GRIMARÃES, P. B.; RAMOS, S. A.; COPABIANCO, M. Determinação da composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi. *Sinapse Múltipla*, v. 6, n. 2, p. 341-344, 2017. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/16601/12712>. Acesso em: 14 fev. 2018.

SANTOS, J. F. dos. *Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde*. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9132/tde-19012011-095823/publico/JulianaSantos.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2018.

SILVA, A. F. R., ZAMBIAZI, R. C. Aceitabilidade de geleias convencional e light de abacaxi obtidas de resíduos da agroindústria. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*. Curitiba. v. 26, n. 1, p. 1-8, jan.-jun. 2008. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/11785/8304>. Acesso em: 13 fev. 2018.

SILVA, F. D.; PANTE, C. F.; PRUDÊNCIO, S. H.; RIBEIRO, A. B. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. *Revista Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1316/1069>. Acesso em: 14 fev. 2018.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. *Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005.

WATT, B.; MERRILL, A. L. *Composition of foods: raw, processed, prepared*. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/ Agricultural Research Service, 1963.

SOBRE AS AUTORAS



Andreia Faiom

Possui graduação em Química Industrial, mestrado e doutorado em Engenharia de Alimentos pela URI, campus de Erechim-RS. No período de 01/2010 a 07/2010,

trabalhou no controle de qualidade de biodiesel e de suas matérias primas na Olfar – Indústria e Comércio de Óleos Vegetais Ltda. No período de 07/2010 a 01/2011, na empresa CSM Produtos Químicos, desempenhou atividades como analista de controle de qualidade de produtos destinados ao tratamento de efluentes de frigoríficos. No período de 09/2012 a 07/2015, atuou como Coordenadora dos Cursos de Aprendizagem e Técnico em Alimentos da unidade SENAI de Chapecó. Na mesma instituição, atuou como especialista II em alimentos e como pesquisadora e professora, tendo como principais atividades: planejamento e execução de programas de formação profissional (aprendizagem, qualificação e treinamento); ministrar aulas em cursos de nível Técnico e Superior; orientação/supervisão de programas de estágio e trabalhos de conclusão de curso; elaboração, apresentação e negociação de propostas de trabalho com clientes; prestação de assistência técnica e tecnológica; elaboração de artigos e informações técnicas; desenvolvimento de projetos para captação de recursos financeiros. Atualmente, é sócia proprietária da Gunas Cake Alimentos sem Glúten e sem Leite Ltda, onde, além de atuar na administração da empresa, atua no desenvolvimento de novos produtos voltados para o público que apresenta alguma intolerância alimentar, principalmente ao glúten e ao leite.



Angela Lusa Lodi Savoldi

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), especialista em Inovação e

Tecnologia de Alimentos pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI (2018), engenheira de alimentos pela UDESC (2014). Possui experiência em Inovação, Qualidade e Gestão de empresas, com foco em alimentos, sendo consultora e sócia proprietária da Valen.Conex – Resultados em Gestão, Inovação e Segurança de Alimentos. Possui vasto conhecimento nas áreas de panificação e processamento de frutas, atuando como responsável técnica de empresas desse segmento. Atuou como Agente Local de Inovação no Projeto ALI (SEBRAE – CNPq), atendendo mais de 40 empresas no Oeste de Santa Catarina.



Emanoela Regina Mattiello

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos e graduada em Engenharia de Alimentos (2015) pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), especialista em Inovação e Tecnologia de Alimentos (2018) pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Possui experiência em Inovação, Qualidade e Gestão de empresas, através de consultorias e instrutorias e como Agente Local de Inovação pelo SEBRAE (2015 - 2018). Atualmente, é sócia proprietária da empresa Valen. Conex – Resultados em Gestão, Inovação e Segurança de Alimentos desde 2018, atuando com serviços de consultoria, responsabilidade técnica, assessoria e treinamentos com foco em alimentos. Também é instrutora e professora no SENAI Chapecó, desde 2019, na área de Gestão de Empresas e Alimentos.



VISÃO DE EMPREENDEDORISMO E ATITUDES INOVADORAS NA GESTÃO PÚBLICA E NAS ORGANIZAÇÕES SOCIAIS DE SAÚDE:

CASO DE IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DE UMA UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO EM SANTA CATARINA

Pericles Ewaldo Jader Pereira¹
Jéferson Deleon Fávero²
Lucas Schneider³
Estelamaris Reif⁴

RESUMO

Este artigo busca verificar como o perfil empreendedor e atitudes inovadoras são vistos na gestão pública e nas organizações sociais de saúde segundo o olhar de seus gestores. A pesquisa é descritiva, com abordagem qualitativa e uso do método de estudo de caso. As informações foram coletadas por meio de dados secundários e entrevistas semiestruturadas com gestor público e gestor de uma organização social de saúde. As entrevistas contemplaram conceitos da literatura de empreendedorismo, gestão pública e de organizações sociais de saúde. A pesquisa identificou que o perfil empreendedor é visto por seus gestores como fundamental tanto para a gestão pública, por causa da escassez e burocratização dos recursos públicos, quanto para as organizações sociais de saúde, pelas regras de cumprimento dos contratos firmados com o poder público na gestão de unidades de saúde municipais. Em maior ou menor escala, as organizações sociais de saúde apresentaram os traços de empreendedorismo e inovação, e, dependendo da finalidade da constituição e da configuração que a organização social apresenta, alguns elementos se sobressaem a outros em grau de importância.

PALAVRAS-CHAVE: Empreendedorismo, Gestão Pública, Organizações Sociais de Saúde, Unidades de Pronto Atendimento.

1. Doutorando, e-mail: peckjader@gmail.com
2. Doutorando, e-mail: jeferson_deleon@hotmail.com
3. Mestre, e-mail: admLucass@hotmail.com
4. Mestre, e-mail: estelamarisreif@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O sistema de saúde no Brasil, no âmbito de seu processo de consolidação, tem como principal desafio a melhoria da sua capacidade de gestão para que possa atender a satisfação dos seus usuários. Esse desafio implica eficiência no uso dos recursos, considerados escassos quando comparados ao volume de pessoas que dependem exclusivamente desse serviço. O desafio também pode ser medido pela grandeza dos problemas, que combinam um perfil demográfico e epidemiológico em transição, o envelhecimento da população e a incidência cada vez maior de doenças crônicas e degenerativas (BARBOSA *et al.*, 2015).

Em relação ao comprometimento social com a melhoria do atendimento de urgências e emergências da população, o sistema de saúde brasileiro vem enfrentando dificuldades devido ao envelhecimento da população, aumento da mortalidade de causas externas, crescente necessidade de incorporação tecnológica e aumento significativo por demanda de serviços de saúde, fazendo com que tal matéria torne-se essencial para aprimoramento contínuo e busca mútua de solução dos problemas (RYCHETNIK *et al.*, 2004).

Segundo Ibanes (2013), foi instituída no ano de 2003 pelo ministério da saúde, a Política Nacional de Atenção às Urgências (PNAU), objetivando garantir de maneira integral, igual e universal todos os atendimentos de urgência. Essa política foi reformulada em 2011, instituindo a Rede de Atenção às Urgências (RAU) no Sistema Único de Saúde (SUS) – uma medida que visa à articulação e integração de todos os equipamentos de saúde para garantir uma continuidade e vazão nos sistemas de atendimentos de saúde.

As Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) integrantes da (PNAU) vêm a ser o conjunto de serviços de urgência que compõe essa rede e que deve ser implementado gradativamente em todo o território brasileiro, tendo como critérios os fatores epidemiológicos e de densidade da população (IBANES, 2013).

AS UPAs TIVERAM SUA CRIAÇÃO PARA QUE SERVISSEM COMO PORTA DE ENTRADA AOS SERVIÇOS DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA; E, DEPENDENDO DO ATENDIMENTO, O CASO PODERIA SER RESOLVIDO LOCALMENTE, ESTABILIZADO E/OU ENCAMINHADO PARA OS HOSPITAIS. DE ACORDO COM AS SUAS ATRIBUIÇÕES, AS UPAs DEVERIAM FUNCIONAR 24 HORAS POR DIA, REALIZAR A CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DOS PACIENTES, RESOLVER OS CASOS DE BAIXA E MÉDIA COMPLEXIDADE, ESTABILIZAR OS CASOS DE PACIENTES GRAVES E POSSUIR ESTRUTURA FÍSICA, RECURSOS HUMANOS E TECNOLÓGICO SUFICIENTES PARA O ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO DE SUA DETERMINADA ÁREA DE ATUAÇÃO (MALTA *ET AL.*, 2012).

O ambiente dinâmico de mudanças significativas na política e na economia torna a criação e administração de organizações um fenômeno complexo que demanda uma gestão

empreendedora e inovadora. Estados brasileiros estão optando por experimentar uma forma alternativa para a gestão de UPAs: a contratação dos serviços de Organizações Sociais de Saúde (BARBOSA *et al.*, 2015).

Diante desse cenário, surge o papel das Organizações Sociais de Saúde (OSS), que são de interesse e de utilidade pública, sem fins lucrativos, e surgem por meio de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado, atuando nas atividades de ensino, saúde, pesquisa tecnológica, desenvolvimento tecnológico, proteção e preservação do meio ambiente (IBANES, 2013).

Nesse contexto, subentende-se que as UPAs exigem habilidades administrativas, dada a constante necessidade de gerar inovação para o atendimento da população. Essas habilidades dependem do potencial de empreendedorismo e inovação tanto dos governos quanto dos administradores das Unidades de Pronto Atendimento que, nesse caso, são as OSS.

Justifica-se a realização do presente artigo pela relevância do tema tratado: empreendedorismo

na administração pública. Essa relevância evidencia-se através da incessante busca da população por um melhor atendimento e, por outro lado, pela falta de recursos da administração municipal, além da importância de se entender os mecanismos que conduzem a uma melhora nos serviços essenciais de saúde. Para tanto, este trabalho buscou responder a seguinte questão-problema: Como o perfil empreendedor é visto na gestão pública e nas organizações sociais segundo o olhar de seus gestores? Nesse sentido, o conhecimento dessa visão poderá nortear as decisões que envolvem uma liderança empreendedora na gestão pública.

Inicialmente, o texto apresenta uma introdução, junto com a justificativa e o objetivo do presente estudo. Em seguida, o referencial teórico é apresentado com o intuito de esclarecer e apresentar os tópicos de base do artigo, notadamente Unidades de Pronto Atendimento, organizações sociais e empreendedorismo. A metodologia de coleta de dados é apresentada com detalhes da entrevista e das informações que auxiliam no desenvolvimento do artigo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta revisão de literatura, são abordados temas que embasam conceitualmente a problemática da pesquisa em questão. Inicialmente, são apresentados os conceitos de unidade de pronto atendimento; posteriormente, os conceitos de organização social de saúde; e, por fim, alguns conceitos de empreendedorismo e perfil empreendedor.

2.1 Unidade de Pronto Atendimento – UPA

No âmbito da oferta da saúde, um dos pontos cruciais e sempre criticados é justamente a entrada dos usuários do SUS, em especial aqueles acometidos de problemas de urgência. A urgência é a ocorrência imprevista de agravo à saúde, com ou sem risco potencial de vida, cujo portador necessita de assistência médica imediata (CFM, 1995).

Segundo Scarpelini (2007 *apud* IVO; MONTAGNER; MONTAGNER, 2013), a desorganização no atendimento às urgências tem sido uma realidade na grande maioria das cidades brasileiras, gerando graves transtornos dentro do sistema de atendimento e acarretando problemas gerenciais para as secretarias municipais de saúde. Nos últimos anos, houve grande esforço em se avançar nas diretrizes para a formação de um sistema uniforme de atendimento às urgências, buscando melhorias na área; porém, as diferenças estruturais apresentadas entre as regiões tornam difícil o alcance dos objetivos.

Outro grande problema é que, normalmente, os hospitais gerais possuem, também, uma entrada desorganizada de urgências e emergências médicas, sem estrutura física ou com o quadro de recursos humanos insuficiente. Com isso, esses serviços sofrem, em grande parte das regiões do país, o maior impacto da desorganização do sistema, tornando-se o alvo preferido para as críticas ao modelo nacional de assistência à saúde (SCARPELINI, 2007 *apud* IVO; MONTAGNER; MONTAGNER, 2013).

De acordo com Machado, Salvador e O'Dwyer (2011), no Brasil, nos anos 2000, a atenção às urgências assumiu destaque na agenda federal da saúde. Em que pese o desenho abrangente da Política Nacional de Atenção às Urgências, sua implantação caracterizou-se pela expansão de serviços específicos, marcada por três momentos: 1998-2002 – regulamentação inicial; 2003-2008 – ênfase nos Serviços de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU); a partir de 2009 – ênfase nas Unidades de Pronto Atendimento (UPA), como componente fixo da atenção pré-hospitalar às urgências.

A construção da rede de urgências e emergências no cenário nacional pode ser delimitada em três períodos: o primeiro, com predomínio

da implementação de Sistemas Estaduais de Referência Hospitalar para o atendimento de Urgências e Emergências (priorização do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – Samu como estratégia); o segundo, focado na implantação das UPAs; e o terceiro, que insere a rede de urgências e emergências em uma rede de atenção, conforme a política nacional de conformação de redes (DOURADO, 2013 *apud* UCHIMURA *et al.*, 2015).

Diretrizes das UPAs foram estabelecidas para a implantação no país:

Art. 2º – Definir como Unidade de Pronto Atendimento (UPA) o estabelecimento de saúde de complexidade intermediária entre as Unidades Básicas de Saúde (UBS)/Saúde da Família e a Rede Hospitalar, associada a uma rede organizada de atenção às urgências. (BRASIL, 2009).

A proposta de implantação das Unidades de Pronto Atendimento – UPAs, que surgiu em seguida, buscou novo espaço de atenção às urgências, além da regionalização e qualificação da atenção e da interiorização, com ampliação do acesso, com vistas à equidade. A integração da UPA com o SAMU foi um importante instrumento com a finalidade de favorecer essa regionalização e o desenvolvimento da atenção básica, diferenciando-se dos tradicionais serviços de pronto atendimento ou prontos-socorros (BRASIL, 2009).

Em 13 de maio de 2009, a Portaria n.º 1.020 buscou a implantação do componente pré-hospitalar fixo para a organização de redes regionais de atenção integral às urgências, em conformidade com a Política Nacional de Atenção às Urgências (BRASIL, 2009).

As UPAs e as Salas de Estabilização (SE) passaram a ser partes integrantes do componente pré-hospitalar fixo (BRASIL, 2009). Essa

portaria buscou definir a UPA como estrutura de complexidade intermediária entre as Unidades Básicas de Saúde (UBS), Unidades de Saúde da Família e a Rede Hospitalar, devendo compor com essas uma rede organizada de atenção às urgências, com pactos e fluxos previamente definidos (BRASIL, 2009).

Na portaria, ficaram especificadas as principais competências e responsabilidades das UPAs, por exemplo, o desenvolvimento de ações de saúde por meio do trabalho de equipe interdisciplinar em função do porte de cada unidade; a prestação de atendimento a pacientes agudos e agudizados, de forma resolutiva e qualificada; entre outros (BRASIL, 2009).

O documento buscou definir o valor máximo do incentivo financeiro a ser repassado pelo Ministério da Saúde para a implantação das respectivas unidades, compreendendo a área física e mobiliário, materiais e equipamentos mínimos, de acordo com o respectivo porte (BRASIL, 2009).

As Redes de Atenção à Saúde (RAS), estabelecidas em 2010, são arranjos organizativos de ações e serviços de saúde, de diferentes densidades tecnológicas, que, integradas por meio de sistemas de apoio técnico, logístico e de gestão buscam garantir a integralidade do cuidado, destacando que a atenção às urgências deve estar organizada dessa forma. As redes são uma garantia do direito à saúde por intermédio da ampliação do acesso, amenizando as desigualdades sociais (KUSCHNIR; CHORNY, 2010).

2.2 Organização Social de Saúde – OSS

Segundo Di Pietro (2002), as entidades do Terceiro Setor são chamadas de paraestatais porque atuam ao lado do Estado, não visam

a substituí-lo, mas, sim, colaborar com este no desempenho de suas atividades para que possa atingir, de forma mais rápida e eficaz, os objetivos propostos nos planos e metas governamentais. Também, recebem a denominação de entidades públicas não estatais, pois, apesar de prestarem serviços de interesse público, não integram a administração pública, servindo apenas de apoio na gestão pública.

Apesar de serem entidades privadas, podem receber certa ajuda do Estado através de recursos destinados à manutenção dos serviços que a elas são destinados. São requisitos para isso o desenvolvimento de atividade de interesse público (a atividade desempenhada pelo Terceiro Setor deve interessar à toda a sociedade – toda ela pode usufruir desse serviço) e o recebimento de um título jurídico (utilidade pública, fins filantrópicos ou organização social) concedido pelo próprio Estado (DI PIETRO, 2002).

Uma Organização Social (OS), que pode ser destinada para o fim de manutenção de serviços de saúde – nesse caso, denominada Organização Social de Saúde –, é uma entidade do Terceiro Setor, ou seja, de direito privado, que recebe esse título da própria administração e é autorizada a, com ela, celebrar contratos de gestão. Foi criada para receber do Estado serviços públicos por ele prestados, tais como saúde, educação, cultura e pesquisa científica. Além dos serviços públicos, essas entidades podem prestar atividades socialmente relevantes que não sejam competência exclusiva do Estado, quando serão por este incentivadas (ROCHA, 2003).

Uma OS é uma instituição privada sem fins lucrativos, com interesses públicos. Possuem tal qualificação apenas as entidades que se enquadram nos critérios da Lei Federal n.º 9.637, de 15 de maio de 1998, que as criou, ou nas demais leis estaduais e municipais editadas após a referida lei federal. A título de exemplo, para

que se enquadrem a esses critérios, é necessário que:

- Possuam atividades direcionadas à educação, à pesquisa científica, ao desenvolvimento da tecnologia, ao meio ambiente, à cultura e à saúde;
- Comproven seu registro quanto à natureza social de seus objetivos, à finalidade não lucrativa, à previsão em ter um conselho de administração e uma diretoria, à obrigatoriedade da prestação de contas à União; e
- Tenham aprovação do Ministro da área de atividade ou do titular do órgão supervisor e do Ministro de Estado da Administração Federal e Reforma do Estado (BRASIL, 2011).

As diretrizes da contrarreforma do Estado na saúde, em seu componente dos modelos de gestão de unidades públicas, procuraram se materializar por meio de leis federais, mas também das leis estaduais e municipais. Além das fundações estatais de direito privado, que não serão aqui abordadas, trataram da criação das OSs e das organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIPs) – no plano federal, foram criadas pelas leis n.º 9.637, de 15/5/1998, e n.º 9.790, de 23/03/1999, respectivamente. Essa normatização não tem sido feita sem resistências da sociedade, encontrando-se no Supremo Tribunal Federal uma ação ajuizada arguindo a constitucionalidade na Lei das OSs – a ADIn 1.923/DF.

Um dos mecanismos básicos para que estados e municípios aderissem a essas mudanças foi a Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar n.º 101, de 4/5/2001), que impõe um teto de 56 % da receita corrente líquida com despesas de pessoal, criando condicionalidades financeiras relativas aos gastos com saúde, sabidamente

intensivos em pessoal. Há razoável consenso de que ela foi uma das atitudes impulsionadoras da política financeira neoliberal e da contrarreforma do Estado, avançando, ainda, sobre a autonomia dos entes federais (FLEURY *et al.*, 2010).

2.3 Empreendedorismo

Para Gomes, Lima e Cappelle (2013) o empreendedor tem como objetivo, por meio de suas experiências profissionais e sua vivência, transformar a organização para um desenvolvimento acompanhando as mudanças que acontecem no ambiente e no mercado.

O termo empreendedorismo, por si só, compõe elementos que dizem respeito a investimento, riscos financeiros e planejamento que são definidos pelo ambiente de mercado (SOUZA, PAIVA Jr.; LIRA, 2010).

EMPREENDEDORISMO PODE SER VISTO COMO A FORMAÇÃO DE ALGO NOVO, ADVINDA DA VISÃO DE UMA OPORTUNIDADE. O EMPREENDEDOR, PRECISA DE DEDICAÇÃO, EMPENHO E CORAGEM COMO CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS, PARA QUE CONSIGA PREVER E CALCULAR OS RISCOS DO AMBIENTE (LEM ET AL., 2007).

A atitude inovadora gera resultados comprovados que estão de acordo com as necessidades do mercado. As atitudes do empreendedor normalmente estão voltadas para o processo de inovação (LENZI; KIESEL; ZUCCO, 2010).

Segundo Valadares e Emmendoerfer (2015), o empreendedorismo tem sido incorporado à gestão pública por meio de reformas administrativas. Cada vez mais, os governantes estão sendo instigados a promover um modelo de administração pública que seja capaz de insuflar nas organizações públicas uma cultura empreendedora. Ainda, pode ser visto como uma forma de resposta à competição, forçando as pessoas a adotar novos paradigmas, eliminando barreiras comerciais e culturais, encurtando distâncias, globalizando e renovando os conceitos econômicos, criando novas relações de trabalho e gerando riqueza para a sociedade.

Para Catelli *et al.* (2014) a gestão pública vem se tornando, cada vez mais, uma preocupação dos

cidadãos que são estimulados ao envolvimento participativo. As redes sociais e os demais meios de comunicação informam sobre os impactos dos planos, das políticas, dos orçamentos, dos superávits e dos déficits na vida de cada membro da sociedade.

Os mesmos autores argumentam que os gestores públicos não são mais apenas obrigados a se manter atentos aos seus limites, muitas vezes escassos de recursos, mas, por meio de atitudes empreendedoras e inovadoras, otimizar a aplicação desses recursos para que venham a atender efetivamente às demandas da sociedade (CATELL *et al.*, 2014).

3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, foi realizado um procedimento de investigação, utilizando um estudo de caso único (EISENHARDT, 1989), com uso de abordagem exploratória qualitativa e abordagem descritiva (WELCH *et al.*, 2011).

Tal método foi utilizado com o propósito de investigar como o perfil empreendedor é visto na gestão pública e nas organizações sociais segundo o olhar de seus gestores, fazendo com que os mesmos se tornem peças fundamentais das mudanças necessárias para que a gestão possa tomar o melhor rumo em busca das metas preestabelecidas.

A escolha da cidade de Rio do Sul, no estado de Santa Catarina, com um estudo de caso único para análise, se justifica tendo em vista o fato de a cidade ter estabelecido, no ano de 2016, um contrato de terceirização da gestão de sua unidade de pronto atendimento com uma OSS. A orientação exploratória será realizada

a partir da interação entre o caso específico e a questão-problema.

Por meio de contato com a Secretaria Municipal de Saúde, foi possível chegar ao secretário de Saúde e, por seu intermédio, chegar ao gestor da OSS que atua na UPA do município.

Para tornar a pesquisa mais consistente e estender sua validade e confiabilidade (YIN, 2010), uma abordagem narrativa (SOLE; WILSON, 2002) foi utilizada para capturar todo o processo de implantação.

A triangulação das múltiplas fontes de dados (YIN, 2010) foi realizada com dados secundários, entrevistas em profundidade e análise de documentos fornecidos pela prefeitura, visando a uma melhor compreensão da pesquisa.

Primeiro, foram coletados os dados secundários sobre o caso em: i) site oficial da prefeitura; ii) documentos fornecidos pela prefeitura; iii) portal da transparência.

Os dados primários foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas e face-a-face (YIN, 2010), desenvolvidas em novembro de 2016, na sede da Unidade de Pronto Atendimento do município de Rio do Sul – SC, com o senhor Luiz Fernando Donke, diretor comercial e gestor da organização social responsável pela gestão da UPA, e o senhor Garibaldi Antonio Ayroso, prefeito municipal. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Abaixo são apresentadas a descrição do caso e a análise do caso.

4.1 Descrição dos resultados

Segundo a Secretaria Municipal de Saúde de Rio do Sul (2016), a UPA foi cadastrada pelo governo na gestão de 2009-2012. O governo de 2013-2016 conseguiu buscar, no ano de 2013, R\$ 2.200.000,00 do Ministério da Saúde para a obra e equipamentos.

Foi realizado o projeto e, posteriormente, lançado o edital de licitação para a construção da UPA, da qual a empresa Construlacer foi a vencedora por aproximadamente R\$ 3,2 milhões (PREFEITURA DE RIO DO SUL, 2016)

A obra foi paralisada durante alguns períodos por dificuldades nos repasses; porém, ficou pronta em agosto de 2016. Outros recursos também foram buscados junto ao Governo do Estado para a aquisição de equipamentos, no valor de R\$ 514.000,00, sendo realizada, entre os equipamentos adquiridos, a compra de um Raio-X Digital no valor de R\$ 270.000,00 (PREFEITURA DE RIO DO SUL, 2016).

No dia 15 de setembro de 2016, foi inaugurada a UPA de Rio do Sul e, desde o primeiro dia, foi alimentado o sistema de informações do Ministério da Saúde (DATASUS, 2016). A UPA foi uma conquista da população riossulense

para que casos menos graves fossem atendidos ali, deixando que os casos graves fossem atendidos pelo Hospital Regional de Rio do Sul (PREFEITURA DE RIO DO SUL, 2016).

De janeiro a agosto de 2016, a média de atendimentos do Hospital Regional era de 2.863 atendimentos/mês. De outubro a janeiro de 2017, essa média de atendimentos caiu para 1.860 atendimentos/mês (DATASUS, 2016).

O Hospital Regional recebe do Ministério da Saúde, por meio das Redes de Urgência e Emergência, R\$ 300.000,00 mais R\$ 50.000,00 para os procedimentos ambulatoriais, além de R\$ 90.000,00 dos 27 municípios do Alto Vale. O Hospital Regional, ainda, recebe, para fins judiciais, o valor de R\$ 103.000,00 mensais. O Hospital Regional recebe mensalmente R\$ 543.000,00 para uma média de 1.860 atendimentos atualmente, perfazendo um valor de R\$ 291.93 por atendimento (DATASUS, 2016).

Segundo a Prefeitura de Rio do Sul (2016), após a conclusão da obra, buscaram-se alternativas para que acontecesse uma redução do custo por atendimento, ocasião em que a empresa GAMP foi a vencedora da licitação municipal.

A empresa GAMP, recebe R\$ 444.000,00 mensais para fazer uma média de atendimento de 3.386 atendimentos por mês. Esse total representa uma economia de R\$ 99.000,00 para os cofres municipais (PREFEITURA DE RIO DO SUL, 2016).

O quadro abaixo mostra o número de atendimentos desde a implementação da UPA:

Quadro 1: Número de atendimentos UPA

Mês	Atendimento
Set./2016	967
Out./2016	4106
Nov./2016	4017
Dez./2016	3895
Jan./2017	3945

Fonte: Datasus (2017)

O Quadro 1 mostra o número de atendimentos de setembro de 2016 até janeiro de 2017. Percebe-se um salto de atendimentos, de 967 para uma média mensal, a partir de outubro, de 4000 atendimentos.

4.2 Análise dos resultados

Diante das características de parceria das OSS junto ao poder público municipal, surge a oportunidade da gestão de uma UPA na cidade de Rio do Sul – SC, a qual veio a se concretizar em 16 de setembro de 2016. A partir dessa data, por decisão do município, a OSS iniciou o projeto de gestão de toda a unidade, contemplando os funcionários, médicos, estrutura física e suprimentos.

“A terceirização é uma tendência em algumas áreas públicas. Na saúde, a terceirização faz com que possamos gerenciar o serviço prestado pela organização social por um recurso menor que fazemos nós mesmos a gestão.” (Gestor Municipal).

O empreendedor tem como objetivo transformar a organização, desenvolvendo e acompanhando as mudanças que acontecem no

ambiente. O empreendedor sempre está buscando a mudança, reage a ela e a explora como sendo uma oportunidade (DRUCKER, 2008).

“Tenho como conceito de empreendedorismo que [este] pode ser aplicado tanto na área comercial como na área social. O empreendedorismo social pode até ser considerado novo, mas o fenômeno não.” (Gestor da OSS).

Segundo o Conselho Federal de Medicina (1997), as instituições de saúde devem compor o quadro com dois tipos de administradores: o Diretor Técnico, com formação médica; e o Diretor Administrativo, responsável pelo plano de metas e fluxos administrativos da unidade. Nesse sentido, na gestão de unidades de saúde, a questão empreendedora é bastante complexa, pois a relação de identificação entre colaboradores, gestores e organização deve acontecer de forma organizada para que possa haver uma sincronia e um fluxo correto a fim de garantir a segurança do usuário.

“As equipes médicas que na essência se titulam como empreendedores pelos conhecimentos que a pessoa possui podendo gerar alguns conflitos nas decisões das melhores estratégias para a empresa” (Gestor da UPA).

Segundo Dornelas (2008), o empreendedorismo pode ser visto como uma forma de administração, respondendo à competição, forçando as pessoas a adotar novos paradigmas, eliminando barreiras comerciais e culturais, encurtando distâncias, globalizando e renovando os conceitos econômicos, criando novas relações de trabalho e gerando riqueza para a sociedade.

“Administrar um município exige conhecimento e uma equipe preparada e comprometida. Trabalhamos e vou continuar trabalhando com uma equipe afinada, que conhece a máquina pública, as carências de cada bairro e os caminhos para viabilizar

os melhores projetos para a cidade.” (Gestor Municipal).
“Administração outorga a uma entidade privada, sem fins lucrativos, para que ela possa receber determinados benefícios do poder público. Muitas organizações sociais estão focas na gestão de serviços de saúde, proporcionando aos municípios algumas vantagens na gestão de suas unidades.” (Gestor da UPA).

Machado e Fonseca (2010) enfatizam que a mudança organizacional pode ser alcançada, ou mesmo induzida, pelas novas combinações, enquanto a mudança social decorre, em grande parte, das mudanças do sistema produtivo, envolvendo, dessa maneira, diversos setores interessados.

“Posso salientar que qualquer novo empreendimento na área da saúde só tende a agregar qualidade para os moradores da cidade. Saúde e educação são necessidades básicas dos moradores e sempre que se tem recursos empregados para mudanças nessa área, surgem muito mais pontos positivos do que negativos.” (Gestor Municipal).

Os mesmos autores afirmam que o tema mais recentemente se demonstrou fértil para

pesquisas e consultorias, tendo como objetos de estudo o ambiente interno e a infraestrutura social, bem como os impactos dessas mudanças na sociedade (MACHADO; FONSECA, 2010).

“Quando a gestão da casa de saúde é feita por uma OS, a mesma possui uma série de protocolos que podem ser implantados, proporcionando uma padronização e melhoria do serviço prestado. As organizações sociais possuem autonomia para a implementação de novas formas de atendimento e qualidade na prestação de serviços, trazendo inovações na área de tecnologia e, ainda, melhora no bem-estar do paciente que está em atendimento.” (Gestor da UPA).

Schumpeter (1997) escreve que, no empreendedor, deve existir a habilidade gerencial para driblar as restrições do mercado de ofertas de matérias-primas, ou mesmo a limitação de recursos, fazendo com que o mesmo busque alternativas na solução rápida e eficaz dos problemas logo que identificados.

“A grande dificuldade está na questão dos recursos públicos para gerarmos as mudanças, pois, na maioria das vezes, são muito escassos e acabam deixando o município em uma situação complicada.” (Gestor Municipal).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A motivação para o desenvolvimento deste estudo se deu pelo interesse de se verificar como o perfil empreendedor é entendido pela gestão pública e pelas organizações sociais de saúde – tarefa que foi empreendida sob o ponto de vista de um gestor municipal e de um gestor de uma UPA. Para tanto, este trabalho buscou responder a seguinte questão-problema: Como o perfil empreendedor é visto na gestão pública

e nas organizações sociais segundo o olhar de seus gestores? Ao se analisar a história de terceirização na saúde pública, verifica-se um crescente aumento no número de unidades geridas por organizações sociais.

Como resultado deste estudo de caso, foi possível identificar que existe uma visão empreendedora por parte dos gestores das organizações sociais em assumir novas casas de saúde.

Na visão do gestor público, gerir uma cidade é como gerir uma empresa—buscam-se as mesmas coisas; com a diferença de que o poder público possui seus processos burocráticos, como a contratação de pessoas por meio de concursos públicos, o que, muitas vezes, acaba deixando a desejar em algumas áreas e, infelizmente, diferentemente de uma empresa, a substituição desse profissional acaba sendo mais complicada. Ainda sobre a questão dos gastos dos recursos públicos, os atos administrativos para que o poder público possa usar esses recursos em alguma atividade o diferenciam de uma empresa, onde esse processo ocorre com maior agilidade.

Verificou-se, também, que, segundo visão do gestor de uma organização social de saúde, mesmo que com uma estrutura estatal ainda bastante burocrática, ainda focada em processos (e não em resultados) e engessada por normas e procedimentos, os servidores públicos envolvidos agem para que as coisas saiam do papel e efetivamente aconteçam.

Constatou-se, ainda, que a administração pública demanda, muitas vezes, o perfil empreendedor, pois este, em vez de se contentar com as fórmulas prontas encontradas no setor público e constantemente limitar a própria capacidade de inovação, dá vazão a ideias possivelmente transformadoras. Fazer as mesmas coisas trará sempre os mesmos resultados. É preciso entender que as pessoas já nascem criativas e, infelizmente, ao longo da vida, essa criatividade vai sendo “podada”.

A integração entre gestores municipais e de organizações sociais permite a estruturação dos processos de trabalho informados por uma direção focada na busca da eficiência. O papel desempenhado pelos contratos de gestão, para além de estabelecer controle sobre o desempenho das unidades contratadas, serve como parâmetro para a definição da alocação interna de recursos e dos custos envolvidos nos procedimentos e serviços produzidos.

No caso de organizações sociais, mais especificamente, como no estudo deste caso, de uma unidade de pronto atendimento, o perfil empreendedor torna-se necessário por parte dos gestores municipais para que possam delegar a alguma instituição, especializada em gestão de casas de saúde, a missão de conduzir a saúde do município e fazer com que a população sinta o reflexo de uma saúde de qualidade prestada por uma organização social de saúde imbuída em cumprir o seu papel de atender a sociedade. Porém, esta pesquisa é limitada por sua abrangência. Pesquisas futuras podem mudar ou abranger uma maior área de atuação.

A principal contribuição deste artigo, a nosso ver, é a identificação de que, tratando-se de implantação de um novo projeto nesse segmento, é necessário que haja um perfil empreendedor e capacidade de inovação por parte dos gestores públicos e de organizações sociais.



ENTREPRENEURIAL VIEW AND INNOVATIVE ATTITUDE IN PUBLIC MANAGEMENT AND COMMUNITY HEALTH ORGANIZATIONS:

A CASE OF IMPLEMENTATION AND
MANAGEMENT OF AN URGENT CARE
CENTER IN SANTA CATARINA, BRAZIL

ABSTRACT

This paper aims to examine how an entrepreneur profile and innovative attitudes are viewed by public managers and community health organizations. Descriptive research with a qualitative approach was carried out using the case study method. Data collection drew on secondary data and semi-structured interviews with a public manager and a community health organization manager. The interviews encompassed concepts found in the literature on entrepreneurship, public management and community health organizations. The study found that the interviewed managers view an entrepreneur profile as key both for public management, in dealing with public resources scarcity and bureaucratization, and for community health organizations, in dealing with compliance rules in contracts signed with the government to manage municipal healthcare centers. To a greater or lesser extent, community health organizations have entrepreneurial and innovative attributes, and depending on the purpose of their constitution and configuration some elements stand out from others in terms of importance.

KEYWORDS: *Entrepreneurship.
Public management. Community
health organizations. Urgent care
centers.*

REFERÊNCIAS

BARBOSA, N. B.; LIMA, H.; TRINDADE, A. M. V.; DIAS, N. V.; CASTRO, M. V.; SANTOS, C. K. As Organizações Sociais de Saúde como forma de gestão público-privada em Goiás – o caso HUANA. *Revista do Serviço Público*, v. 66, n. 1, p. 121-144, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 1.020 de 13 de maio de 2009. Estabelece diretrizes para a implantação do componente pré-hospitalar fixo para a organização de redes loco regionais de atenção integral às urgências em conformidade com a Política Nacional de Atenção às Urgências. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 15 maio 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 1.600 de 7 de julho de 2011. Reformula a Política Nacional de Atenção às Urgências e institui a Rede de Atenção às Urgências no Sistema Único de Saúde (SUS). *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 8 jul. 2011.

CATELLI, A., PARISI, C., SANTOS, E. S., ALMEIDA, L. B. Um sistema para a gestão econômica de organizações governamentais empreendedoras. *Revista do Serviço Público*, v. 52, n. 3, p. 82-99, 2014.

CFM - CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Define os conceitos de urgência e emergência e equipe médica e equipamentos para os prontos-socorros. Resolução n. 1.451, de 10 de março de 1995. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília (DF), 17 de março de 1995. Seção 1, p. 53, 1995.

DATASUS. *Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde*. Ministério da Saúde, Brasília (DF), 2017. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br>. Acesso em: 28 fev. 2017.

- QUEIROZ, A. C., LIRA, D. P., DIAS, T. D. L. M. F., de Souza, É. T., da Matta, C. B. B., de Aquino, A. B., ... & Barbosa Filho, J. M. The antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Piptadenia stipulacea* Benth. (Fabaceae). *Journal of ethnopharmacology*, 128(2), 377-383. 2010.
- DI PIETRO, M. S. Z. *Direito Administrativo*. 14. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- DORNELAS, J. C. A. *Empreendedorismo*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- DOURADO, E. M. R. *Análise da Política Nacional de Atenção às Urgências: uma proposta*. 2013. 154 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade de Brasília, Brasília (DF), 2013.
- DRUCKER, P. F. *O essencial de Drucker: Uma seleção das melhores teorias do pai da Gestão*. Lisboa: Actual Editora, 2008.
- EISENHARDT, K. M. Teorias de construção de estudo de Caso, *Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.
- FLEURY, S. Governança local no sistema descentralizado de saúde no Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, Washington, DC, v. 28, n. 6, p. 446-455, 2010.
- FNS - FUNDO NACIONAL DE SAÚDE. *Portal FNS (Online)*. Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.fns.saude.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- GOMES, A. F., LIMA, J. B., CAPPELLE, M. C. A. Do empreendedorismo à noção de ações empreendedoras: reflexões teóricas. *Revista Alcance*, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2013.
- IBAÑEZ, N. Os hospitais e a rede de atenção às urgências e emergências: desafios. *Consensus Rev. Cons. Nac. Secret. Saúde*, v. 3, n. 7, p. 36-43, 2013.
- IVO, G. S.; MONTAGNER, M. I.; MONTAGNER, M. A. Análise Qualitativa da implantação das Unidades de Pronto Atendimento no Distrito Federal: um Estudo de Caso. *Participação (UnB)*, v. 23, n. 24, p. 57-68, 2013.
- KUSCHNIR, R.; CHORNY, A. H. Redes de atenção à saúde: contextualizando o debate. *Ciênc. Saúde Colet.*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 5, p. 2307-2316, 2010.
- LENZI, F. C., KEIESEL, M. D., ZUCCO, F. D. Ação empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência. *São Paulo: Gente*. 2010.
- LIMA, M. B. D.; SILVA, L. M. S. D.; ALMEIDA, F. C. M.; TORRES, R. A. M.; DOURADO, H. H. M. Agentes estressores em trabalhadores de enfermagem com dupla ou mais jornada de trabalho. *Rev. de Pesquisa Cuidado é Fundamental (Online)*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 3259-3266, jan.-mar. 2013.
- LIMA, M., TAVARES, N., BRITO, M., & CAPELLE, M. O sentido do trabalho para pessoas com deficiência. *Revista de Administração Mackenzie*, 14(2). 2013
- MACHADO, C. L., FONSECA, V. S. Competitividade Organizacional: uma Tentativa de Reconstrução Analítica. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 14, n. 33, 2010.
- MACHADO, C. V.; SALVADOR, F. G. F.; O'DWYER, G. Serviço de Atendimento Móvel de Urgência: análise da política brasileira. *Revista de Saúde Pública*, v. 45, p. 519-28, 2011.
- MALTA, D. C. *et al.* Características e fatores associados às quedas atendidas em serviços de emergência. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, n. 1, p. 128-137, 2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO DO SUL. *Portal da Transparência*. Rio do Sul (SC), 2016. Disponível em: <https://riodosul.atende.net/?pg=transparencia#!/>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- QUEIROZ, A. C. *et al.* The antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Piptadenia stipulacea* Benth. (Fabaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, v. 128, n. 2, p. 377-383, 2010.

ROCHA, S. L. *Terceiro Setor*. São Paulo: Editora Malheiros, 2003.

RYCHETNIK, L., HAWES, P., WATERS, E., BARRATT, A., FROMMER, M. A glossary for evidence based public health. *Journal of Epidemiology and Community Health*, v. 58, n. 7, p. 538-545, 2004.

SCARPELINI, S. A Organização do atendimento às emergências e traumas. *Medicina*, Ribeirão Preto, v. 40, n. 3, p. 315-320, jul./set., 2007.

SCHUMPETER, A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SILVA, G. S., SAMICO, I., DUBEUX, L. S., FELISBERTO, E. Redes de atenção às urgências e emergências: pré-avaliação das Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) em uma região metropolitana do Brasil. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 12, n. 4, 2012.

SILVEIRA, A. C. BONELLI, J. J., CASTRO, N. E., & BARBOSA, P. A. Empreendedorismo: *A necessidade de se aprender a empreender*. Foco, Capa, v. 2, n. 1, 2007.

SOLE, D.; WILSON, D. G. *Storytelling in organizations: the power and traps of using stories to share knowledge in organizations*. Cambridge, MA, USA: LILA, Harvard, Graduate School of Education, p. 1-12, 2002.

SOUSA, J.; PAIVA Jr., F.; LIRA, Z. A abordagem multidimensional do empreendedorismo no setor público: o caso da ação empreendedora da Fundação Joaquim Nabuco. *Revista Gestão & Planejamento*, v. 11, n. 2, art. 11, p. 337-354, 2010.

UCHIMURA, L. Y. T.; VIANA, A. L. A.; SILVA, H. P.; IBÁÑEZ, N. Unidades de Pronto Atendimento (UPAs): características da gestão às redes de atenção no Paraná. *Rev. Saúde em Debate*, Rio de Janeiro, v. 39, n. 107, p. 972-983, out.-dez. 2015.

VALADARES, J., E EMMENDOERFER, M. A Incorporação do Empreendedorismo no Setor Público: reflexões baseadas no contexto brasileiro. *Revista de Ciências da Administração*, v. 1, n. 1, p. 82-98, 2015.

WELCH, C. Teorizar a partir de estudos de caso: Rumo a um futuro pluralista para a pesquisa internacional de negócios. *Jornal de Estudos de Negócios Internacionais*, v. 42, n. 5, p. 740-762, 2011.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SOBRE OS AUTORES



Pericles Ewaldo Jader Pereira

Doutorando em Ciências Contábeis e Administração na Universidade Regional de Blumenau (FURB). Mestre em Administração – Gestão,

Internacionalização e Logística pela Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI (2017). Especialista em Gestão de Polos pela Uniasselvi (2019), Gestão de Negócios e Vendas pela Uniasselvi (2015), em Marketing Empresarial pela Uniasselvi (2015) e MBA em Liderança e Coaching pela Uniasselvi (2016). Possui graduação em Administração – Tecnologia em Processos Gerenciais pela Sociedade Educacional de Santa Catarina (2014). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Gestão Empresarial e Marketing. Atua como Supervisor de Disciplinas no Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi/NEAD) e Professor do ensino presencial e de pós-graduação presencial no Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi).



Jéferson Deleon Fávero

Doutorando em Administração e Ciências Contábeis – PPGCCA-FURB. Mestre em Administração pela FURB, Blumenau/SC. Possui especialização *Lato Sensu* em Gestão

Financeira e de Custos, em Gestão Empresarial e em Gestão e Tutoria pelo Instituto Catarinense de Pós-graduação – ICPG. Graduação em Administração, com ênfase em Finanças pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci – Uniasselvi. Atualmente, é Coordenador de Operações FIESC, Vale do Itajaí/SC e Professor de Gestão Financeira e Logística – Uniasselvi, Indaial/SC. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Finanças e Logística. Linhas de pesquisa: Gestão Organizacional e Logística.



Lucas Schneider

Possui graduação em Administração pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2008), Pós-Graduação em Gestão

Empresarial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2012) e Pós-Graduação em Gestão Estratégica de Recursos Humanos pela Universidade Castelo Branco (2011). Mestre em Gestão, Internacionalização e Logística pela Universidade do Vale do Itajaí (2018). Experiência na área de administração hospitalar, conhecimento na área financeira, fiscalização administrativa, gestão de custos, logística empresarial, licitações e contratos. Docente em disciplinas de cursos de Graduação e Pós-Graduação.



Estelamaris Reif

Mestre em Ciências Contábeis pela Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB (2015), Pós-graduada em Auditoria e Controladoria pelo Centro Universitário Leonardo

da Vinci – ICPG (2012) e Graduada em Ciências Contábeis pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI (2008). Perita Contábil. Atualmente é professora titular do Centro Universitário Leonardo da Vinci nos polos de Blumenau e Indaial e Supervisora de Disciplina no Núcleo de Educação a Distância da Sociedade Educacional Leonardo da Vinci (NEAD – UNIASSELVI).



FIESC SENAI